



*magazin für  
computer  
technik*

1. 4. 2016

8



Windows-Tablets  
mit 3:2-Display

Das taugen Oculus Rift, HTC Vive und Playstation VR

# Virtual Reality im Test

Kopierschutzfreie E-Books

Virtuelle Telefonanlagen

Low-Cost-Oszilloskope

TV-Ton wird besser

Die Zukunft des Raspi

Time-Machine-Tuning

Publizieren bei Facebook

Website-Prototypen mit Axure

Kripo gegen Pädophile im Netz

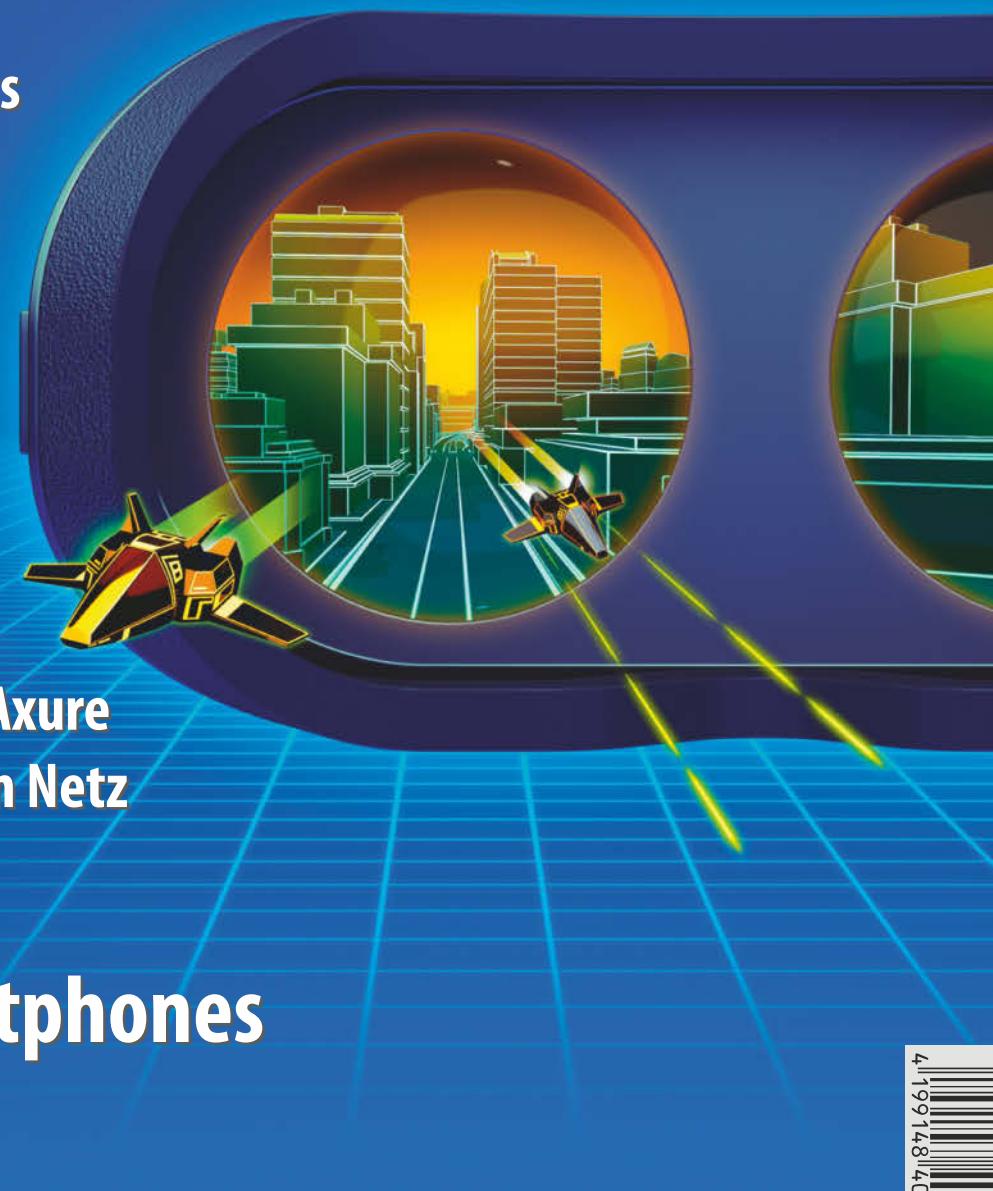
Viel Ausstattung ab 100 Euro

## Preiswerte Smartphones

Raspi, NAS oder x86?

# Der optimale Heim-Server

Bauvorschlag: 10 Watt & lüfterlos • Software: Auswahl & Praxis



€ 4,50

AT € 4,70 • LUX, BEL € 5,30

NL, IT, ES € 5,50

CHF 6,90 • DKK 49,00

PC-System.PROFINET...  
IO-Device 1  
IM 155-6 PN...

CPU  
1507S

SIMATIC HMI

Software Controller

SIEMENS

SIMATIC

S7-1500

RUN

i

v

n

d

m

t

e

s

o

w

r

p

c

a

s

h

i

l

j

k

l

m

n

o

p

q

r

s

t

u

v

w

x

y

z

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

Hannover Messe  
25.-29. April 2016  
Halle 9

[siemens.de/hm16](http://siemens.de/hm16)

# Offen und unabhängig automatisieren

SIMATIC S7-1500 Software Controller

Software Controller

Siemens bietet für alle Automatisierungsanforderungen den passenden Controller und überzeugt so durch Skalierbarkeit und Durchgängigkeit in den Funktionen.



Die innovativen und langzeitverfügbaren SIMATIC IPcs bieten zusammen mit dem SIMATIC S7-1500 Software Controller die perfekte Basis für den Sondermaschinenbau.

Der SIMATIC S7-1500 Software Controller läuft selbst während eines Neustarts oder eines Ausfalls von Windows weiter:

- Hohe Systemverfügbarkeit durch Unabhängigkeit vom Betriebssystem
- Hohes Maß an Security durch mehrstufigen Know-how- und Zugriffsschutz
- Anwenderfreundliches Engineering ausschließlich im TIA Portal, keine Windows-Einstellungen notwendig
- Einfache Realisierung von Schnittstellen zu PC-Anwendungen und Integration von echtzeitfähigem Code in Hochsprachen

Ist es Zeit für etwas Neues?

Profitieren Sie von der neuen Generation der SIMATIC Controller und somit höherer Produktivität, Effizienz und Verfügbarkeit. Siemens unterstützt Sie beim Umstieg.

Mehr Informationen unter: [siemens.de/tia-migration](http://siemens.de/tia-migration)

[siemens.de/software-controller](http://siemens.de/software-controller)



### In der Endlosschleife

Ich komme selten in die City, daher bestell ich viel. Und ich liebe es, per Tracking zu verfolgen, wie sich MEIN Paket nähert: Um 12 Uhr mittags bestellt, schon hats der Versender dem DHL-Paketzentrum übergeben. Oh, schon auf dem Lkw nach Hannover.

Seit früh um 5 im Zielpaketzentrum Anderten. Dann ist es ja gleich da. Doch es kommt nicht. Es wird nicht mal ins Zustellfahrzeug geladen. Mist. Na, dann eben morgen. Ja, jetzt ist es im Zustellfahrzeug. Es wird aber nicht zugestellt! Oh nein, es geht zurück ins Paketzentrum. MEIN Paket! Ich habe 497 Euro für Dich bezahlt! Wo bist du?

Ab zu nolp.dhl.de - klick auf Kontakt. Hm. Wie machen die das? Ich kann klicken, was ich will, sogar unter "Reklamation" lande ich immer wieder im Tracking, das mir genau nicht verrät, was gerade klemmt, oder in den FAQs. Eleganter kann man "Lieber Kunde, du kannst mich mal" nicht ausdrücken. Kein Telefon, keine E-Mail-Adresse. Der Weltkonzern DHL scheint überhaupt nur eine einzige zu haben, nämlich [impressum@dhl.de](mailto:impressum@dhl.de) - cool. Meine Oma hat mehr.

Hurra, Google findet die Hotline-Nummer - jemand in einem Forum hat sich verplappert. Und schon nach 14 Minuten meldet sich eine gequälte Seele: "Ja, kann ich sehen, weiß ich auch nicht. Vielleicht war der Lkw kaputt? Fahrer verunfallt? Krank?"

So geht das seit April 2015. Erst war die Ausrede der Streik, dann der Streikfolgen-Paketberg, dann die Ferienzeit, dann die Vorweihnachtszeit.

Dann haben sich wohl ein paar Kunden zu viel beschwert - plötzlich sah man DHL-Autos überall, viele mit zwei Leuten besetzt. Aber vor zwei Wochen ging es wieder los. Der aktuelle Hänger ist schon der vierte in zwei Wochen.

Warum ärgere ich mich so? Es ist meine Ohnmacht. Ich kann nichts erfahren. Ich kann nicht eingreifen. Ich komme nicht an mein Eigentum! Ich kann im Paketzentrum nichts abholen. Ich kann nicht mal melden: "Ey, da klemmt was. Kann mal jemand schauen, was mit Sendungsnummer 33xxx los ist?" Und das ist der eigentliche Hammer, denn das ließe sich auf der Tracking-Seite einbauen - gern auch mit Sperre "erst nach drei Tagen möglich". Aber in der jetzigen Form wird aus dem wunderbaren Informationsinstrument "Tracking" ein Folterinstrument.

Also DHL: Habt ihr geheime Infos, dass das Versandgeschäft gar nicht booms? Dann schlaf weiter. Bei mir bleiben Zweifel, und ich sag es nur höchst ungern, aber ich beginne zu verstehen, warum Amazon selbst liefert will.

*Detlef Grell*

Detlef Grell

PS: Wie man sich überhaupt beschweren kann?  
Na, per Brief an die Postadresse in Bonn.  
Schön teuer natürlich als Einschreiben -  
die Old-School-Variante der 0190er-Nummern ...



Erfahren Sie mehr auf: [www.microsoftcloud.de](http://www.microsoftcloud.de)



# Das ist die Cloud, die jedem Sturm standhält.

Da Microsoft Azure skalierbar ist, kann AccuWeather jeden Tag auf 10 Milliarden dringende Anfragen zur Wetterlage reagieren. Diese Cloud stellt sich jeder Herausforderung, auch wenn das Wetter noch so schlimm ist.

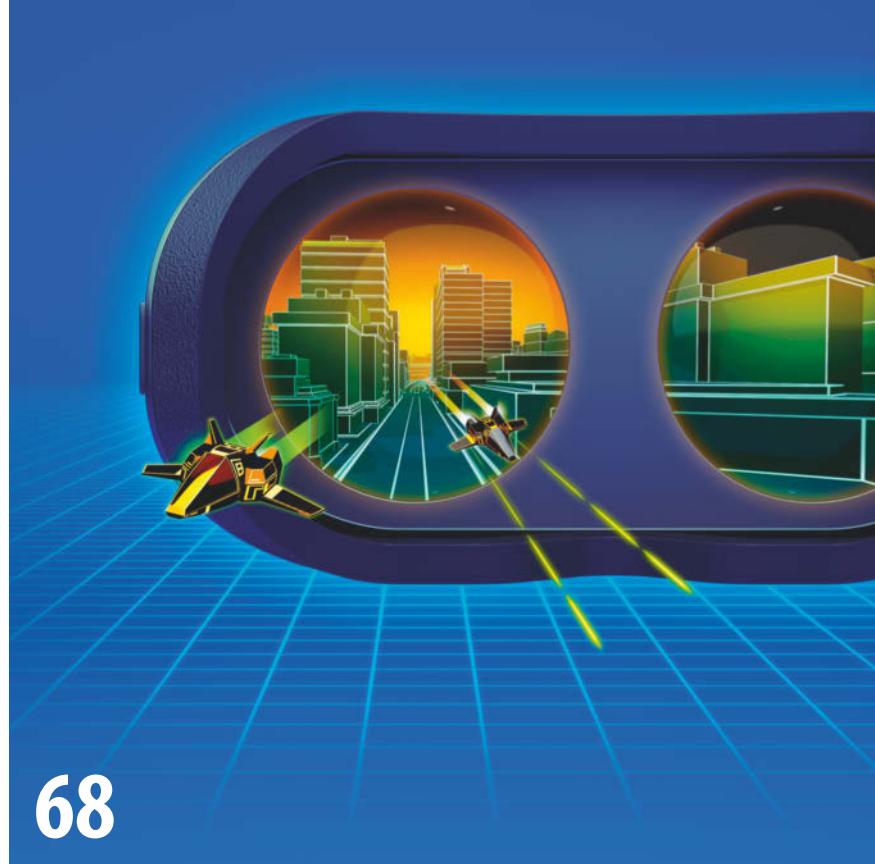
Das ist die Microsoft Cloud.

## Trends & News

GDC: Spiele-Entwickler im VR-Rausch	16
Blender 2.77 schneidet alte Zöpfe ab	20
CeBIT: Großer Auftritt von Salesforce	21
Unternehmens-Anwendungen: ERP, Cloud-Speicher	22
Prozessorgeflüster: Abschied von Andy Grove	24
Hardware: Radeon Pro Duo, Mini-PC für Gamer	26
Server & Storage: Enterprise-SSDs, Hyperkonvergenz	28
CeBIT 2016: Gute Stimmung bei den Ausstellern	29
Apple: iPhone SE mit 4-Zoll-Display, iOS 9.3	30
iPad Pro mit 9,7-Zoll-Display, Stift und Tastatur	31
Xcode 7.3, OS-X-Update, Voice over LTE	32
Apple versus FBI: Showdown vertagt	33
Mobil: LG Stylus 2 mit DAB+, Windows 10 Mobile	34
Audio/Video: DVB-T2 HD, Analog-TV-Abschaltung	36
Internet: Servo-Browser, Zeichenlimit bei Twitter	37
Netze: Erster Switch für 5-GBit/s-Ethernet	38
Peripherie: Monitore, OLED-Displays, „Dumme“ TVs	40
Anwendungen: Raw-Konverter, Panorama-Software	42
Forschung: Rollende Drohne, elektronisches Pflaster	44
Technische Software: Matlab, Augmented Reality	45
Sicherheit: Krypto-Trojaner, Auto-Diebstahl, ProtonMail	46
Linux: Neue Desktops von Gnome und KDE	48
Web-Tipps: Kunst-Kurs, Atom-Uhr, ASCII-Wetter	172

## Test & Kaufberatung

Multimeter mit App-Anbindung über Bluetooth	50
Grafikkarte: Radeon R9 Fury Nitro	51
3D-Kartenmodellierung: Slightline Maps	51
Office-Paket: Polaris Office für Windows	52
Video-Selfies unter iOS und Android mit MSQRD	52
Bildkorrektur: Photoshop Fix für iOS	53
Sample-Bibliothek: Native Instruments India	53
Powerline-Adapter: Zyxel PLA5456	54
Alarmanlage trifft Smart Home: Blaupunkts Q-Serie	56
Musik-Camcorder: Guter Ton mit ordentlichem Bild	58
Virtual Reality: Rift, Vive und PSVR im Vergleich	74
Die besten Spiele für die drei Systeme	80
Windows-Tablets mit 3:2-Bildschirmen	84
Optimaler Heim-Server: Software	92
Smartphones: Sechs Geräte ab 100 Euro	112



## Virtual Reality im Test

Die Virtual-Reality-Brillen sind da: Oculus Rift und HTC Vive kann man jetzt kaufen und die Playstation VR kommt im Oktober. Wir durften alle VR-Systeme schon ausprobieren und können sagen: Eine ganz neue Dimension der Unterhaltung steht vor der Tür – und noch viel mehr.

Virtual Reality startet durch	68
Oculus Rift vs. Vive und PSVR	74
Die besten Spiele für die drei Systeme	80

Kripo gegen Pädophile im Netz	64
Windows-Tablets mit 3:2-Display	84
Preiswerte Smartphones	112
Virtuelle Telefonanlagen	128
Kopierschutzfreie E-Books	144
Die Zukunft des Raspi	148
Publizieren bei Facebook	150
Website-Prototypen mit Axure	166



## Low-Cost-Oszilloskope

Krächt der Audioverstärker oder liefert ein I<sup>2</sup>C-Sensor nur Mondscheinwerte, möchte man die Signale sichtbar machen. Wir haben getestet, wie man den Raspi mit Bitscope Micro zum Oszilloskop aufrüstet, und die Lösung mit anderen Low-Cost-Oszilloskopen verglichen.

## TV-Ton wird besser

Der Fernsehton der Zukunft ist objektorientiert: Man kann die Dialoge separat von der Musik lauter drehen oder den nervigen Kommentator bei Sport-sendungen stumm schalten. Möglich machen es die neuen Audio-Codecs Dolby AC-4 und MPEG-H.



## Time-Machine-Tuning

Apples Backup-Lösung Time Machine ist flexibler, als sie aussieht. Viele versteckte Einstellungen, etwa zum Einbinden von Netzwerkspeichern fremder Hersteller, kann man mit optionalen Programmen nutzen – oder mit kostenlosen Kommandozeileintricks.



## Der optimale Heim-Server



NAS, Raspberry Pi oder x86-Server – für einen Heim-Server gibt es diverse Plattformen. Wir zeigen, wie Sie für Ihre Bedürfnisse die richtige Hard- und Software finden. Anhand zweier Bauvorschläge und einer detaillierten Anleitung können Sie Ihren individuell abgestimmten Heim-Server selbst zusammenstellen.

Software für Server	92
Die richtige Hardware auswählen	96
Unser neuer Bauvorschlag mit Skylake	100
Variante mit ECC-RAM für viele Platten	104
Linux eigenhändig einrichten	106

Raspi-Oszilloskop im Vergleich mit Low-Cost-Oszis	118
Virtuelle Telefonanlagen: Vermittlung in der Cloud	128
Bücher: Homerecording, Geschichte, Internet der Dinge	174
Spiele: The Division, Obscuritas	176
Into The Stars, Nelly Cootalot: The Fowl Fleet	177
Hitman, Bravely Second: End Layer	178

## Wissen

Vorsicht, Kunde: BIOS-Update zerstört Notebook	60
Geplante Obsoleszenz: Studie entlastet Industrie	62
Jugendschutz: Online-Anmache von Kindern nimmt zu	64
Virtual Reality: Die Technik-Revolution	68
Smartphone-Reporter: Medienproduktion per Handy	88
Heim-Server: Hardware-Plattformen	96
Audio-Codecs für das Fernsehen der Zukunft	132
Recht: Datenschutz bei gebrauchten Festplatten	136
E-Books: Schleichende Abkehr vom Kopierschutz	144
Raspberry Pi: Wie gehts weiter?	148

## Praxis & Tipps

PC-Bauvorschläge: Kompakter Heim-Server	100
Heim-Server mit ECC-RAM	104
Heimserver: Ubuntu und alle Dienste installieren	106
Hotline: Tipps und Tricks	138
FAQ: Windows Update	142
Publizieren bei Facebook: Instant Articles	150
Clipboard-Tool: Rechtssicher kopieren	154
Arduino-Programmierung: Tastatur simulieren	156
Time-Machine-Tuning: Backups individuell einrichten	160
Website-Prototypen mit Axure RP	166

## Rubriken

Editorial	3
Leserforum	10
Schlagseite	15
Story: Stellvertreter von Robert Schweizer	180
Seminare	189
Stellenmarkt	190
Inserentenverzeichnis	192
Impressum	193
Vorschau	194

# c't IM TASCHENFORMAT.



## Lesen Sie jetzt c't bequem in der App:



- Alle Ausgaben Ihres Abos immer und überall griffbereit
- Lesen auch im Offline-Modus
- Suche nach Inhalten in allen verfügbaren Ausgaben
- Komfortable Navigation
- Zusätzliche Bilder und Videos

Verfügbar für Android (Tablet, Smartphone, Kindle Fire) und iOS (iPad, iPhone)



Hier geht's zur App:  
[ct.de/app](http://ct.de/app)



# LESERFORUM

## Sind HTML-Mails gefährlich?

Erpresser-Schutz, Windows und Daten gegen Erpressungs-Trojaner wappnen, c't 7/16, S. 78

In Ihrem Artikel schreiben Sie unter anderem: „Per Mail verbreitete Schädlinge werden erst beim Öffnen des Dateianhangs ausgeführt.“ Ich habe gehört, dass bereits beim Öffnen einer HTML-Mail ein im HTML-Code eingebettetes Schadprogramm (zum Beispiel ein Java-Applet) ausgeführt werden könnte. Darum solle man unbedingt im Mailprogramm die Vorschauansicht abschalten, damit eine neu eintreffende HTML-Mail nicht automatisch geöffnet und der möglicherweise darin enthaltene Schadcode gestartet wird.

Rupert Meier

Normalerweise wird in HTML-Mails eingebetteter Code (JavaScript oder auch Browser-Plugins) nicht vom Mail-Client ausgeführt, daher kann wenig passieren. Grundsätzlich könnte eine Mail versuchen, Sicherheitslücken im Mail-Client auszunutzen. Das ist aber nicht ganz so einfach und passiert äußerst selten. Solange Sie also nicht auf die Anhänge klicken, wird mit hoher Wahrscheinlichkeit nichts passieren.

## Versandweg von Mails checken

Eine einfache Vorbeugemaßnahme ist es, neben dem Klarnamen auch die übermittelte Mail-Adresse anzuzeigen und, wenn das verdächtig aussieht, den Versandweg einzusehen. Vielleicht könnte die c't ja mal für gängige Mailprogramme erklären, wie man so etwas einrichtet und bedient.

Wolfgang Hamann

Vielen Dank für die Inspiration. Leider ist die Mail-Adresse wenig aussagekräftig, da ein Absender eine beliebige angeben kann. Eine Auswertung des Versandwegs über die Header-Informationen ist in der Tat ein guter Weg, die Spreu vom Weizen zu trennen. Wir bleiben dran.

## Hyper-V bannt Virengefahr

Ich bin noch einen weiteren Schritt gegangen und habe den Browser und das E-Mail-Programm in eine virtuelle Umgebung verbannt. Dazu habe ich unter Windows 8.1 Pro einen Hyper-V Client mit Windows 8.1 erstellt. Diese Umgebung starte ich mit einem Klick über ein kleines Powershell-Skript. Der Host hat eingeschränkte Rechte. Der Datenaustausch erfolgt über USB-Stick, soweit erforderlich. Ich bin mir allerdings noch nicht ganz sicher, ob ich etwas übersehen habe. Für einen Test im Produktivsystem hatte ich noch keine Zeit. Ich habe unterstellt, dass der Trojaner die virtuelle Maschine nicht verlassen kann.

Andre Zerulla

Grundsätzlich sind Virtualisierungslösungen wie Hyper-V ein zuverlässiger Schutzschild. Ein wichtiger Punkt beim Schutz vor Krypto-Trojanern ist der Zugriff aufs Netzwerk: Wenn die VM auf Ihr Heimnetz zugreifen kann, würde ein Krypto-Trojaner aus der VM heraus versuchen, Dateien auf Netzwerkeigaben zu verschlüsseln. Sie müssen Freigaben im gleichen Netz also gut absichern oder besser noch ein separates Netz benutzen.

In vielen Fällen reicht Ihr Vorgehen aus. Die meisten aktuellen Schädlinge arbeiten nur mit den Rechten des angemeldeten Nutzers und nisten sich nur in dessen Profil ein – wenn überhaupt. Durch eine Rechteausweitung kann Malware allerdings auch das gesamte System befallen. Da man oft nicht weiß, womit man es zu tun hat, ist eine Neuinstallation (oder das Zurückspielen eines Images) die einzige hundertprozentig sichere Lösung.

## Skype-Nerverei am Smart-TV

Kein Skype mehr am Smart-TV, c't 7/16, S. 24

Dass der Skype-Dienst abgeschaltet wird, ist kein Problem für mich. Aber die tägliche Meldung dazu, die ich nach dem Einschalten des TVs bis zum Juni wegdrücken muss, nervt sowas von. Genau wie alle anderen Meldungen über Änderungen an den TV-Diensten: Die können nicht bestätigt und damit beendet werden. Abschalten der Datendienste ist da auch keine praktikable Lösung.

Ralf Lauerwald



Und täglich grüßt das Smart-TV: Die Skype-Abschiedsmeldungen sind nicht abstellbar.

## Internet-Abhängigkeit

Schlaues Heim, Glück allein, Smart Home in der Praxis, c't 7/12, S. 110

Der Artikel zeigt recht deutlich, wie sehr wir uns heute schon vom Internet abhängig gemacht haben. Bei einer DSL-Störung (so etwas gibt es nicht nur an meinem Wohnort) könnte die lokal angebrachte Leuchtschrift-Anzeige den Störzustand „Internet Ausfall“ nicht melden, weil sie dazu das Internet bräuchte ...

Wolfgang Hamann

## Liebling, nimm doch die App!

Die Beiträge zum Smart Home verfolge ich schon seit langem mit einem Schmunzeln. Auch wenn ich selbst Technik-affin bin (sonst würde ich nicht c't lesen), weist die Smart-Home-Begeisterung doch immer wieder auf

**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.

## Rechner aufräumen

Ich bin IT-Administrator in einem großen Forschungsinstitut. Alle PCs sind in einer Domäne und laufen mit Windows 7. Bei uns ist keiner der Benutzer Mitglied der Administratorengruppe und hat auch keinen Zugriff auf einen Admin-Account. Kann bei einem Trojaner- oder Virenbefall durch einen Benutzer ohne jegliche Adminrechte trotzdem das Betriebssystem infiziert werden? Bisher geh ich davon aus, dass es in so einem Fall reicht, wenn ich mich mit einem lokalen Admin-Account anmelde, die Windows-Partitionen scannen lasse und danach das Benutzerprofil des Benutzers lösche und von ihm neu anlegen lasse.

Ulrich Klein

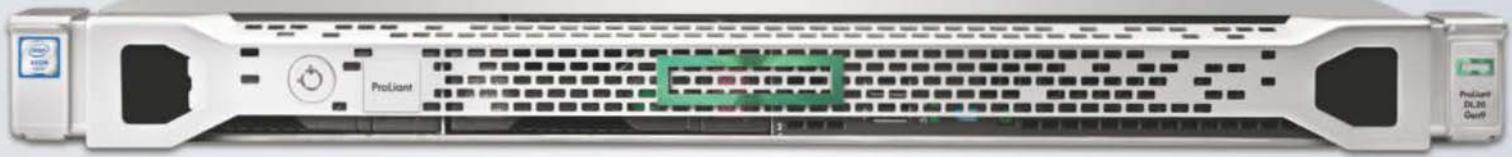
# myLoc

managed IT

JETZT NEU AUF DEM MARKT

DER HP DL20 GEN9 SERVER

JETZT AUCH ALS FULL MANAGED SERVER VERFÜGBAR



Intel XEON E3-1240v5 CPU  
32 GB DDR4 ECC RAM  
2 x 2.000 GB HDD  
oder 2 x 240 GB SSD



ab  
**69,99 €**  
im Monat

GUTSCHEINCODE: JETZT EINEN MONAT ZUM HALBEN PREIS

CT-myLoc-Angebot

Hewlett Packard  
Enterprise

TÜV  
SAARLAND

Geprüftes  
Rechenzentrums-  
management  
nach ISO 27001  
Feststelliges Prüfbericht  
www.tuvsaar.de



Jetzt informieren & bestellen - [www.myloc.de](http://www.myloc.de) - Tel.: 0211 / 617 08 - 0

ein eindeutiges und selektives Täterprofil hin: männlich, technikbegeistert, keine Kinder und null bis eine Ehefrau. Der „smarte“ Wohnraum hat mindestens zwei Zimmer (wozu sonst automatisieren?), ist kein Haus, sondern eine Wohnung (sonst hätte der Automatisierer andere technische Sorgen) und mit Sicherheit ein Altbau. Nur dort finden sich veraltete Heizungsradiatoren, auf die sich „smarte“ Thermostaten montieren lassen.

Kinder jungen Alters sind nicht vorhanden und auch momentan nicht in Sicht (sonst wäre das Funkgewitter – zu Recht – wahrscheinlich schneller abgedreht als der Automatisierer „Bluetooth“ sagen kann). Auch finanziell herrscht keine ausgesprochene Knappheit, sondern Raum für Experimentierfreude, weil erfahrungsgemäß für jede erfolgreich eingeführte Komponente (von der Partnerin auch etwas respektlos als „schwarzes Kasterl“ oder ähnlich bezeichnet) ein bis zwei erfolglose Vorgänger im Keller verstauen. Die potentielle Partnerin schließlich hat ausreichend Toleranz für die Flausen des Automatisierers („Um Himmels Willen, Liebling, nicht den Schalter! Nimm doch die App!“) und seufzt wahrscheinlich nur innerlich hin und wieder, wie das Leben früher doch einfacher war.

Immanuel Wilhelmy

## Subwoofer-Problem gelöst

Das „Subwoofer-Problem“ hatte ich bei mir ebenso. Meine Lösung ist ein Master-Slave-Set des FS20-Systems: Funk-Master-Slave FS20 FMS-2 in der Zuleitung meines Receivers, Funk-Schaltsteckdose FS20 ST-4 in der Zuleitung meines Subs. Kommt ohne zusätzliche Strippen aus und kann außerdem auch noch weitere Komponenten in Abhängigkeit vom Receiver ein- beziehungsweise ausschalten.

Georg Rommerskirchen

## Gefahr durch Firmware

Drucksachen unter Verschluss, Multifunktionsdrucker gegen Datenschüffler wappnen, c't 7/16, S. 124

Ein potenzielles Sicherheitsproblem bleibt im Artikel unerwähnt: Drucker, Telefone und noch einige andere vernetzte Geräte sind Blackboxes mit Zugang zum Internet (selbst wenn Cloud-Funktionen abgeschaltet sind, könnten sie nach Firmware-Updates suchen). Potenziell könnten sie also, wenn das Netzwerk nicht entsprechend strikt getrennt ist, auch beliebige Daten (nicht nur Druckdaten) nach außen leiten. Sind heutzutage wenigstens Firmware-Updates vor Manipulation gesichert?

Wolfgang Hamann

Ein Angriff über die Firmware-Aktualisierung ist durchaus eine ernste Gefahr. Die internen Update-Routinen fragen allerdings nur sichere Server der Hersteller ab; eine Manipulation über andere Kanäle (USB-Host, WLAN) ist dagegen denkbar. Wie im Artikel beschrieben, überprüfen zumindest die Enterprise-Modelle von HP aktiv

beim Hochfahren und im Betrieb den Zustand der Firmware und wechseln bei Unstimmigkeiten in einen abgeschotteten Sicherheitsmodus.

## Wenn nur noch die KIs arbeiten

Die KI-Revolution, Vom Siegeszug der lernenden Software, c't 6/16, S. 124 ff.

Im Artikel über Künstliche Intelligenz wird ein sehr interessanter Punkt angesprochen: Die Verdrängung des Menschen aus bis dahin ihm vorbehaltenden Betätigungsfeldern, kurz als „Jobkiller KI“ betitelt. Technik, die einmal in der Welt ist, wird aus ihr nicht mehr verschwinden. Und mittlerweile schafft neue Technik nicht mehr an anderer Stelle die Arbeitsplätze, die sie auf der einen Seite vernichtet.

Das ist aber nicht das grundlegende Problem. Das grundlegende Problem ist, dass alles getan wird, um den Menschen aus allen Arten der Wertschöpfung durch Technik wegzuverdrängen. In der Idealvorstellung von Konzernen, so schätze ich, läuft irgendwann der ganze Betrieb komplett ohne Menschen – sicher auch, aber nicht nur wegen der Personalkosten, sondern weil menschenferner Betrieb anders organisiert werden kann, da keine menschlichen Bedürfnisse (Ruhezeiten etc.) erfüllt werden müssen.

Trotzdem aber wird an dem Prinzip festgehalten, dass Erwerbsarbeit die einzige Lebensgrundlage darstellt. Und das ist die erkennbare Schizophrenie, die rasch aufgelöst werden muss. In den letzten 20 Jahren hat der technische Fortschritt vor allem die Ausbeutung vorangetrieben. Die Wertschöpfung ist nicht in der Gesellschaft angekommen, sondern hat sich als Profit nur auf eine schmale „Elite“ verteilt.

Quasi parasitär sind alle Errungenschaften nur einem verschwindend kleinen Teil der Menschheit zugutegekommen, während auf alle anderen nur der Druck erhöht wurde, ihr wirtschaftliches Überleben gegen einen sich mit unmenschlicher, weil technologischer, Rasanze entwickelnden Gegner zu verteidigen.

Dieser Effekt muss umgekehrt werden, technischer Fortschritt muss wieder den Menschen zugutekommen. Die Frage, ob und welche Jobs die KI kosten wird, ist nebensächlich, man kann davon ausgehen, dass letztlich alle Berufe von Maschinen übernommen werden. Viel wichtiger ist, Erwerbsarbeit nicht mehr zum notwendigen Quell menschlichen Überlebens zu machen. Das geht aber nur, wenn die Errungenschaften des technischen Fortschritts nicht mehr nur der Profitgier weniger dient, sondern dem Wohl von allen.

Dipl.-Ing. Walter Haberl

## Geld, nicht Intelligenz

Jubel und Ernüchterung, Google AlphaGo schlägt Top-Profi 4:1 im Go, c't 7/16, S. 44

Eine große Firma hat viel Geld auf ein Problem geworfen, welches daraufhin verschwand. Die Schachspieler waren in den 80er-Jahren in derselben Situation wie die

Go-Spieler vor 10 Jahren. Es gab Schachcomputer, aber sie spielten erbärmlich. Noch Anfang der 90er hielt es Kasparow für möglich, dass die Computer niemals den Weltmeister schlagen könnten. Falls aber doch, jedenfalls nicht vor 2015, schätzte er. Dann kam eine große Firma, warf ganz viel Geld auf das Problem, und DeepBlue pustete Garri aus den Socken. Dabei haben die gar keine sensationalen neuen Techniken erfunden, sondern nur bekannte Sachen raffiniert kombiniert.

Genau das ist jetzt auch dem Go passiert, und überrascht sind nur die Go-Spieler, die damals mit mitleidiger Verachtung auf das Schach herabgesehen haben. Beide Spiele sind für Menschen ein bisschen zu schwierig. Nur wissen die Schachspieler das seit 20 Jahren, die Go-Spieler erst seit voriger Woche.

Aber AlphaGo ist doch künstliche Intelligenz, während DeepBlue bloß dumm gerechnet hat! Auch nicht. AlphaGo verwendet eine dem Problem angemessene Technik wie auch DeepBlue damals. So, wie sich die Spiele unterscheiden, müssen sich auch die Lösungen unterscheiden. Baumsuche funktioniert nicht beim Go, umgekehrt funktionieren aber Monte Carlo und NNs für Schach auch nicht.

Kernstück von AlphaGo ist nach wie vor die Zufallssimulation, eine gute Möglichkeit, extrem große Suchbäume zu erfassen. MC ist effektiver, je besser vorsortiert die Züge ausprobiert werden. Andere haben da halt Go-Wissen hart reingecodet, Alpha nimmt clever angebundene NNs.

Alles in allem kann ich nicht erkennen, warum AlphaGo mehr künstliche Intelligenz haben sollte als DeepBlue damals oder ein beliebiges anderes Spielprogramm. Weil wir nicht verstehen, was genau in einem NN passiert vielleicht? Bloß, bei einer Baumsuche verstehen wir das auch nicht. Da fallen am Ende Züge raus, die wir als strategisch klassifizieren, die aber rein taktisch ermittelt wurden.

Alpha und DeepBlue sind sehr teure Speziallösungen für *ein* Problem, und keine davon lässt sich sinnvoll auf eine andere Anwendung übertragen. Wir werden in ein paar Jahren Programme auf unseren Rechnern haben, die stärker als Touya Kouyo spielen und sogar stärker als Sai. Ist doch toll, auch ohne dass dabei gleich noch ein Welttretungsprogramm rausfällt.

Name ist der Redaktion bekannt

## Ergänzungen & Berichtigungen

### FAQ gilt auch für die neue Version von c't-WIMage

FAQ c't WIMage, c't 2/15, S. 110

In c't 5/16, S. 126 haben wir eine neue Version von c't-WIMage vorgestellt, die nicht nur Windows 8.1 sichern und wiederherstellen kann, sondern auch Windows 10. Diese ältere FAQ aus c't 2/15 gilt dennoch vollständig auch für diese neue Version.

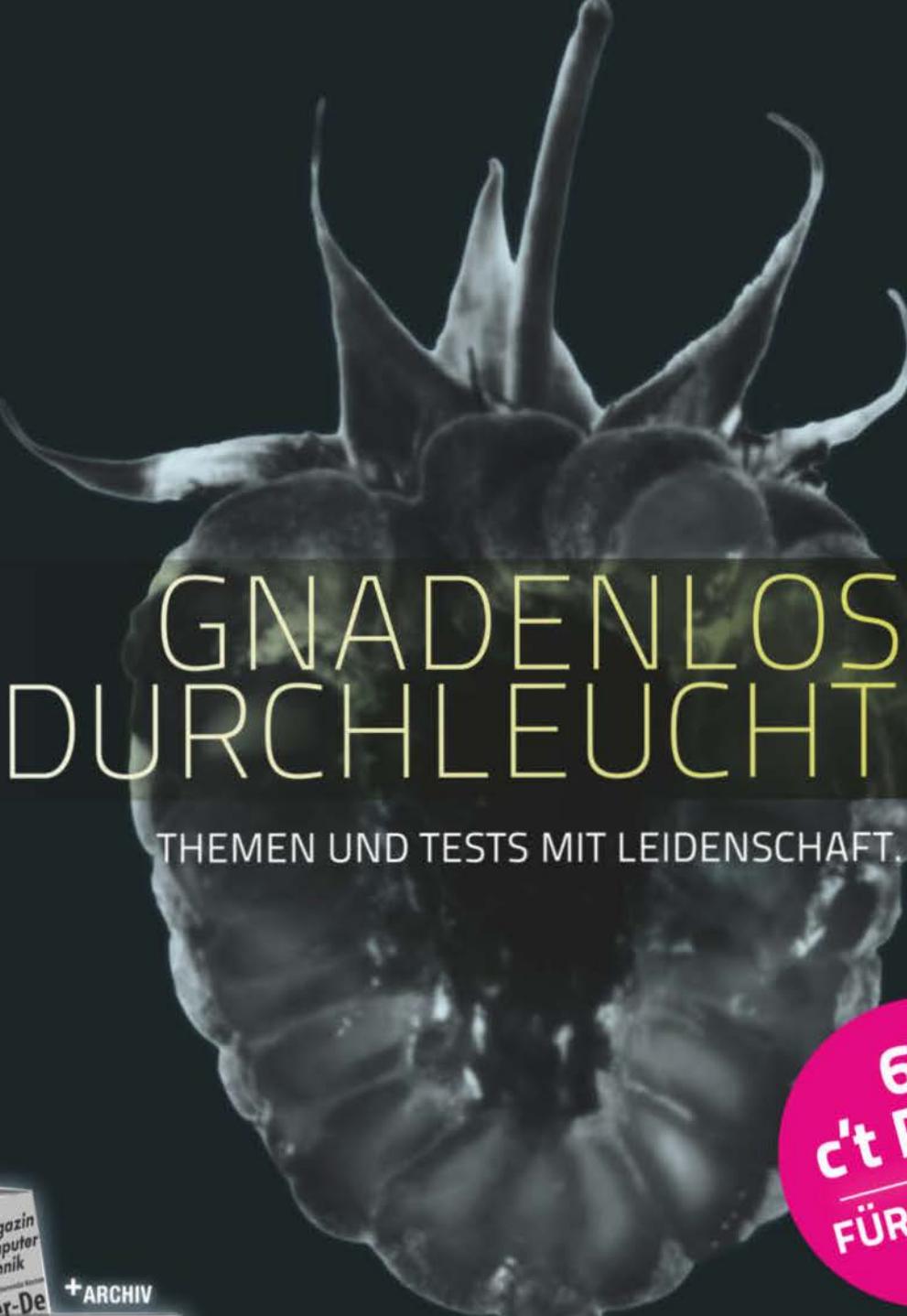
# Mittwald Backstage



Jetzt lernst Du uns mal richtig kennen!

Schau dir unsere Projekte an: [www.mittwald.de/mittwald-backstage](http://www.mittwald.de/mittwald-backstage)

Jetzt bis zum 31.05.2016 kostenlos umziehen.  
Aktionscode: TIMETOMOVECT



# GNADENLOS DURCHLEUCHTET.

THEMEN UND TESTS MIT LEIDENSCHAFT.



## JETZT 3 MONATE c't PLUS TESTEN:

- 6x c't als **HEFT + DIGITAL**\*\* (inkl. PDF)
- ZUGRIFF auf das **ARTIKEL-ARCHIV**
- Bereits **FREITAGS** lesen
- **GESCHENK** als Dankeschön
- Nach der Testphase erwartet Sie die **c't-NETZWERKKARTE** mit exklusiven Vorteilen.

6x  
**c't PLUS**  
FÜR 21,30 €\*

## IHR GESCHENK: ELEKTRONISCHE PARKSCHEIBE

Für Ihre Testbestellung bedanken wir uns mit einer **elektronischen Parkscheibe**. Park Lite erkennt, ob Ihr Auto fährt oder steht, und stellt nach 20 Sekunden automatisch die Parkzeit ein.

Sie sind bereits **Abonent** und möchten für 18,20 €\* auf das Plus-Abo umsteigen? Unser Leserservice hilft Ihnen gern beim Wechsel – mit der Park Lite als Dankeschön. (1CEA1602)



**ct.de/plusabo**

0541/80 009 120

leserservice@heise.de

Bitte bei Bestellung angeben: 1CEA1601

\*Preis in Dt. inkl. MwSt. Auslandspreise können abweichen.

\*\*Verfügbar für Android (Tablet, Smartphone, Kindle Fire) und iOS (iPad, iPhone)

Folgen Sie uns auf:





Hartmut Gieselmann

# Jenseits des Wow-Effekts

## Spiele- und VR-Entwickler auf der GDC 2016

Eigentlich sollte die neue Konferenz für Virtual Reality (VRDC) nur ein kleiner Teil der Game Developers Conference (GDC) werden. Doch bereits am ersten Tag waren die VRDC-Räume so überfüllt, dass die Konferenzleitung alle VR-Themen in die größten Säle verlegen musste. Konventionelle Spiele wurden an den Rand gedrängt.

Mit über 27 000 Entwicklern stellte die GDC 2016 in San Francisco einen erneuten Besucherrekord auf. Vor allem das Thema VR zog viele Entwickler an. Auf dem Show-Floor ließen sich die just auf den Markt kommenden VR-Systeme von HTC und Oculus zusammen mit der Playstation VR (PSVR) von Sony ausprobieren. Doch nicht nur die Stände der VR-Hersteller waren umlagert. Das Thema spielte auch bei Entwicklern von Spiele-Engines und Grafikkarten eine große Rolle. Epic Games, Unity und Crytek stellten auf ihren riesigen Ständen die VR ebenso in den Mittelpunkt wie Nvidia und AMD. Dazu gesellten sich Hersteller von Motion-Capturing-Systemen und VR-Eingabe-Geräten. Wer kein VR-Spiel zu zeigen hatte, schlürfte am Rand des Ausstellerfeldes etwas gelangweilt seinen Kaffee und wartete auf Besucher.

Dass das Thema so gewaltig einschlägt, hatte selbst die Konferenzleitung nicht erwartet. Am ersten Tag hatten sie für die VR-Vorträge nur mittelgroße Räume gebucht, die jedoch schon lange vor Beginn voll besetzt waren. Hunderte von Zuhörern fanden

keinen Platz. Erst am zweiten Tag verlegte die Konferenzleitung die Vorträge in die größten Räume des Moscone Center.

Das Interesse an VR scheint bei Entwicklern deshalb so groß zu sein, weil seit Jahren endlich einmal wieder eine neue Technologie an den Start geht, die die gesamte Industrie aufwühlt. Zuletzt gab es einen solchen Run auf Smartphone-Spiele. In diesem Feld haben die Big Player wie Supercell aber bereits ihr Terrain abgesteckt und auch der Boom des Free-to-Play lässt langsam nach. In der VR werden die Karte jedoch neu gemischt, und da will jeder ein möglichst gutes Blatt.

### Blick in die Kristallkugel

In diesem Jahr müssen die VR-Studios die Entwicklungskosten erst einmal vorschließen, denn die Zahl der verkauften Systeme wird nur langsam steigen. VR-Experte Jesse Schell erwartet, dass HTC bis Ende nächsten Jahres rund eine Million Vive-Brillen verkauft, Oculus könnte seinen Schätzungen nach auf bis zu drei Millionen Geräte und Sony auf etwa vier

Millionen PSVRs, was rund zehn Prozent der PS4-Verkäufe ausmachen würde. Als Schell seine Vorhersagen machte, hatte Sony aber noch nicht den unerwartet niedrigen Preis der PSVR von 400 Euro angekündigt. Dieser wird die Verkaufszahlen eher noch weiter beflügeln. Zu Weihnachten dürfte die PSVR überall ausverkauft sein.

Danach, so schätzt Schell, werden sich die Zahlen der verkauften VR-Systeme jedes Jahr verdoppeln. Wenn das tatsächlich eintrifft, würden bereits 2022 weltweit mehr als eine Milliarde VR-Systeme auf Smartphones, PCs und Konsolen im Umlauf sein. Aber nicht nur ins Zuhause fällt die VR ein: Schell erwartet, dass bereits zum Jahresende auf Kirmessen erste Achterbahnen mit VR-Brillen ihre Pforten öffnen. Spätestens in zwei Jahren werde das Thema in großen Kino-Blockbustern aufgegriffen, auch erwartet er neue Spiele-Genres speziell für VR. Auf der Kehrseite wird es natürlich auch Berichte über neue Abhängigkeiten und VR-Sucht geben.

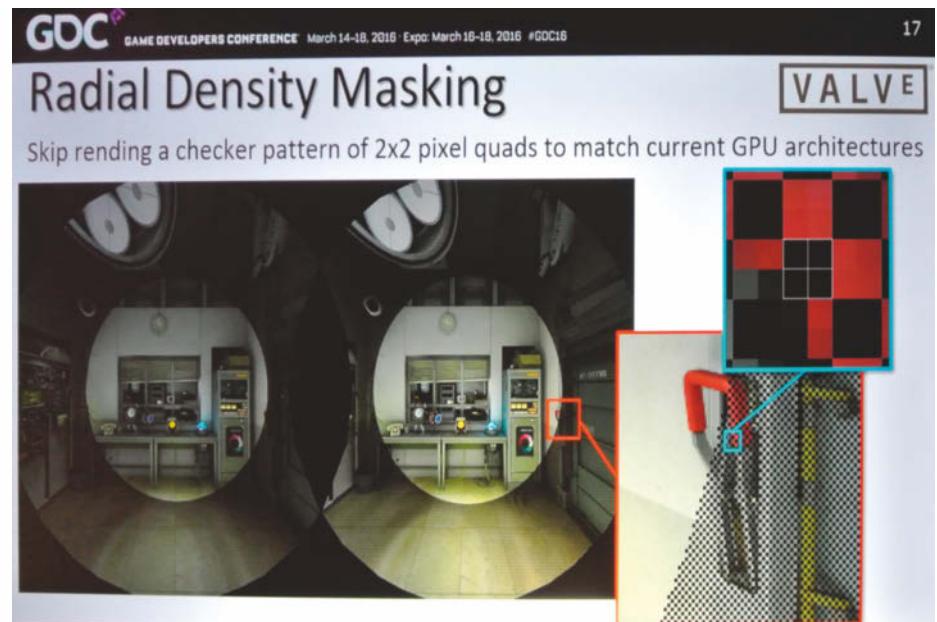
Bis es soweit ist, wartet auf die Entwickler aber noch eine Menge Arbeit. Speziell die

hohen Leistungsanforderungen der VR-Spiele machen den Herstellern zu schaffen. Zwar jubeln Nvidia und AMD, dass mit VR die Nachfrage nach schnellen Grafikkarten steigt. Für den Durchbruch im Massenmarkt müssen VR-Spiele allerdings auch auf Notebooks und Smartphones rund laufen. Um die Rechenlast zu reduzieren, gibt es verschiedene Rendering-Tricks, die Alex Vlachos von Valve Software vorstellt. So schlug er vor, per „Radial Density Masking“ im Peripheriebereich nur noch die Hälfte der Pixel zu rendern und die „Löcher“ einfach aus den umliegenden Punkten zu interpolieren. Nur der mittlere Bereich sollte mit voller Auflösung gerendert werden, was in der VR-Demo „Aperture Robot Repair“ immerhin einen Performancegewinn von bis zu 15 Prozent bringt. Darüber hinaus setzt Valve auf eine dynamischen Skalierung der Rendering-Qualität. Droht ein VR-Spiel unter die wichtige Grenze von 90 Hz zu rutschen, so schaltet die Software automatisch die Kantenglättung und/oder die Renderauflösung herunter. Dadurch war Vlachos in der Lage, seine VR-Demo sogar auf einer alten GeForce 680 mit 90 Hz laufen zu lassen.

## Valve fokussiert VR-Leistung

Seine Rendering-Tricks wendet Valve beispielsweise in der Minispiel-Sammlung „The Lab“ an, die zum Start der Rift veröffentlicht wird. Das erste Spiel aus „The Lab“ lässt den Spieler auf einer atemberaubenden Berglandschaft mit einem kleinen Roboter-Hund Stöckchenholen spielen. In der zweiten Demo kann man ein futuristisches Lagerhaus mit einer riesigen Roboter-Zwille in Schutt und Asche legen. Im dritten Beispiel muss man eine Burg mit Pfeil und Bogen vor angreifenden Steam-Männchen verteidigen, im vierten Spiel mit der Hand ein Raumschiff durch ein dreidimensionales Shoot'em up um seinen Körper herum steuern. Alle Demos aus „The Lab“ haben brillante Grafik und eine intuitive Steuerung, sodass man binnen Sekunden mit der Umgebung verschmilzt. Sie zeigen, wie weit fortgeschritten Valve inzwischen bei der Programmierung von VR-Spielen ist. Ob ein größerer Titel wie Portal oder Half-Life in VR ansteht, wollten die Entwickler aber nicht verraten.

Epic hat seine Hausaufgaben in Sachen VR ebenfalls gemacht und zeigte auf der GDC seine atemberaubende Demo „Bullet Train“. Das Spiel startet mit einer Fahrt im Zug und endet in einem Bahnhof, wo der Spieler sich mit Robotern und Wachleuten eine wilde Schießerei liefert. Damit einem bei dem hohen Tempo nicht schlecht wird, kann man sich nur mit einem Beamer zwischen vordefinierten Punkten portieren. Dazu muss man aber nur mit einem Hand-Controller (das Spiel lief auf der Oculus Rift mit Touch-Controllern) auf eines der Portale zeigen. Zudem schaltet das Spiel in einen Zeitlupenmodus, wenn die Kugeln und Raketen der Gegner einem zu nahe kommen. So kann man sie aus der Luft pflücken und wieder zum Absender schicken – eine wirklich coole Spielmechanik. Bullet



Per Radial Density Masking verzichtet Valve im Randbereich auf die Hälfte der Pixel und spart bis zu 15 Prozent der Renderzeit ein. Das reduziert die Hardware-Anforderungen von VR-Systemen.

Train zeigt, wie man in VR einen schnellen Shooter gestalten kann, ohne dass Spielern übel wird. Epic hat noch nicht entschieden, ob daraus ein komplettes Spiel wird.

## CryEngine V

Als weiterer großer Engine-Hersteller geht auch Crytek bei VR „all in“. Die neue CryEngine V unterstützt von Haus aus alle neuen VR-Brillen und hat etwa mit volumetrischen Wolken grafische Schmankerl auf Lager, die erst in VR so richtig zur Geltung kommen.

Um die neuen Grafik-Features seiner Engine zu demonstrieren, zeigte Crytek einen neuen, zusammen mit Basemark erstellten VR-Benchmark. Der spektakulär gerenderte VRScore zeigt eine Szene, in der ein aufgedrehter Roboter den Spieler vor einem abstürzenden Raumschiff rettet, das alles in Schutt und Asche zerlegt. Der Benchmark ist kompatibel zur Vive, Rift und OSVR und misst neben der Framerate auch verlorengegangene Frames (Dropped Frames) sowie die Latenz der VR-Bildschirme. Dazu hat Basemark

einen kleinen Adapter namens VRScore Trek mit optischen Sensoren entwickelt, der vor die Brillen-Displays gehalten wird. Geplant ist darüber hinaus ein kleiner Motor, der das Headset automatisch bewegt, sodass man die Motion-to-Photon-Latzen messen kann. Die Profi-Version des Benchmarks soll 5000 Dollar kosten. Eine Alternative hat Futuremark im Programm. Deren ebenfalls auf der GDC gezeigte VR-Benchmark soll in der Ausbau-Version später ebenfalls mit einem Bewegungsmotor ausgeliefert werden.

Darüber hinaus programmiert Crytek einen VR-Editor für die CryEngine V, mit dem Entwickler künftig mit der HTC Vive oder Oculus Rift direkt Level bauen sollen. Im auf der GDC gezeigten Prototypen konnte man bereits verschiedene geometrische Objekte platzieren und skalieren sowie die eigene Position ändern. Shader- und Lighting-Funktionen sollen später folgen.

Mit der CryEngine V führt Crytek auch einen Asset-Store ein, wie ihn Unity schon länger bietet. Entwickler können hier 3D-Modelle, Texturen und Skripte von anderen



In der Demo „Bullet Train“ zeigt Epic Games, wie Ego-Shooter in VR funktionieren: mit Portalen und Kugeln, die nur in Zeitlupe fliegen.



**Spiele-Entwickler sollen in der CryEngine bald ihre Level mit der Vive oder Rift direkt in VR bauen können.**

Entwicklern kaufen. Zudem unterstützt die Engine nun auch C#, was sie einem breiteren Publikum öffnen soll. Crytek gibt seine Engine nach dem Motto „pay what you want“ ab: Studios müssen nichts bezahlen, dürfen dies aber gerne tun, wenn ihr Spiel erfolgreich geworden ist. Kostenpflichtig bleiben nur noch der Support und andere Dienstleistungen für größere Studios.

Neben Crytek kündigte auch Unity an, sein Editor würde sich bald in VR bedienen lassen, ohne jedoch ein konkretes Datum zu nennen. Immerhin versprach Unity für das kommende Unity 5.4 einen gewaltigen Performance-Schub. So soll eine neue Technik namens Double Wide Rendering in Kombination mit Render Loop Jobs die Framerate von VR-Spielen gegenüber Version 5.3 verdoppeln.

## Immersion vs. Komfort

Abgesehen von technischen Problemen treibt die Studios aber immer noch die Frage um, wie sie in ihren VR-Spielen genügend Wow-Effekte bieten können, ohne dass es Spielern bei allzu spektakulären Szenen übel wird. Einen recht konservativen Weg geht hier Insomniac: Das Studio entwickelt mit „Edge of Nowhere“ ein Action-Adventure für die Oculus Rift, das im April auf den Markt kommen soll. In dem Schleich-Adventure blickt der Spieler einem Polarforscher über die Schulter, der auf seinem Trip zum Südpol auf Monster aus dem Universum des Horror-Schriftstellers H.P. Lovecraft trifft.

Insomniac gab sich bei der Kamera-Steuerung besonders große Mühe. Die Kamera-Ansicht lässt sich nicht drehen und bewegt sich hauptsächlich nach vorne. Das schränkt die Level-Architektur stark ein und macht das Spiel wesentlich linearer als andere Genre-Vertreter. In umfangreichen Tests fan-

**Bei dem VR-Spiel „Edge of Nowhere“ achtete Insomniac besonders auf die Kamerasteuerung und vermeidet Drehungen weitgehend.**

den die Entwickler heraus, dass Kamerabewegungen nach vorne, oben, unten und zur Seite recht gut vertragen werden, Rückwärtsbewegungen oder gar Drehungen jedoch weniger – einzig das Blicken nach oben und unten sei einigermaßen verträglich.

Andere Hersteller wie 505 Games (Adr1ft) sind da weniger zimperlich und verursachen mit wilden Kameradrehungen bei manchen Spielern innerhalb von Sekunden flache Gefühle im Magen. Für seine rasante Vogelhatz „Eagle Flight“ schaltet Ubisoft mit dicken schwarzen Rändern an den Seiten einen künstlichen Tunnelblick ein, sobald Spieler ihren Flug beschleunigen. Mit solchen Tricks sind auch hohe Tempi in VR durchaus möglich.

Neben der Kamerasteuerung gewinnt aber auch Surround-Sound in VR stärker an Bedeutung. Ein GDC-Entwickler brachte es auf den Punkt: „Ein Dollar, den wir in Audio investieren, erspart uns zehn in der Grafik.“ Da VR-Spieler stets Kopfhörer tragen, kann man sich auf Surround-Format und Filter-Effekte konzentrieren, die mit Lautsprechern nicht funktionieren würden. So forschen Sony und Oculus beispielsweise, ob sie mittelfristig Ambisonics-Mikrofone für Umgebungsgeräusche einsetzen können, da diese Surround-Sound besonders überzeugend aufnehmen. Erschwinglich sind derzeit allerdings nur Mikrofone erster Ordnung mit vier Kapseln wie das TetraMic von Core Sound für 1300 US-Dollar. Ambisonics-Mikrofone höherer Ordnung wie das EigenMike von MH Acoustics (siehe Seite 133) sind noch zu teuer, zudem ist die Weiterverarbeitung ihrer 32 aufgenommenen Kanäle sehr aufwendig.

## Exklusive Strategie

Aber zurück zur Gegenwart, wo die VR-Brillen von HTC und Oculus dieser Tage endlich durchstarten. Sony folgt mit der Playstation VR im Oktober (siehe Schwerpunkt ab Seite 68). Die größte Herausforderung für den Marktstart ist neben guter Hardware ein attraktives Software-Angebot, und dazu verfolgen Valve, Oculus und Sony unterschiedliche Strategien.

Valve setzt auf eine offene VR-Plattform. Jeder darf Software für die Vive entwickeln

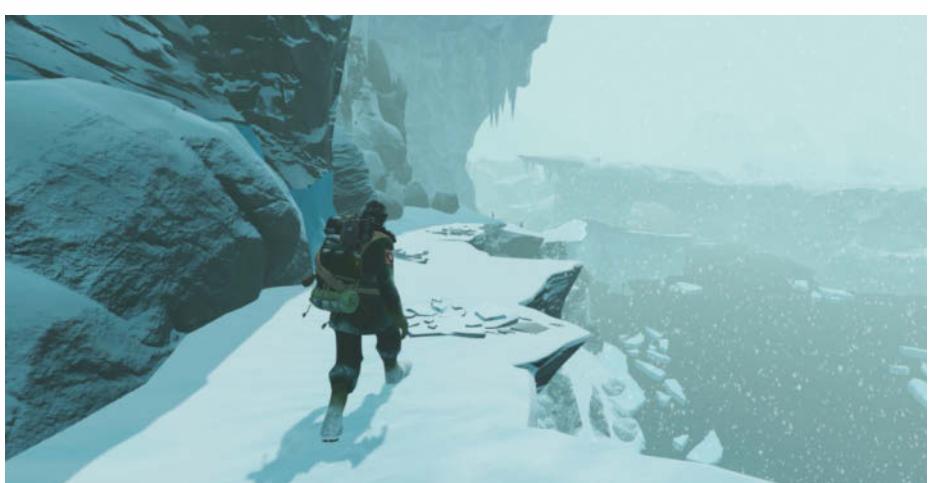
und auf Steam veröffentlichen. Als Anschub hat Valve Tausende Vive-Systeme kostenlos an Entwickler verschickt. So findet man unter dem Label „Early Access“ viele unfertige Software im Alpha- oder Beta-Status. Valve setzt darauf, dass auf Dauer die besten Titel nach oben gespült werden. Da die Vive bislang als einziges VR-System von Haus aus Room Scale VR unterstützt, ist es auch die vorrangige Plattform für VR-Anwendungen jenseits von Spielen – beispielweise für Konstruktions-Programme.

Sony setzt bei der Playstation VR hingegen auf ein geschlossenes System und kontrolliert dessen Hardware und Software vollständig. Der Konzern unterhält viele Entwicklerstudios, die maßgeschneiderte Spiele für die PSVR entwickeln können. Gegenüber dem offenen Ansatz von Valve gibt es bei Sony zwar weniger Titel. Andererseits können die Japaner auch verhindern, dass schrottwige VR-Spiele erscheinen, bei denen einem übel wird.

Oculus geht einen Mittelweg: Mit Milliarden-Kapital von Facebook im Rücken stellte das Startup ein komplett neues Team von Hardware-Ingenieuren ein und kaufte sich die Gunst einiger Spiele-Entwickler, indem sie erfolgversprechende VR-Titel subventionieren. Dafür sollen die Titel zunächst nur auf der Rift laufen und exklusiv im Oculus-Online-Store angeboten werden. Oculus will damit bereits in der Anfangsphase für einen Schub guter Spiele sorgen, auch wenn die zu erwartenden Verkaufszahlen die Entwicklungskosten vielleicht noch nicht komplett decken.

So darf man auf der Vive viele kleine experimentelle Titel und Anwendungen erwarten, von denen einige originell, andere grotzig sein werden. Auf der Playstation VR werden es ausschließlich Spiele und eventuell VR-Filme sein, die mit einem höheren Produktionsaufwand hergestellt werden. Die Oculus Rift deckt wiederum eine Mischung aus beiden ab und bietet sowohl aufwendig produzierte Exklusiv-Spiele und VR-Filme als auch die Möglichkeit, wie bei der Vive andere Software und Filme außerhalb des Stores zu starten. Somit teilen sich die drei Hersteller den Markt untereinander auf und schaffen eine breite Basis für den langfristigen Erfolg der VR-Systeme.

(hag@ct.de)



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



**1blu**



# Homepage Power

## Homepagebaukasten & kostenlose SEO

### 1blu-Homepage Power

3 Inklusiv-Domains

60 GB Webspace

30 GB zusätzlicher Onlinespeicher

Unbegrenzter Traffic

600 E-Mail-Adressen

30 GB E-Mail-Speicher

8 FTP-Accounts

Über 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen

40 SSD-Datenbanken (MySQL) und PHP 7

**1,-**  
€ /Monat\*

Aktion bis 20.04.2016!

**3 Monate kostenlos\***

### Homepagebaukasten

- > Webseite in 3 Schritten: Thema wählen, individuell anpassen, publizieren!
- > Ohne Programmierkenntnisse!
- > Über 100 Branchenvorlagen und Designs.
- > 3 Monate kostenlos nutzen!\*



### Kostenloses SEO-Tool

- > Kostenlose Suchmaschinen-Optimierung
- > Veränderungen & Wettbewerber überwachen
- > Eigene SEO-Performance messen
- > Suchmaschinen-Ranking verbessern



\*Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Die einmalige Einrichtungsgebühr von 6,90 € entfällt für Homepage Power bis 20.04.2016. Bei Bestellung bis 20.04.2016 Homepage Power für 1,- €/Monat für die jeweils erste Vertragslaufzeit von 12 Moneten, danach regulärer Preis von 5,90 €/Monat. Auf Wunsch: Homepagebaukasten „Pro“ für 0,- €/Monat in der ersten Vertragslaufzeit von 3 Monaten, danach jeweils regularer Preis von 1,49 €/Monat. SEO-Master „Basic“ ohne Zusätzkosten inklusive. Alle Verträge jeweils jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

Gottfried Hofmann

# Flotter und effizienter rendern

## Version 2.77 des 3D-Pakets Blender

Die Planungen rund um Version 2.8 des freien 3D-Pakets schreiten voran. Aber vorher hat die Blender Foundation Version 2.77 des Open-Source-3D-Pakets freigegeben. Sie unterstützt Windows XP nicht mehr, läuft aber andererseits auf aktueller Hardware schneller.

**B**lender 2.77 verwendet Python 3.5.1, läuft daher nicht mehr unter Windows XP und setzt nun einen Grafik-Treiber mit OpenGL Version 2.1 voraus. Aufgrund dieser Umstellung läuft Blender an vielen Stellen flotter als bisherige Versionen.

Viele der Neuerungen und Verbesserungen gehen auf den Kurzfilm „Caminandes 3 – Llamigos“ zurück, der im Blender Institute in Amsterdam mit Einnahmen der Blender Cloud produziert wurde. Während die Künstler an dem Film arbeiteten, waren Entwickler vor Ort, um gewünschte Features sofort zu implementieren.

Neue Voreinstellungen sollen Einsteigern schneller zu besseren Ergebnissen verhelfen. So erzeugt die mit Path-Tracing arbeitende Render-Engine Cycles jetzt von Anfang an hochwertigere Ergebnisse, wodurch allerdings die Renderzeiten leicht gestiegen sind.

Die Cycles-Engine berechnet jetzt Subsurface Scattering (SSS) um den Faktor drei schneller und mit weniger Speicherbrauch auf CUDA-fähigen Grafikkarten, weshalb SSS nicht mehr als experimentell gekennzeichnet ist. Das Verfahren, das auf Deutsch als Volumenstreuung bezeichnet wird, hilft, leicht durchscheinende Materialien wie Haut, Wachs oder Milch rea-

listischer darzustellen. Auch Feuer, Rauch und Point-Density-Texturen lassen sich jetzt mittels CUDA berechnen.

Den Grad der Bewegungsunschärfe in Cycles kann man über Shutter-Kurven jetzt sehr fein justieren. Zum einen lässt sich angeben, wann der Verschluss komplett offen ist. Zum anderen kann man über eine Kurve dessen Bewegung beim Öffnen und Schließen definieren. Außerdem simuliert Cycles den Rolling-Shutter-Effekt, der beim Filmen mit CMOS-Kameras dazu führt, dass sich bei horizontalen Schwenks gerade Linien krümmen. Feuer- und Rauchsimulationen speichert Blender auf Wunsch im OpenVDB-Format, um sie mit Programmen auszutauschen, die dieses Format unterstützen. Die Cycles-Engine ermöglicht eine deutlich feinere Kontrolle für direktes „Light Baking“ auf Texturen, wie es bei der Spiele-Entwicklung häufig zum Einsatz kommt. Dabei werden Informationen zur Beleuchtungssituation direkt in Texturen gespeichert.

### Formen und kneten

Während Boolesche Funktionen zum Bearbeiten von Meshes bisher nur über einen Modifier zur Verfügung standen, bietet Blender 2.77 sie nun als Werkzeug direkt im Edit Mode. Dadurch ent-

fällt das Umschalten zwischen Edit Mode und Object Mode, was den Arbeitsablauf vereinfacht.

Fürs Sculpting haben die Entwickler das Snake-Hook-Tool aufgebohrt. Mit ihm kann man jetzt deutlich einfacher lang herausgezogene Segmente erzeugen und außerdem einstellen, ob während des Herausziehens das Volumen verringert (Pinch) oder vergrößert (Inflate) werden soll.

Der Grease Pencil, mit dem sich 2D-Zeichnungen direkt im 3D-Raum anfertigen lassen, ist jetzt tiefer ins System integriert und lässt sich mit Sculpting-Werkzeugen nachbearbeiten. Ursprünglich war er dazu gedacht, einfach und schnell Anmerkungen zu erstellen; inzwischen hat der Grease Pencil sich zu einem mächtigen Werkzeug gemausert. In Blender 2.77 hat er einen eigenen Editor erhalten, der gleichberechtigt neben den anderen Editoren im 3D-View residiert. Immer mehr der Blender-Werkzeuge stehen auch für den Grease Pencil zur Verfügung, darunter das Transformations-Widget zum Bewegen, Rotieren und Skalieren.

Das größte Upgrade für den Grease Pencil ist die Integration der Sculpting-Werkzeuge von Blender. Mit ihnen lassen sich 3D-Modelle wie Lehm formen. Der Smooth Brush glättet kraquelige Linien, der Thickness-Brush ändert ihre Dicke, der Clone

Brush kopiert sie. Der Clone Brush arbeitet nicht ganz wie der von Bildbearbeitungsprogrammen bekannte Kopierstempel: Hier lädt man erst eine Auswahl über Strg+C in den ZwischenSpeicher und fügt diese dann per Klick immer wieder ein.

Der Bild-Editor stellt Rot-, Grün- und Blau-Kanal von Bildern auf Wunsch isoliert dar. Beim Weichzeichnen lassen sich die Grenzen des Bilds erweitern, damit an den Rändern keine Artefakte entstehen. Tracking-Punkte geben jetzt neben ihrer Position auch ihre Geschwindigkeit aus. Damit reicht es, einen einzelnen Punkt zu verfolgen, um ein Video nachträglich mit Bewegungsunschärfe zu versehen. Der Effekt der Stabilisierungs-Nodes lässt sich invertieren: So kann man einen Clip während der Bearbeitung stabilisieren und er erhält danach wieder seine ursprüngliche Bewegung.

Blender läuft unter Windows, OS X und Linux und steht in Version 2.77 zum Download bereit. Viele Berechnungen sollen deutlich schneller laufen als bisher. Außerdem haben die Entwickler nach eigenen Angaben mehr als 470 Programmfehler behoben.

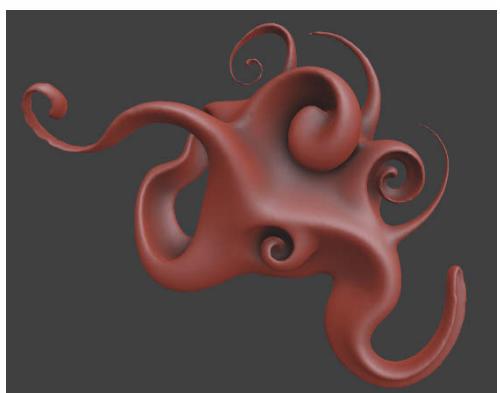
(akr@ct.de)

**ct** Download Blender 2.77:  
[ct.de/yx9m](http://ct.de/yx9m)



**Neue Features der Version 2.77 von Blender wurden während der Produktion des Kurzfilms „Caminandes 3 – Llamigos“ entwickelt und auch gleich gründlich getestet.**

Über die Rake-Option verändern herausgezogene Strukturen ihre Orientierung entlang der Bewegungsrichtung des Sculpt-Werkzeugs.





Peter Schüler

# Salesforce-Großeinsatz auf der CeBIT

Salesforce World Tour und Ausstellung füllten drei Messehallen

Schon unmittelbar hinter dem CeBIT-Haupteingang machte sich Salesforce mit Campus-Atmosphäre und lauter Musik bemerkbar. Direkt daneben belegte der US-Vermarkter von CRM-Webdiensten eine komplette Messehalle für Produkt-Vorstellungen und gleich zwei weitere für seine mobile Hausmesse, die Salesforce World Tour.

**S**o viel Ausstellungsfläche hat wohl noch nie jemand zur CeBIT gemietet. „Wir wollen diesmal gezielt an die Unternehmens-Entscheider herankommen“, begründete Salesforce-Chefstratege Frank Engelhardt das außergewöhnliche Engagement seines Unternehmens gegenüber c't. Die World Tour mit Keynotes diente am Messe-Mittwoch als Anziehungspunkt. Zu den Sprechern gehörten auch Vertreter prominenter Salesforce-Kunden wie ABB und Commerzbank. Allein für dieses Event hatten die Amerikaner die Hallen 19 und 20 belegt. Außerdem verkündete Salesforce bei der Gelegenheit, es wolle mehr als 1200 neue Mitarbeiter für den Bereich EMEA einstellen.

In Halle 23 präsentierte sich der Konzern über die gesamte Messedauer. Dort hatte er Bereiche für individuelle Gespräche und für zahlreiche Breakout-Sessions abgetrennt. Den verblei-

benden Platz teilten sich rund 20 Mini-Stände, an denen man sich über Salesforce-Abonnements und Partnerprodukte informieren konnte. Diese Stände hatten Messe-untypisch viel Platz um sich herum; obwohl die Halle gut besucht wurde, bildeten sich doch nirgendwo nennenswerte Schlangen.

## Jüngste Neuerungen

Als Vorreiter für ein neues App-Outfit war der Ende 2015 eingeführte Entwickler-Werkzeugkasten „App-Cloud“ auf Basis der Entwicklungsplattform Lightning zu sehen. Der Name steht zum einen für eine aufgefrischte Bedienoberfläche, zum anderen und vor allem aber für eine neue Vorgehensweise, die verfügbaren Inhalte zu einer neuen App zu kombinieren. Mit der Maus kann man Tabellen Spalten, Funktionen und externe Dienste auswählen und miteinander verknüpfen, wobei auch Berechnungen, etwa von Mittelwerten, zur Wahl stehen.

CeBIT-Premiere feierte außerdem die Außendienstler-Anwendung Field Service Lightning. Dieser reguläre Bestandteil des Abonnements „Service Cloud“ umfasst neben einer Ticketver-

waltung für Wartungsaufträge auch Funktionen, um Dokumente zu den gewarteten Produkten herunterzuladen, die Anreise zu Kunden zu beschreiben und Arbeitszeiten zu erfassen. Außerdem soll der Dienst Chancen für Anschlussverkäufe aufzeigen.

Salesforce vermarktet sein Webdienst-Sortiment als offene Plattform. Auch Nicht-Programmierer sollen maßgeschneiderte Dienste nach kurzer Einarbeitung selbst schreiben können. Dafür erforderliche Kenntnisse, aber auch allgemeines Anwendewissen vermittelt der Hersteller im Rahmen kostenloser Online-Kurse – neuerdings auch in Deutsch. Zu großen Veranstaltungen gibt es einige dieser Kurse zudem als Hands-on-Workshops unter der Betreuung von Tuto ren.

## Atmosphärisch angenehm

Wenn sich die Amerikaner in Hannover als besonders relaxed und big-thinking darstellen wollten, ist ihnen das gelungen. Die Kombination von Einsteigerfreundlichem Auftritt, Detail-Präsentationen und Schulungs-Angeboten hob sich wohltuend vom Messe-Alltag ab. Wenn die Abo-Einnahmen der Salesforce-Dienste zur Finanzierung solcher Messe-Kraftakte ausreichen, lassen sich mit dem CRM-Geschäft offenbar gute Gewinne erzielen.

(hps@ct.de)



Auch wenn es das Buch vorerst nur in Englisch gibt – den Kurs dazu kann man auch in deutscher Sprache belegen.



**DER NEUE  
STANDARD  
OPEN SOURCE  
SERVICEDESK**

**DIE SOFTWARE FÜR:**

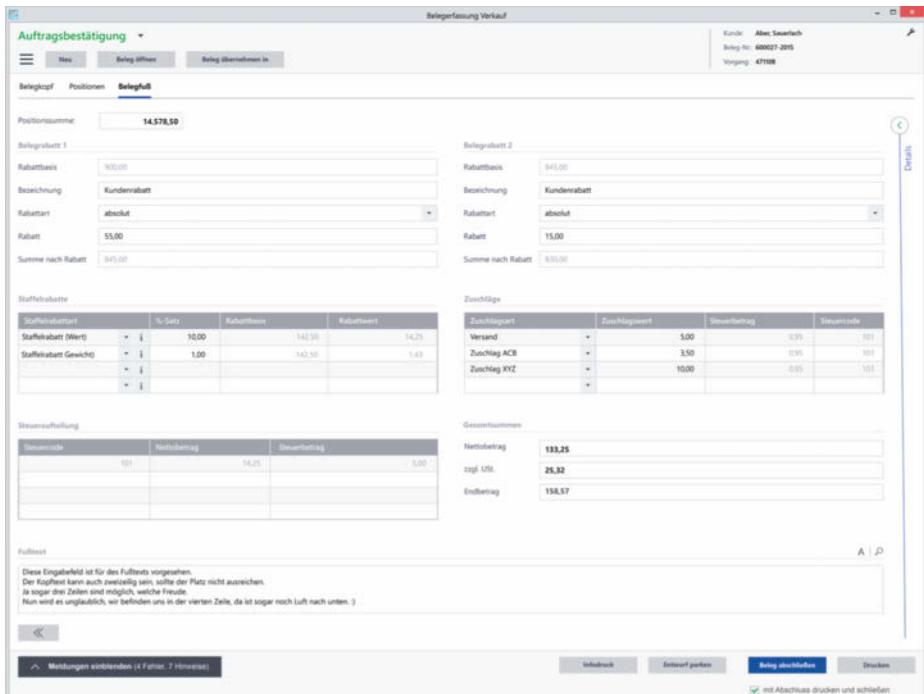
- **IT-Service**
- **Technischen Service**
- **Instandhaltung/  
Wartung**
- **Kundendienst**



## Aus der Office Line wird Sage 100c

Sage hat seine ERP-Suite Office Line neu programmiert. Bei der jetzt als Sage 100c vermarkteten Neuauflage sind die Eingabedialoge in C# kodiert und setzen auf Microsofts Windows Presentation Foundation auf. Bis her stammten die Bildschirmseiten aus dem Maskengenerator von Microsoft Access. Demgegenüber sollen sich die Formulare jetzt besser anpassen lassen und auch besonders breite moderne Monitore ausreizen. Anwender sollen unternehmensspezifische Modifikationen mit der neuen Suite selbst bewerkstelligen können, während zuvor tiefe Eingriffe in den Code erforderlich waren und sich meist nur mit Support vom Hersteller realisieren ließen. Am zugrundeliegenden Datenmodell hat Sage nichts geändert, ebenso wenig beim Einsatz von Microsofts SQL Server als Datenbank-Engine.

Sage 100c wird nur noch zur Miete angeboten. Man kann die Suite zwar für 41 Euro je Monat auch als Einzelplatzanwendung lizenziieren, doch wie der Name schon andeutet, ist die Software für Betriebe mit bis zu rund 100 Mitarbeitern gedacht. (hps@ct.de)



Die in C# programmierten Bildschirmmasken von Sage 100c sollen sich leichter anpassen lassen als die der Vorgängerversion.

## Microsoft Dynamics AX künftig ohne Versionsnummern

Im März hat Microsoft vermutlich zum letzten Mal ein Major Release seiner Cloud-gestützten ERP-Suite Dynamics AX herausgebracht. Künftig sollen Updates und Erweiterungen der Software kontinuierlich und ohne prominente Angabe von Versionsnummern und Jahreszahlen erscheinen. Die aktuelle Fassung hat eine neue Oberfläche in HTML5 erhalten, die

auf allen Endgeräten einheitlich per Webbrowser zu bedienen ist. Für Mobilgeräte gibt es iOS- und Android-Apps sowie eine Continuum-fähige Universal App für Windows 10. Betriebe, die individuell an ihre Prozesse angepasste Workflows nutzen, sollen diese mit Hilfe der sogenannten Lifecycle Services ebenfalls kontinuierlich aktualisieren können. Für

Geschäftsanalysen baut die Suite einerseits auf Microsoft Office mitsamt den Diensten von Power BI, andererseits auf In-Memory-Techniken von Azure SQL fürs Machine Learning. Damit soll die Software Analysen in Echtzeit erstellen, ohne dass man die ERP-Umgebung verlassen und sich in ein Data Warehouse einloggen müsste. (hps@ct.de)

## Sichere Dateiverwaltung in der Leitz-Cloud

Der Büroartikel-Hersteller Leitz Esselte hat unter dem Namen Leitz Cloud 2.0 einen Ende-zu-Ende-verschlüsselnden Cloud-Speicherdienst herausgebracht. Die Software vom Her-

steller vBoxx ist nicht mit der längst vom Markt genommenen bisherigen Leitz Cloud verwandt. Der Dienst kooperiert mit Sync-Clients bei den Benutzern, um Bereiche von deren lo-

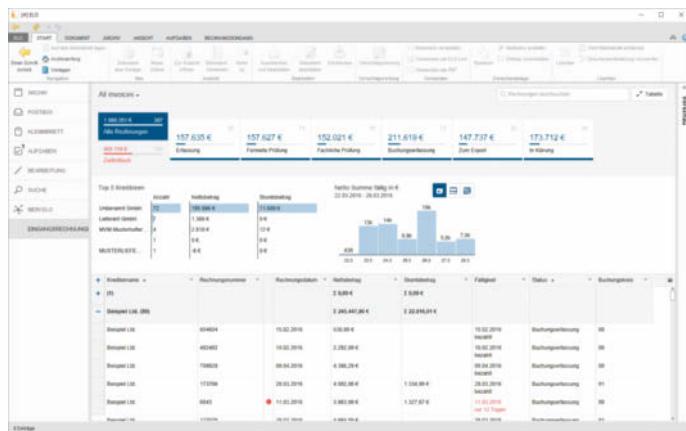
kalen Festplatten ins Web zu spiegeln. Er umfasst aber auch ein Web-Interface, über das man einzelne Dateien hoch- oder herunterladen kann. Die Leitz-Cloud ist kein Dokumenten-Managementsystem – man kann Dateien damit nicht nach Inhalten oder Attributen kategorisieren oder per Volltext durchsuchen. Dagegen kümmert sich die Software detailliert um die Verwaltung von Zugriffsrechten. Man kann Dateien in sogenannten Root-Verzeichnissen und deren Unterverzeichnissen speichern und jedem dieser Root-Verzeichnisse individuelle Berechtigungen zuteilen. Diese regeln nicht nur, wer die Inhalte lesen oder verändern darf, sondern auch, welche Arten von Dateien an dieser Stelle überhaupt abgelegt werden dürfen. Um Dateien für andere Nutzer freizugeben, kopiert man sie in ein Root-Verzeichnis, auf welches der betreffende Kollege zugreifen kann. Nutzerrechte kann die Leitz-Cloud in einem Active Directory oder LDAP-Verzeichnisdienst nachschlagen. Abo-Gebühren für den Dienst beginnen bei netto 7,50 Euro je Nutzer und Monat. (hps@ct.de)

The screenshot shows the Leitz Cloud 2.0 dashboard. It includes a pie chart showing storage usage (20% Not used, 80% Used), a table of storage statistics, and a detailed log of recent file operations.

Die Leitz Cloud 2.0 gibt Admins detaillierte Auskunft über die Nutzung des Diensts.

## Dokumenten-Cloud mit Postschnittstelle

Der Provider ECM.Online bietet unter demselben Namen ein gehostetes Dokumenten-Managementsystem vom Typ ELOprofessional an, dessen Dienste man zusammen mit den Services anderer Anbieter mieten kann. Gegen Aufpreis kann man Dokumente als elektronische Rechnungen im ZUGFeRD-Format oder per EDIFACT als Fax verschicken, ein Qualitätsmanagement-Handbuch sowie demnächst eine digitale Bauakte oder eine Verfahrensdokumentation pflegen. Mit Unterstützung der Deutschen Post lassen sich außerdem Schriftstücke als E-Mail versenden – als E-Mail oder als ausgedruckte Post im Briefumschlag. Wer besonders viel konventionelle Post erhält, kann diese auch komplett von der Deutschen Post scannen, kategorisieren und digital bei ECM.online ab-



**Das Dokumenten-Managementsystem ECM.online kann zum Beispiel die Rechnungssummen aus gespeicherten Unterlagen auswerten und als Grafiken anzeigen.**

legen lassen. Der Dienst speichert alle eingelagerten Dokumente standardmäßig mit Schreibschutz; sollten Veränderungen an einer Datei notwendig werden, tritt ein Änderungs-Workflow in Aktion, der den Werde-

gang der Akte genau dokumentiert. Durch dieses Konzept bleibt die Ablage jederzeit revisionssicher. Gebühren für das System beginnen bei 4 Euro je Nutzer und Monat.

(hps@ct.de)

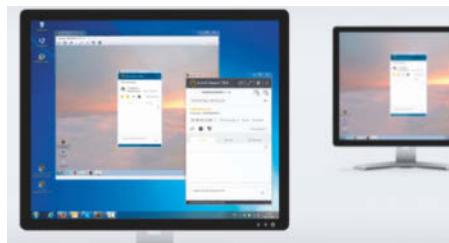
## Neue Handwerker-Software von PDS

Das auf Handwerksanwendungen spezialisierte Softwarehaus PDS hat seine SHK-Software für Sanitär-, Heizungs- und Klima-Installateure überarbeitet. Unter einer aufgefrischten Bedienoberfläche mit anpassbaren Kontext- und Favoritenmenüs findet sich jetzt

auch eine Schnittstelle zum Programm Heizungslabel. Damit lässt sich die Energieeffizienz individueller Heizungsanlagen berechnen. Mit dem Dienst E-Post verschickt die Software Dokumente wahlweise als E-Mail oder als Brief, nachdem sie von der Deut-

schen Post ausgedruckt und kuvertiert worden sind. Für den Sommer angekündigte Mobil-Apps sollen Materialkassen verwalten und darstellen, wo Aufträge zu erledigen sind und an welchen Baustellen sich Mitarbeiter und Maschinen befinden. (hps@ct.de)

## Fernwartung per Cloud oder eigenem Server



Das Fernwartungsprogramm PCvisit spiegelt das Display eines entfernten PC oder Mac in einem Programmfenster des Kundendienst-Rechners.

Mit dem Fernwartungssystem PCvisit 15 kann man PC- und Mac-Benutzern aus der Ferne über die Schulter gucken oder ihnen per Rechner-Fernsteuerung Anleitungen geben. So wie bei anderen Systemen am Markt installiert man beim Kundendienst und bei potenziellen Fragestellern vorsorglich Client-Anwendungen. Wenn diese auf beiden Seiten laufen, kann der Kundendienst über einen Fernwartungsserver Kontakt zum Anwender aufnehmen. Dessen Bildschirm wird dann in ein Programmfenster beim Service-Mitarbeiter gespiegelt, sodass dieser verfolgen kann, was der Fragesteller tut. Mit dessen

Einwilligung kann der Helfer auch die Steuerung übernehmen. Der Fernwartungsserver wird entweder von PCvisit in Deutschland gehostet und kommuniziert verschlüsselt mit den Clients. In diesem Fall wird PCvisit über die Menge der vermittelten Fernwartungs-Sitzungen lizenziert. Alternativ steht der Server in Gestalt eines VMware-Images mit einer Mietlizenz beim Kunden-Unternehmen. Gebühren für gehostete Fernwartung beginnen bei netto 50 Euro pro Jahr bei maximal 50 Sitzungen pro Monat.

(hps@ct.de)

**ct** 30-Tage-Testlizenz: [ct.de/y8hp](http://ct.de/y8hp)

**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)**

Andreas Stiller

# Prozessorgeflüster

## Von Goodbye und Welcome

Die Halbleiterwelt nimmt Abschied von Intels Ex-CEO Andy Grove und von Intels Tick-Tock-Modell und begrüßt Intels neuen Server-Prozessor Broadwell-EP sowie AMDs neuen CPU-Guru Nazar Zaidi. Der hat mal zu Groves CEO-Zeiten Itanium und Pentium mitdesignet.

**E**r war es vor allem, der Intel von einer aufstrebenden kalifornischen Firma zur weltweit führenden Halbleiterfirma gemacht hat: Andy Grove – ein Flüchtling. Nun ist er 79-jährig in seinem Zuhause in Los Altos Hills verstorben. Die Nazi-Zeit hatte der jüdische Ungar noch gut versteckt im Lande überstanden. Als die Sowjetarmee 1956 einmarschierte, flüchtete er jedoch über Wien und Bremerhaven in die USA und studierte dort Chemie.

Als er die Position des Chief Operating Officers im Jahre 1975 von Gordon Moore übernahm, da war Intel noch primär Speicherfirma und machte einen guten Teil des Umsatzes mit Digitaluhren. Insgesamt betrug der Jahresumsatz damals gerade mal 137 Millionen Dollar. Als dann Grove im Mai 1998, nach durchgestandener Krebskrankung, den Marschall-Stab als CEO an Craig Barrett weiter reichte, war Intel mit einem über 200-fach höheren Umsatz (ohne Uhren) schon mehrere Jahre die klare Nummer eins in der Szene.

Ebenso wie Robert Noyce und Gordon Moore zählt man Grove üblicherweise zu den Intel-Gründern, wiewohl das formal nicht ganz richtig ist. Als Flüchtling hatte man es damals wie heute nicht so leicht, schon gar nicht, wenn man wie Grove aus einem kommunistischen Land kam. Für solche Flüchtlinge war es Ende der 60er-Jahre nicht so einfach, Firmen in den USA zu gründen oder mitzutragen. Grove ging daher als erster Intel-Angestellter in die Annalen ein. In seine Ära fiel nicht nur der Siegeszug mit dem 8086 (vor allem dank IBM), sondern auch das Desaster mit dem Pentium-Bug. Damals versprach er eine lebenslange Um-

tauschgarantie. Nun lebt er nicht mehr, da werde ich nun wohl davon abrücken, meinen allerletzten fehlerbehafteten Pentium noch zum Umtausch einzuschicken ...

Grove hatte auf dem hauseigenen Developer Forum IDF im Frühjahr 2000 auch den ersten, mit vielen Vorschusslorbeeren bedachten Pentium 4 (Willamette) mit bis zu 1,5 GHz Takt vorgestellt, der sich später ob seines Energiehungers jedoch als Sackgasse herausstellte. Intel orientierte sich mithilfe des in Haifa entwickelten Pentium M neu und erfand gegen 2006 das Tick-Tock-Modell: jedes Jahr entweder eine neue Prozess 技术 (Tick) mit verkleinerten Strukturen oder eine neue Architektur (Tock). De facto klappte das schon die letzten Jahre nicht mehr so wirklich, da wurden bereits Refresh-Typen zwischengeschoben. Nun gibt es Intel auch offiziell zu, zumindest im Rahmen der obligatorischen Börsenberichte. Aus Tick-Tock wird Tick-Tock-Tock. Prozess, Architektur, Optimierung so heißen die Phasen des auf drei Jahre verlängerten Zyklus jetzt.

### Broadwell ...

Dort, wo Intel nahezu ohne Konkurrenz ist, kann man sich noch mehr Tick-Tack-Zeit lassen, nämlich bei den Servern. Gut eineinhalb Jahre nach der Vorstellung des Broadwell-Kerns im Core M folgt nun, gerade noch rechtzeitig fürs erste Quartal 2016, der Serverkollege Broadwell-EP. Im c't-Labor zeigt das neue Flaggschiff Xeon E5-2699v4 mit seinen 22 Kernen derzeit schon, was es kann. Die Benchmarks wie SPEC CPU2006 laufen noch, der ausführliche Test wird erst in der nächs-



Andy Grove war auch nach seinem Rücktritt vom CEO-Posten für Intel aktiv. Auf dem IDF 2000 stellte er den Pentium 4 vor.

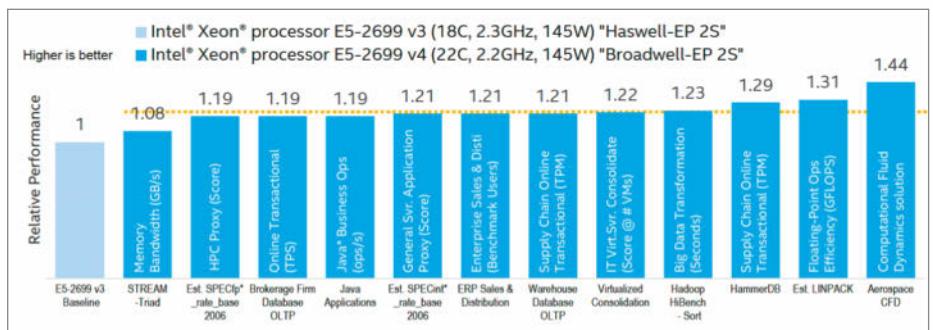
ten Ausgabe erscheinen. Doch so viel vorweg: mit 1040 SPECfp\_2006base und 1450 SPECint\_2006base (gemessen nach den praxisnahen c't-Regeln) ist der Neue im gleichen Board bei etwa gleicher Energieaufnahme um 20 respektive 25 Prozent schneller als sein Vorgänger Xeon E5-2699v3 mit 18 Kernen.

Ähnlich sieht es bei Linpack und anderen Benchmarks aus. Da wo besonders viel mit Vektorbefehlen multipliziert wird, etwa bei CAD, wirkt sich zusätzlich die deutlich niedrigere Latenz (drei statt fünf Takte) dieser Befehle aus. Dann sind auch mal Steigerungen um über 40 Prozent drin.

Dank DDR4-2400 ist die Speicherbandbreite (Stream) gegenüber DDR4-2133 um etwa 8 Prozent gewachsen. Auch die Single-Thread-Leistung in Gestalt des Wertes IPC: Instructions per Clock wächst kontinuierlich weiter, diesmal um etwa 6 Prozent.

### ... und Broadcom

AMD will beim geplanten Zen-Prozessor insbesondere bei diesem IPC-Wert konkurrenzfähig werden und mit einem Riesensprung von über 40 Prozent gegenüber dem lahmen Bulldozer glänzen. Damit das auch in der Zukunft mit der CPU-Entwicklung bei Zen und ARMv8 weitergeht, hat AMD nach dem Fortgang von Jim Keller vor einigen Monaten nun einen anderen alten Prozessorhasen angeheuert: Nazar Zaidi. Der kennt sich in beiden Welten aus, war in den 90er-Jahren bei Intel und hat die Pentium-Architektur validiert. Später war er für die IA-32-Bit-Kompatibilität beim Itanium-Merced zuständig. Die Hardware-Emulation hat zwar funktioniert, war aber grottenlahm und vermutlich mit für den Niedergang dieser Architektur verantwortlich. Später kam Zaidi dann zu RMI, eine der Firmen des rührigen Investors Atiq Raza, der einst Nexgen gründete und dann bei AMD die operativen Geschäfte leitete. RMI wurde von NetLogic und NetLogic dann von Broadcom aufgekauft. Hier zeichnete Zaidi bis Februar 2015 für die Entwicklung des ARMv8-Prozessors für Server (Vulcan) verantwortlich. Doch dann wurde auch Broadcom aufgekauft und der neue Besitzer Avago scheint bislang nicht übermäßig viel Interesse am Vulcan zu hegen. Wer weiß, ob der überhaupt noch kommt – oder gar in leicht veränderter Form von AMD? (as@ct.de)



Über 20 Prozent mehr Performance bei gleicher Energieaufnahme:  
der Broadwell-EP gegen Haswell-EP

**DEUTSCHLANDS  
FREIHEIT  
WIRD AUCH IM  
CYBERRAUM  
VERTEIDIGT.**

**MACH, WAS WIRKLICH ZÄHLT.**

PROJEKT  
**DIGITALE  
KRÄFTE**



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

## Radeon Pro Duo mit Wasserkühlung für 1500 Euro

AMD hat die Radeon Pro Duo als bisher leistungsfähigste Dual-GPU-Grafikkarte angekündigt. Sie soll im Mai erscheinen und rund 1500 Euro kosten. Wie die Vorgängerin Radeon R9 295X2 kommt die Pro Duo mit integrierter Wasserkühlung, ist im Vergleich aber 40 Prozent schneller. Sie soll satte 16 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde (TFlops) schaffen, die R9 295X2 „nur“ 11,5 TFlops.

Die beiden Fiji-GPUs greifen über  $2 \times 4096$  Datenleitungen auf den 8 GByte großen HBM-Videospeicher zu. Bei normalen 3D-Anwendungen und Spielen lassen sich effektiv nur 4 GByte Videospeicher nutzen. Die zu verarbeitenden Bilddaten müssen in den Speichern beider Grafikchips liegen, da sie abwechselnd Einzelbilder berechnen und folglich Zugriff auf alle relevanten Grafik-

Die Radeon Pro Duo ist bei 3D-Spielen superschnell, schluckt aber viel und ist teuer.



daten haben müssen. Erst bei Spielen, die auf DirectX 12 und Explicit Multiadapter Rendering zugeschnitten sind, ändert sich das. Das ist vor allem interessant für das Rendern von VR-Spielen, bei denen jede der beiden GPUs jeweils exklusiv für das linke oder rechte Auge zugewiesen werden kann. Die Leistungsaufnahme der kommenden Dual-GPU-

Grafikkarte dürfte astronomisch hoch ausfallen. Bereits der Vorgänger Radeon R9 295X2 schluckte über zwei achtpolige PCIe-Stromanschlüsse im c't-Labor gemessene 585 Watt, obwohl laut Spezifikation nicht mehr als 375 Watt erlaubt wären. Die Radeon Pro Duo statet AMD mit gleich drei achtpoligen PCIe-Stromanschlüssen aus. (mfi@ct.de)

## Kompakter Spiele-PC Intel NUC Skull Canyon

Die Mini-PCs der Serie Next Unit of Computing (NUC) galten bisher vorrangig als sparsame Bülorechner, waren jedoch nicht für anspruchsvolle Anwendungen geeignet. Das möchte Intel mit dem NUC Skull Canyon jetzt ändern: Trotz 0,7 Liter Volumen ist der Mini-Rechner mit einem Quad-Core-Mobilprozessor vom Typ Core i7-6770HQ (2,6 GHz, Turbo 3,5 GHz) ausgestattet, der zudem eine vergleichsweise leistungsfähige GPU Iris Pro 580 mit 48 Shadern und 128 MByte Embedded DRAM (eDRAM) mitbringt. Damit soll sich der NUC Skull Canyon (NUC6i7KYK) laut Intel auch für 3D-Spiele und anspruchsvolle Anwendungen eignen.

In den NUC passen 32 GByte DDR4-2133-Speicher sowie zwei M.2-Pcie-SSDs mit NVMe- oder AHCI-Schnittstelle hinein. Moni-

Im 2,3 cm flachen NUC Skull Canyon bringt Intel einen Skylake-Quad-Core mit 45 Watt TDP und Iris-Pro-Grafik unter.



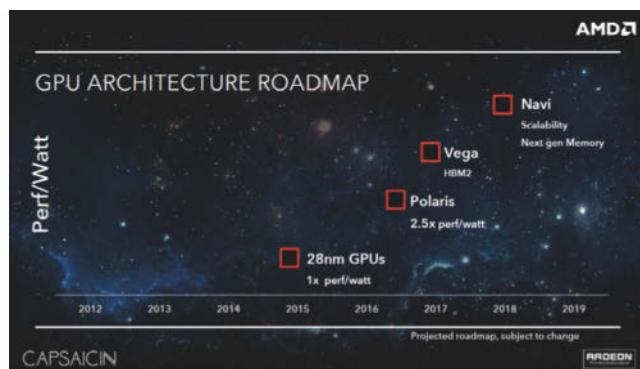
tore steuert der Mini-PC über HDMI 2.0 und DisplayPort 1.2 bei 4K-Auflösung jeweils mit 60 Hz an. Zur weiteren Ausstattung gehören eine Typ-C-Buchse mit Thunderbolt 3, 802.11-ac-WLAN, ein SD-Kartenleser, Gigabit-Ethernet und 4 x USB 3.0.

Allerdings kostet der ab Mai erhältliche Mini-Rechner in der Barebone-Variante ohne RAM und Massenspeicher rund 700 Euro. In-

klusive 16 GByte Arbeitsspeicher, 256-GByte-SSD und Windows 10 klettert der Preis auf über 1000 Euro. Kompakte Gaming-PCs wie Alienware alpha oder Zotac ZBox Magnus EN970 sind zwar etwas größer als der NUC Skull Canyon, bieten aber dank separatem GeForce-Grafikchip deutlich mehr 3D-Performance und kosten je nach Ausstattung 200 bis 400 Euro weniger. (chh@ct.de)

## Roadmap für AMD-GPUs

Die Mitte des Jahres erwarteten Radeon-Grafikkarten mit Polaris-GPUs werden offenbar weiterhin GDDR5- oder HBM1-Speicher nutzen. Dies geht aus der neuesten AMD-Roadmap hervor. Erst die fürs Jahr 2017 angepeilte GPU-Generation „Vega“ will AMD mit HBM2-Speicher ausstatten – das ermöglicht HBM-Grafikkarten mit bis zu 32 GByte Stacked-Videospeicher und Transferraten von 1 Terabyte/s. Solche Speicherbandbreiten sind für hohe Auflösungen (4K, 5K, VR) und anspruchsvolle Antialiasing-Algorithmen notwendig. Wie Polaris wird es auch von Vega eine starke 10er und eine schwächere 11er-Version geben.



AMDs neue Roadmap zeigt: Grafikkarten mit HBM2-Speicher gibts erst ab 2017.

Für 2018 ist die GPU-Generation Navi angekündigt: Sie soll sich durch eine hohe Skalierbarkeit auszeichnen und mit einer zukünftigen Speichertechnik laufen – also offenbar dem Nachfolger von HBM2. Details dazu gab AMD noch nicht bekannt; Änderungen an der Roadmap seien noch möglich. (mfi@ct.de)

## Hardware-Notizen

Nvidia liefert die Profi-Grafikkarte Quadro M6000 nun zum gleichen Preis von 5300 Euro mit 24 GByte statt 12 GByte GDDR5-Speicher aus. Die High-End-Karte mit GM200-Grafikchip (3072 Shader) eignet sich vorrangig für professionelle Design- und Konstruktionsanwendungen oder zum Raytracing fotorealistischer 3D-Szenen.

Festplatten und SSDs mit SATA-Anschluss nimmt die **USB-Dockingstation** QuickPort USB 3.1 Type C von Sharkoon auf. Wie der Name bereits verrät, ist sie mit einer USB-Typ-C-Buchse ausgestattet und transferiert darüber Daten mit Superspeed-Plus-Geschwindigkeit von 10 GBit/s. Das Dock kostet 40 Euro und bringt ein Adapterkabel auf USB Typ A sowie ein Netzteil mit.



# APPS CLOUD-READY!



**intel**<sup>®</sup> Powered by  
Cloud  
Technology

1&1 CLOUD SERVER  
**0,-**  
1 Monat €/Monat  
danach ab  
4,99 €/Monat\*

Das **1&1 Cloud App Center** ist der schnellste Weg, Ihre Applikation zum Laufen zu bringen! Wählen Sie aus über 100 topaktuellen kostenlosen **Apps Ihre Anwendung** aus und kombinieren Sie diese mit der Geschwindigkeit und Performance von **Deutschlands bestem Cloud Server**.

- ✓ Sichere und leistungsstarke Plattform
- ✓ Kein Server-Know-how notwendig
- ✓ Minutengenaue Abrechnung



DE: 02602 / 96 91  
AT: 0800 / 100 668

**1&1**

**1und1.info**

## Server-Appliance für schnell verfügbare VMs

Hyperkonvergente Server vereinen wie klassische Server Rechenleistung, RAM und Massenspeicher. Sie sind aber dafür ausgelegt, viele virtuelle Maschinen (VMs) ähnlichen Typs rasch, zuverlässig und ohne lange Einarbeitungszeit des Administrators bereitzustellen. Mit der Hyper Converged 380 (HC 380) erweitert Hewlett Packard Enterprise (HPE) nun sein Angebot solcher Server-Appliances; bisher sind zwei Varianten der Hyper Converged 250 lieferbar.

Bei der Hardware der HC 380 greift HPE auf den nach eigenen

Angaben meistverkauften Server der Welt zurück, den ProLiant DL380 Gen9. Zwei dieser Dual-Xeon-Maschinen mit jeweils 128 GByte bis 1,5 TByte RAM bilden den Unterbau der HC 380. Sie lassen sich über eine gemeinsame Oberfläche verwalten. Darüber richtet man ähnlich wie bei Cloud-Dienstleistern die gewünschten VMs ein, laut HPE mit nur fünf Klicks.

Neben virtuellen (Windows-) Desktops, also einer Virtual Desktop Infrastructure (VDI), können auf der HC 380 auch sonstige VMs laufen. Wie für hyperkonvergente Appliances



HPE HC 380: hyperkonvergenter Server für die schnelle Einrichtung von virtuellen Maschinen

typisch, kann man die Server-Hardware mit zusätzlichen Geräten erweitern (Scale-out), wenn die Ressourcen knapp werden.

Eine Besonderheit ist die Storage-Verwaltung: Snapshots lassen sich auf andere Store-

Virtual-Speichersysteme replizieren. Die HC 380 nimmt ein bis drei Massenspeichermodule auf. Diese bestehen aus jeweils acht SSDs oder Festplatten und stellen zwischen 3,5 und 25 TByte Kapazität bereit. (ciw@ct.de)

## Dualport-NVMe-SSDs für Server

Intel erweitert seine SSDs aus der Datacenter-Serie um Dualport-Fähigkeiten. Die neuen Modelle DC D3600 und DC D3700 sollen beim Lesen bis zu 470 000 IOPS und 2100 MByte/s erreichen, beim Schreiben noch 110 000 IOPS und 1500 MByte/s.

Sie sind ausschließlich als 2,5"-Laufwerke mit 800 sowie 1600 GByte (DC D3700) beziehungsweise 1 und 2 TByte (DC D3600) erhältlich. Dank Dual-Port-Technik können zwei Hostadapter gleichzeitig auf die SSDs zugreifen.

Zudem hat Intel die Datacenter-SSD DC P3320 vorgestellt und bezeichnet sie als Mainstream-NVMe-SSD. Die P3320 soll bei gleichen Kosten eine fünffach höhere Performance bieten als SATA-SSDs. Bei der P3320 setzt Intel erstmals 3D-NAND ein, der Speicher stammt höchstwahrscheinlich aus der Gemeinschaftsproduktion mit Micron.

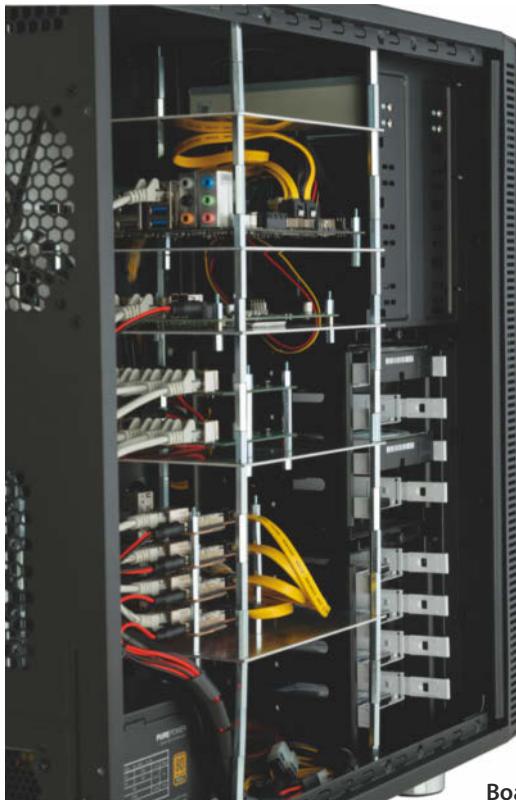
(ll@ct.de)

## Mehrfach-Server im Tower-Gehäuse

Eine interessante Kombination mehrerer Server in einem Gehäuse hat das Bad Sodener Unternehmen Realsoft vorgestellt: In einem Tower-Gehäuse versammeln sich ein Intel-Board, vier ARM-Boards und eine Hardware-Firewall. Als Zielgruppe nennt das Unternehmen Freiberufler und Vereine sowie kleinere Unternehmen.

Die Intel-Einheit dient in der Basis-Konfiguration als einfacher File-Server, er greift auf 2 oder 4 TByte Festplattenplatz im RAID 1 zurück.

Die ARM-Einheiten teilen sich die Aufgaben als Web-, Mail-, Groupware- und Adminserver auf, während die Hardware-Firewall die Kombination vor Angriffen aus dem Internet schützen soll. ARM- und Intel-Server laufen unter Debian, die Firewall unter dem FreeBSD-Derivat fpSense. Die Preise starten bei 4300 Euro. (ll@ct.de)



Fünf Server in einem Gehäuse: Realsoft stellt einem Intel-Board noch vier ARM-Boards an die Seite.

## Server&Storage-Notizen

Die Aktionäre der Unternehmen haben für die geplante **Übernahme von SanDisk durch WD** grünes Licht gegeben. Die chinesischen Regulierungsbehörden müssen die 19 Milliarden US-Dollar schwere Übernahme noch genehmigen.

Samsung hat neue **M.2-SSDs mit NVMe-Protokoll** vorgestellt. Die Modelle PM961 und SM961 lesen bis zu 3,2 GByte/s und

schreiben maximal 1,8 GByte/s. Sie sind mit 128, 256 und 512 GByte erhältlich, die SM961 auch mit 1 TByte. Samsung möchte die SSDs ausschließlich im OEM-Markt anbieten.

Lexar und Patriot Memory haben **Micro-SD-Karten mit 200 GByte** vorgestellt. Beide arbeiten mit dem UHS-I-Protokoll und lesen maximal 95 MByte/s. Die

Schreibrate gibt Patriot mit 40 MByte/s an, bei Lexar gibt es dazu keine Angabe.

Toshiba hat eine **besonders schnelle Micro-SD-Karte** angekündigt. Die mit UHS-II-Interface bestückte Speicherkarte schreibt bis zu 250 MByte/s und liest sogar maximal 270 MByte/s. Einen UHS-II-fähigen Adapter für schnelle SD-Kartenleser liefert Toshiba mit.

## CeBIT 2016: Gute Stimmung bei den Ausstellern

Die Deutsche Messe AG feiert die „beste CeBIT aller Zeiten“. Zum Messeschluss präsentierte der Veranstalter eine stellenweise überschwängliche Bilanz. Mit rund 3300 blieb die Zahl der Aussteller im Vergleich zum vergangenen Jahr stabil, zur Anzahl der Besucher hieß es lediglich, sie liege auf dem Niveau des Vorjahrs – 2015 waren 221 000 Besucher gekommen. Laut einem Bericht des Norddeutschen Rundfunks wurden in diesem Jahr jedoch nur etwa 200 000 Besucher gezählt.

Schon im Vorfeld hatte CeBIT-Chef Oliver Frese gesagt, dass sich die Messe nicht durch die Anzahl der Besucher definiere. „Mit ihrem Verlauf hat die CeBIT ihre Position als weltweit wichtigste Plattform für die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft untermauert“, freute er sich. „Wir haben mit unseren internationalen Ausstellern und Partnern sehr intensiv an der CeBIT gearbeitet – das hat sich in den fünf Tagen voll ausgezahlt.“

Die CeBIT-Macher versuchen die Wandlung von einer IT-Messe zur Plattform für alles Digitale. Mit dem Kongressprogramm, das auch 2016 wieder ein wichtiger Schwerpunkt war, sei die CeBIT „zur wichtigsten Plattform für den Dialog über Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung geworden“, so Frese. Zudem freut sich der Messe-Chef über neues Publikum: Nicht mehr nur die IT-Abteilung komme nach Hannover, sondern auch Vertriebler, Personaler und Finanzmanager. „Wir haben es geschafft, neue Zielgruppen zu erreichen.“

Auch die Aufmerksamkeit für Start-ups ist nach Angaben der CeBIT gewachsen. Jeder dritte Besucher soll den Start-up-Wettbewerb SCALE11 besucht haben. Die mehr als 400 jungen Unternehmen hätten für einen kreativen Schub gesorgt und gezeigt, dass Innovation in Technologie und Innovation in den Geschäftsmodellen ineinander greifen.

Die Schweiz als diesjähriges CeBIT-Partnerland zog ebenfalls eine positive Bilanz ihrer Messe-Präsenz; die Resonanz bei den Ausstellern sei hervorragend gewesen. Messethema war erneut „d!conomy“ – ein Kunstwort aus den englischen Begriffen für Digital und Wirtschaft.

Die CeBIT startete mit einer Konferenz der Europäischen Union zur digitalen Agenda. EU-Kommissar Günther H. Oettinger warb in seiner Grundsatzrede für einen einheitlichen digitalen Binnenmarkt und eine europaweite Gesetzgebung, denn nationale Gebietsgrenzen hätten bei der Digitalisierung nur bedingt Geltung.

Wie viel die Messe bedeutet, führte Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel mit der Ankündigung eines milliardenschweren Zehn-Punkte-Plans aus, der ein digitales Zurückfallen Deutschlands verhindern soll. Ein Fokus der „Digitalen Strategie 2025“ liegt auf dem forcierten Ausbau des Glasfasernetzes, nachdem die Deutsche Telekom ihr Glasfaserprojekt vor Jahren zugunsten der VDSL-Technik ruhen ließ. Es gehe nun darum, „wie wir als Europäer wettbewerbsfähig bleiben in dieser datengetriebenen Ökonomie“, sagte Gabriel. (ll@ct.de)



## Verliebt in die eigene Homepage?

Das kann Ihnen auch passieren – mit einer Heise Homepage.

Denn Heise Homepages sind handmade 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



Die Messe verkündete zwar keine Besucherzahlen, dennoch war es auf dem Messegelände gelegentlich sehr voll.

Can I **cut costs**  
when I move  
**to the cloud?**

Yes you can!

On the **Can Do Platform**  
from LeaseWeb

Benjamin Kraft, Christian Wölbert

# Einhandphone

## Apples 4-Zoll-Smartphone iPhone SE

Vernünftig statt revolutionär: Das iPhone SE ist Apples bislang günstigste Smartphone-Neuvorstellung.



**E**in Schnäppchen ist das iPhone SE wahrlich nicht. 490 Euro kostet die 16-GByte-Version, 590 Euro die praxistauglichere 64-GByte-Variante. Doch im Vergleich zu Apples aktuellem Topmodell 6s, das nicht unter 745 Euro zu haben ist, wirkt das SE doch ziemlich

günstig, denn die Rechenleistung ist identisch und bei der Ausstattung muss man nur kleine Abstriche machen.

Die größte Besonderheit des SE ist das relativ kleine Display mit 4 Zoll Diagonale. Allerdings dürften viele Käufer das nicht als Nach-

teil sehen, sondern als Vorteil – weil sie nicht so lange Finger haben, dass sie die aktuellen Riesen-Smartphones bequem mit einer Hand bedienen können. Außerdem gibt es keine ähnlich schnellen Android-Smartphones mit 4-Zoll-Display. Die aktuellen High-End-Geräte von Sony sind mindestens 4,6 Zoll groß, die von Samsung mindestens 5,1 Zoll.

Optisch wirkt das SE ein bisschen retro, weil Apple das Gehäuse des alten 5s praktisch unverändert übernommen hat. Unter der Haube rechnet aber Apples aktuell schnellster iPhone-Chip A9, der auch das 6s antreibt. Das SE ist also kein lahmer Verwandter wie 2013 das damals 600 Euro teure 5c. Ein weiterer Vorteil des A9 ist der integrierte M9-Co-Prozessor, der Siri auf Wunsch jederzeit auf Sprachbefehle reagieren lässt.

### Ohne 3D Touch, mit Top-Kamera

Im Vergleich zum Top-Modell 6s fehlt dem SE das druckempfindliche Display („3D Touch“), mit dem man zum Beispiel vom Homescreen schnell auf häufig genutzte Funktionen zugreift, aber keine komplett neuen Dinge tun kann. Abstriche machen muss man auch bei LTE-Geschwindigkeit, Frontkamera und WLAN (siehe Tabelle).

Der Kamererasensor ist derselbe wie im iPhone 6s: Er schießt 12-Megapixel-Fotos, Panoramabilder mit bis zu 63 Megapixeln sowie „Live-Fotos“, also dreisekündige Bewegtbild-Sequenzen. Anders als beim 6s ragt die Optik nicht aus dem Gehäuse heraus.

Auch bei den Videos zieht das SE mit dem 6s gleich, kann also Full HD mit bis zu 60 FPS und 4K mit 30 Bildern pro Sekunde aufnehmen. Außerdem verfügt es über den „True-Tone Flash“, der Gesichter bei Blitzaufnahmen natürlicher ausleuchtet.

NFC ist ebenfalls an Bord, man kann also den Bezahldienst Apple Pay nutzen. Apple will am 31. März mit der Auslieferung des SE beginnen – den Test lesen Sie in der kommenden c't. (cwo@ct.de)

## iOS 9.3 mit Nachtmodus

Apple hat die finale Fassung von iOS 9.3 für iPhone, iPad und iPod touch veröffentlicht. Die größte Neuerung ist der Nachtmodus: „Night Shift“ verringert nach Sonnenuntergang automatisch den Anteil von Blautönen im Bildschirminhalt, die das Einschlafen erschweren können. Weitere Neuheiten: Notizen lassen sich verschlüsseln, iBooks synchronisiert Bücher und PDF-Dateien via iCloud, Lehrer können Schul-iPads besser administrieren und Health zeigt mehr Aktivitätsdaten, die von der Apple Watch erfasst werden. Außerdem stopft das Update Dutzende Sicherheitslücken, darunter eine Schwachstelle in der Verschlüsselung von iMessages.

In den Genuss des Updates kommen alle Geräte mit iOS 9.2, also zum Beispiel auch das viereinhalb Jahre alte iPhone 4s. Night Shift läuft allerdings nur auf jüngeren iPhones (ab 5s), iPads (ab iPad Air oder iPad mini 2) und iPods (ab 6. Generation). Einige iPad-2-Besitzer melden, dass das Update das Tablet lahmlegte – vor dem Update-Versuch sollte man also auf jeden Fall ein Backup machen. Manche Besitzer anderer iOS-Geräte melden, dass nach dem Update die Aktivierung nicht über WLAN funktionierte, sondern nur via iTunes.

### iPhone SE und iPhone 6s

Modell	iPhone SE	iPhone 6s
Display / Größe	LCD (IPS) / 8,9 cm × 5 cm (4 Zoll)	LCD (IPS) / 10,4 cm × 5,9 cm (4,7 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	1136 × 640 (326 dpi) / 16:9	1334 × 750 (326 dpi) / 16:9
Prozessor / Kerne / Takt	Apple A9 / 2 / 1,8 GHz	
Arbeitsspeicher	2 GByte	
Flash-Speicher	16 oder 64 GByte	16, 64 oder 128 GByte
WLAN	802.11a/b/g/n/ac, 2,4 oder 5 GHz	802.11a/b/g/n/ac, 2,4 oder 5 GHz, MIMO
mobile Daten	LTE (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE Advanced (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA
Kamera-Auflösung Fotos / Video	4032 × 3024 (12,2 MPixel) / 3840 × 2160 (4K)	
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	1,2 MPixel / 1280 × 720	5 MPixel / 1280 × 720
Gewicht	113 g	143 g
Besonderheiten	Fingerabdrucksensor	Fingerabdrucksensor, 3D Touch
Preis	489 € (16 GByte) / 589 € (64 GByte)	745 € (16 GByte) / 855 € (64 GByte) / 965 € (128 GByte)

Christian Wölbert

# Kleines Stiftpad

## Apples Produktiv-Tablet iPad Pro 9,7

Die kleine Variante des iPad Pro macht mit optionalem Stift und Tastatur Windows-Tablets wie dem Microsoft Surface Konkurrenz.



**A**pple führt außer dem iPhone SE auch ein neues iPad ein: Das iPad Pro 9,7 ist die kompakte Variante des 13,3 Zoll großen iPad Pro, das Apple im vergangenen September auf den Markt gebracht hat. Wie der große Bruder hat es einen Digitizer für die Stiftbedienung und einen Anschluss für Tastaturen. Apples Stift (110 Euro) und Tastatur (169 Euro) kosten wie gehabt extra. Außerdem gibt es die Tastatur weiterhin nur mit englischem Layout.

Apples A9X-Prozessor taktet laut ersten Benchmarks minimal langsamer als im großen iPad Pro. In der Praxis dürfte eine andere Tatsache größere Auswirkungen haben: Das kleine iPad Pro hat nur 2 GByte RAM, während im großen 4 GByte stecken. Das dürfte beim Umschalten zwischen Apps und Browser-Tabs bremsen.

Außerdem arbeitet der Lightning-Anschluss des kleinen Tablets nur mit USB-2-

Geschwindigkeit, das große erreicht hingegen als einziges iOS-Gerät USB-3-Geschwindigkeit. Bei der Kamera überholte das Kleine das Große hingegen: Diese hat 12 statt 8 Megapixel und zeichnet 4K-Videos auf.

### Fest eingebaute SIM

Die LTE-Variante des iPad Pro 9,7 enthält den altbekannten Steckplatz für Nano-SIMs von beliebigen Providern. Zusätzlich gibt es, erstmals bei Apple, eine „embedded SIM“, also eine fest eingebaute SIM-Karte. Aktuell kann man dafür in Deutschland nur Prepaid-Pakete der Telekom buchen, zum Beispiel ein Datenvolumen von 1 GByte, das sich im Laufe eines Monat versüren lässt, für 15 Euro. Vermutlich nutzt Apple den eSIM-Standard der GSM Association (siehe c't 4/16, S. 160). Erstmals bei einem iPad hat Apple auch ein Blitz-

licht auf der Rückseite eingebaut, und zwar einen „True Tone Flash“, dessen Licht sich dem der Umgebung anpasst. Die Front-Kamera hat 5 Megapixel und kann das Display zum Aufhellen einsetzen.

### iPad Air 2 billiger

Erhältlich ist das neue iPad in den vier Farben Silber, Grau, Gold und Rosegold, lieferbar laut Apple ab Ende März. Die günstigste Variante mit 32 GByte Speicher kostet 689 Euro. Rechnet man Stift und Tastatur hinzu, zahlt man 970 Euro. Zum Vergleich: Microsofts Surface Pro 4 mit 12,3-Zoll-Display gibt es inklusive Tastatur ab 1100 Euro.

Das iPad Air 2 bleibt technisch unverändert im Programm, Apple verkauft es nun aber für 50 Euro weniger als zuvor: Die Preise beginnen bei 440 Euro. (cwo@ct.de)

## Apples Recycling-Roboter

Seit Jahren bekritiseln Umweltexperten, dass Apple-Produkte schwer auseinanderzunehmen und deshalb schwer zu recyceln sind. Das Problem passt schlecht zu Apples Anspruch, der umweltfreundlichste Hardware-Hersteller zu sein. Nun aber hat Apple mit Tamtam einen Roboter namens „Liam“ vorgestellt, der defekte iPhones zerlegt. Ein Video zeigt, wie Liam blitzschnell ein iPhone auseinandernimmt. Pro Jahr soll er 1,2 Millionen Stück schaffen. Zum Vergleich: Apple verkaufte 2015 über 200 Millionen iPhones.

Im Video wirkt der Roboter kaum größer als ein Schreibtisch. Tatsächlich handelt es sich aber um eine Demontage-Linie aus 29 Robotermen, berichten Reporter von Mashable, die Liam schon in Aktion sehen durften. Die Arme können bislang ausschließlich iPhone 6s dekonstruieren. Und im Moment existiert nur ein Liam-Exemplar, in den USA. Fest geplant ist ein weiteres Exemplar für Europa. Die Wahrscheinlichkeit, dass Liam bald Recyclern auf der ganzen Welt hilft, defekte iPhones schnell und sicher zu zerlegen, ist also gering.

## iPad Pro und iPad Air 2

Modell	iPad Pro 9,7	iPad Air 2
Display / Größe	LCD (IPS) / 14,8 cm × 19,7 cm (9,7 Zoll)	
Auflösung / Seitenverhältnis	2048 x 1536 Pixel (264 dpi) / 4:3	
Prozessor / Kerne / Takt	Apple A9X / 2 / 2,16 GHz	Apple A8X / 3 / 1,5 GHz
RAM	2 GByte	
Flash-Speicher	32, 128 oder 256 GByte	16 oder 64 GByte
WLAN	802.11a/b/g/n/ac, 2,4 oder 5 GHz, MIMO	
mobile Daten	optional: LTE (150 MBit/s Down), HSPA	
Abmessungen (H × B × T)	240 mm × 169,5 mm × 6,1 mm	240 mm × 170 mm × 6 mm
Gewicht	437 g (mit LTE: 444 g)	
Besonderheiten	Fingerabdrucksensor, Digitizer für Stiftbedienung, Tastatur-Anschluss	Fingerabdrucksensor
Kamera-Auflösung Fotos / Video	12 MPixel / 4K	8 MPixel / Full HD
Preise	689 € (32 GByte) / 869 € (128 GByte) / 1049 € (256 GByte) / 839 € (32 GByte + LTE) / 1019 € (64 GByte + LTE) / 1199 € (256 GByte + LTE)	439 € (16 GByte) / 539 € (64 GByte) / 559 € (16 GByte + LTE) / 659 € (64 GByte + LTE)

## Apple-Watch: Rasenmähersteuerung und EKG-Armband

Mit Automower Connect stellt Husqvarna eine App für Apples Smartwatch vor, über die sich die hauseigenen Rasenmäherroboter 320, 330X sowie 450X per WLAN und aus dem Internet steuern lassen; Automower-Mäher sind ab rund 2300 Euro erhältlich. Ähnlich der bereits veröffentlichten iPhone-App zeigt die Watch-App den Gerätestatus und sendet auf Fingerdruck die Befehle „Start“, „Stop“ und „Parken“ an den Automaten. Umgekehrt gibt die App Alarne inklusive aktueller Positionsangaben des Roboters wieder, falls er unerlaubt von seinem Platz entfernt wurde.

Die US-Firma AliveCor hat ihr EKG-Armband für die Apple Watch fertiggestellt. Das Kardia Band soll ein professionelles (medical grade) Elektrokardiogramm mittels eigener

**Steuerung vom Handgelenk aus:**  
Husqvarna hat seine Steuerungs-App für die hauseigenen Rasenmäherroboter für die Apple Watch angepasst.



**Zeichnen EKGs auf und warnen Träger bei Vorhofflimmern: das Nachrüstarmband und die Apple-Watch-Anwendung von AliveCor**

Sensoren aufnehmen und an die Apple-Watch-App übertragen. Laut Hersteller warnt die App den Träger vor einem Herzinfarkt, falls sie in den Messdaten ein Vorhofflimmern erkennt. AliveCor erwartet nun die Zulassung des Kardia Band in den USA. Die Kosten werden auf rund 200 US-Dollar geschätzt. (dz@ct.de)

## Apple aktualisiert OS X auf Version 10.11.4

Apples OS-X-Version El Capitan soll mit dem Update auf Version 10.11.4 „Stabilität, Kompatibilität und Sicherheit“ von Macs verbessern. Enthalten sind aber auch mehrere Neuerungen: Notizen lassen sich verschließen, E-Books und PDF-Dokumente mit der integrierten App iBooks über die iCloud synchronisieren und die Nachrichten-App des Macs kann die mit dem iPhone 6s eingeführten Live-Fotos empfangen und abspielen.

Außerdem stopft die Aktualisierung in rund 40 Bereichen des Betriebssystems Sicherheitslücken und beseitigt Probleme, darunter Verbindungsabbrüche mit USB-Audiogeräten und Blockaden des Safari-Browsers durch JavaScript-Dialoge. Sicherheitsverbesserungen stecken etwa in den Bereichen WLAN, QuickTime, Kernel, OpenSSL, OpenSSH, Nachrichten, Erinnerungen, Grafiktreiber, dyld-Bibliothek und auch im separaten erhältlichen Browser Safari 9.1.

Das Security Update 2016-002 richtet sich an OS X 10.9.5 (Mavericks) und OS X 10.10.5 (Yosemite). Der OS X Server 5.1 bringt neben Sicherheits-Updates die TLS-Verschlüsselung 1.2 mit und außerdem neue Funktionen für Bildungsinstitutionen beim Management von Geräten mit iOS 9.3. (dz@ct.de)

## Xcode 7.3 mit zahlreichen Debugger-Verbesserungen

Apple hat seine Entwicklungsumgebung Xcode in Version 7.3 veröffentlicht. Sie enthält unter anderem die aktuelle Version der hauseigenen Programmiersprache Swift, die ebenfalls Neuerungen enthält. Beispielsweise kann Swift nun mit Ausdrücken wie #file, #line, #column und #function sowie associatedtype umgehen.

In Xcode kann man Live Views in iOS- und OS-X-Playgrounds mit Nutzerinteraktionen versehen und Videos in Playground-Kommentare einfügen. Eine Analyseeinheit weist auf fehlende Lokalisierungsoptionen und fehlerhaften Gebrauch von Objective-C-Generics hin. Auf alternative Toolchains wie die von der Swift-Website kann man über eigene Menüpunkte zugreifen.

Besonders viele Änderungen stecken im Debugger. Beim LLDB-Einsatz lädt die Objective-C-Ausdrucksprüfung implizit alle Module, die im Quellkontext importiert wurden, um den Debugging-Vorgang zu vereinfachen. Der GPU-Frame-Debugger bietet Shader Profiling für OpenGL-ES-Anwendungen mit einem sekundären Kontext zum Laden von Ressourcen.

Die automatische Codeergänzung im Editor beschleunigt die Eingabe von Symbolen, Methoden und Namen von Eigenschaften. Zudem bietet sie Vorschläge anhand von eingegebenen Anfangsbuchstaben. Xcode 7.3 läuft auf OS X ab Version 10.11 und enthält SDKs für iOS 9.3, watchOS 2.2, OS X 10.11.4 und tvOS 9.2. (dz@ct.de)

## VoLTE-Dienst im Telekom-Mobilfunketz

Gut zwei Monate nach dem Start der IP-basierten Mobiltelefonie Voice over LTE (VoLTE) liefert die Deutsche Telekom nun auch passende Konfigurationsdaten für das iPhone aus (Netzbetreibereinstellungen). Für den Dienst muss man die kostenlose Tarifoption Voice over LTE zum Laufzeitvertrag hinzubuchen. Das geht wahlweise im Online-Kundencenter (siehe „Tarifoptionen anzeigen/ändern“, „Handy-Dienste“), über die Hotline oder die Ladengeschäfte des Mobilfunkanbieters.

VoLTE setzt iOS-seitig ein iPhone 6 oder neueres Modell voraus. Außerdem muss auf dem iPhone das neue iOS 9.3 installiert sein. Die Funktion schaltet man in „Einstellungen“, „Mobiles Netz“, „Datenoptionen“, „LTE aktivieren“, „Sprache & Daten“ ein. Falls die Option fehlt, aktualisiert man die Netzbetreibereinstellungen der Telekom („Einstellungen“, „Allgemein“, „Info“).

Mit VoLTE werden Internet-Verbindungen bei ein- oder ausgehenden Anrufen nicht unterbrochen und der Verbindungsaufbau läuft spürbar schneller ab. Ohne VoLTE müssen LTE-Geräte für Mobiltelefone auf 3G- oder 2G-Netze zurückschalten (Circuit Switched Fall-back, CSFB), was mehr Energie kostet und den Verbindungsaufbau spürbar verlängert.

Im Netz von Vodafone und Telefónica O2 lässt sich VoLTE mit dem iPhone seit Juli beziehungsweise September 2015 nutzen. (dz@ct.de)

## Mac-Notizen

Mit Apples **USB-C-Kabel für den Lightning-Port** lassen sich iOS-Geräte adapterlos mit aktuellen MacBooks synchronisieren. In 1 Meter Länge kostet das Kabel 29 Euro, für 2 Meter verlangt Apple 39 Euro.

Der Distributor Macland will die Bluetooth-Funktastatur **Wireless Aluminum Keyboard** des kanadischen Herstellers Matias ins Lieferprogramm aufnehmen. Das für Mac-Nutzer gedachte Keyboard mit Zif-

fernblock und abgesetzten Cursor-Tasten wird derzeit produziert und kostet bei Vorbestellungen an Matias 100 US-Dollar.

Der neue **Lightning-auf-USB-3-Kamera-Adapter** bringt eine übliche USB- und eine USB-C-Buchse mit und koppelt auch Mikrofone, Ethernet-Adapter, Audio- und MIDI-Schnittstellen und Kartenleser an iOS-Geräte an. Er kostet 45 Euro.



Daniel AJ Sokolov

# Showdown vertagt

**Apple vs. FBI: iPhone geknackt, Streit geht weiter**

**Kann die US-Regierung Apple zwingen, Sicherheitsvorkehrungen von iPhones zu knacken? Die Frage bleibt zunächst offen, denn die Regierung konnte das Handy eines Terroristen offenbar ohne Apples Hilfe auslesen.**

Am Ostermontag nahm Staatsanwältin Eileen M. Decker überraschend die Luft raus aus dem öffentlich ausgetragenen Rechtsstreit mit Apple. Sie bat das Gericht, die Anordnung aufzuheben, die Apple ursprünglich zwingen sollte, das iPhone eines getöteten Terroristen zu entsperren. Denn „die Regierung hat jetzt erfolgreich auf die gespeicherten Daten zugegriffen und benötigt daher Apples Unterstützung nicht länger“, heißt es in der knappen Eingabe.

Zuvor hatte das FBI schweres Geschütz gegen Apple aufgefahren: Die Firma habe Produkte nur aus Marketing-Gründen so gestaltet, dass die Regierung sie trotz eines Durchsuchungsbefehls nicht einsehen kann. Das ist nur eines der Argumente in einer mehr als 40-seitigen Replik auf Apples Wei-

gerung, die gerichtliche Anordnung zu befolgen.

Apple hatte die richterliche Aufforderung unter anderem damit zurückgewiesen, dass die Regierung nicht dargelegt habe, dass ausschließlich Apple in der Lage sei, das iPhone zu knacken. Das sei aber die Voraussetzung für einen Zwangsbefehl nach dem All Writs Act, auf den sich die Regierung in ihrer gerichtlichen Anordnung berufen hatte.

Und überhaupt verstößt die Anordnung gleich doppelt gegen die US-Verfassung: Ein Zwang zur Dienstleistung sei ein unzumutbarer Eingriff in Freiheit und Eigentum und die Auflage, die Software zu signieren, verletze die Freiheit der Meinungsäußerung. Zuvor hatte die Firma schon jegliche Werkzeuge zum Knacken der Geräte als Wegmarken zur

Datenschutzaushöhlung strikt abgelehnt. Das Gericht hatte im Namen des FBI unter anderem gefordert, eine Schnittstelle zur elektronischen Passworteingabe zu schaffen und die Funktion abzuschalten, die nach Fehleingaben den nächsten Passwortdialog hinauszögert.

Nun sind diese Forderungen in diesem einen konkreten Fall gegenstandslos geworden. Allerdings war bis Redaktionsschluss nicht bekannt, wie die US-Behörden an die im iPhone gespeicherten Daten herankamen.

Ein plausibles Konzept ist, zunächst den Speicher bitweise zu kopieren, um anschließend Passwörter durchzuprobieren. Nach je neun Versuchen würde der Speicherbereich, der die Anzahl der Fehlversuche enthält, durch Überschreiben zurückgesetzt werden. So ließe sich ein kurzes Passwort in endlicher Zeit knacken. Sollte der Fehleingabenzähler nicht separat manipuliert werden können, müssten alle Daten nach je zehn Versuchen neu eingespielt werden.

Trotzdem ist der juristische Konflikt nicht ausgestanden. Ermittler wollen Hersteller grundsätzlich zur Mitarbeit zwingen dürfen. Das FBI wird daher nach weiteren Fällen für ein Grundsatzurteil Ausschau halten – womöglich mit einem Gegner, der kein so stattliches Anwältebudget hat wie Apple.

(dz@ct.de)

# FRITZ! ist zu Hause



FRITZ!Box bringt Dich schnell ins Internet. Verbindet einfach alle Geräte. Nimmt Deine Anrufe entgegen. Zeigt Deine Lieblingsfilme, ist Deine Musiksammlung und ein Fotoalbum. Ist ein Lichtschalter. Ist auch unterwegs für Dich da. FRITZ!Box ist Dein digitales Zuhause – mit allem, was Du brauchst.



Mehr erfahren [avm.de/fritzbox7490](http://avm.de/fritzbox7490)



## Stift-Handy von LG unterstützt DAB+

LG hat neue Details zu seinem Stift-Smartphone LG Stylus 2 genannt. Das Android-Phablet mit 5,7-Zoll-IPS-Panel hat ein ungewöhnliches Feature: Es ist das erste Smartphone in Europa, das den Digital-Radio-Standard DAB+ unterstützt. Dieser verspricht eine höhere Audio-Qualität ohne Rauschen und liefert Zusatzinfos zum Programm, Wetter und Verkehr. DAB+ ist in Deutschland flächendeckend ausgebaut, alle größeren Radiosender lassen sich darüber empfangen.

Die zweite Besonderheit ist der Stift, der in einem Einschub an der Geräteseite Platz findet. Anders als bei den Stiften der Galaxy-Note-Reihe handelt es sich dabei allerdings nicht um Spezialtechnik mit Digitizer, die unterschiedliche Druckstufen erkennt und besonders präzise ist. Es ist ein gewöhnlicher Stift mit

Gummispitze, wie man ihn auch für andere Smartphones kaufen kann und der auf dem Touch-Display eine Finger-Berührung simuliert.

Die übrige Ausstattung entspricht solider Mittelklasse: Das Display zeigt nur 1280 × 720 Punkte (257 dpi), der Hauptspeicher ist 1,5 GByte groß und der Prozessor hat vier Kerne mit 1,2 GHz. Der 16 GByte große Flash-Speicher lässt sich per MicroSD-Karte erweitern, außerdem kann man den 3000-mAh-Akku austauschen. Die Hauptkamera hat 13 MPixel, die Vorderkamera 8. Installiert ist Android 6.

Zu Preisen und Lieferbarkeit sagte LG nur, dass Deutschland neben Australien, Belgien, Großbritannien, Italien, den Niederlanden und Norwegen zu den Ländern gehört, in denen es zuerst erhältlich sein wird. (jow@ct.de)



Das Phablet LG Stylus 2 hat einen Stift und empfängt Digital-Radio über DAB+.

## Mobil-Notizen

Nach WhatsApp stellt auch Mutterkonzern **Facebook** seine App für Blackberry ein. Schon Ende März wird Facebook die APIs für die Apps abschalten; dann wird die offizielle Facebook-App für Blackberrys auf eine eingeschränkte, webbasierte Facebook-Ansicht umstellen.

**Kindle-Reader** aus dem Jahr 2012 und älter können seit Kurzem nicht mehr aufs Internet zugreifen, wenn sie das aktuelle Update nicht aufgespielt haben. Das Update aktualisiert offenbar Zertifikate, die die Kommunikation mit Amazon-Servern absichern.

Die beliebte Navigations-App **Here** für Windows Phone wird nicht mehr weiterentwickelt und aus dem Store für Windows 10 Mobile genommen. Microsoft hatte Here im vergangenen Jahr an ein Konsortium deutscher Autohersteller verkauft, das offensichtlich an der Technik, nicht aber an der Windows-App interessiert ist.

## Windows 10 Mobile für ältere Smartphones

Mit Verspätung aktualisiert Microsoft seit Kurzem auch ältere Lumia-Smartphones. Im Lauf der nächsten Wochen sollen diverse Modelle mit Windows Phone 8.1 das aktuelle Windows 10 Mobile per Over-The-Air-Update erhalten, sodass man es direkt auf dem Smartphone über WLAN herunterladen kann.

Zu den aktualisierbaren Lumia-Modellen gehören Angaben Microsofts zufolge die Modelle 1520, 930, 830, 735, 730, 640, 640XL, 540, 535, 532, 435 und 430. Beim Lumia 635, 636 und 638 werden nur die Varianten mit einem GByte RAM unterstützt. Eine zweite Update-Welle soll es nicht geben, demnächst bleiben das Lumia 720, 820, 920, 925 und 1020 außen vor und bekommen kein Windows 10 Mobile mehr.

Für einen reibungslosen Verlauf der Aktualisierung bietet Microsoft eine App namens „Upgrade Advisor“ an. Das Upgrade braucht 1,4 GByte freien Speicherplatz und sollte über eine WLAN-Verbindung heruntergeladen werden. Windows 10 Mobile ist seit Ende vergangenen Jahres



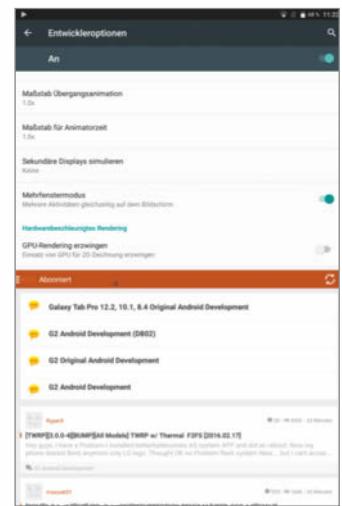
Diverse Lumia-Modelle erhalten in den kommenden Wochen das Update auf Windows 10 Mobile.

auf neueren Lumia-Telefonen erhältlich. Teilnehmer des Windows-Insider-Programms konnten das neue System aber bisher relativ einfach auch auf ältere Modelle installieren. (vbr@ct.de)

## Cyanogenmod 13 ist fertig

Mit einiger Verzögerung haben die Entwickler von CyanogenMod die finale Version 13 ihres Android-Custom-Roms veröffentlicht. CyanogenMod 13 basiert auf Android 6.0.1 Marshmallow und enthält Neuerungen wie den Stromsparmodus „Doze“ und die neuen App-Berechtigungen. Letztere integriert CyanogenMod im eigenen Berechtigungsmode, das sogar feinere Einstellungsmöglichkeiten als das Original-Android bietet. Weitere Zusatzfunktionen von CyanogenMod 13: Man kann einzelne Apps in einen geschützten Container stecken, sodass man sie nur mit einem zusätzlichen Passwort starten kann. Außerdem kann man über die Entwicklereinstellungen einen Mehrfenstermodus aktivieren, den Google eigentlich erst in der nächsten, noch nicht veröffentlichten Version Android N vorsieht.

Zu den Smartphones, auf denen CyanogenMod 13 läuft, gehören derzeit verschiedene Varianten von Samsungs Galaxy S4 und S5, Motorola Moto E, G



Cyanogenmod 13 bringt Android-6-Features wie „Doze“ mit, aber auch einen Splitscreen-Modus.

und X, LG G2, G3 und G4, HTC One A9, M8 und M9, sämtliche Google-Geräte ab dem Nexus 4 sowie einige weitere Modelle. (odi@ct.de)



- mehr als 50.000 Artikel aus Elektronik & IT
- über 1.480 Seiten
- mehr als 5.000 Neuheiten

**DELOCK**  
Den richtigen Anschluss finden!

Transparente USB-Anschlusskabel in vielen Längen und Steckerarten

USB 2.0 A-Stecker > USB 2.0 A-Buchse Verl.

DELOCK 83880	0,5 m	1,25
DELOCK 83881	1,0 m	1,50
DELOCK 83882	1,5 m	1,75
DELOCK 83883	2,0 m	1,85
DELOCK 83884	3,0 m	2,50
DELOCK 83885	5,0 m	3,70

USB 2.0 A-Stecker > USB 2.0 A-Stecker

DELOCK 83886	0,5 m	1,15
DELOCK 83887	1,0 m	1,40
DELOCK 83888	1,5 m	1,60
DELOCK 83889	2,0 m	1,85
DELOCK 83890	3,0 m	2,50
DELOCK 83891	5,0 m	3,70

USB 2.0 A-Stecker > USB 2.0 B-Stecker

DELOCK 83892	1,0 m	1,40
DELOCK 83893	1,5 m	1,75
DELOCK 83894	2,0 m	1,85
DELOCK 83895	3,0 m	2,50
DELOCK 83896	5,0 m	3,70

USB 2.0 A-Stecker > USB 2.0 micro-B Stecker

DELOCK 83897	0,5 m	1,15
DELOCK 83898	1,0 m	1,40
DELOCK 83899	1,5 m	1,60
DELOCK 83901	2,0 m	1,85
DELOCK 83902	3,0 m	2,50
DELOCK 83903	5,0 m	3,70

USB 2.0 A-Stecker > USB 2.0 mini-B Stecker

DELOCK 83904	0,5 m	1,15
DELOCK 83905	1,0 m	1,40
DELOCK 83906	1,5 m	1,75
DELOCK 83907	2,0 m	1,85
DELOCK 83908	3,0 m	2,50
DELOCK 83909	5,0 m	3,70

Jetzt abonnieren ▶



**Newsletter**  
Abonnieren und profitieren

- ✓ Neuheiten
- ✓ beste Angebote
- ✓ Preisreduzierungen

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

## Der Neue ist da!



http://rch.lt/15-1

Katalog 06|2016

gleich online  
blättern

kostenlos anfordern!

## LEITZ Icon

### smarter WLAN-Etikettendrucker

Etiketten- und Barcode-Drucker für den professionellen Einsatz

- kompatibel mit PC, Mac, iPad oder iPhone und Android-Smartphone
- Verbindung über USB-Kabel oder WLAN
- kostenlose App und Apple AirPrint-Unterstützung
- automatische Schneidefunktion
- druckt bis zu 200 Etiketten pro Minute
- inkl. 88 mm Kartusche
- 2+1 Jahre Garantie bei Registrierung



LEITZ 70010000  
statt 149,95  
**124,95**



JETZT GEWINNEN!  
100 Tage! 100 iPads!

#### 1 KAUFEN

Sie einen Leitz Icon Etikettendrucker.

#### 2 REGISTRIEREN

Sie diesen auf [www.leitz.com/icon/support](http://www.leitz.com/icon/support)

(Zeitraum vom 01.03. - 08.06.16)

#### 3 GEWINNEN

Sie täglich eines von 100 iPads mini.

Weitere Infos und Teilnahmebedingungen unter [www.leitz.com/icon](http://www.leitz.com/icon)

Hochwertiger Speicher für  
NAS-Lösungen bis acht Laufwerkschächten

**NEU!**

Jetzt mit bis zu

**8 TB**

für 359,95

- Formfaktor: 3,5"
- geeignet für Dauerbetrieb

WD20EFRX	<b>2 TB</b>	Cache 64 MB	<b>96,50</b>
WD40EFRX	<b>4 TB</b>	Cache 64 MB	<b>171,95</b>
WD60EFRX	<b>6 TB</b>	Cache 64 MB	<b>273,95</b>
WD80EFZX	<b>8 TB</b>	Cache 64 MB	<b>359,95</b>



Die intelligente Wahl für  
Überwachungsumgebungen!

**NEU!**

Jetzt mit bis zu

**8 TB**

für 359,95

- Formfaktor: 3,5"
- geeignet für Dauerbetrieb und DVR

WD20PURX	<b>2 TB</b>	Cache 64 MB	<b>82,95</b>
WD40PURX	<b>4 TB</b>	Cache 64 MB	<b>159,50</b>
WD60PURX	<b>6 TB</b>	Cache 64 MB	<b>280,90</b>
WD80PUZX	<b>8 TB</b>	Cache 64 MB	<b>359,95</b>

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

Tagespreise! Preisstand: 16.03.2016

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

@reichelt\_el

[google.com/+reichelt](http://google.com/+reichelt)Preise in € inkl. gesetzl. MwSt., zzgl. Versandkosten  
reichelt elektronik, Elektronikring 1, 26452 Sande (D)

## Startschuss für hochauflösendes Antennenfernsehen DVB-T2 HD

Ab dem 31. Mai soll in 18 Ballungsräumen das neue terrestrische Digitalfernsehen DVB-T2 HD mit diversen Sendern in Full HD (1080p50) starten: Bremen/Unterweser, Hamburg/Lübeck, Kiel, Rostock, Schwerin, Hannover/Braunschweig, Magdeburg, Berlin/Potsdam, Jena, Leipzig/Halle, Düsseldorf/Rhein/Ruhr, Köln/Bonn/Aachen, Rhein/Main, Saarbrücken, Baden-Baden, Stuttgart, Nürnberg und München/Südbayern.

Im Startpaket für DVB-T2 werden die Hauptprogramme der Öffentlich-Rechtlichen Das Erste und ZDF sowie die Privatprogramme RTL, ProSieben, Sat.1 und Vox enthalten sein. Um DVB-T2 HD empfangen zu können, benötigt man neue Receiver oder moderne Fernsehgeräte mit entsprechendem DVB-T2-Tuner. Da das neue digitale Antennenfernsehen jedoch hierzulande nicht MPEG-4 AVC (H.264) als Videostandard einsetzt, sondern dessen Nachfolger High Efficiency Video Coding (HEVC, H.265), reicht der Tuner alleine nicht aus. Daher hat die Deutsche TV-Plattform e.V. eine Liste geeigneter Empfangsgeräte veröffentlicht, die über 100 zertifizierte Fernseher und Empfangs-Boxen umfasst (siehe c't-Link unten). Bisher sind Geräte von Grundig, Humax, LG, Philips, TechniSat, Telefunken und Xoro

zertifiziert. Sie alle sollen das grüne DVB-T2-HD-Logo bekommen. Die Liste soll fortlaufend aktualisiert werden.

Wer ein Gerät besitzt, das weder das Logo trägt noch in der Liste steht, kann an drei Merkmalen erkennen, ob es für den DVB-T2-HD-Empfang vorbereitet ist. Es benötigt einen DVB-T2-Tuner, muss HEVC dekodieren können und einen CI-Plus-Schacht besitzen. Letzteres ist nötig, weil die Privatsender verschlüsselt ausgestrahlt werden. Die zur Entschlüsselung nötigen Module und Smartcards sollen rechtzeitig vor dem Startschuss vom Plattformbetreiber Media Broadcast angeboten werden.

Für den mobilen Empfang und zum Nachrüsten soll es darüber hinaus USB-Empfänger sowie HDMI-Sticks geben, bei denen die Entschlüsselungsmodule integriert sind, sodass man keine Smartcard benötigt. Sie werden über voraussichtlich übers Internet freigeschaltet.

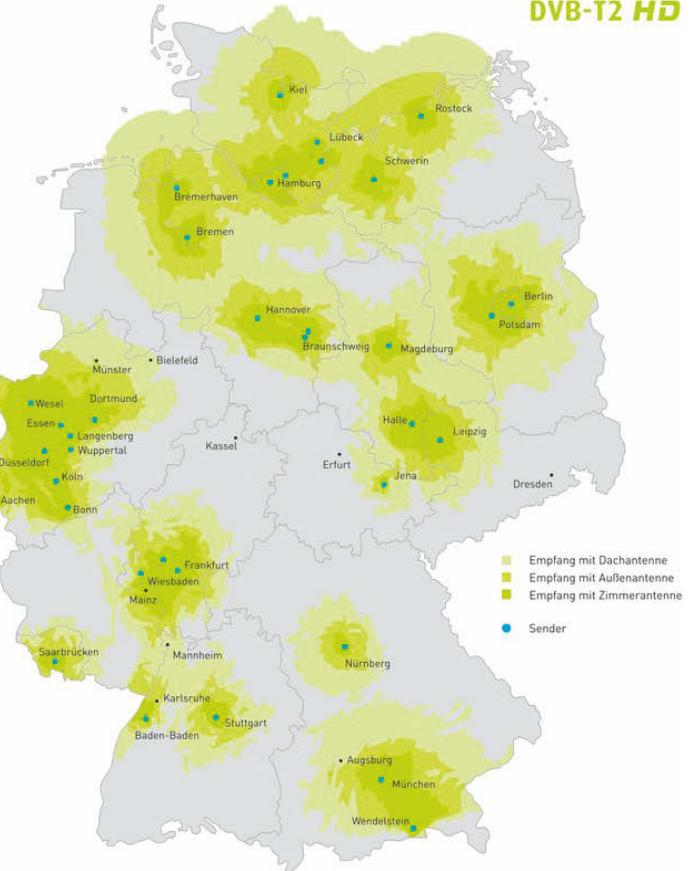
(vza@ct.de)

**c't** Geräteliste für DVB-T2 HD:  
[ct.de/yk4j](http://ct.de/yk4j)

**Ab dem 31. Mai wird man in zahlreichen Ballungsräumen das neue terrestrisch ausgestrahlte Fernsehen DVB-T2 HD empfangen können.**

## Empfangsgebiete von DVB-T2 HD

Erste Stufe ab 31. Mai 2016



Hinweis: Die Karte stellt lediglich eine schematische Darstellung der Empfangsprognosen dar (Stand: März 2016). Auf Grund örtlicher oder topografischer Gegebenheiten können die DVB-T2 HD-Signale in den gekennzeichneten Gebieten nicht oder ggf. nur mit einem höheren Antennenaufland empfangen werden.

Empfangsprognosen: MEDIA BROADCAST GmbH, 2016

## Unitymedia: Analog-TV-Abschaltung noch 2017

Am 25. und 26. April 2016 will Unitymedia, der größte Kabelnetz-Anbieter in Nordrhein-Westfalen (NRW), Hessen und Baden-Württemberg (BW) weitere Analogprogramme abschalten. Diesmal betrifft es mehrere kleinere

Sender: Sat.1 Gold (NRW, Hessen), RTL Nitro (NRW), das Bayrische Fernsehen (BW), Channel21, sonnenklarTV sowie teilweise Juwelo, Servus.tv und DMAX. Digital lassen sich die Kanäle weiterhin empfangen.

Laut Informationen des Branchenmagazins DWDL will sich Unitymedia bereits im Jahr 2017 komplett vom Analogfernsehen trennen und würde damit den Plänen des Verbandes deutscher Kabelnetzanbieter ANGA

vorausseilen, der die „Volldigitalisierung“ bis Ende 2018 anstrebt. Unitymedia, dessen Kunden schon zu 82 Prozent digital gucken, will über weitere Pläne zur Analogabschaltung am 4. April informieren. (vza@ct.de)

## Netflix nimmt Filmpiraterie aufs Korn

Seit Ende November 2015 hat der Anti-Piracy-Dienstleister Vobile Inc. laut Torrentfreak im Auftrag des Video-Flatrate-Betreibers Netflix fast 72 000 Urheberrechtsbeschwerden gemäß des Digital Millennium Copyright Act (DMCA) an Google geschickt.

Darin wurde der Suchmaschinenbetreiber aufgefordert, Links aus seinen Suchergebnissen zu

entfernen, die auf illegale Kopien von Folgen diverser Netflix-Eigenproduktionen wie „House of Cards“, „Narcos“, „Making a Murderer“, „The Ridiculous 6“ und andere verweisen.

Wie man der Copyright-Beschwerde-Datenbank Lumen entnehmen kann (siehe Link am Ende der Meldung), führten die von Netflix beanstandeten Links vorrangig zu Sharehostern wie

uploaded.net, auf Torrent-Seiten und zu dubiosen Streaming-Portalen.

Möglicherweise will Netflix im Zuge der Erweiterung seines Angebots auf 130 Länder illegale Film-Downloader zermürben und so über kurz oder lang zu zahlenden Kunden machen. Immerhin gibt es das Netflix-Angebot nun offiziell in vielen Ländern, in denen sich Film-

und Serienfans bisher illegal bedienten.

Seit einigen Wochen geht Netflix darüber hinaus gegen Proxy- und VPN-Dienste vor, mit denen legitime Netflix-Abonnierten Ländergrenzen umgehen, um etwa auf das US-Angebot zuzugreifen. (vza@ct.de)

**c't** Copyright-Beschwerden:  
[ct.de/yk4j](http://ct.de/yk4j)

## Tech-Demo vom neuen Mozilla-Browser

Mozilla-Entwickler Paul Rouget hat für Juni eine Tech-Demo eines neuen Browsers angekündigt. Servo ist eine komplette Neuentwicklung auf Basis einer neuen Browser-Engine. An der forscht Mozilla seit 2013 mit dem Ziel, eine schnelle Engine mit stark modularem Aufbau zu schaffen, die auch in Embedded-Geräten läuft. Für Sicherheit

soll die Programmiersprache Rust sorgen, die Speicherzugriffsfehler und Pufferüberläufe ausschließt. Rust und Servo entstanden parallel unter Mozillas Ägide.

Servo verwendet noch einige Komponenten von Gecko: die JavaScript-Engine und die Grafiksschnittstellen. Die neue Engine soll Gecko „keinesfalls ersetzen“, sondern „dazu beitragen, Gecko zu verbessern“, betonte eine Mozilla-Sprecherin. Servo unterstützt das Chromium-Embedded-Framework, sodass Chromium-basierte Browser wie Opera, Vivaldi oder Brave die Engine gegen Servo austauschen könnten.

Als rudimentäre Oberfläche haben die Entwickler Servo Browser.html mitgegeben, ein GUI, das mit Web-Techniken ge-

baut ist. Deshalb sprechen die Entwickler bei dem geplanten Release von „Servo+Browser.html“. Wer nicht mehr bis Juni warten will, kann Servo bereits heute ausprobieren – idealerweise auf einem 64-Bit-Linux oder Mac-Rechner. Die Quellen liegen auf GitHub.

(Herbert Braun/dbe@ct.de)

**ct** Servo bei GitHub:  
[ct.de/y3he](https://ct.de/y3he)

## Twitter bleibt bei 140 Zeichen

Twitter will nun doch an seinem 140-Zeichen-Limit festhalten. „Es ist eine gute Beschränkung für uns“, sagte Firmengründer und CEO Jack Dorsey in einem TV-Interview. Im September hatte Dorsey selbst angeregt, die erlaubte Tweet-Länge auf 10 000 Zeichen zu erhöhen. Die Reaktionen der Twitter-Nutzer fielen jedoch eher kritisch als erfreut aus.

Zu seinem zehnten Geburtstag hat der Kurznachrichtendienst weiterhin mit schwächelndem Wachstum zu kämpfen: Die Nutzerzahlen stagnieren und der Aktienkurs steckt im Keller fest. Für Deutschland nannte Twitter erstmals Nutzerzahlen: Rund 12 Millionen Menschen besuchen pro Monat die Plattform. Weltweit hat der Dienst 320 Millionen aktive Mitglieder. (dbe@ct.de)

## Internet-Notizen

Die deutschsprachige Wikipedia feiert ihren 15. Geburtstag. Fast 2 Millionen Artikel haben die ehrenamtlichen Autoren bisher geschrieben – pro Tag kommen 350 neue hinzu.

Der Medienkonzern Burda hat ein **kostenloses Online-Redaktionssystem** namens Thunder veröffentlicht. Das CMS setzt auf Drupal 8 auf und verfügt über Module, die das Veröffentlichen von interaktiven Inhalten erleichtern.

Facebook will **gefährliche Profile** automatisch erkennen und betroffene Nutzer informieren. Diese können das Konto überprüfen und sperren lassen, wenn ihre Identität genutzt wurde.

**QualityHosting**

**QualityBusiness Hosted in Germany**

**60 Tage kostenfrei\***

**Alles aus einer Hand**

**Von Deutschlands Nr. 1 für Hosted Exchange**

- E-Mail, Kontakte, Kalender
- Online-Speicher & File Sharing
- Audio- & Video-Konferenzen
- Chat, Projekt-Websites u.v.m.

= **Quality-Business**

\* Neu- und Bestandskunden-Angebot: 60 Tage kostenfrei, 60 Tage Rücktrittsrecht.

## Erster Switch für 5-GBit/s-Ethernet

Eigentlich wollte Netgear seinen neuen Switch M4200-10MG-PoE+ erst Ende März vorstellen. Zu sehen gab es das wegweisende Gerät dann doch schon auf der CeBIT-Messe Mitte März. Bemerkenswert daran ist, dass es als erster Switch überhaupt über einzelne Ethernet-Kupferkabel Geschwindigkeiten oberhalb von 1 GBit/s erreicht. Auf sechs Ethernet-Ports befördert es bis zu 2,5 GBit/s, auf zwei weiteren kommt es auf maximal 5 GBit/s.

Alle Ports versorgen daran angekoppelte Geräte mit maximal je 30 Watt Leistung, (Power-over-Ethernet, IEEE-Norm 802.3at). Es soll für 1370 Euro in den Handel kommen.



**Der Switch M4200 von Netgear liefert auf herkömmlichen Ethernet-Kabeln bis zu 5 GBit/s und kann angekoppelte Geräte auch mit Strom versorgen.**

Netgear setzt damit als einer der ersten Hersteller den IEEE-Entwurf 802.3bz um, mit dem sich auch die maximalen Datenraten von WLAN-Basen der Wave-2-Entwicklungsstufe verzugsfrei auf einem einzigen Ethernet-Kupferkabel annehmen und weiterreichen lassen. Wave-2-WLAN-Basen erreichen bis zu 1800 MBit/s; das verbreitete Gigabit-Ethernet befördert maximal 940 MBit/s.

Die neuen Datenraten von 2,5 und 5 GBit/s sind eine Zwischenlösung, die Firmen die Verwendung doppelter Kabel (Link Aggregation) oder die Umstellung der Infrastruktur auf CAT-6a für 10-Gigabit-Ethernet (10GBase-T) erspart. Der IEEE-Entwurf 802.3bz (auch Nbase-T genannt) wird in den kommenden Monaten finalisiert.

(apoi@ct.de)

## Deutschlandweites IoT-Netz

Digimondo, eine Tochter des Energielieferanten Eon, baut das nach eigenen Angaben erste deutschlandweite Netzwerk für das Internet of Things auf. Das Unternehmen setzt auf das LoRa-Funkverfahren (Low power, long Range), um Dinge wie Luftverschmutzungssensoren, Straßenlaternen oder Fahrräder über bis zu 40 Kilometer Entfernung an das Internet anzubinden. Aktuell sind Nürnberg, Hamburg und Berlin für Anwendungen außer Haus versorgt, wöchentlich kommen weitere Städte hinzu. In einer zweiten Ausbauphase soll die Abdeckung für eine In-Haus-Versorgung erweitert werden.

Auf digimondo.de führt das Unternehmen diverse Anwendungsbeispiele auf. Nahe am

Marktstart sind die Ortung von Segelbooten und die Zählerstandübermittlung per LoRa-Funk, erklärt die Firma auf Nachfrage. Die automatische Ablesung von Zählerdaten hat Digimondo in Kooperation mit Eon und einem Zählerhersteller entwickelt; das erste LoRa-Meter soll „in diesem Jahr auf den deutschen Markt kommen“. Digimondo sieht sich als Netzbetreiber; die Teilnehmergeräte vertreiben Partnerunternehmen wie Eon.

LoRa kommuniziert bi-direktional, liefert je nach Entfernung zwischen 0,3 und 52 KBit/s und nutzt das lizenzzfreie 868-MHz-Band. Entsprechend der Regulierung für dieses Band senden LoRa-Geräte mit maximal 25 Milliwatt Leistung. (dz@ct.de)



### Netz-Notizen

Die Netzwerkausrüster AVM und Lancom haben sich Mitte März anlässlich der CeBIT gegen Pläne der Mobilfunker gestellt, das 5-GHz-Band für LTE-Geräte zu verwenden. Die WLAN-Nutzung werde ohne Not beeinträchtigt, denn LTE habe genügend reservierte Bänder zur Verfügung.

AVM kündigt eine Anpassung seiner **Fritz-VPN-Software für Windows 10** an. Bisher sind Windows-10-Nutzer für VPN-Verbindungen zum Fritzbox-Router von AVM auf Anwendungen von Drittherstellern angewiesen, darunter Shrewsoft VPN.

Lancom-Geräte lassen sich künftig zentral über die **Lancom Management Cloud** administrieren.

## Drei-in-eins-Funker

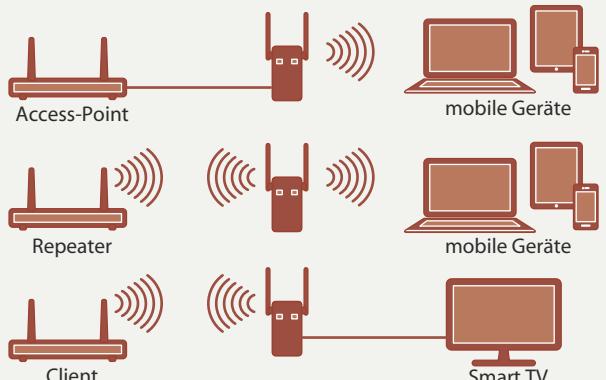
Zyxels Kombi-Gerät Armor X1 lässt sich wahlweise als Gigabit-Access-Point, WLAN-Repeater oder WLAN-Client nutzen. Als Client bringt der Armor kabelgebundene Geräte über seine vier GBit-Ethernet-Ports ins WLAN.

Das Simultan-Dualband-Modul sendet zugleich im 2,4- und im 5-GHz-Band. Im 2,4-GHz-Band liefert der Armor X1 gemäß der

IEEE-Norm 802.11n brutto bis zu 300 MBit/s, im 5-GHz-Band sind es gemäß 802.11ac bis zu 1733 MBit/s. An Bord sind zwei Antennen für den 2,4-GHz-Funk und vier für den 5-GHz-Funk; mit diesen setzt Zyxel die MU-MIMO-Technik zur gleichzeitigen Versorgung von mehreren Nutzern um. Der Armor X1 ist für 120 Euro erhältlich. (dz@ct.de)

## WLAN-Varianten

Zyxels Kombi-Gerät Armor X1 lässt sich in drei Funk-Modi betreiben.



## Großer Server, kleines NAS

QNAP hat zwei neue Geräte für unterschiedliche Anwendungsbereiche im Lieferprogramm. Der 16-Bay-Dualserver TDS-16489U richtet sich an größere Unternehmen und soll Anwendungs- und Speicher-Server vereinen. Zur Ausstattung gehören zwei E5-Prozessoren von Intel, die in 4-, 6-, oder 8-Kern-Konfigurationen erhältlich sind. Die Virtualization Station nimmt Gastsysteme wie Linux oder Windows auf. An Bord ist eine 12-GBit/s-SAS-Schnittstelle; die maximale Massenspeicherkapazität beträgt 1152 TByte.

Das handliche NASbook TBS-453A richtet sich an kleinere Firmen und Privatnutzer. Ungewöhnlich an dem Gerät mit DIN-A5-Seitenmaßen ist die Medienplayer-Funktion. Es lässt sich per HDMI mit dem Fernseher koppeln; eine Fernbedienung wird mitgeliefert. Das NASbook TBS-453A kostet je nach Konfiguration zwischen 400 und 500 Euro, der Preis des Dualservers TDS-16489U lag bei Redaktionsschluss noch nicht vor. (apoi@ct.de)



## CINIA'S NEW HIGHWAY BOOSTS FINLAND'S OPPORTUNITY TO BECOME A MAJOR HUB FOR DIGITAL EUROPE

Join the celebration as Cinia arrives in Frankfurt, connecting to Finland and beyond!

### SAVE THE DATE

Klassikstadt Frankfurt 19 May, 14:00 CET

[go.eco.de/cinia\\_launch](http://go.eco.de/cinia_launch)



## eco LocalTalks – Data Center Life Savers BUSINESS AFTER WORK – NETWORKEN MIT DEN BESTEN DER BRANCHE!



14.04.2016 **EMERGENCY** – Gut vorbereitet auf den Notfall  
18:45 Uhr, ExperTeach, Esplanade 6, 20354 Hamburg



27.04.2016 **POWER** – wirtschaftlich & effizient  
18:45 Uhr, ExperTeach, Wredestraße 11, 80335 München



19.05.2016 **NETWORKS** – Bringing the World Together  
19:00 Uhr, Klassikstadt Frankfurt, Orber Str. 4a, 60386 Frankfurt



Mit freundlicher Unterstützung von:



Jetzt kostenlos registrieren  
unter: [go.eco.de/lifesavers](http://go.eco.de/lifesavers)



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

## Acht 21:9-Monitore von LG

Das extrem breite 21:9-Monitorformat scheint gut anzukommen: Bereits Anfang des Jahres hat LG auf der CES in Las Vegas neue Modelle angekündigt und erste Geräte gezeigt. Nun legen die Koreaner nach und haben insgesamt acht Modelle vorgestellt.

Die Schirme der Serien UM58 und UM68 (jeweils in 34 und 29 Zoll) haben blickwinkelstabile IPS-Panels mit  $2650 \times 1080$  Bildpunkten. Damit erreichen sie dieselbe Pixeldichte wie gleichhohe Full-HD-Monitore mit 16:9-Format – bieten dabei aber ein deutlich breiteres Sehfeld.

Die UM58- und UM68-Monitore richten sich laut LG an ambitionierte Spieler. Sie warten mit kurzen Schaltzeiten und AMDs FreeSync-Technik auf, die durch eine dynamische Bildwiederholrate Tearing-Effekte und Bildruckeln verhindern soll. Außerdem rüstet LG die UM68-Serie mit Stereolautsprechern aus. Alle vier

Geräte sind bereits erhältlich: die Schirme der kleinen Serie ab 310 Euro, die UM68-Geräte bekommt man ab 350 Euro.

Die Modellreihe UM88 umfasst mit dem 34UM88 und dem 34UM88C zwei 34"-Monitore mit jeweils  $3440 \times 1440$  Bildpunkten. LG empfiehlt die Displays zur Audio-, Video- und Bildbearbeitung. Auch hier kommen IPS-Panels mit geringer Winkelabhängigkeit zum Einsatz. Beide Displays lassen sich neigen und ergonomisch in der Höhe verstehen. Sie stellen zwei HDMI-Schnittstellen, einen DisplayPort und eingebaute Stereolautsprecher bereit. Alternativ lässt sich der Ton an der Kopfhörerbuchse abgreifen. Als weiteres Extra steht ein USB-3.0-Port mit Schnellladefunktion zur Verfügung.

Der 34UM88 besitzt zusätzlich zwei Thunderbolt-Anschlüsse. Er ist ab sofort für 900 Euro zu haben. Wer auf Thunderbolt verzichten kann, bekommt den



Der 34UC98 hat eine gekrümmte Bildfläche mit  $3440 \times 1440$  Bildpunkten. Damit bietet er ordentlich Platz bei der Bildbearbeitung.

34UM88 mit ansonsten identischer Ausstattung ab April für 830 Euro.

Die Spitzenmodelle der Serien UC88 und UC98 besitzen gekrümmte Displays mit ebenfalls  $3440 \times 1440$  Bildpunkten. Der 34UC98 richtet sich mit FreeSync und kurzen Schaltzeiten an

Gamer; der 34UC98 soll sich dank präziser Farbwiedergabe für Designer eignen. Auch sie lassen sich neigen sowie in der Höhe verstehen und sind mit HDMI, DisplayPort und Lautsprechern ausgestattet. Sie sind ab sofort für 1000 respektive 1100 Euro erhältlich. (spo@ct.de)

## Neue OLED-Fabriken für VR

Samsung und LG wollen offenbar spezielle OLED-Produktionslinien für VR-Displays bauen. In den VR-Brillen von Oculus, HTC und Sony stecken kleine OLED-Displays. Das Problem: Die Auflösung für Virtual-Reality-Brillen muss möglichst hoch sein, damit das Bild kein Fliegengitter zeigt. Die aktuellen Brillendisplays besitzen rund 500 dpi, weshalb man die Pixelstruktur erkennt. Wünschenswert wären mindestens 1500 dpi.

Derzeit sind die Displays in den VR-Brillen herkömmliche Direct-View-Modelle, wie man sie von Smartphones kennt. Deren maximale Pixeldichte liegt aktuell bei etwa 580 dpi, wie im Samsung Galaxy S7, das ein OLED mit Pentile-Matrix besitzt. Ein Smartphone mit OLED-Displays

und RGB-Pixelstruktur statt Pentile-Matrix nutzte Samsung zuletzt im Galaxy S2 (Super AMOLED HD+). Apples Retina-Displays haben eine deutlich geringere Pixeldichte von 325 dpi (iPhone 6) beziehungsweise 400 dpi (iPhone 6+) und nutzen Flüssigkristalltechnik; das größere iPhone enthält ein 5,5"-LCD mit Full-HD-Auflösung. Spitzensreiter unter den Smartphone-Displays ist bisher Sonys 2015 vorgestelltes 4K-LCD im Xperia Z5 mit 804 dpi. Allerdings eignen sich die flinken organischen Displays mit ihrer blickwinkelunabhängigen Darstellung für VR-Brillen besser als LCDs.

Deutlich höhere Pixeldichten und noch kürzere Schaltgeschwindigkeiten erreichen erst sogenannte Mikro-Displays, wie

VR-Brillen wie die Vive von HTC dürften die Nachfrage nach organischen Displays ankurbeln.



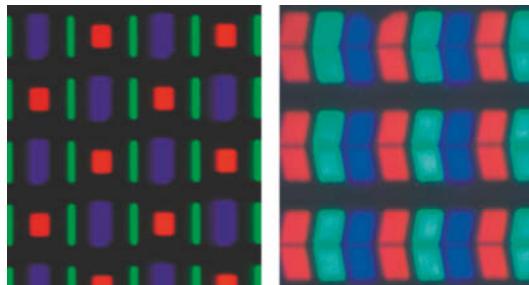
man sie in Projektoren oder elektronischen Suchern für Kameras findet. Diese geben ihr Bild nicht direkt aus, sondern durch eine ausgefeilte Linsenoptik. Mikro-Displays sind allerdings deutlich teurer, weil sie nicht auf einen Glas- oder Plastikträger aufgebracht, sondern wie Prozessoren aus Silizium-Wafern geschnitten werden.

Laut eines Berichts des Magazins BusinessKorea will LG mögli-

cherweise dennoch OLED-Mikro-Displays für VR-Brillen produzieren. Demnach plant das Unternehmen eine spezielle Fabrik für OLED-Mikro-Displays in Gumi in der Provinz Gyeongsang. Samsung konzentriert sich dagegen eher auf eine angepasste Steuerlektronik auf dem Panel, schreiben Marktbeobachter. Als Träger sollen hier weiterhin Glas oder Plastiksubstrate zum Einsatz kommen. (uk@ct.de)



In den VR-Brillen von HTC und Sony sowie der abgebildeten Oculus stecken flinke OLED-Displays.



Die Pentile-Matrix gängiger OLEDs (links) erhöht die Lichtausbeute, dabei sinkt allerdings die nutzbare Auflösung.

## Gebogener Monitor von Samsung

Samsung hält an Monitoren mit gebogener Bildfläche fest und führt eine neue Generation von Curved-Displays ein: Der C27F591FDU hat einen Biegeradius von 1800 mm, was merklich mehr ist als bei seinen Vorgängern; dort lagen die Radien zwischen 3000 und 4000 mm. Die Wölbung des 27"-Displays soll laut Samsung für ein intensives und augenfreundliches Seherlebnis sorgen, da der durchschnittliche Abstand des Auges zu den äußeren Bildschirmrändern und zur Bildmitte etwa gleich groß ist.

Der C27F591FDU soll vor allem beim Spielen und Videoanwendungen eine gute Figur machen. Dafür stattet Samsung den Schirm mit einem VA-Panel

aus, dass ein knackiges Bild mit hohem Kontrast von 3000:1 erreichen soll. Den Ton gibt er über eingebaute 5W-Stereolautsprecher aus. AV-Signale lassen sich über HDMI und DisplayPort zuspielen.

Für Spieler hat Samsung eine Overdrive-Funktion integriert, die für kurze Schaltzeiten von lediglich 4 ms (grey-to-grey) sorgen soll. Darüber hinaus unterstützt der Schirm an entsprechenden AMD-Grafikkarten die FreeSync-Technik. Sie verhindert durch eine dynamische Synchronisation von Grafikkarte und Display etwaige Bildfehler wie Ruckeln oder ein Zerreissen des Bildes (Tearing).

Der C27F591FDU deckt allerdings nur den für Ruckler relevan-



Der gekrümmte C27F591FDU von Samsung zeichnet sich durch eine geringe Winkelabhängigkeit und hohen Kontrast aus.

vanten Bereich von 30 bis 72 Hz ab. Reine Gaming-Monitore schaffen Wiederholraten bis zu 144 Hz und stellen so auch sehr

schnelle Bewegungen schärfer dar. Der C27F591FDU ist ab April für 380 Euro erhältlich.

(spo@ct.de)

## Künftige iPhones mit flexiblem OLED?

Samsung ist angeblich bei Apple als Zulieferer von flexiblen OLEDs für kommende iPhones im Rennen. Nach Einschätzung der koreanischen ETNews soll das Unternehmen Hauptlieferant werden; als Second Source kommen demnach Japan Display, Sharp/Foxconn und LG Displays in Betracht.

Dass Samsung als Hauptlieferant ins Spiel kommt, liegt nahe: Deren Display-Abteilung ist derzeit das einzige Unternehmen weltweit, das flexible (nicht biegsame!) OLEDs in Massen produzieren kann.

Solche OLEDs nutzt Samsung in den Edge-Varianten der Ga-

laxy-S7-Smartphones. Erst kürzlich hatte Samsung eine Finanzspritze von 325 Millionen US-Dollar beschlossen, um die Produktionskapazität seiner OLED-Fabrik auszubauen. Derzeit laufen dort monatlich 60 000 Substrate für 9 Millionen OLED-Displays vom Band. Dass sich Apple allerdings

von Samsung abhängig macht, scheint eher unwahrscheinlich. Solange die genannten anderen Hersteller nicht ebenfalls zuverlässig OLED-Displays in ausreichenden Mengen liefern können, wird Apple deshalb wohl weiterhin im iPhone auf LCD-Technik setzen.

(uk@ct.de)

## Dumme Displays statt Smart-TV

TV-Hersteller Vizio bringt in den USA Flachbildfernseher auf den Markt, die keine eigenen Smart-Funktionen besitzen. Stattdessen greifen sie auf einen eingebauten Chromecast-Dongle zurück, um Videos, Bilder und Spiele auf den großen Fernsehschirm zu streamen.

Außerdem soll den "Smart-Cast" genannten Vizio-TVs keine ausgewachsene Fernbedienung mehr beiliegen. Sie werden stattdessen über ein per WLAN verbundenes Mobilgerät ferngesteuert; ein 6-Zoll-Tablett mit vorinstallierter SmartCast-App will Vizio mit in den Karton legen. Eine ähnliche Strategie ohne echte Fernbedienung verfolgt auch Samsung bei einigen neuen Smart-TVs. Das Mobilgerät sendet per Google Cast nur Steuerbefehle; die Inhalte holt der eingebaute Dongle per Google Cast selbstständig aus der Cloud. Deshalb saugt er den Akku des Mobilgeräts beim Streamen nicht leer und arbeitet auch weiter, wenn das

Smartphone oder Tablet aus dem WLAN-Bereich entfernt wurde. Videos lassen sich per Chromecast allerdings höchstens in Full HD abspielen; 4K-TVs unter den Chromecast-Geräten von Vizio müssen deshalb beim Streamen niedrige Auflösung hochskalieren. Vizio spart sich auf diese Weise die Entwicklung einer eigenen Smart-Engine, was zu dem insgesamt auf Kosten optimierten Angebot des Herstellers passt.

Allerdings lässt sich jedes beliebige Smart-TV auf ein „Dumm-Display“ downgraden. Dafür muss man im Menü nur sämtliche smarten Funktionen deaktivieren – oft genügt es, die AGBs bei der Installation abzulehnen –, und einen Chromecast-Puck für 100 Euro mit dem TV verbinden.

Vizio will in den USA Fernseher ohne echte Eigenintelligenz anbieten. Der Hersteller setzt stattdessen auf Google Cast zur Cloud-Anbindung.

Interessant wären ChromeCast-TVs deshalb nur, wenn sie signifikant billiger wären als herkömmliche Smart-TVs – was die Geräte von Vizio nicht sind.

Hierzulande gibt es keine Vizio-TVs; der Hersteller ist nur in den USA vertreten. Ein Grund

sind die unterschiedlichen TV-Standards, Cloud-Dienste und Sprachen in Europa. Hier müsste Vizio seine Geräte für jedes Land separat anpassen, was viel kostet und deshalb nicht zur Produktstrategie des Billigherstellers passt.

(uk@ct.de)

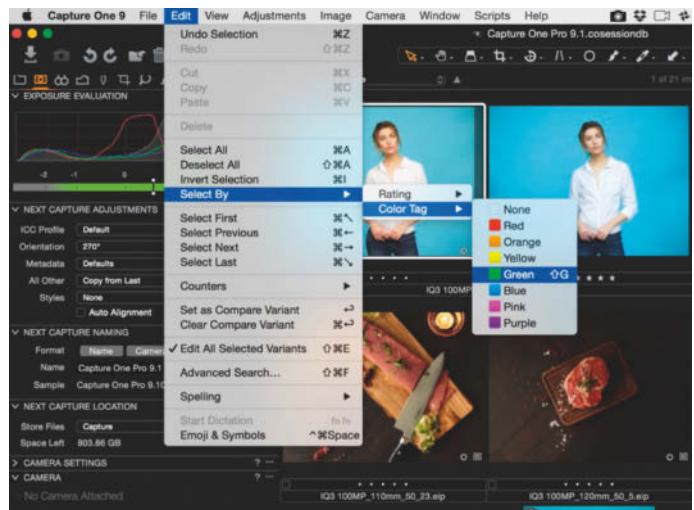


## Kostenloses Upgrade für Capture One

Phase One hat den Funktionsumfang seines Raw-Konverters Capture One 9 erweitert – sowohl für die Allgemeinheit als auch für Nutzer des hauseigenen XF-Kamerasytems. Das Update auf Version 9.1 ist kostenlos; die 30-Tage-Testphase beginnt bei der Installation wieder von vorne. Haut lässt sich jetzt noch präziser abtönen: Bislang gab es einen Regler, um einen gleichmäßigen Teint zu erzielen, jetzt kann man Schwankungen in Tonwert, Sättigung und Helligkeit getrennt ausgleichen.

Beim ferngesteuerten Fotografieren verspricht der Hersteller bessere Performance insbesondere in Verbindung mit Canon-Modellen, neue Metadaten-Optionen und Unterstützung für die neuen Serienbildfunktionen von Phase Ones XF-Kameras. Auch die Datenbank soll schneller und zuverlässiger arbeiten; alltägliche Handgriffe beschleunigt die Software mit Hilfe neuer Tastenkürzel, etwa zur schnellen Auswahl von Bildern nach Farbe

**Der Raw-Entwickler**  
**Capture One 9.1 verspricht flotteres Arbeiten dank renovierter Datenbank, neuen Tastenkürzeln und Schnellfilterfunktionen.**



oder Bewertung. Beim Export fügt Capture One auf Wunsch Stichwörter aus vorbereiteten Listen hinzu oder unterdrückt bestimmte Metadaten wie Copyright, GPS-Koordinaten,

Bewertung/Farbmarkierung, Stichwörter oder Aufnahmedaten. Capture One läuft unter Windows und OS X; der Preis für die Vollversion liegt bei 332 Euro. (atr@ct.de)

## Open-Source-Version der 2D-Animations-Software Toonz veröffentlicht

Unter dem Namen OpenToonz steht seit dem 26. März eine Open-Source-Version der professionellen 2D-Animations-Software Toonz zum kostenlosen Download bereit. Das japanische Medienunternehmen Dwango hatte zuvor die Software übernommen und sich mit dem italienischen Entwickler Digital Video

verständigt, eine freie Version zu veröffentlichen. Mit Toonz animierte unter anderem Rough Draft Studios die Serie „Futurama“ und das japanische Animations-Studio Ghibli den Spielfilm „Das wandelnde Schloss“.

OpenToonz hat viele Features spendiert bekommen, die speziell für Studio Ghibli ent-

wickelt wurden. Für Studios, die auf individuelle Anpassungen der Software angewiesen sind, gibt es mit Toonz Premium weiterhin eine kostenpflichtige Profi-Version. (mre@ct.de)

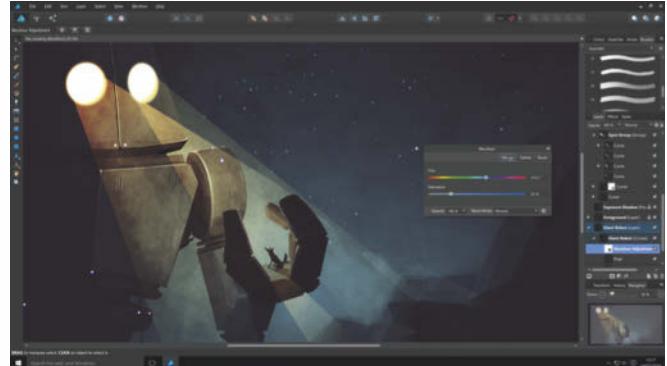
**ct** Download OpenToonz: [ct.de/y8tw](http://ct.de/y8tw)

## Adobe-Herausforderer bald auch für Windows

Vor ziemlich genau einem Jahr brachte Affinity Photo frischen Wind in die Photoshop-zentrierte Welt der Bildbearbeitung – zum Bedauern vieler Anwender nur auf dem Mac. Schneller als erwartet kann Hersteller Serif nun eine Windows-Version vorweisen. In zwei bis drei Monaten beginnt deren öffentlicher Betatest. Affinity Photo ist eine professionelle Bildbearbeitung für Fotokorrektur und Fotomontage mit einer sehr fortschrittenen Ebenen- und Maskentechnik. Hauptziel der Entwickler ist ein weitgehend nicht-destruktiver Workflow sowie durchgängige Arbeit am Vollbild, möglichst mit Echtzeitvorschau.

Trotz der Nutzung von Mac-spezifischer Technik wie Grand Central Dispatch und Core Graphics betonte Serif gegenüber c't, die eigentlichen Bildbearbeitungsalgorith-

**Affinity Photo hat das Zeug zur professionellen Bildbearbeitung: nichtdestruktives Arbeiten, intelligentes Freistellen, schnelle Vorschau.**



men selbst entwickelt zu haben – und somit auch auf Windows-Rechnern eine vergleichbare Performance liefern zu können. Für den öffentlichen Betatest kann man sich bereits

online anmelden. Er soll mit der Windows-Version der Vektorgrafik-Software Affinity Designer beginnen, die Serif auch für OS X als Erstes fertiggestellt hat. (atr@ct.de)

## Panorama-Software mit verbessertem Farbmanagement

Die neue Version 2016.0 des kostenlosen, plattformübergreifenden Stitchers Hugin umfasst Fehlerkorrekturen und einige Verbesserungen. Hugin setzt Einzelfotos zu Panoramen zusammen und nutzt hierzu die Panorama Tools von Helmut Dersch. Durch eine grafische Oberfläche lässt sich die Panorama-Software leichter bedie-

nen. Dabei markieren Kontrollpunkte, die Hugin automatisch setzen kann, identische Stellen in den Überlappungsbereichen der Bilder.

Version 2016.0 bringt verbessertes Farbmanagement mit ICC-Profilen. Einige Schaltflächen der Programmoberfläche wurden um Kontextmenüs erweitert, um häufig ver-

wendete Befehle schneller aufzurufen. Hugin 2016.0 läuft unter Windows, Linux und OS X, ist bislang aber nur im Quelltext erschienen. Kompilierte Versionen sollen in Kürze zum Download bereitstehen. (db@ct.de)

**ct** Download und Dokumentation: [ct.de/y8tw](http://ct.de/y8tw)

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

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.

+ Artikel-ARCHIV



## Rollende Transportdrohne mit Pilotenschein

Spricht man heute von Drohnen, sind in der Regel ferngesteuerte oder autonom agierende Flugobjekte gemeint. Besonders populär sind derzeit sogenannte Schwebeflattformen mit mehreren elektromotorisch angetriebenen Rotoren (Quadro-, Hexa- oder Octokopter), die senkrecht nach unten wirken, um für Auftrieb zu sorgen. Durch Neigung der Rotorebene lässt sich zusätzlich Vortrieb erzeugen.

Soll die Schwebeflattform eine Transportlast tragen, nimmt der Energiebedarf für den Auftrieb allerdings stark zu, weshalb beladene Kopter-Drohnen oft nur kurze Zeit in der Luft bleiben können. Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Materialfluss und Logistik (IML) in Dortmund haben deshalb überlegt, wie sie den Lastentransport durch Drohnen energieeffizienter gestalten können – und sind auf die Ball-Drohne gekommen.

„Das Besondere an unserer Drohne ist, dass sie hauptsächlich rollend unterwegs ist und nur dann fliegt, wenn es wirklich nötig ist“, erklärt IML-Projektleiter Philipp Wrycza. „Dadurch kommt sie mit deutlich weniger Energie aus als rein fliegende Drohnen, deren Motoren viel mehr leisten müssen.“ Aufgebaut ist die Ball-Drohne folgendermaßen: Im Inneren einer kugelförmigen Käfigstruktur mit einem Durchmesser von 55 Zentimetern sitzt ein Hexakopter mit Beladevorrichtung, der über eine kardanische Aufhängung gelagert ist.

Erzeugen die Rotoren (ähnlich wie bei einem Hovercraft-Boot) Vortrieb, kippt die frei gelagerte Masse im Inneren und die



Bild: IML

Drohne rollt in eine vorgegebene Richtung. Geflogen wird erst, wenn Hindernisse oder größere Höhenunterschiede zu überwinden sind. Dann drehen die Rotoren automatisch in die Auftriebstellung. Gedacht ist die 1500 Gramm schwere und größtenteils im 3D-Druckverfahren hergestellte Ball-Drohne vor allem für innerbetriebliche Transporte.

„Wir zielen insbesondere auf Einsatzfelder, die heute von Rohrpost-Systemen oder Boten erledigt werden“, erklärt Wrycza, der einen ersten Prototyp der rollenden Transportdrohne im März auf der Fachmesse Logimat 2016 in Stuttgart präsentierte. Zugeladen werden können derzeit Objekte mit

einem Gesamtgewicht von bis zu 700 Gramm – also zum Beispiel Dokumente, Kleinteile, die eilig ans Band müssen, oder auch Proben für ein unternehmenseigenes Labor auf dem Werksgelände.

Ein vom IML entwickeltes Leitsystem sorgt dafür, dass die Ball-Drohne autonom ihren Weg zum Ziel findet. Auch der gleichzeitige Einsatz mehrerer Drohnen, die sich dank Schwarmintelligenz selbst organisieren, soll funktionieren. Bis zur Serienreife werden nach Angaben des IML noch zwei bis drei Jahre vergehen. Derzeit sucht man Unternehmen, die sich an der Weiterentwicklung der rollenden Transportdrohne beteiligen. (pmz@ct.de)

## Elektronisches Pflaster mit Blutzuckersensor und Medikamenten-Injektor

Südkoreanische Wissenschaftler haben ein elektronisches Pflaster auf Graphen-Basis entwickelt, das nicht nur die aktuelle Glukose-Konzentration im Blut ermittelt, sondern bei Diabetes-2-Patienten mit zu hohen Glukose-Werten gleich das Antidiabetikum Metformin injiziert. Das folienartige Material wird auf die Haut aufgebracht und enthält zwei getrennte Funktionseinheiten: Auf der einen Seite sitzt eine Messeinheit mit mehreren elektrochemischen Sensoren zur Erfas-

sung von Glukose-Konzentration, pH-Wert und Feuchtigkeit.

Auf der anderen Seite befindet sich eine sogenannte Therapie-Einheit, die mit mehreren Dutzend Mikronadeln bestückt ist, in denen sich das Metformin befindet. Außerdem enthält die Therapie-Einheit ein Heizelement sowie einen Temperatursensor. Klebt man das Material auf den Unterarm, kommt es darunter zu einer vermehrten Absondierung von Schweiß, den die Messeinheit absorbiert und analysiert. Da die Glukose-Konzentration im Schweiß mit der Glukose-Konzentration im Blut korreliert, lässt sich so der aktuelle Blutzuckergehalt bestimmen.

Die Berechnung übernimmt eine Smartphone-App, die während des Messvorgangs

über Bluetooth mit einem mobilen Analysegerät kommuniziert, das an das Pflaster angekoppelt ist. Registriert die Software zu hohe Glukose-Werte, wird das Heizelement in der Therapie-Einheit aktiviert. Bei einer Temperatur von 41 Grad Celsius öffnen sich die Mikronadeln und schütten eine exakt berechnete Menge an Metformin aus. Die Signalübertragung erfolgt über die im Pflaster integrierte Graphen-Schicht, die zusätzlich mit Gold dotiert wurde, sowie ein darunterliegendes Gold-Geflecht.

Laut den Forschern vom „Center for Nanoparticle Research“ am „Institute for Basic Science“ (IBS) in Daejeon könnte die Technik eine Alternative für Millionen von Diabetikern sein, die Blutzuckerkontrollen bislang auf „schmerzvolle, lästige und teure“ Weise durchführen müssen. Ihre Ergebnisse haben die Wissenschaftler im Fachmagazin Nature Nanotechnology unter dem Titel „A graphene-based electrochemical device with thermoresponsive microneedles for diabetes monitoring and therapy“ veröffentlicht. (pmz@ct.de)

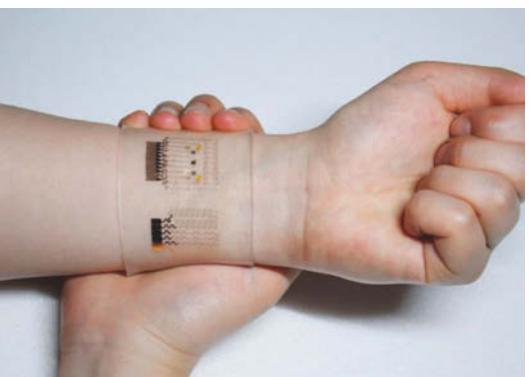


Bild: IBS

**Südkoreanische Forscher haben ein elektronisches Pflaster entwickelt, das nicht nur die aktuelle Glukose-Konzentration im Blut ermittelt, sondern bei Bedarf auch gleich ein Antidiabetikum injiziert.**

**ct** Infos zum Diabetes-Pflaster:[ct.de/yw1t](http://ct.de/yw1t)

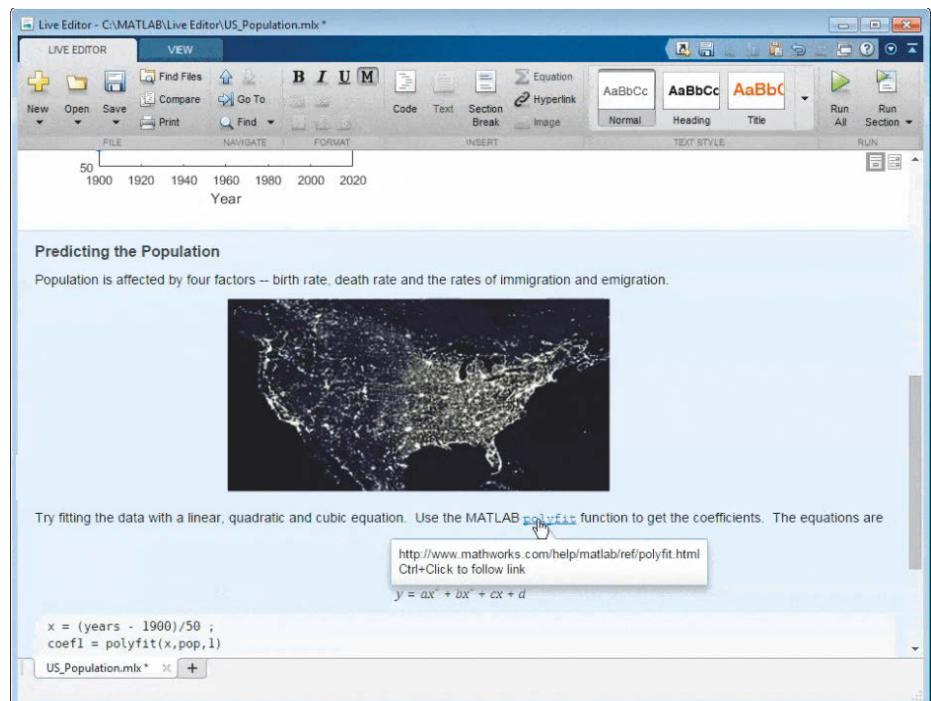
## Viel Neues bei Matlab und Simulink

Zu den Neuerungen der aktuellen Matlab-Ausgabe zählt ein Live-Editor, mit welchem man in einer einheitlichen interaktiven Umgebung nicht nur Matlab-Code erstellen und modifizieren, sondern gleichzeitig die errechneten Ergebnisse und Grafiken betrachten kann. Der Skript-Code lässt sich außerdem mit formatierten Gleichungen, Hyperlinks und Bildern ergänzen. Dadurch soll sich der Editor unmittelbar als Medium für interaktive Publikationen eignen, etwa für Vorträge oder Lehrbetrieb.

Der App-Designer für den Entwurf von Matlab-Apps erzeugt objektorientierten Code, mit dem sich jetzt gleichermaßen das Verhalten und das Erscheinungsbild der Anwendungen festlegen lassen. Trotz des erweiterten Komponentensets, das man darin verwenden kann, soll sich der Code leichter verstehen und pflegen lassen als zuvor.

Matlab-Grafiken dürfen neuerdings mehrere Y-Achsen enthalten und kennen auch Polarkoordinaten.

Beim Erweiterungspaket Simulink hat der Hersteller vor allem den Bedienkomfort verbessert. So öffnet sich jetzt beim Programmaufruf eine Startseite, mit der man neue Modelle anhand von Templates erstellen oder kürzlich formulierte Modelle bequem weiter bearbeiten kann. Die neu eingeführte Solver-Option soll ebenfalls helfen, Modelle



In Matlabs neuem Live-Editor kann man Skript-Code mit Hyperlinks und Bildern ergänzen.

schneller fertigzustellen. Funktionen zur „Design Optimization“ dienen zur statistischen Versuchsplanung mit Hilfe von Monte-Carlo-Methoden, Korrelations- und Empfindlichkeitsanalysen. Zahlreiche weitere

Neuerungen für spezielle Erweiterungen sowie eine Testversion sind über die Produkt-Webseite zugänglich. (hps@ct.de)

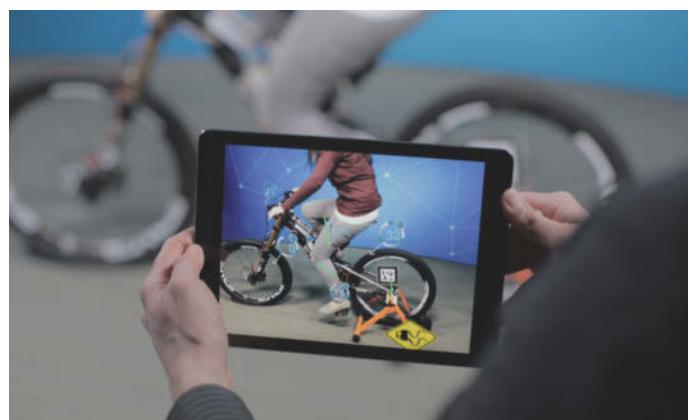
**ct** Matlab-Produkt-Webseite: [ct.de/ys6g](http://ct.de/ys6g)

## Augmented Reality für Unternehmen

Nach der Übernahme des Augmented-Reality-Spezialisten Vuforia hat das Softwarehaus PTC dessen gleichnamige Anwendungslinie ausgebaut. Das Entwicklerwerkzeug Unity unterstützt jetzt auch Windows 10. Damit erstellte 3D-Apps funktionieren plattformübergreifend auf Mobilgeräten unter Android, iOS und Windows 10. Mit Hilfe von Visual Studio kann man sie aber speziell für Windows 10 mit zusätzlichen Funktionen aus der Microsoft-Entwicklungsumgebung erweitern. Als Neuerscheinung hat PTC die Markierungshilfe VuMark vorgestellt. Sie baut auf ein individuell gestaltbares Tag, das man an Objekten

anbringen kann und das laut Herstellerauskunft nicht einmal als solches erkennbar sein muss. Scannt man das Tag etwa mit einer Smartphone-App, so startet eine weitere App mit Augmented-Reality-Funktionen. Zum Beispiel lassen sich sichtbare Bestandteile des anvisierten Objekts dadurch auf dem Display mit Erläuterungen versehen. Die Neuerungen sollen im Frühjahr regulär verfügbar werden, sind aber für Entwickler schon jetzt im Rahmen eines Early-Access-Programms zugänglich. (Ralf Steck/hps@ct.de)

**ct** Early Access zu Vuforia: [ct.de/ys6g](http://ct.de/ys6g)



Erkennt die Vuforia-Software das unauffällige VuMark am Fahrrad, kann sie dessen Abbild im Display detailliert kommentieren.

## Maschinen per OPC vernetzen

Softing hat in seiner Datafeed OPC Suite 4.1 eine Reihe von Programmen gebündelt, mit denen sich speicherprogrammierbare Maschinensteuerungen (SPS) miteinander koppeln lassen. Die Suite besteht aus Server-Programmen für SPS von Herstellern wie Siemens, Rockwell, Schneider Electric und Mitsubishi sowie einer Middleware, welche die unterschiedlichen Übertragungsprotokolle gemäß dem Automatisierungsstandard OPC (Open Platform Communications) kombiniert. Sie ermöglicht dabei den Datenaustausch zwischen Anwendungen der Standard-Varianten Classic Architecture (OPC-CA) und Unified Architecture (OPC-UA). Alle Komponenten lassen sich einzeln lizenziieren. (hps@ct.de)

## Multiphysik für Studenten

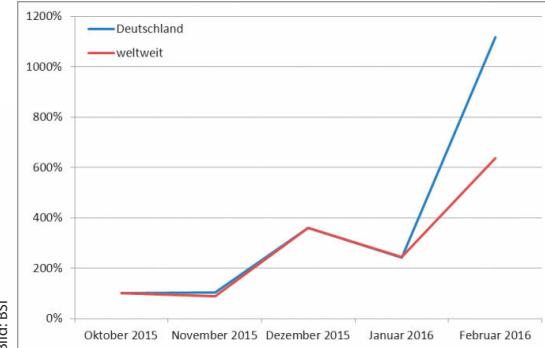
Das Programm Paket LMS Imagine.Lab Amesim Student Edition zur multiphysikalischen Systemsimulation ist an Hochschulen kostenlos einsetzbar. Der Hersteller Siemens PLM Software gibt Studenten mit dieser Ausgabe seiner Amesim-Programmfamilie die Gelegenheit, in der Sprache Modelica und mit Hilfe von Blockdiagrammen mehrere Eigenschaften eines am Computer entworfenen Systems zu simulieren und das Systemverhalten zu analysieren. (Ralf Steck/hps@ct.de)

## Ransomware lernt neue Tricks

Ende März tauchte der Erpressungs-Trojaner Petya auf, der den Master Boot Record (MBR) der Festplatte manipuliert, um den gesamten Rechner zu blockieren. Anschließend zwingt er Windows per Bluescreen zum Neustart. Danach meldet sich nicht mehr das installierte Betriebssystem, sondern der Schädling mit seiner Erpresser-Botschaft. Bei Redaktionsschluss war noch nicht klar, ob und wie der Schädling verschlüsselt. Auch TeslaCrypt hat neue Tricks gelernt: Version 4.0 hängt keine Namenszusätze mehr an verschlüsselte Dateien. Das macht es für Opfer schwerer zu verstehen, was mit ihren Dateien passiert ist. Darüber hinaus soll der Trojaner mehr Informationen (DigitalProductID, MachineGuid und SystemBios-Date) über den infizierten Computer auslesen können, um daraus den individuellen Schlüssel zu erzeugen. Dieser verbleibt außer Reichweite der Opfer auf den Command-and-Control-Servern der Kriminellen.

Aktuell ist kein Weg bekannt, die Verschlüsselung zu knacken.

Ein weiterer neuer Krypto-Trojaner namens Surprise fällt durch seinen ungewöhnlichen Verbreitungsweg auf: Betroffene berichten, dass er vermutlich über die Fernwartungs-Software TeamViewer aufs System geschleust wurde. Anscheinend missbrauchen die Täter kompromittierte TeamViewer-Accounts, um sich mit den Rechnern der Opfer zu verbinden und die Infektion anstoßen. Wie verbreitet das Problem Ransomware insbesondere in Deutschland ist, geht aus einer kürzlich veröffentlichten Dokumentation des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) hervor: Hierzulande wurden im Februar mehr als zehn Mal so viele Erpressungs-Trojaner gesichtet wie noch drei Monate zuvor im November 2015. Weltweit stieg die Verbreitung immerhin um das Sechsfache an. Als Hauptverursacher der aktuellen Trojaner-Schwemme in



**Die Verbreitung von Krypto-Trojanern hat in den vergangenen Monaten extrem stark zugenommen.**

Deutschland sieht das nationale IT-Lagezentrum den über Spam-Mails verteilten Erpressungs-Trojaner Locky. Wie man sich vor solcher Ransomware schützt und was man im Fall der Fälle noch retten kann, haben wir ausführlich in c't 7/16 beschrieben.

(des@ct.de/rei@ct.de)

**ct** BSI-Dokumentation zu Ransomware: [ct.de/y9b9](http://ct.de/y9b9)

## ProtonMail wird erwachsen

Der Ende-zu-Ende-verschlüsselnde E-Mail-Dienst ProtonMail hat den Betastatus verlassen. Jeder kann sich nun für den in der Basis-Variante kostenlosen Service anmelden und loslegen. Parallel hat ProtonMail seine Apps für Android und iOS in den Stores zum Download freigegeben. In der kostenlosen Variante „ProtonMail Free“ sind 500 MByte Speicherplatz enthalten. Allerdings darf man

nur maximal 150 Nachrichten pro Tag senden. „ProtonMail Plus“ bietet 5 GByte Platz und den Versand von 1000 Mails täglich – und kostet 5 Euro pro Monat.

Nutzer von ProtonMail greifen über das Web-Frontend oder die Apps auf ihr Postfach zu. IMAP oder POP ist im Konzept nicht vorgesehen, denn die Ver- und Entschlüsselung geschieht nach eigener Methode im Web-

oder App-Client. Im August 2015 veröffentlichte ProtonMail den Quellcode seines damals aktuellen Webclients „ProtonMail 2.0“. Das ursprünglich am CERN erdachte Proton-Mail-Prinzip war 2013 von den Forschern Jason Stockman, Andy Yen und Wei Sun in ein Unternehmen überführt worden. Nach deren Angaben nutzen zurzeit rund eine Million Kunden den Dienst. (hob@ct.de)

## Sicherheitsproblem Keyless Entry betrifft viele Pkw

Der ADAC hat überprüft, wie viele Autos sich durch einen Missbrauch des „Keyless Entry“-Systems klauen lassen und kam dabei zu einem erschreckenden Ergebnis: Alle 24 untersuchten Fahrzeuge sind anfällig – obwohl der Angriff seit Jahren bekannt ist. c't hat zu-

letzt in Ausgabe 26/15 ausführlich darüber berichtet. Keyless Entry ist eine Komfortfunktion, die inzwischen fast alle Autohersteller zumindest gegen Aufpreis anbieten. Befindet man sich mit dem Autoschlüssel in Fahrzeughöhe, entriegelt sich das Auto automatisch



Bild: ADAC/Thieme; Montage: Pitschi

Mit Selbstbau-Hardware für wenige Hundert Euro gelang es dem ADAC, über Funk 24 Pkw-Modelle aufzuschließen und zu starten.

und lässt sich per Knopfdruck starten, ohne dass ein Schlüssel im Zündschloss steckt.

Angreifer können die Funkstrecke allerdings beliebig verlängern und so das Auto starten, während dessen Besitzer zum Beispiel einige Hundert Meter entfernt im Cafe sitzt. Die erforderliche Hardware hat sich der ADAC für wenige Hundert Euro selbst gebaut. Dieser sogenannte Relais-Angriff ist kein theoretischer, sondern wird laut ADAC-Informationen von Autoknackern bereits so praktiziert. Betroffen sind Fahrzeuge zahlreicher namhafter Hersteller wie Audi, BMW, Ford, Renault, Opel und VW. (rei@ct.de)

**ct** Liste geprüfter Pkw: [ct.de/y9b9](http://ct.de/y9b9)

## Sicherheits-Notizen

In der **Symantec Endpoint Protection (SEP)** klaffen zwei Lücken, durch die sich Angreifer Admin-Rechte verschaffen können. Abhilfe schafft Version 12.1-RU6-MP4.

In **Windows** und im **Samba-Server** klafft eine Lücke namens Badlock, welche die

Authentifizierung betreffen soll. Patches will ihr Entdecker am 12. April bereitstellen – diese sollte man dann so schnell wie möglich einspielen.

Google hat außer der Reihe eine Schwachstelle im Linux-Kernel von **Android** ge-

schlossen, durch die man sich Root-Rechte verschaffen kann. Betroffen sind die Kernel-Versionen 3.4, 3.10 und 3.14. Patches sollen über die Gerätehersteller verteilt werden – was erfahrungsgemäß dauern kann. Die Nexus-Geräte werden in der Regel am schnellsten versorgt.

# Frühlingsspecial

Jetzt unsere dedicated Server 50% günstiger mieten

## PRO SERVER

Intel i7-4790k CPU  
4 x 4,0 GHz  
32 GB DDR3 RAM  
2 x 1 TB HDD oder  
2 x 120 GB SSD  
1.000 MBit Flat

**24,99 €**  
im ersten Monat

## POWER SERVER

Intel XEON D-1540 CPU  
8 x 2,6 GHz  
64 GB DDR4 RAM **NEU**  
2 x 1 TB HDD oder  
2 x 120 GB SSD  
1.000 MBit Flat

**34,99 €**  
im ersten Monat

## ULTIMATE SERVER

Intel i7-5820k CPU  
6 x 3,3 GHz  
128 GB DDR4 RAM **NEU**  
2 x 2 TB HDD oder  
2 x 240 GB SSD  
1.000 MBit Flat

**44,99 €**  
im ersten Monat

GUTSCHEINCODE: JETZT EINEN MONAT KOSTENLOS TESTEN

**webtropia-CT-Frühling**



## Gnome 3.20 bringt Foto-Bearbeitung

Die neueste Version der vornehmlich für Linux entwickelten Desktop-Umgebung Gnome bringt eine deutlich verbesserte Version der App „Photo“ mit, die jetzt eine rudimentäre Bildbearbeitung ermöglicht. Die Originaldatei bleibt allerdings unmodifiziert, wenn Sie Bilder zuschneiden, Filter anwenden oder Farbe, Kontrast und Helligkeit anpassen. Ein bearbeitetes Bild müssen Sie daher exportieren, um es anderswo weiterverwenden zu können.

Die Gnome-Entwickler haben die Bildkomposition mit dem designierten X11-Nachfolger Wayland verbessert und einige Features nachgerüstet, die Gnome beim Betrieb unter einem X-Server bietet; darunter etwa die Möglichkeit, einen markierten Text durch Klick der mittleren Maustaste einzufügen. Durch solche Verbesserungen soll der

Wayland-Betrieb für viele Anwender jetzt gut genug sein, um ihn im Alltag einzusetzen. Eine Handvoll Funktionen fehlt allerdings noch wie vor; darunter Remote-Desktop-Fähigkeiten und Unterstützung für Wacom-Zeichentablets.

Die Xdg-App-Infrastruktur zum Einrichten von Linux-Anwendungen unter ganz unterschiedlichen Distributionen ist mit der neuen Version weiter geöffnet. Das App-Center ähnliche Software-Verwaltungsprogramm Gnome-Software zeigt jetzt Nutzerrezensionen an und unterstützt Upgrades auf neue Distributionsversionen.

Die Karten-App der neuen Gnome-Version kann nun direkt OpenStreetMap-Einträge anlegen und bearbeiten. Die Kalender-App bietet eine neue Funktion zum Schnelleinragen von Terminen und eine optimierte



Mit Gnome 3.20 wird die Wayland-Unterstützung alltagstauglich.

Jahresübersicht. Media-Player lassen sich jetzt über den Nachrichtenbereich der Bedienoberfläche steuern. Die Entwickler haben ferner das Aussehen der Standard-Schrift Cantarell optimiert und eine neue Such-Funktion im Dateimanager Nautilus eingebaut, über die man Suchzeitraum und den Typ der ge-

suchten Datei eingrenzen kann. Gnome-Apps zeigen durch die Tastenkombinationen CTRL+F1 jetzt die von ihnen beherrschten Tastenkürzel an; das ist eine Funktion des von Gnome verwendeten GUI-Toolkits GTK+ 3.20, das auch Anwendungen außerhalb des Gnome-Projekts verwenden. (thl@ct.de)

## Mir-, Vulkan- und Wayland-Support für Nvidias Linux-Treiber

Nvidia hat eine Beta-Version einer aktualisierten Familie von Linux-Treibern veröffentlicht, die einen ganzen Schwung neuer Funktionen nachrüstet. Darunter die Möglichkeit, Bedienoberflächen mit Hilfe des designierten X11-Nachfolgers Wayland auszugeben. Bislang gelang das nur mit Open-Source-Grafiktreibern; womöglich bleibt das trotz Nvidias Engagement aber bis auf Weiteres so, denn Nvidia nutzt einen eigenen Ansatz. Bedienoberflächen wie die Gnome-

Shell, KDE Plasma oder Weston, die Wayland bereits zum Zusammenbau und zur Ausgabe des Gesamtbilds verwenden können, müssen daher angepasst werden. Bei einigen Entwicklern stieß das auf Ablehnung, daher bleibt abzuwarten, ob zukünftige Linux-Distributionen Nvidias Ansatz von Haus aus beherrschen.

Die Beta, die die Versionsnummer 364.12 trägt, unterstützt auch Mir. Diesen Wayland-Konkurrenten benutzt die Version 8 des bei Ubuntu verwen-

deten Desktops Unity. Bei Ubuntu Phone ist diese Version bereits im Einsatz.

Mit der Beta ist auch der Support für die im Februar veröffentlichte Programmierschnittstelle Vulkan in der Hauptentwicklungsreihe des Treibers angekommen. Nvidia bot bislang nur einen speziellen, aus der normalen Entwicklung ausgekoppelten Beta-Treiber für Vulkan an, das mit Direct3D 12 konkurriert.

Nvidias Treiber-Installer richtet jetzt standardmäßig die

OpenGL Vendor-Neutral Dispatch library (libglvnd) ein – eine von Nvidia selbst entwickelte Open-Source-Bibliothek, über die Anwendungen in Zukunft zum passenden OpenGL-Treiber finden sollen. Das ist unter anderem für Optimus-Notebooks wichtig, damit Anwendungen auf diesen Notebooks mit Grafikprozessoren von Intel und Nvidia die LibGL nutzen, die zum gerade verwendeten Grafikprozessor passt. (thl@ct.de)

## KDE Plasma 5.6 verbessert Fensterleiste

Die neueste Ausgabe der Bedienoberfläche des KDE-Projekts enthält eine verbesserte Task-

Leiste, über die der KDE-Dateimanager den Fortschritt von Kopieraktionen grafisch anzeigen

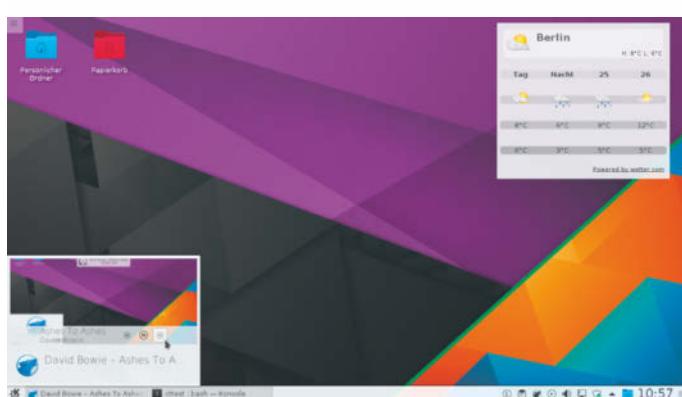
kann. Bei Audio- und Video-Playern kann die Fensterleiste jetzt einen Mini-Dialog einblenden, in dem es Cover-Bilder darstellt und Schaltflächen zum Vor- und Zurückspringen und Pausieren anzeigt; Anwender können Programme so direkt über die Taskleiste steuern.

Laut den Entwicklern gab es zudem „signifikante Fortschritte“ bei der Unterstützung für den

Die Task-Leiste der neuen KDE-Oberfläche zeigt Bereiche an, um Audio- und Video-Player steuern zu können.

designierten X11-Nachfolger Wayland. Dadurch lässt sich nun die von manchen Anwendern geliebte Desktop-Betriebsart „Focus follows mouse“ konfigurieren. Der Betrieb als Wayland Compositor gilt aber nach wie vor als unfertig und nicht bereit für den Alltagseinsatz.

Das Farbschema des Standard-Themes Breeze lässt sich nun leicht an individuelle Wünsche anpassen; bislang hatte man nur die Wahl zwischen einer hellen oder dunklen Darstellung. Das neue Plasma bringt ein Wetter-Miniprogramm mit, das einem Widget aus KDE4-Zeiten ähnelt. (thl@ct.de)



## AMD: Catalyst ade, Nachfolger mit Vulkan

Beim am 21. April erwarteten Ubuntu 16.04 wird sich die proprietäre Grafiktreiberfamilie „Catalyst“ nicht einrichten lassen, denn AMD macht die Treiber nicht zu neuen Distributionen kompatibel. Stattdessen legt das Unternehmen offenbar einen Fokus auf die Entwicklung einer komplett neuen Treiber-Generation namens „AMD GPU-Pro“. Eine erste Vorabversion dieser aus quelloffenen und proprietären Treibern bestehenden Grafiktreiberfamilie ist jetzt erhältlich.

Mit der neuen Treiber-Generation schwenkt AMD auf einen grundlegend neuen, im Herbst 2014 in Aussicht gestellten Ansatz um: Die Basis bildet ein quelloffener Treiber im Kernel, auf den quelloffene Video-Beschleunigungstreiber und proprietäre Treiber zur 3D-Beschleunigung über die Programmierschnittstellen OpenGL und Vulkan aufsetzen. Der Vulkan-Treiber ist ein Highlight der Treiberfamilie, denn mit ihm lässt sich der von den OpenGL-Machern entwickelte Direct3D-12-Konkurrent nun auch mit AMD-Hardware ausprobieren.

Bei dem quelloffenen Kernel-Treiber handelt es sich um eine erweiterte Variante des Kernel-Treibers „amdgpu“, den der Linux-Kernel seit Version 4.3 mitbringt. Die proprietären Treiber der Treiberfamilie erfordern aber die erweiterte Variante – arbeiten also nicht mit dem Treiber zusammen, der in aktuellen Kernel-Versionen steckt.

Die Beta von AMD GPU-Pro ist speziell auf Ubuntu 14.04.4 abgestimmt, daher funktioniert der Treiber-Installer bei anderen Distributionen nicht. Die Treiberfamilie spricht außerdem nur Grafikchips der GCN-1.2-Generation an; das sind etwa der Notebooks-Chip R9 M395X oder die Chips, die auf den Radeon-R9-Grafikkarten 285, 380, 380X, Nano, Fury und Fury X sitzen.

Die neue Treiberfamilie hat zudem noch eine Reihe bekannter Probleme. Erste im Internet publizierte Messungen sprechen dafür, dass der in AMD GPU-Pro enthaltene OpenGL-Treiber den Grafikchips etwas mehr 3D-Leistung entlockt als der quelloffene OpenGL-Treiber „radeonsi“, den Linux-Distributionen standardmäßig für Radeon-Chips der letzten Jahre nutzen. Beim Verkünden seines neuen Treiberansatzes

hat AMD schon durchscheinen lassen, die Weiterentwicklung der proprietären Treiberfamilie Catalyst aufzugeben zu wollen. Offenbar wirft das seine Schatten bereits voraus: AMD hat Catalyst bislang nicht angepasst, damit er mit den X-Servern der 1.18er-Reihe zusammenarbeitet, die das X.org-Projekt seit Anfang November verteilt. Da einige Distributionen

solche X-Server nutzen, ließ sich Catalyst dort schon seit Monaten nicht einsetzen.

Ubuntu-Anwender werden bei Version 16.04 LTS mit der Inkompatibilität konfrontiert. Ubuntu stellt Systeme, die bislang die Catalyst-Treiberfamilie eingesetzt haben, beim 16.04-Upgrade auf die quelloffenen Treiberfamilien um. Bei den bereits erwähnten

Grafikkarten ist das „amdgpu“, bei allen anderen „radeon“. Auch diese beiden entwickelt AMD selbst. Sie unterstützen die Video-Beschleunigung schon länger besser als Catalyst. Letzterer entlockt aber gerade neuere Grafikchips etwas mehr 3D-Performance und implementiert nicht nur OpenGL 4.1, sondern auch OpenGL 4.5. (thl@ct.de)

**QualityOffice**  
Word, Excel & Co  
auf allen Endgeräten

Jetzt  
**30 Tage**  
kostenfrei testen!\*

**Exklusiv bei QualityHosting**

**1 TB** + **10 GB** + **Support**

1 TB Online-Speicher      10 GB E-Mail-Postfach      Quality Support

**Quality Office für nur € 7,99 mtl.\***

Die bewährten Office-Programme für bis zu 5 Endgeräte, sei es PC, Mac, Tablet oder iPad und die Mobile Apps für alle Smartphones plus 10 GB Premium-E-Mail-Postfach\* plus 1 TB Online-Speicher. Exklusiv bei QualityHosting.

\*Alle Preise zzgl. MwSt. Die ersten 30 Tage kostenfrei, inklusive Rücktrittsrecht. Das 10 GB-Postfach ist für 365 Tage kostenfrei enthalten. Eine weiterführende Nutzung des Postfachs ist für mtl. € 3,89 aktiv zu beauftragen.

# Blog 'n' Roll.

Durchstarten mit Expertenwissen.

The cover of the eMagazine 'Bloggen' from c't Wissen features a blue and white design. At the top left is the 'c't' logo with 'Wissen' underneath. The title 'Bloggen' is prominently displayed in large red letters. Below it, the subtitle 'Praxis, Marketing, Sicherheit' is written in smaller black text. The main content area is divided into several sections with headings and small images: 'Besser bloggen' (Schöner schreiben, Networking, SEO für Google, Facebook-Marketing), 'Abmahnungen vermeiden' (Impressumspflicht, Datenschutz, Sponsoring), 'Foto-Blogging' (Farbprofile, Galerien, Koken), 'Einfach loslegen' (Tumblr, Medium, WordPress), and 'WordPress ausreizen' (Einstellungen optimieren, Themes entwickeln, Plug-ins, Hosting, Spam abwehren). There is also a small image of a smartphone displaying a blog post.

shop.heise.de/ct-wissen-bloggen

service@shop.heise.de

Auch als eMagazin erhältlich unter:  
shop.heise.de/ct-wissen-bloggen-pdf

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

Jetzt für  
9,90 €  
bestellen.



heise shop

shop.heise.de/ct-wissen-bloggen

## Kurztest | Bluetooth-Multimeter



## Messwert-Funker

Universal-Messgeräte übertragen Messwerte meist drahtgebunden per USB oder sogar noch RS-232 zum PC. Deutlich zeitgemäßer ist die Übertragung per Bluetooth wie beim Owon B35T. Dabei ist das Gerät noch ausgesprochen preiswert.

Rein äußerlich unterscheidet sich das Universal-Messgerät B35T des Herstellers Owon aus Hongkong kaum von den üblichen Multimetern, wie sie der Elektronik-Fachhandel dutzendweise in billigen Fernost-Versionen anbietet. Sucht man nach Geräten mit Datenschnittstelle, wird es schon enger – und teurer. Das ist beim hier vorgestellten Modell anders: Mit einem Preis von 50 Euro gehört es zu den günstigeren Modellen auf diesem Markt. Zum Auslesen der Daten bietet der Hersteller über seine Webseite kostenlose Apps für Android und iOS an. Darüber kann man bis zu zwei B35T koppeln und beispielsweise die Leistung eines Elektrizitätsverbrauchers recht genau messen, indem man Strom und Spannung mit zwei Geräten gleichzeitig erfasst.

Da die App-Installation nicht über die Stores der beiden Plattformen erfolgt, muss man auf iOS-Geräten anschließend noch über Einstellungen/Allgemein/Profil (oder Geräteverwaltung) den Entwickler als vertrauenswürdig bestätigen, damit das System die App ausführt. Sie ist in der iOS-Version allerdings nur für iPhone-Bildschirme geeignet. Auf einem iPad-Mini fehlte aufgrund des anderen Seitenverhältnisses der rechte Rand. Einige Menü-Punkte bleiben so für den User unerreichbar, darunter jener fürs Koppel eines zweiten B35T.

Die Messwerte werden dreimal pro Sekunde aktualisiert und auf Wunsch fortlaufend in eine kommagetrennte Tabellen-Datei (.csv) geschrieben, die sich aus der App per E-Mail, Cloud, MMS und so weiter an einen PC übertragen lässt. Die Herstellerangaben zur Messgenauigkeit – je nach Messbereich zwischen 1 und 3 Prozent – haben sich bei Stichproben im c't-Labor bestätigt und genügen für die meisten Anwendungen völlig. Zu bemängeln ist hier allenfalls der mit maximal 250 Volt recht geringe Spannungsmessbereich, der Messungen zwischen Außenleitern im Drehstromnetz verbietet. Und dass eine Messwertübertragung direkt an einen PC nicht möglich ist, sondern immer den (Um)Weg über ein Mobilgerät erfordert. Die Möglichkeit, Messwerte auf Entfernen von etwa zehn Metern per Smartphone abzulesen und zu erfassen, macht das B35T aber trotzdem zu einem ausgesprochen interessanten Angebot.

(tig@ct.de)

## B35T

### Digital-Multimeter

Hersteller	Owon, www.ownon.com.hk
Anbieter	Pollin, www.pollin.de
Messbereiche	bis 250 V, bis 20 A, bis 60 MΩ, bis 4000 µF, -50 ... 400 °C, bis 10 MHz
sonstige Funktionen	Dioden test, Verstärkungsmessung Transistoren (hFE), akustische Durchgangsprüfung < 30 Ohm
Betriebsspannung	3 V (2 × 1,5 V Mignon-Batterie, AA)
Display	beleuchtetes LCD, 3,5-stellig, 61-stellige Balkenanzeige,
Abtastrate	Display 3/s, Balkenanzeige 30/s
Lieferumfang Zubehör	2 Messleitungen, 2 Messadapter Krokodilklemme, Messadapter für Transistoren, Temperaturfühler, Tasche
Schnittstelle	Bluetooth 4.0 LE
Systemanf.	Android ab 4.3, iOS ab 7.0
Preis	50 €



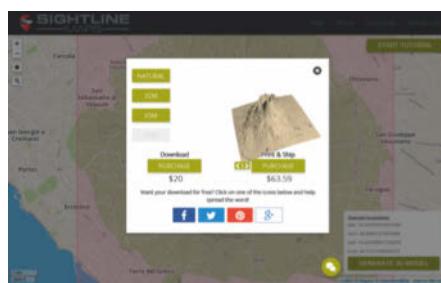
## 4K-Beschleuniger

Die 3D-Performance der Radeon R9 Fury Nitro reicht aus, um aktuelle Spiele in sehr hohen Auflösungen ruckelfrei darzustellen.

Damit Spiele auf 4K-Displays in hoher Bildqualität ruckelfrei laufen, braucht man eine verdammt schnelle Grafikkarte – etwa die Radeon R9 Fury Nitro von Sapphire. Im Vergleich zu herkömmlichen Versionen läuft ihr Grafikchip mit 1050 statt 1000 MHz. Seine Hitzeentwicklung hält ein riesiges Kühlsystem mit Heatpipes und drei 9-cm-Lüftern in Schach. Es erstreckt sich weit über die Platinen hinaus, weshalb die Grafikkarte eine Gesamtlänge von 31 cm hat. Wer die 550 Euro teure Radeon kaufen möchte, sollte vorher ausmessen, ob das Gehäuse genug Platz bietet und das Netzteil über zwei achtpolige PCIe-Stromstecker verfügt.

Sind alle Hürden gemeistert, können sich Spieler an der extrem hohen 3D-Performance der Grafikkarte erfreuen. Spiele wie Assassin's Creed Unity oder GTA V laufen in 4K ruckelfrei in hoher Detailstufe. Mit 2560 × 1440 Pixeln rennt Alien Isolation sogar mit mehr als 100 fps und lässt sich auf 120-Hz-Displays sehr präzise steuern. Im Spielerechner sollte übrigens ein ordentlicher Luftzug herrschen, denn die R9 Fury Nitro schluckt fast 270 Watt und sorgt für Hitze. Die drei Lüfter sind beim Spielen deutlich hörbar (1,8 Sone), sie werden unter synthetischer Dauerlast bis zu 3,5 Sone laut. Läuft kein Spiel, dann schaltet die Karte ihre Lüfter ab. Die Leistungsaufnahme liegt zwischen 10 Watt (ein Display) und 16 Watt (fünf Displays). Wer die Grafikkarte an einen Fernseher anschließen möchte, kann dies über das beigelegte HDMI-Kabel tun. 4K-Fernseher zeigen nur 30 Hz, da AMD-Grafikkarten bisher nur HDMI 1.4a statt HDMI 2.0 beherrschen.

(mfi@ct.de)



## Feuerspucker aus dem 3D-Drucker

Slightline Maps wandelt topographisches Kartenmaterial in 3D-druckbare STL-Dateien um. Das ist vor allem für Geowissenschaftler, Künstler und Lehrer interessant.

Die Bedienung der Browser-Anwendung ist einfach: Auf der zweidimensionalen OpenStreetMap scrollt man in die gewünschte Erdregion, etwa nach Italien zum Vesuv. Alternativ findet die Anwendung Ziele zuverlässig per Texteingabe: Selbst künstliche Aufschüttungen wie der Schnedebruch bei Sehnde lassen sich so aufspüren. Hat man den Druckbereich mit dem Zoomwerkzeug optimal ausgerichtet, berechnet die Anwendung nach einem Klick auf „Generate 3D Model“ ein plastisches Modell. Hierbei werden nur geologische Strukturen erfasst, keine Straßen oder Gebäude.

Um das Vesuv-Modell zu modellieren, benötigte Slightline Maps im Test rund 15 Sekunden. Island brauchte eine knappe halbe Minute, auch wenn das erst im zweiten Anlauf klappte und die Modell-Vorschau stark ruckelte. Füttert man Slightline Maps mit großen Flächen und ausgeprägter Topographie, geht der Anwendung schon mal die Puste aus und die Modellberechnung bricht ab. Kleinere Terrains berechnete sie während unseres Tests hingegen flink und zuverlässig.

Per Mausklick lassen sich fertige Modelle als STL-Dateien herunterladen und in Eigenregie 3D-drucken. Der Download kostet 20 US-Dollar – teilt man das Ergebnis in den sozialen Medien, gibt es die Datei umsonst. Optional sendet Slightline Maps das Modell an einen externen Dienstleister, der Druck und Versand gegen Aufpreis übernimmt. Das Angebot existiert aber bisher nur für US-Anwender; der Hersteller arbeitet nach eigenen Angaben an einem weltweiten Vertriebsnetz.

(mre@ct.de)

**"Nur 1 lässt  
keine Viren  
durch."**

ComputerBild 4/16

The image shows the retail box for ESET Smart Security 2016 Edition. The box is orange with the ESET logo and the text "SMART SECURITY". It lists features like "Internet Security", "Schutz vor gefälschten E-Mails & Webseiten", "Antispam", "Antivirus", "Kindersicherung", and "Personal Firewall". To the right of the box is a white humanoid figure wearing a headband with glowing blue lines. Below the box is a circular award seal for "Computer Bild Test-Sieger" from February 2016, with a note of "GUT (1,96)".

- ✓ Klassischer Malewareschutz
- ✓ Sicherheit vor Datendiebstahl
- ✓ Software belastet das System nicht

**NEU** Sichereres Online-Banking und Bezahlen

**SERVICE** Kostenloser deutschsprachiger Support

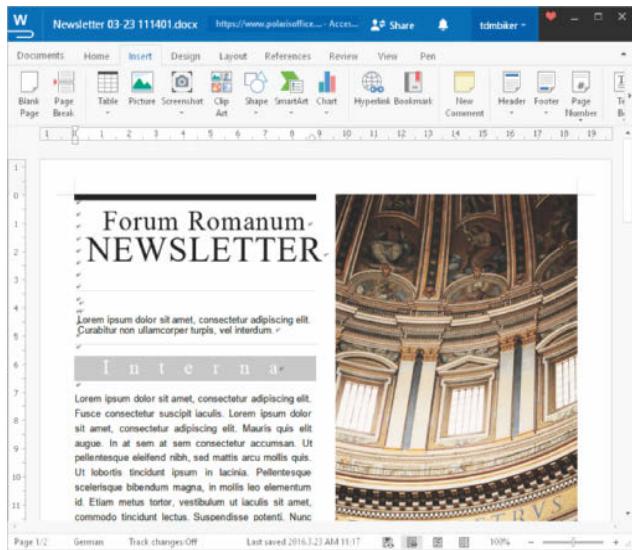
Überall Online, im Elektro-  
nikmarkt und bei über 3.500  
Fachhändlern erhältlich!

### Radeon R9 Fury Nitro

High-End-Grafikkarte	
Hersteller	Sapphire, sapphiretech.com
Anschlüsse	3 DP, DL-DVI, HDMI 1.4a
Stromanschlüsse	2 × 8-pin
Shaderkerne / TMUs / ROPs	3584 / 224 / 64
Speicher	4 GB HBM
Preis	550 €

### Slightline Maps

3D-Kartenmodellierung	
Entwickler	Slightline Maps, www.slightlinemaps.com
Systemanf.	Webbrowser mit JavaScript, Chrome empfohlen
Preis	20 US-\$ pro STL-Datei



## MS-Office-Kopie mit Macken

**Das auf Smartphones verbreitete Polaris Office gibt es jetzt auch für Windows, wo es sich als Alternative zu MS Office empfehlen will.**

Polaris Office stammt vom gleichnamigen südkoreanischen Hersteller. Es war bislang nur als App für iOS und Android erhältlich. Mit der Windows-Version will der Hersteller auch auf PCs Marktanteile gewinnen. Um dies zu erreichen, verspricht er eine hohe Kompatibilität zu Microsoft Office. Außerdem will er den Umstieg durch ein ungewöhnliches Lizenzmodell attraktiv machen: Preise richten sich nach der Datennenge, die man in einem Monat bearbeitet.

Mit der kostenlosen Variante können Anwender Dokumente bis zu einem Umfang von insgesamt 60 MByte editieren. Die jährlich 40 US-Dollar teure Smart-Lizenz erhöht den monatlichen Datenumfang auf 1 GByte; erst mit dem 60 US-Dollar teuren Jahresabonnement kann man das Paket uneingeschränkt nutzen. Ist das jeweilige Datenvolumen erreicht, lassen sich Dokumente für den Rest des Monats nur noch anzeigen.

Die Nutzung von Polaris Office ist mit einem Online-Account verbunden, der je nach Lizenz 15 GByte, 100 GByte oder 1 TByte Speicherplatz in der Polaris-Cloud bereitstellt. Über den Webdienst lassen sich Dokumente problemlos auf Smartphones und Tablets bearbeiten, sofern dort ebenfalls Polaris installiert ist. Alle Daten kann man auch lokal abspeichern.

Polaris Office besteht aus einem einzigen Programm, das ähnlich wie LibreOffice zunächst ein Startcenter anzeigt. Hier legt man Textdokumente, Tabellen und Präsentationen an oder lädt bestehende Dokumente. Je nach Dokumenttyp lädt das Startcenter die zugehörige Komponente.

Die Oberfläche lehnt sich an neuere Microsoft-Office-Versionen mit Menübändern (Ribbons) an, lässt sich aber nur zwischen Englisch, Französisch und asiatischen Sprachen wie Koreanisch und Japanisch umschalten. Wer deutschsprachige Texte schreibt, muss mangels Wörterbüchern sogar auf eine Rechtschreibprüfung verzichten.

Die Menübänder selbst ähneln denen der Microsoft-Programme und sind ähnlich strukturiert. Auf den ersten Blick überrascht auch der Funktionsumfang: Neben den

üblichen Grundfunktionen beherrscht Polaris Office im Textmodul auch Kommentare, das Nachverfolgen von Änderungen und Texteffekte. Die Tabellenkalkulation unterstützt Pivot-Tabellen und mit Sparklines auch in Zellen eingebettete Grafiken. Das Präsentationsmodul kennt animierte Folienübergänge, die sich allerdings auf 15 Effekte beschränken – PowerPoint 2016 bietet fast 50.

Viele Einschränkungen erschweren den Austausch von Texten, Tabellen und Präsentationen mit Microsoft Office, obwohl Polaris die Dateien in den aktuellen Microsoft-Formaten speichert. So zeigt das Kalkulationsmodul in Excel erstellte bedingte Formatierungen an, kann diese aber weder bearbeiten noch erzeugen. Auch das Layout bestehender Word-Dokumente, Excel-Tabellen und PowerPoint-Präsentationen bereitet Polaris häufig Probleme, sodass Bilder oder andere Objekte falsch positioniert werden. Darüber hinaus stürzte das Programm im Test beim Abspielen mehrerer PowerPoint-Präsentationen ab.

Die PC-Version von Polaris Office ist ausschließlich für Anwender interessant, die bereits die mobile Polaris-App einsetzen und Dokumente über die Polaris-Cloud gelegentlich auch am PC bearbeiten wollen. Hingegen kann das Paket wegen zahlreicher Mängel und Einschränkungen kein Microsoft Office ersetzen. Wer Büro-Software intensiv nutzen will, ist mit Microsofts weit überlegenem Office 365 besser bedient, zumal dieses als Einjahreslizenz für fünf PCs oder Macs mit 65 Euro kaum teurer ausfällt. (db@ct.de)

**ct** Download: [ct.de/ydyk](http://ct.de/ydyk)

### Polaris Office

#### Office-Paket

Hersteller	Polaris Office Corp., <a href="http://www.polarisoffice.com">www.polarisoffice.com</a>
Systemanf.	Windows Vista/7/10
Preise	Basic: <b>kostenlos</b> , Smart: 40 US-\$/Jahr, Pro: 60 US-\$/Jahr



## Video-Selfies mit Effekt

**Die Video-Selfie-App MSQRD, sprich Masquerade, wendet erstaunlich realistische Masken in Echtzeit an – auf dem iPhone und nun auch unter Android.**

Unter den Spaß-Apps ist MSQRD gerade in aller Munde, nicht nur wegen seiner hochwertigen Live-Effekte, sondern auch weil Facebook das Start-up Anfang März gekauft hat. Die Technik dürfte über kurz oder lang also in das soziale Netzwerk Einzug halten. Anfang des Jahres erschien die App kostenlos für iOS, nun ist sie auch für Android verfügbar. In-App-Käufe gibt es nicht – der Hersteller stellte MSQRD als Showcase der Technik vor.

Die App bietet einen Foto- und einen Video-Modus, zeigt nach dem Start das Bild der Frontkamera und bietet darunter eine Reihe Masken zur Auswahl an. In der Android-Version sind es bisher nur 11; die iPhone-Version hat 45 zu bieten. Auf beiden Plattformen sollen mehr folgen. Unter den Effekten sind Affen-, Tiger- und Hundemasken, Clowns-, Totenkopf- und Tattoo-Make-up, ein alter Mann und einer mit Schnurrbart. Auf dem iPhone gibt es zusätzlich IronMan, Darth Maul, den Joker aus „The Dark Knight“, Taucherbrillen, die Anonymous-Maske von Guy Fawkes und vieles mehr. Neu hinzugekommen ist Face-Swapping, also der automatische Austausch zweier Gesichter vor der Kamera.

Nach einem Fingertipp auf die Stopp-Taste oder nach maximal 30 Sekunden Aufnahme ist Schluss. Das Video landet im Telefonspeicher, lässt sich direkt auf Facebook veröffentlichen und an WhatsApp oder andere Programme weiterreichen.

Die App erkennt zuverlässig Merkmale wie Augen- und Mundpartie. Abgesehen von starren Masken wie dem Guy-Fawkes- oder IronMan-Modell setzen alle Effekte die Mimik dahinter erstaunlich gut um. (akr@ct.de)

### MSQRD

#### Video-Selfie-App

Hersteller	Masquerade, <a href="http://msqr.me">msqr.me</a>
Systemanf.	iOS ab 8.4, Android ab 4.3
Preis	<b>kostenlos</b>



## Profi-Retusche mobil

**Photoshop Fix** verformt, retuschiert und entwickelt Fotos auf iPhone und iPad mit Funktionen aus Photoshop.

Adobes Fotokorrektur-App enthält Photoshop-Werkzeuge, die vor allem bei der Beauty-Retusche zum Einsatz kommen. Dazu zählen das Bereichsreparatur- und das Ausbessern-Werkzeug, der Verflüssigen-Filter sowie Abwedler und Nachbelichter. Außerdem beschneidet, dreht und spiegelt die App, sie korrigiert Belichtung, Kontrast, Sättigung, Tiefen und Lichter mit Lightroom-Werkzeugen und legt Vignettierung übers Bild. Um Photoshop Fix nutzen zu können, ist lediglich eine kostenlose Adobe-ID nötig. Creative-Cloud-Kunden profitieren vom direkten Export in den CC-Web-Speicher beziehungsweise nach Photoshop oder Lightroom – ein Fingertipp in der App transportiert das Bild auf die Arbeitsfläche von Photoshop unter Windows oder OS X.

Mit dem Verflüssigen-Filter lassen sich Bilder ausbeulen und verformen, um Nasen zu korrigieren oder Gitarren zu verbiegen. Das funktioniert per Fingergeste erstaunlich gut, wenn auch längst nicht so präzise wie mit dem Grafiktablett am Desktop. Auch Bereichsreparatur und Ausbessern leisten gute Arbeit etwa bei der Retusche von Falten. Im Unterschied zu vielen anderen Apps lässt sich die Wirkung der Werkzeuge per Regler zurücknehmen, um sie subtiler zu gestalten. Eingefleischte Photoshop-Nutzer dürfte aber verwirren, dass die Bereichsreparatur hier „Flecken entfernen“ heißt.

Weitere Fingerpinsel tragen Farbe auf oder wenden Einstellungen für Sättigung, Schärfe, Unschärfe, Aufheller oder Abdunkler an. Auch diese leisten gute Arbeit; ihre Wirkung vermindert auf Wunsch der Deckkraftregler. Mit Photoshop Fix ist Adobe ähnlich wie bei Lightroom die Portierung professioneller Funktionen aufs Mobilgerät gelungen. (akr@ct.de)

### Photoshop Fix

#### Bildkorrektur mit Profi-Tools

Hersteller	Adobe, <a href="http://www.adobe.com">www.adobe.com</a>
Systemanf.	iOS ab 8.1
Preis	kostenlos

## Von Diljit bis Manjul

Die Sample-Bibliothek „India“ von Native Instruments inspiriert mit authentischen Sounds und Grooves.

Der dritte Teil von Native Instruments Discovery-Serie umfasst neun indische Perkussions- und sechs Melodieinstrumente. Darunter befindet sich so exotisches Schlagwerk wie die Tontrommel Ghatam oder die Kanjira, die einem Tambourin ähnelt. Auf ein indisches Harmonium und die an eine Kniegeige erinnernde Tumbi stößt man in unseren Breitengraden ebenfalls selten. Doch auch bekannte Instrumente wie Tablas oder Sitar wurden mit 24-Bit-Auflösung nuancenreich festgehalten. Gut drei Gigabyte umfasst die verlustfrei komprimierte Library, das entspricht sieben Gigabyte an Rohdaten. Über den Sampler Kontakt 5 lässt sie sich in jede DAW einbinden.

Für die Rhythmusgruppen werden authentische Grooves in zahlreichen Stilistiken mitgeliefert. Die Melodieinstrumente lassen sich mit original indischen Skalen spielen. 96 Tonleitern kennt die Library; die 159 Pattern-Sets umfassen fast 1000 MIDI-Dateien. Die Ensemble-Programme stellen eine ganze indische Musikertruppe auf die Beine, die in den unterschiedlichsten Genres indischer Couleur aufspielt.

Besonders komfortabel lässt sich die Bibliothek mit einem Keyboard der Komplete-Kontrol-Serie und seinen beleuchteten Tasten nutzen. So sieht man sofort, wie die indischen Skalen gemapped wurden und wo die MIDI-Phrasen liegen. Dass die acht Dreh-Encoder jederzeit Zugriff auf Parameter wie Groove-Intensität und Feeling gewähren, erhöht den Spaß ebenfalls.

„India“ ist eine überaus inspirierende und hervorragend klingende Sample-Bibliothek. Günstiger und authentischer bekommt man Indien nicht in die DAW.

(Kai Schwirzke/hag@ct.de)

### India – Discovery Series

#### Sample-Bibliothek für Kontakt 5

Hersteller	Native Instruments
Betriebssystem	Windows (ab 7), OSX (ab 10.9)
Systemanf.	Kontakt 5 oder Kontakt 5 Player (kostenlos)
Preis	100 €

# Nehmen Sie Fahrt auf!

The cover of ct AUTO DIGITAL magazine features a red Audi car in the foreground. The title 'ct AUTO DIGITAL' is at the top, with 'ct AUTO' in orange and 'DIGITAL' in white. Below the title, there's a banner with the text 'DER (TAST) LEGALE VW-BETRUG' and 'Die harten Fakten und Hintergründe'. The main headline reads 'FAHRBERICHTE' and 'CAR HACKING'. Other sections include 'APPLE CARPLAY VS. ANDROID AUTO', 'Digital auftrüsten', 'Datenschleuder Auto', and 'E-Autos aktuell'. A digital clock shows '10:00' and a parking meter icon is visible.

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

shop.heise.de/ct-it-auto  
service@shop.heise.de

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

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

Jetzt für  
nur 9,90 €  
bestellen.



heise shop

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

Ernst Ahlers

# Evolutiönchen

**Neuer Chip von Broadcom sorgt für Konkurrenz bei Powerline-Adapttern**

Der Zyxel PLA5456 ist der erste AV2000-Adapter im Markt, der mit Broadcoms Powerline-Chip BCM60500 arbeitet. Der soll bei günstigen Voraussetzungen 50 Prozent mehr Bruttodurchsatz schaffen als die etablierte AV1200-Technik. c't hats überprüft.



Bisher hat der Chiphersteller Qualcomm den Markt für Datenübertragung übers Hausstromnetz nach der HomePlug-AV-Spezifikation fest in der Hand: Die Powerline-Technik hat durch Einsatz von MIMO (Multiple Input, Multiple Output) wie beim WLAN gelernt, zwei Datenströme auf verschiedenen Adern kombinationen im selben Frequenzband gleichzeitig zu übertragen. Daraus resultiert eine maximale Brutto-Datenrate auf der Stromleitung von 1200 MBit/s (AV1200). In der Praxis kommen bei günstigen Bedingungen netto knapp 400 MBit/s an. Erschwingliche AV1200-Adapter mit den Qualcomm-Chips QCA7500 gibt es von zahlreichen Herstellern [1].

Diesen Markt will Broadcom aufrufen: Sein BCM60500 soll – ebenfalls kompatibel zu HomePlug AV – gleich 50 Prozent mehr Bruttodurchsatz schaffen (1800 MBit/s, AV1800), unter anderem durch Einsatz eines breiteren Frequenzbandes (2 bis 86 MHz statt 2 bis 68 MHz). Als erster Gerätehersteller ist Zyxel mit dem PLA5456 am Markt, der großzügig auf „AV2000“ aufrundet.

## Ausgemessen

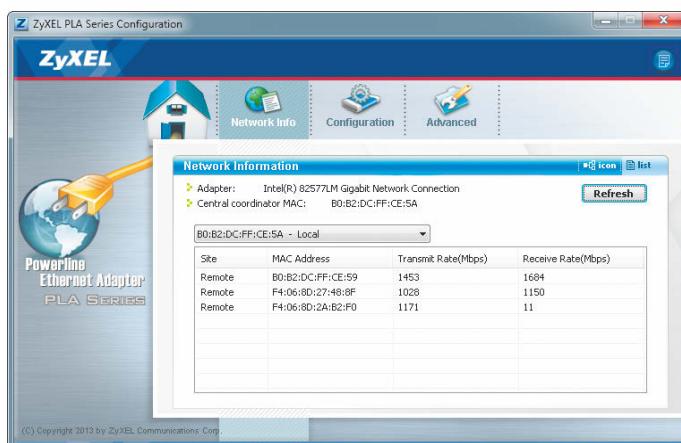
Wir maßen den Durchsatz zweier PLA5456 im c't-Labor an einer Testleitung mit verschiedenen Längen und in einer Wohnung an 10 verschiedenen Steckdosenkombinationen. Zwei Devolo dLAN 1200+ durchliefen mit aktualisierter Firmware die gleiche Prozedur. So sind die Ergebnisse zwischen den Powerline-Klassen AV1200 und AV1800 vergleichbar, jedoch nicht mit denen aus [1], weil die Wohnung zwischenzeitlich umgebaut wurde.

In der Wohnung schafften die PLA5456 im Mittel nur 11 Prozent mehr Durchsatz als die dLAN 1200+. Im Bestfall waren es an einer Steckdosenkombi 29 Prozent mehr, an einer anderen dagegen 9 Prozent weniger.

Bei guten Verbindungen testen wir stichprobenartig auch das Verhalten bei mehreren parallelen TCP-Streams (iperf-Parameter -P), was mehreren gleich-

zeitigen Downloads entspricht. Hier überraschten die Broadcom-Chips in den Zyxel-Adapttern: Der Nettodurchsatz kletterte drastisch auf fast das Doppelte (404 statt 217 MBit/s). Die Adapter mit Qualcomm-Chips zeigten dagegen minimalen Zuwachs (241 statt 236 MBit/s).

Deshalb erprobten wir das systematisch an der Testleitung. Hier waren die 1800er-Adapter



Zyxels Windows-Tool erkennt auch fremde Adapter. Der Verbindung zum zweiten PLA5456 bescheinigt es eine deutlich höhere Brutto-Datenrate als denen zu den AV1200ern an derselben Steckdosenleiste.

## Gigabit-Powerline-Adapter

### Ausstattung und Messwerte

Modell	PLA5456 (AV1800)	dLAN 1200+ (AV1200)
Hersteller	Zyxel, <a href="http://www.zyxel.de">www.zyxel.de</a>	Devolo, <a href="http://www.devolo.de">www.devolo.de</a>
Bedienelemente	3 Statusleuchten, Koppeltaster	1 Statusleuchte, Koppeltaster
LAN-Ports	2 × Gigabit-Ethernet	1 × Gigabit-Ethernet
mittlerer TCP-Durchsatz in Wohnung	143 MBit/s	129 MBit/s
Spannweite	72–217 MBit/s	61–236 MBit/s
beste / schlechteste 5 Steckdosen	182 / 103 MBit/s	172 / 86 MBit/s
Testleitung 0 / 50 / 100 / 200 m	249 / 246 / 223 / 175 MBit/s	373 / 385 / 365 / 162 MBit/s
mit 6 TCP-Streams	487 / 484 / 404 / 239 MBit/s	339 / 297 / 348 / 160 MBit/s
Leistungsaufnahme (idle / standby)	5,0 / 0,5 Watt	2,3 / 0,7 Watt
Preis	90 €	70 €

mit einem TCP-Stream durchweg langsamer als die 1200er. Mit mehreren parallelen TCP-Verbindungen zogen die PLA5456 an den dLAN 1200+ vorbei.

Die Techniken stellten sich erwartungsgemäß auch in der Praxis als kompatibel heraus: Ein gemischtes Pärchen lag an der Testleitung bei guten Bedingungen (0/50 m) vom Durchsatz her zwischen den sortenreinen Kombis, bei der langen 200-m-Strecke dagegen leicht darunter.

Mit IPv6 hatten die AV1800er ebensowenig ein Problem wie mit Multicast-IPTV (Telekom Entertain), beides lief problemlos durch. Der Switch im PLA5456 leitete Gigabit-Ethernet verlustlos weiter. Wer darüber Daten zwischen zwei PCs kopiert, tut das also ohne Strafrunde. Die dreht dafür der Stromzähler: Die PLA5456 gönnten sich satte 5 Watt im Betrieb mit einem belegten LAN-Port ohne Datenverkehr. Kam ein zweiter Ethernet-Link dazu, waren es 5,4 Watt.

## Fazit

An der Testleitung schaffte die AV1800-Technik mit mehreren parallelen TCP-Streams tatsächlich deutlich mehr Durchsatz als aktuelle AV1200er-Adapter. Doch in der Wohnung schrumpfte der Gewinn deutlich, wenn wir einen TCP-Stream losließen, was einem einzelnen Download entspricht: Im Schnitt kamen dann nur 11 Prozent mehr an, auch wenn die 1800er vereinzelt bis zu 29 Prozent Mehrdurchsatz herauholten. Dem geringen Gewinn steht indes ein verdoppelter Idle-Energiebedarf gegenüber.

Nach Bekanntgabe der Ergebnisse hat Zyxel den PLA5456 vom Markt zurückgezogen: „Der Rückruf [der] PLA5456 erfolgt wegen der Qualität und Stabilität bei der Kommunikation. Die Geräte werden nach einem Update in circa 4 Wochen wieder verfügbar.“ Käufer der PLA5456 sollen sich an den Händler oder direkt an Zyxel wenden. Sobald die neue Version vorliegt, wird c't erneut testen. Vielleicht sind die angekündigten AV1800- beziehungsweise AV2000-Alternativen von D-Link und TP-Link für einen Vergleich erhältlich. (ea@ct.de)

## Literatur

- [1] Ernst Ahlers, Daten im Strom, Gigabit-Powerline-Adapter mit MIMO-Technik, c't 9/15, S. 138

# Zielsicher

Wie Sie mit Autofokus bewegte Motive präzise einfangen



Knapp vorbei ist auch daneben. Doch mit den richtigen Autofokus-Einstellungen gehören unscharfe Aufnahmen der Vergangenheit an. Wir zeigen, mit welchen Kamera-Sie bewegte Szenen knackscharf ins Bild bekommen. Außerdem im Heft: Wie Sie Ihren Aufsteckblitz gekonnt einsetzen.



Die neue Ausgabe 2/16 ist jetzt im Handel erhältlich oder digital im Google Play und Apple App Store oder für Kindle Fire.

## Weitere Highlights der neuen Ausgabe:

- Gemalte Hintergründe wie bei Annie Leibovitz
- Die schnellsten RAW-Viewer
- Frühling fotografisch einfangen
- Im Test: Weitwinkelzooms

Tiefenschärfe mit Leidenschaft.



Für nur € 9,90 bestellen!

**www.ct-digifoto.de**



Sven Hansen

# Heimkontrolle per App

## Alarmanlage mit Smart-Home-Funktionen

Per App bedienbare Funk-Alarmanlagen zum Nachrüsten gibt es schon lange. Bei der Q-Serie kombiniert Blaupunkt den Einbruchsschutz mit einfachen Smart-Home-Funktionen.



Kompakte Alarmzentralen mit per Funk angebundener Sensorik versprechen bequemen Einbruchsschutz ohne großen Installationsaufwand. Heutzutage lassen sie sich sogar per App aus der Ferne ansteuern, sodass man sein Heim auch vom Urlaubsort aus immer im Blick hat.

Blaupunkts Q-Serie ist der Nachfolger des in c't 16/15 auf Seite 56 vorgestellten Alarmsystems SA 2700. Das neue System wird mit dem Internet verbunden, statt wie der Vorgänger via GSM-Modem zu kommunizieren. Mit der Unterstützung des ZigBee-Funkstandards soll die Alarmzentrale gleichsam zur Steuerzentrale fürs smarte Heim werden.

Wir haben das Starter-Kit Q3200 getestet. Es besteht aus der Alarmzentrale (Q Hub), einer kleinen Funkfernbedienung zum bequemen Aktivieren der Anlage, einem Fenster- oder Türkontakt und einem Bewegungsmelder mit integrierter Kamera. Der Q Hub wird per Ethernet mit dem Netz verbunden, eine WLAN-Anbindung ist nicht vorgesehen. Die Zentrale kann dank integriertem Li-Ion-Akku einen Stromausfall von bis zu 15 Stunden überbrücken. In dieser Zeit kann das System über's Internet einen Notruf absetzen, vorausgesetzt, dass der Router noch Strom hat.

Die Installation aller Komponenten ist schnell erledigt. Der Öffnungssensor besteht aus zwei Teilen, die man mit den mitgelieferten Klebe-Pads an Fenster oder Eingangstür

befestigt. Der Bewegungsmelder mit integrierter VGA-Kamera lässt sich ebenfalls kleben oder an der Wand verschrauben. Alle Komponenten sind mit einer Sabotagesicherung ausgestattet und melden der Zentrale, wenn man sie gewaltsam aus ihrer Ursprungsposition entfernt oder das Gehäuse öffnet.

Die Aktivierung der Anlage erfolgt über ein Online-Portal oder über Blaupunkts für Android oder iOS erhältliche Secure4Home-App. Über das Portal kann man die Suche nach neuen Komponenten anstoßen. Auf diesem Weg ließ sich im Test auch problemlos Blaupunkts optional erhältliche IP-Kamera IPC-51 anbinden.

Der Q Hub kommuniziert mit einem Server in der Amazon Cloud. Dorthin meldet das System seinen Status und legt alle Bilder angeschlossener Kamera-Komponenten ab. Alarm-Meldungen kann man sich als Push-Benachrichtigung per E-Mail senden lassen oder empfängt sie über die Secure4Home-App auf dem Mobilgerät. Für den Cloud-Service fallen zunächst keine Kosten an. Er umfasst einen 30-tägigen Ereignisspeicher, unbegrenzt viele Benachrichtigungen und eine Live-Streaming-Option für Web-Kameras. Wer eine längere Speicherdauer wünscht und ganze Videos in der Cloud ablegen möchte, muss 10 Euro monatlich bezahlen. Die Bezahlvariante erlaubt zusätzlich die Benachrichtigung per SMS.

So einfach die erste Einrichtung ist, so kompliziert ist die detaillierte Konfiguration der Anlage. Das beginnt damit, dass die im Web-Interface dargestellten Einstellungsmöglichkeiten weitgehend undokumentiert sind. Ob man das „Attribut“ der PIR-Kamera also auf „24 Std.“, „Eingang1“ oder „Eingang2“ einstellen sollte, bleibt völlig unklar. Darüber hinaus waren einige Funktionen des Portals im Test nicht nutzbar. So wurde beispielsweise der Versuch, das System über den Browser scharfzuschalten oder zu entschärfen, mit einer Fehlermeldung quittiert. Auch das Bündeln von Geräten zu Gruppen war nicht möglich.

Das ist ärgerlich – besonders wenn man merkt, dass hier eine eigentlich ganz passable Lösung eines OEM-Herstellers mehr schlecht als recht angepasst wurde. Alle Komponenten stammen vom taiwanischen Hersteller Climax, der unter <https://home-notification.com> ebenfalls einen Zugang zum System bereit-

stellt. Hier kann man sich mit demselben Nutzer-Account anmelden. Die Seite ist zwar englischsprachig, dafür funktioniert hier alles, wie es soll, und man bekommt sogar einen besseren Überblick über die gespeicherten Videoschnipsel.

Hartgesottene können die Zentrale auch über deren Web-Interface konfigurieren. Über den Standard-Login „admin“, Passwort „admin1234“, kommt man über den Browser direkt ins schmucklose Konfigurationsmenü. Hier versteckt sich noch die ein oder andere Zusatzfunktion, die über keines der Webportale zugänglich ist.

Um die Smart-Home-Funktionen zu stärken, unterstützt der Q Hub neben den Standardfrequenzen 433 MHz und 868 MHz auch das ZigBee-Protokoll – die smarten Einsatzmöglichkeiten halten sich allerdings momentan in Grenzen. Blaupunkt liefert lediglich eine kompatible Funksteckdose mit Messfunktion. Sie lässt sich in Alarmszenarien einbinden oder per Web und App aus der Ferne schalten. Die Secure4Home-App bietet zwar auch eine Auswahlbox für weitere ZigBee-Komponenten, an unserem Q Hub ließen sich jedoch weder Philips' Hue noch Osram Lightify anmelden.

## Fazit

Das Vormodell SA 2700 mit GSM-Modem machte einen etwas altbackenen, aber ausgereiften Eindruck; bei der Q-Serie ist es momentan umgekehrt. Gerade in einem sensiblen Bereich wie der Alarmtechnik würde man sich mehr Sorgfalt bei der Produktanpassung wünschen. Hinzu kommt, dass die IP-Anbindung des Q-Systems zwar praktisch, in puncto Ausfallsicherheit für eine Alarmanlage allerdings nicht optimal ist. Um das Smart-Home-Versprechen zu erfüllen, muss Blaupunkt zudem passende Hardware nachlegen oder das System für andere Hersteller öffnen.

Q3200 KIT	
IP Alarmanlage	
Hersteller	Blaupunkt, <a href="http://www.blaupunkt.de">www.blaupunkt.de</a>
Funkstandards	433 MHz, 868 MHz, ZigBee
Lieferumfang	Q Hub, Fernbedienung, PIR-Kamera, Fenster-/Türkontakt
Preis	500 €



Die IP-Kamera IPC-51 ließ sich im Test besonders bequem per Knopfdruck ins System einklinken.



**VOICE  
ENTSCHEIDERFORUM**

# INNOVATION MEETS OPERATIONAL EXCELLENCE: IT APPLIED

**21.–23.09.2016, Wien**  
Hotel Savoyen

## CxO-EVENT DES JAHRES

Das **VOICE ENTSCHEIDERFORUM** ist ein neues Format von VOICE - Bundesverband der IT-Anwender e.V. – und der Heise Medien.

**Die Mischung aus Event und Netzwerk** bietet eine völlig neue Möglichkeit für einen praxisnahen Austausch zwischen Anbietern und Anwenderunternehmen zu den wichtigsten Digitalisierungsaspekten.

In interaktiven Arbeitsgruppen diskutieren und erarbeiten auf dem Forum Entscheidungsträger von IT-Anwendern, IT-Anbietern, Politik, Wissenschaft und Start-ups gemeinsam Zukunftsszenarien, Umsetzungsmöglichkeiten und politische Forderungen im Umfeld der Digitalisierung.

**Einzigartig:**  
Durch eine digitale Kommunikationsplattform werden auch im Nachgang der Veranstaltung innerhalb der Arbeitsgruppen Lösungszenarien und Handlungsempfehlungen ganzjährig weiterentwickelt.

## BEIRÄTE UND THEMEN

### Operational Excellence: Digitalisierung der IT



Dr. Hans-Joachim  
Popp - DLR



Günther Weinrauch  
ADAC

### Digital Security



Dr. Rolf Reinema  
Siemens



Prof. Dr. Norbert  
Pohlmann - ifis

### Gesellschaft: Auf die Industrialisierung folgt die Digitalisierung



Dr. Norbert Kleinjohann  
Siemens



Dr. Roger Kehl  
Festo

### Steuerung der Digitalisierung im Unternehmen



Prof. Dr. Walter Brenner  
Universität St. Gallen



Stefanie Kemp  
RWE

### Innovation & Disruptive: IT als Enabler und Treiber neuer Geschäftsmodelle



Karsten Vor  
Loh Gruppe



Constantin Kontargyris  
TÜV Rheinland

## IHRE ANSPRECHPARTNER:

**VOICE**  
Bundesverband der  
IT-Anwender e.V.

**VOICE – Bundesverband der IT-Anwender e.V.**  
**Daniela Brenzel**

Tel.: +49 30 2084 964 77  
Fax: +49 30 2084 964 79

In Kooperation mit:

**heise Events**  
Gastronomie, Seminare, Workshops

**heise Events**  
Gisela Strnad

Tel.: +49 511 5352 423  
Fax: +49 511 5352 782

INFORMATIONEN ZUM FORUM, DEM PARTNERPROGRAMM UND ZUR ANMELDUNG UNTER:

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

Hans Ernst

# In den höchsten Tönen

## Zoom Musik-Camcorder Q4n

**Audiospezialist Zoom bringt seinen dritten Camcorder für Musiker heraus.**

An den Audiofähigkeiten dieser Gerätekasse gab es bislang wenig zu bemäkeln. Jetzt verspricht der Q4n auch bei wenig Licht eine hohe Bildqualität.



Wenn man etwa Live-Konzerte filmen will, soll auch der Ton stimmen. Hierfür gibt es spezielle Camcorder, die dank eines hochwertigen Tonteils beim Klang glänzen. Beim Bild dagegen schwächen sie: Fixfokus-Objektiv und Signalverarbeitung sind günstigen Actioncams entlehnt, um einen erschwinglichen Gesamtpreis zu erzielen.

Der „alte“ Q4 (siehe ct 12/2014, Seite 104) hatte neben der Vollautomatik nur zwei Video-Presets zu bieten: „Concert Lighting“ und „Night“. Der Q4n stellt elf Video-Voreinstellungen zur Auswahl, von „Concert Lighting“ bis „Sunset“. Während beim Vorgänger Schalter die wichtigsten Funktionen steuerten, läuft beim Q4n die Bedienung weitgehend über ein kleines Touch-Display, das aber in Größe und Qualität nicht mit dem des Q8 (siehe ct 17/2015, Seite 66) mithalten kann. Der Q4n zeichnet zudem nicht wie der Q8 vier Tonspuren auf, sondern nur Stereo.

Anstelle des XY-Stereomikros vom Q4 wird beim Q4n ein hochschiebbares Periskop-Mikro verbaut, dessen Kapseln sich verdrehen

lassen. Die AB-Position sorgt für ein breites Stereobild. Bei der XY-Anordnung übereinander liegen sich die Kapseln für fokussiertes Stereo mit exakter Mittenpositionierung und hoher Mono-Kompatibilität. Die Aussteuerung mit einem klassischen Drehregler funktioniert ganz gut, zumal die Aussteuerungsbalken am Display quer unten angezeigt werden. Zusätzlich warnt eine blinkende LED vor Übersteuerungen.

### Soundqualität

Beim Klang gibt sich der Q4n keine Blöße: Die Rockband spielt klar und dynamisch auf, beim Interview ist die Sprachverständlichkeit ausgezeichnet. Akustische Instrumente gibt der Zoom authentisch und prägnant wieder, einschließlich der kritischen Bassbereiche. Der Q4n lässt sich auch als reiner Audiorecorder einsetzen; dann speichert er PCM-Sound (WAV). Außerdem kann man ihn als USB-Mikrofon, Audio-Interface oder Webcam nutzen.

Mit dem Objektiv vom Q8 hat der Q4n dessen optische Qualitäten übernommen. Auch er bietet neben Full HD nun den etwas höher auflösenden 3M-HD-Modus mit  $2304 \times 1296$  Pixeln, den allerdings nur wenige HD-Fernseher über HDMI unterstützen. Bei Full HD wird auf vielen TVs das AAC-Ton-Signal der Q4n-Filmdateien nicht abgespielt. Erst am Recher ist die Audio-Spur zu hören.

### Licht und Schatten

In der Praxis verhinderte das Video-Preset „Concert Lighting“ in sehr hell beleuchteten Situationen das Ausfressen heller Bildpartien (Sänger im Scheinwerferkegel). Die für Proberäume gedachte Einstellung „Rehearsal-Studio“ führte zu keinem besseren Ergebnis



**Akute Gelbsucht:** Das „Sunset“-Preset des Q4n taucht den Proberaum in gelbe Soße – also Vorsicht bei der Menü-Auswahl.

als die normale Automatik. Das Preset „Sunset“ sollte man tatsächlich nur für Sonnenuntergänge verwenden, da es die Aufnahmen in grelles Gelb taucht. Im Zweifelsfall fährt man mit der Automatik besser als mit den Presets; sie arbeitet deutlich unauffälliger und harmonischer als beim Q4.

Die Objektiv-Daten von Q8 und Q4n (Brennweite 16,6 mm KB-äquivalent, Blende f/2,0) sind identisch. Die Schärfe ist durch den Fixfokus nicht veränderbar. Wie bei Action-Cams ist das Sichtfeld extrem weitwinklig ausgelegt. Das kann zum Problem werden, wenn das Gerät etwa bei einem Konzert neben dem Saal-Tonmischer positioniert wird, wo man meist den besten Sound einfängt – dann verschwindet in der Grundeinstellung die Bühne im Hintergrund. Da der Zoom kein Zoom-Objektiv besitzt, bleibt nur, digital per Ausschnittvergrößerung in vier festen Stufen ins Bild „hineinzuspringen“, was Qualität kostet.

Die gedruckte deutsche Bedienungsanleitung stellt den Q4n als 30p-Gerät dar, das nicht für den deutschen Markt ausgelegt scheint. Dabei beherrscht der Q4n sehr wohl 25p bei der Aufnahme (3M-HD, Full HD) oder 50p bei weniger hoch aufgelösten HD-Videos. Für PAL-konforme Bildraten muss man die HDMI-Ausgabe von NTSC auf PAL umstellen. Das verrät aber erst das Kleingedruckte; die technischen Daten im Handbuch nennen nur 30p.

### Fazit

Dank des besseren, lichtstärkeren Objektivs hat die Bildqualität des Q4n gegenüber dem Vorgänger Q4 sichtbar gewonnen. Die Video-Presets sind keine schlechte Idee, werden aber zum Bumerang, wenn man die falsche Einstellung erwischt. Unerfüllt bleibt weiterhin der Wunsch nach einem richtigen Zoom-Objektiv wie bei einem konventionellen Camcorder. Das würde die Geräte deutlich aufwerten und flexibler machen. Bei der Soundqualität muss auch der neue Musik(er)-Camcorder keine Konkurrenz fürchten: Der Q4n überzeugt, wie von Zoom gewohnt, von den tiefen bis zu den höchsten Tönen.

### Zoom Q4n

#### Musik-Camcorder

Hersteller	Zoom, <a href="http://www.zoom.co.jp">www.zoom.co.jp</a>
Videosystem	MPEG-4 AVC/H.264 (MOV)
Speichermedium	SD(HC/XC)
Bildwandler / Pixel brutto	1/3 Zoll CMOS / 3 MPixel
max. Lichtstärke	Blende 2,0
Brennweite (KB-äquiv.)	16,6 mm
max. Videoauflösung	2304 × 1296
max. Bildrate Full-HD	25p (PAL), 30p (NTSC)
max. Datrate Video	24 MBit/s
Tonformate	PCM/WAV, AAC
max. Auflösung	96 kHz/24 Bit
Anschlüsse	HDMI, USB 2.0
Bildqualität / Ton	○ / ⊕⊕
Handhabung / Ausstattung	⊕ / ⊕
Preis UVP / Straßenpreis	415 € / 285 €

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend

⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht



# GNADENLOS DURCHLEUCHTET

RADIKAL DIGITAL: DAS PAPIERLOSE c't-ABO

6x c't  
**DIGITAL**  
NUR 17,70 €\*

ERLEBEN SIE c't IN DIGITALER QUALITÄT:

- JETZT NEU: als PDF auf dem Desktop
- BEQUEM: alle 14 Tage freitags in der c't-App\* (als HTML/PDF)
- 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!

\*Preis in Dt. inkl. MwSt. Auslandspreise können abweichen.  
\*\*Verfügbar für Android (Tablet, Smartphone, Kindle Fire) und iOS (iPad, iPhone)





Georg Schnurer

# Flash, Piep, kaputt

## Notebook durch BIOS-Update zerstört

**Probleme durch ein BIOS-Update zu beseitigen, ist bei PCs und Notebooks ein gängiges Verfahren. Blöd nur, wenn das vom Herstellerservice empfohlene Update das Gerät unbrauchbar macht.**

Anfang Februar 2014 kaufte Ulrike L. bei Cyberport in Berlin ein neues Notebook. Ihre Neuerwerbung war aber nicht irgendein Notebook, sondern das ThinkPad Yoga 20CD0035GE. Dieses ultraleichte Gerät lässt sich dank Touchscreen und 360-Grad-Scharnier nicht nur als Notebook mit Tastatur verwenden, sondern auch als Tablet nutzen. Für diese Flexibilität war Frau L. gern bereit, stolze 1249 Euro hinzublättern.

Doch der Kauf stand von Anfang an unter keinem guten Stern: Das erste Gerät war bereits nach zwei Tagen defekt und musste ausgetauscht werden. Auch das Ersatz-Note-

book hatte einige Probleme: So veranstaltete der Prozessorkühler im September 2014 plötzlich einen Höllenlärm, obwohl das Gerät gar nichts tat. Gleichzeitig wurde das Notebook sehr heiß. Nach einem Neustart von Windows war der Fehler zunächst weg, kam nach kurzer Zeit wieder.

Ulrike L. wandte sich zunächst an den Verkäufer Cyberport. Dort bot man ihr lediglich an, das Gerät zu Lenovo zum Service zu schicken. Selber reparieren könne man Lenovo-Notebooks im Rahmen der Garantie nicht, da man kein zertifizierter Servicepartner sei. Nun, einschicken wollte Ulrike L. das Note-

book nicht, da es eigentlich permanent gebraucht wird. Als Alternative empfahl Cyberport der Kundin deshalb die Firma CeCon, einen in Berlin ansässigen Servicepartner von Lenovo. Dort tauschte man den CPU-Lüfter im Rahmen der Lenovo-Garantie aus, was aber weder das Hitze- noch das Lärmproblem beseitigte. Dennoch bestand der Lenovo-Partner darauf, das Gerät sei nun in Ordnung.

Also arbeitete Ulrike L. weiter mit ihrem heißen Tablet, bis die Tastatur im Januar 2015 Ausfallerscheinungen zeigte: Einige Tasten klemmten, wodurch kein flüssiges Arbeiten mehr möglich war. Wieder brachte Frau K. das Yoga-Notebook zu CeCon. Sie reklamierte sowohl die defekte Tastatur als auch das laute und heiße Notebook. CeCon tauschte zwar die Tastatur im Rahmen der Herstellergarantie aus, hatte für das Lärm- und Hitzeproblem aber keine Lösung parat.

Anfang Juli beschwerte sich Frau L. erneut über das laute und heiße Notebook beim Lenovo-Support. Dort riet man ihr, ein neues BIOS einzuspielen. Die Kundin tat wie ihr geheißen. Obwohl sie sich exakt an die Anleitung von Lenovo hielt, startete das Betriebssystem nach dem BIOS-Update nicht mehr. Erst nachdem das Gerät per Recovery-Option

wieder in den Auslieferungszustand versetzt worden war, startete Windows wieder. Zum Glück hatte Ulrike L. vor dem BIOS-Update ein Backup ihrer Daten erstellt, das sie nun wieder einspielen konnte.

## Kaputt-geflasht

Den Fehler mit dem lauten Prozessorlüfter und dem überhitzenen Gerät beseitigte das neue BIOS freilich nicht. Dafür sollte laut Lenovo-Hotline ein weiteres BIOS-Update im Dezember 2015 sorgen. Ulrike L. startete das BIOS-Update nach Anleitung auf dem inzwischen unter Windows 10 laufenden Rechner, der Vorgang lief durch und mit einem langen Pieps startete der Rechner neu. Doch der Bildschirm blieb dunkel und das Laden des Betriebssystems schlug fehl.

Wieder brachte Frau L. das Yoga-Notebook zum Lenovo-Partner CeCon, doch dieses Mal konnte man ihr nicht helfen: Das BIOS-Update habe einen Controller auf dem Board zerstört, lautete die Analyse der Experten. Abhilfe brächte nur ein Tausch der Hauptplatine für knapp 1000 Euro. Für die niederschmetternde Diagnose stellte CeCon auch noch 49 Euro in Rechnung, da sich das Gerät inzwischen sowohl außerhalb der einjährigen Lenovo-Garantie als auch außerhalb der gesetzlichen Gewährleistungzeit von zwei Jahren befand.

Ulrike L. fiel aus allen Wolken – 1000 Euro für den Board-Tausch, dafür bekäme sie ja auch ein neues Notebook. Nachdem alle Proteste bei CeCon ungehört verhallten, versuchte sie ihr Glück direkt bei Lenovo. Doch auch dort stieß sie auf taube Ohren: Der Fehler sei bekannt, hieß es an der Hotline. Da die Herstellergarantie aber abgelaufen sei, könne sie ihr Notebook lediglich einschicken. Lenovo würde dann einen Kostenvoranschlag für die Reparatur erstellen. Die Fehleranalyse und der Kostenvoranschlag würden aber mit 120 Euro in Rechnung gestellt.

Das solls gewesen sein? Mehr Hilfe ist nach einem fehlgeschlagenen BIOS von Lenovo nicht zu erwarten? Ulrike L. protestierte noch einmal per Einschreiben bei Lenovo, doch eine Antwort blieb das Unternehmen schuldig. Also bat Frau L. die c't-Redaktion um Hilfe.

## Kaputter Controller?

Dass ein BIOS-Update fehlschlägt, davon hatten wir schon gehört. Auch dass ein Service-Partner für die Wiederherstellung des Rechners nach Ablauf der Garantie und Gewährleistung eine Gebühr erhebt, ist durchaus üblich und nachvollziehbar. Dass ein fehlgeschlagenes BIOS-Update aber nur durch einen Tausch der Hauptplatine zu beseitigen sein sollte, kam uns dann aber doch arg schräg vor. Wir baten deshalb Georg Albrecht, Pressesprecher bei Lenovo Deutschland um Stellungnahme.



Pressesprecher Albrecht stellte zunächst klar, dass das Notebook von Frau L. bisher noch nie beim Lenovo-Service war. Aussagen zu dem Fehler könne man deshalb nicht machen. In der Gerätehistorie bei Lenovo seien lediglich die beiden Reparaturen beim Lenovo-Partner CeCon hinterlegt. Weitere Anfragen zu dem Gerät seien nicht vorhanden.

Warum das Einschreiben der Kundin nicht den Weg in die Geräteakte gefunden hatte, konnte uns Albrecht nicht erklären. In jedem Fall werde man Frau L. unverzüglich kontaktieren und um Einsendung des Yoga-Notebooks bitten. Danach werde man den Fehler analysieren und eine für alle Seiten verträgliche Lösung erarbeiten.

Anfang März 2016 landete das Notebook bei Lenovo. Knapp zwei Wochen später erhielt Ulrike L. ihr Yoga-Notebook wieder zurück. Das Gerät funktionierte nun endlich einwandfrei. Welche Reparaturen Lenovo wirklich am Gerät durchgeführt hatte, war bei der Rücksendung allerdings nicht vermerkt worden.

Das Board sei aber nicht getauscht worden, erfuhr Frau L. vom zuständigen Lenovo-Mitarbeiter auf telefonische Nachfrage. Er könne deshalb nicht ausschließen, dass das

Notebook wieder sporadisch abstürze. Sollte das passieren, dürfe die Kundin das Gerät aber kostenfrei einsenden und würde dann einen kostenlosen Kostenvoranschlag für eine möglicherweise erforderliche Reparatur erhalten.

Diese Auskunft verwirrte uns, weshalb wir noch einmal explizit bei Lenovo nachfragten, welcher Fehler denn nun gefunden und behoben wurde. Die Antwort überraschte uns dann doch: Es wurden am Computer kein physischer Schaden und auch kein Fehler aufgrund des BIOS-Updates festgestellt. Stattdessen sei die Systempartition beschädigt gewesen, weshalb Windows 10 nicht mehr hätte starten können. Nach einer Wiederherstellung der Systempartition traten allerdings weiterhin Fehler beim Starten von



**Flexible einsetzbar:** Bei den Lenovo-Notebooks der ThinkPad-Yoga-Serie lässt sich das Display um 360 Grad umklappen. Damit dient das Gerät nicht nur als Notebook, sondern auch als Tablet.

Windows 10 auf. Nachdem diese auch durch ein erneutes BIOS-Update nicht behoben werden konnten, hätte man das Hyperthreading der CPU abgestellt. Danach arbeitete das Notebook fehlerfrei. Anschließend sei ein achtstündiger Dauertest erfolgreich durchlaufen und daraufhin Hyperthreading wieder aktiviert worden. Windows ließ sich dann wieder starten und ein weiterer achtstündiger Dauertest wurde erfolgreich durchgeführt. Die Ursache des Fehlers konnte nicht lokalisiert werden.

Weshalb der Lenovo-Servicepartner CeCon der Kundin einen 1000 Euro teuren Tausch der Systemplatine verkaufen wollte, bleibt also schleierhaft. Ulrike L. ist in jedem Fall froh, nun endlich wieder ein funktionsfähiges Yoga-Notebook in Händen zu halten.

(gs@ct.de)

## Service im Visier

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

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

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

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

Christian Wölbert

# Billig, aber kein Betrug

## Umweltwissenschaftler verteidigen die Industrie gegen Obsoleszenz-Vorwürfe

Tröpfchenzähler in Druckern und billige Elkos in Fernsehern sind keine Beispiele für betrügerische Sollbruchstellen, sagen Forscher des Öko-Instituts. Doch ihre Studie trifft auch auf Kritik.

**E**s begann mit einem billigen Tintenstrahldrucker. Das Epson-Gerät musste 2011 in der Arte-Dokumentation „Kaufen für die Müllhalde“ als Beispiel für geplante Obsoleszenz herhalten, weil es eine Fehlermeldung anzeigen und nach Reparatur verlangte, obwohl alle Komponenten anscheinend noch einwandfrei funktionierten.

Der Film brachte das Obsoleszenz-Thema in die Schlagzeilen und auf die politische Agenda. 2013 forderte die Bundestagsfraktion der Linken eine „Mindestlebensdauer“ von Produkten und ein Verbot von „technisch nicht begründbaren Sollbruchstellen“. Im Umweltausschuss wurde der Vorschlag abgeschmettert, aber die CDU/CSU-Fraktion sah immerhin Forschungsbedarf und forderte das Umweltbundesamt (UBA) auf, das Problem zu ergründen.

Nun liegt das Ergebnis vor: Auf gut 300 Seiten zeigen die vom UBA beauftragten Umweltwissenschaftler des Freiburger Öko-Instituts und der Uni Bonn, dass viele Geräte heut-

zutage tatsächlich kürzer genutzt werden als früher, dass Haushaltsgeräte (z. B. Waschmaschinen) häufiger schon nach ein paar Jahren den Geist aufgeben, dass das schädlich für die Umwelt ist – und die Politik gegensteuern muss, zum Beispiel mit Mindestanforderungen an die Haltbarkeit und mehr Informationspflichten für die Hersteller.

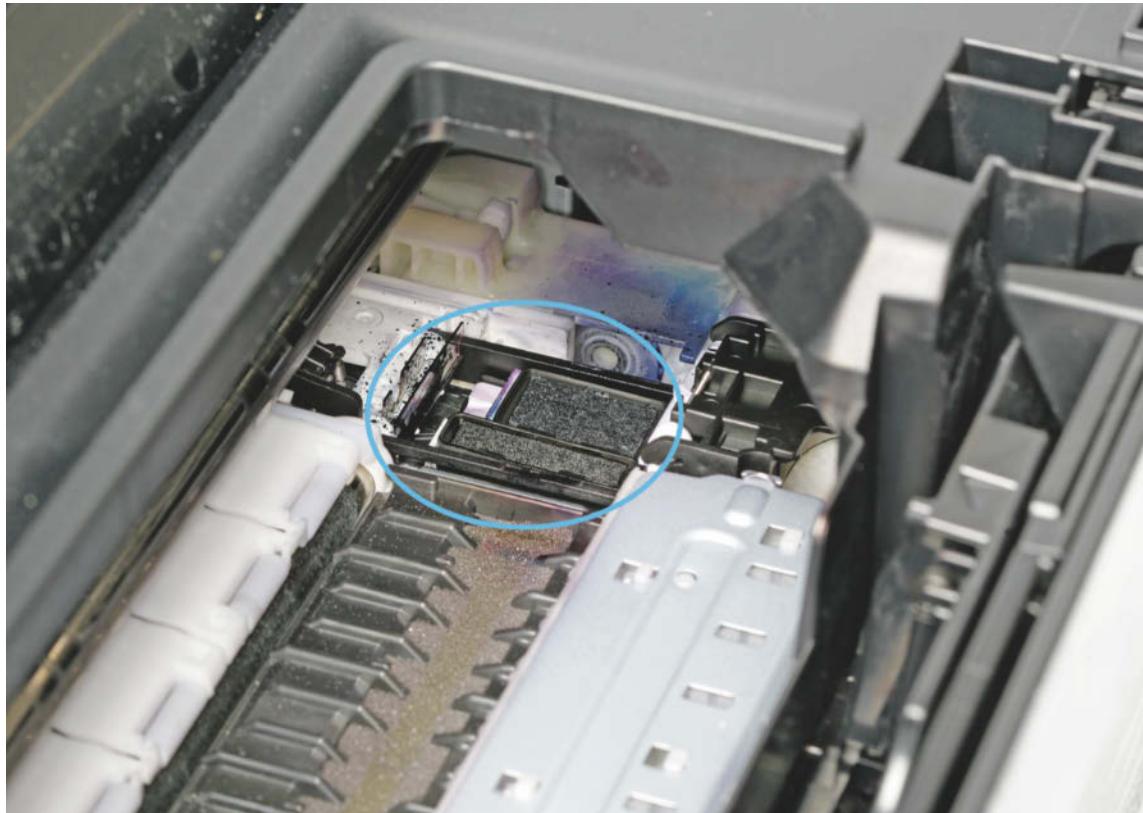
Doch die Forscher geben, anders als die Macher des Arte-Films, nicht allein den Herstellern die Schuld. Die Statistiken zeigen, dass Verbraucher immer mehr Produkte ausmustern, die noch einwandfrei funktionieren. Mittlerweile trifft schon fast zwei Drittel der LCD-TVs und ein Drittel der Haushaltsgeräte dieses Schicksal. Eine unangenehme Erkenntnis für viele Verbraucherschützer.

Außerdem analysieren die Autoren einige klassische Obsoleszenz-Beispiele aus Medien und Online-Foren – und kommen jeweils zu dem Fazit, dass dort von geplanter Obsoleszenz im Sinne böswilliger Designmanipulation keine Rede sein könne.

### Billigdrucker mit Tintenschwamm

Das erste Beispiel sind Billigdrucker wie das Epson-Modell aus der Arte-Doku. Der Film erweckt den Eindruck, der Drucker streike einzig und allein, um den Kunden zum Neukauf zu zwingen. Die Autoren der Studie weisen jedoch auf eine Tatsache hin, die von den Industrie-Kritikern gern verschwiegen wird: Tintenstrahldrucker spülen bei jedem Reinigungsvorgang ein wenig Tinte durch den Druckkopf. Billige Drucker sammeln diese Tinte in einem Schwamm und streiken nach einer gewissen Zahl von Reinigungsvorgängen – um zu verhindern, dass die Tinte überläuft und Möbel besudelt. Der Austausch des Schwamms lohnt sich selten, denn ein neuer Drucker kostet in der Regel weniger als die Reparatur.

Natürlich sei das keine gute technische Lösung, räumen die Autoren der Studie ein. Besser seien die leicht vom Nutzer austauschbaren Resttintenbehälter der etwas



Technische Erklärung  
für den berüchtigten  
„programmierten  
Druckertod“: schlecht  
austauschbare  
Tintenschwämme

teureren Drucker. Außerdem würden die Hersteller ihre Kunden nicht über die begrenzte Kapazität der Tintenschwämme aufklären. Aber die These vom Chip, der den Drucker ohne technischen Grund lahmlegt, lasse sich nicht halten.

## Elko-Ausfälle

Das zweite Beispiel sind Aluminium-Elektrolytkondensatoren. Industrie-Kritikern zufolge platzieren Hersteller die „Elkos“ nur deshalb in der Nähe von wärmeerzeugenden Bauteilen, damit sie nach einer gewissen Zeit austrocknen und das Gerät lahmlegen. Doch so einfach sei die Realität nicht, schreiben die Forscher. Tatsächlich müssen Elkos in der Regel in der Nähe bestimmter Komponenten (zum Beispiel CPUs) sitzen, um Störstrahlungen und Spannungsabfälle zu vermeiden.

Auch die beliebte These, dass Hersteller ihre Kunden durch den Einsatz unterdimensionierter Elkos übers Ohr hauen, lassen die Forscher nicht gelten. Natürlich würden Hersteller im Billigsegment weniger robuste Elkos verwenden, aber dann würden sie auch alle anderen Teile an diese kurze Lebensdauer anpassen – „um Kosten, Materialien und Ressourcen zu sparen“. Das Problem liege eher darin, dass die Hersteller die Geräte nicht unter realistischen Bedingungen testen. Wird der Fernseher im TV-Schrank des Kunden heißer als im Labor, fällt jeder Elko früher aus als geplant.

## Gute und böse Obsoleszenz

Im Fazit fassen die Autoren ihre Position zur Obsoleszenz zusammen: Natürlich würden Unternehmen ihre Geräte auf eine bestimmte Lebensdauer auslegen: „Idealerweise wird angestrebt, dass die technische Produktlebensdauer der Produktnutzungsdauer entspricht [...] Das Kernprinzip lautet, Produkte so zu gestalten, dass sie so lange wie nötig und nicht so lange wie möglich halten.“

Das sei nicht verwerflich: Würde die Industrie ihre Produkte so langlebig wie möglich konstruieren, würde der Ressourcenaufwand in der Herstellung steigen, die Verbraucher würden aber vieles trotzdem wegschmeißen – und das wäre „ökologisch kontraproduktiv“. Es gibt also nicht nur eine böse geplante Obsoleszenz, sondern auch eine gute.

Allerdings stellen die Autoren die Motive der Hersteller bei der Planung der Lebensdauer seltsam unkritisch dar. Haben die Unternehmen wirklich immer das Interesse der Kunden im Sinn? Und erziehen sie diese nicht zu kürzeren Nutzungsdauern, durch Werbung und immer kürzere Produktzyklen? Diese Fragen bleiben außen vor. Das wird nicht nur von Verbraucherschutz-Organisationen wie „Murks, nein danke“, sondern auch von anderen Wissenschaftlern kritisiert: „Die Hersteller sind nicht neutral. Sie haben einen Anreiz, Konsumenten als Wegwerfer zu sehen“, sagt der Obsoleszenz-Forscher Harald Wieser im Interview mit c't. (cwo@ct.de)

## „Abwärtsspirale der Erwartungen“

**Der Ökonom Harald Wieser (26) hat für die Arbeiterkammer Wien eine Obsoleszenz-Studie durchgeführt (siehe c't-Link). Zurzeit untersucht er an der Universität Manchester die Entwicklung der Nutzungsdauer von Handys in den vergangenen zwei Jahrzehnten sowie die Rollen von Konsumenten, Händlern und Herstellern.**

**c't:** Herr Wieser, was halten Sie von der Studie des Umweltbundesamtes?

**Harald Wieser:** Die Studie hat wichtige Erkenntnisse gebracht, doch die Ergebnisse sind etwas verzerrt kommuniziert und auch wahrgenommen worden. Im Ergebnis wirkt die Studie wie eine Entlastung der Industrie, da sie sich nur auf die Extremfälle geplanter Obsoleszenz, also arglistig eingebaute Sollbruchstellen, konzentriert hat. Diese lassen sich aber unmöglich von den unvermeidbaren Entscheidungen zur Lebensdauer in der Produktentwicklung abgrenzen.

**c't:** Wie hätte man es besser machen können?

**Wieser:** Zunächst einmal haben Unternehmen noch ganz andere Methoden zur Beschleunigung der Obsoleszenz, zum Beispiel Werbung und schnelle Generationswechsel trotz minimalem technischem Fortschritt, wie bei Handys. Zweitens nimmt die Studie unkritisch an, dass die Unternehmen die Lebensdauer ihrer Produkte lediglich so planen, wie der Kunde es wünscht. Aber die Hersteller wissen oft gar nicht, welche Lebensdauer die Konsumenten erwarten und haben auch einen Anreiz, Konsumenten verzerrt als Wegwerfer zu darzustellen.

Diese Aspekte kommen in der Studie nicht vor, weil sie das Problem aus einer engstirnigen, technischen Perspektive betrachtet.

**c't:** Aber die Verbraucher sind mitverantwortlich, oder?

**Wieser:** Selbstverständlich, aber Schulduweisungen helfen nicht weiter. Das Problem liegt im Wechselspiel zwischen Industrie und Verbrauchern. Käufer sind oft misstrauisch hinsichtlich der Lebensdauer von Produkten, zum Beispiel weil sie von den Herstellern kaum Informationen darüber bekommen oder in der Vergangenheit schlechte Erfahrungen gemacht haben. Deshalb ist die Bereitschaft gering, mehr für ein langlebiges Produkt auszugeben. Die geringe Nachfrage nach langlebigen



Harald Wieser

Produkten bestärkt wiederum die Meinung der Produzenten, dass Konsumenten immer nur das Neueste verlangen. Das Ergebnis ist eine Abwärtsspirale der Erwartungen.

**c't:** Wie kommen wir aus diesem Teufelskreis heraus?

**Wieser:** Ohne regulatorische Eingriffe wird es nicht gehen. Wirksam wären Minimal-Anforderungen an die Lebensdauer. Das geht besonders bei Produkten, deren Verschleiß nur wenig vom Nutzungsverhalten abhängt und wo die Zyklen des technischen Fortschritts relativ lang sind, also zum Beispiel bei Haushaltsgeräten. Bei anderen Produkten müsste man die Hersteller zumindest zur Angabe der Lebensdauer verpflichten.

**c't:** Wie soll man sich das konkret vorstellen, zum Beispiel bei Smartphones?

**Wieser:** Da müsste sich die Angabe der Lebensdauer auf konkrete technische Aspekte beziehen, zum Beispiel die Haltbarkeit des Akkus. Man könnte die Hersteller aber auch verpflichten, Ersatzteile für einen bestimmten Zeitraum vorrätig zu halten.

**c't:** Gibt es irgendwo auf der Welt schon Maßnahmen dieser Art?

**Wieser:** Das Anti-Obsoleszenz-Gesetz in Frankreich konzentriert sich auf die arglistigen Extremformen der geplanten Obsoleszenz. Man muss abwarten, ob das in der Praxis überhaupt nachweisbar ist. Aber das Gesetz enthält auch eine Pflicht, Verbraucher über die Verfügbarkeit von Ersatzteilen zu informieren. Das ist schon interessanter.



Christiane Schulzki-Haddouti

# Außer Kontrolle

## Warum die Anmache von Kindern im Internet zunimmt

Viele verstehen unter Jugendmedienschutz vor allem, Kinder von belastenden Inhalten im Web fernzuhalten. Die größere Gefahr lauert aber derzeit in Chats und Messengern: Statistiken belegen, dass Cybergrooming – also die Anbahnung sexueller Kontakte mit Kindern – seit Jahren ansteigt. Dies hat mehrere Gründe. Wenn Eltern sie kennen, eröffnen sich Möglichkeiten zum Schutz der Minderjährigen. Doch auch die Politik ist gefragt.

Es ist ein belastender Auftrag, dem sich die achtköpfige Ermittlergruppe „Internetrecherche“ im Landeskriminalamt (LKA) Baden-Württemberg seit Jahren stellt: Die Polizisten suchen verdeckt nach Erwachsenen, die in Chats Kontakte mit Kindern anbahnen. Mit Account-Namen wie „Pauline2002“ geben sich die Fahnder als 12-Jährige aus. Taten provozieren dürfen sie selbstredend nicht, aber sogar ein „Hallo“ als Lockruf reicht bereits oft aus.

„Es ist, wie wenn Sie ein Stück Fleisch in ein Gewässer voller Piranhas werfen“, berich-

tet Kriminalhauptkommissar Thomas Raml von der LKA-Fachinspektion „Internetrecherche“. „Da kommen sofort einschlägige Anmerkungen und Aufforderungen.“ Oft versuchen die potenziellen Täter nach einer kurzen Aufwärmphase, Kinder auf private Kommunikationskanäle zu ziehen, um dort die Webcam zu aktivieren.

Bemerkenswert findet Raml, wie routiniert die Täter mittlerweile vorgehen. Nicht selten findet die Polizei später bei Hausdurchsuchungen spezielle Halterungen für Webcams unterhalb der Computertische. Für den LKA-

Fahnder deutet das darauf hin, „dass solche Täter häufig sexuelle Handlungen vor der Webcam vornehmen und auch keine Scheu haben, dies vor Kindern zu tun.“

Der juristisch relevante Tatthergang läuft unter dem Begriff „Cybergrooming“. Er umfasst die Anbahnung sexueller Kontakte mit Minderjährigen. Strafbar ist Cybergrooming von Erwachsenen mit unter 14-Jährigen, und das bereits seit 2004 nach Paragraph 176 Strafgesetzbuch (StGB). Danach steht es unter Strafe, etwas zu unternehmen, was später einen Missbrauch an Kindern ermöglicht oder vereinfacht. Das heißt in der Praxis: Ein Täter muss keineswegs einschlägige Begriffe oder Redewendungen benutzen, um sich strafbar zu machen.

Kriminalhauptkommissar Raml hat in Chaträumen unterschiedliche Verhaltensmuster beobachtet: „Die einen versuchen, das Vertrauen des Opfers zu gewinnen und gehen eher subtil vor, indem sie nach Hobbys fragen oder wie es in der Schule war. Andere hingenegen scheuen nicht davor zurück, konkrete Fragen darüber zu stellen, wie man aussieht und was man anhat.“ Auch die Täter geben sich oft als Kind aus und betreiben mitunter großen Aufwand. So füllen sie etwa Bildergalerien mit Fotos von fremden Kindern und Jugendlichen und geben sie als Selbstporträts aus. Ziel ist stets, noch schneller Kontakt zum Opfer aufnehmen zu können.

### Kein Risikobewusstsein

Der Kriminologe Thomas-Gabriel Rüdiger ist Dozent an der Fachhochschule der Polizei des Landes Brandenburg. Rüdiger erforscht das Tatphänomen Cybergrooming. Er hat den Eindruck gewonnen: „Die Täter haben im digitalen Raum kein Risikobewusstsein mehr, denn das Opferpotenzial ist hoch, aber die Anzeigewahrscheinlichkeit gering.“

2010 hat das Unternehmen Symantec mit einer großen Untersuchung namens „Norton Online Family Report“ erstmals Fakten zu Cybergrooming bei Betroffenen abgefragt. An der Studie nahmen insgesamt über 7000 Erwachsene und 2800 Kinder zwischen 8 und 17 Jahren in 14 Ländern teil. Ziel war laut Symantec zu zeigen, wie sich Kinder tatsächlich im Internet verhalten und welche Erfahrungen sie sammeln. Diese Erkenntnisse wurden dann dem gegenübergestellt, was die Eltern davon wussten.

41 Prozent der Kinder berichteten darüber, dass eine fremde Person versucht hatte, über ein soziales Netzwerk Kontakt aufzunehmen. 25 Prozent hatten Gewalt- oder Nacktaufnahmen im Internet gesehen, teilweise ungewollt über Pop-ups. 10 Prozent berichteten darüber, dass ein Fremder versucht hatte, sie zu einem realen Treffen zu überreden. Mehr als ein Drittel der Kinder reagierten verunsichert, verängstigt, verstört oder wütend. Ein Fünftel der Kinder empfanden Scham und Reue für das, was passiert ist, und gaben sich oftmals daran selbst die Schuld.

Kommissar Raml geht davon aus, dass das Dunkelfeld sehr groß ist, weil die Kinder

sich den Eltern oftmals nicht anvertrauen: „Die Kinder fressen das in sich hinein. Vielleicht stimmt auch etwas in der Familie nicht und sie werden praktisch allein gelassen.“ Umso wichtiger sei es in diesen Fällen, dass sich die Kinder auch ihren Lehrern mitteilen können.

Die Eltern müssten nach Ramls Ansicht mehr dafür sensibilisiert werden zu wissen, was ihr Kind online so treibt. Im Fall des Falles müssten die Eltern der Polizei möglichst viele Informationen geben können, damit die Chancen steigen, den Täter zu ermitteln: „Es hilft, wenn der Chat-Verlauf mit dem Smartphone fotografiert wird. Auch Nicknames und Uhrzeiten zu notieren ist wichtig.“

2014 ermittelte das LKA Baden-Württemberg im Laufe eines Jahres rund 80 ausschließlich männliche Täter im Alter zwischen 19 und 60 Jahren. Über den Verfahrensstand kann die Staatsanwaltschaft Stuttgart allerdings keine Auskunft geben, da die Verfahren nicht einem Ermittlungsprojekt zugeordnet sind, sondern einzelnen Beschuldigten. Bekannt ist nur, dass einer der Täter bereits zuvor wegen Cybergrooming zu einer Freiheitsstrafe von sechs Monaten auf Bewährung sowie einer hohen Geldstrafe verurteilt worden war. Für Ersttäter gilt dies in deutschen Gerichten als Standard-Urteil.

Ein Vergleich der polizeilichen Kriminalstatistik des Bundes und der Strafverfolgungsstatistik des Statistischen Bundesamts zeigt, dass über die Jahre nur etwa ein Viertel der wegen Cybergrooming von der Polizei ermittelten Tatverdächtigen auch verurteilt wurden. Dieser sogenannte „Trichtereffekt“ ist auch aus anderen Deliktbereichen bekannt. Er hat verschiedene Ursachen: Mitunter stellt die Staatsanwaltschaft Verfahren wegen Geringfügigkeit ein oder ordnet sie einem anderen Deliktbereich zu. Natürlich gibt es auch Freisprüche oder großzügige Richter, die beispielsweise angesichts des jungen Alters eines Tatverdächtigen Gnade walten lassen.

## Dunkelfelder

Was den Polizisten längst klar ist, hat sich in der Politik noch nicht überall herumgesprochen: Die größte Gefahr für Kinder und Jugendliche geht zurzeit nicht von jugendgefährdenden Inhalten auf Websites aus, sondern von der Kommunikation über das Internet.

Hier geht es insbesondere um Chats (zum Beispiel bei Facebook oder Knuddels.de), Messenger (zum Beispiel WhatsApp, kakao-talk oder kik) und Livevideo-Dienste (zum Beispiel YouNow oder Periscope). Nach dem Motto „der Jäger folgt stets der Beute“ sind die Täter dort zu finden, wo sich Kinder gerne aufhalten und wo sie sie direkt kontaktieren können. Fast jedes Kind entdeckt das Internet vor allem über Spiele. Die Online-Umgebungen werden durch Interaktion mit anderen Spielern attraktiv, dabei entstehen auch emotionale Bindungen. Das nutzen Pädokriminelle gezielt aus.

The screenshot shows the homepage of Knuddels.de. At the top, there's a logo with a yellow smiley face and the text "Knuddels.de" next to it, followed by "HTML". Below this, there are two sections: "Lokalrunde" and "Flirt".

**Lokalrunde:**

- Hannover: 21 users
- Braunschweig: 21 users
- Hamburg: 76 users
- Berlin: 68 users
- Köln: 48 users

**Flirt:**

- Videoflirt: 54 users
- Flirt: 584 users
- Singles 15-17: 321 users
- Flirt 16+: 8 users
- Wolke7: 1 user

Die moderierte Chat-Plattform Knuddels richtet sich gezielt an Kinder und Jugendliche. Nach dem Motto „Der Jäger folgt stets der Beute“ tummeln sich dort auch potenzielle Cybergrooming-Täter.

Das Fachdezernat Cybercrime im LKA Rheinland-Pfalz sowie die Landeszentralstelle Cybercrime erprobten im vergangenen Jahr ein spezielles Ermittlungskonzept zum Phänomen Cybergrooming. Ähnlich wie beim LKA Baden-Württemberg meldete sich eine Polizeibeamtin als vermeintliches Kind in einem bekannten Chat-Portal für Kinder an, um auf Anbahnungsversuche potenzieller Straftäter zu reagieren. Anders als die Stuttgarter Kollegen begrenzten die Mainzer Ermittler das Projekt auf zwei Wochen im August 2015.

Die in diesem Zeitraum ermittelten 18 inländischen Tatverdächtigen (zwischen 21 und 51 Jahre alt) legten ein routiniertes Verhalten an den Tag, berichtet Kriminalhauptkommissar Klaus Eichelberger vom LKA Rheinland-Pfalz: „Sie versuchten konspirativ zu arbeiten. Oftmals wurden ‚Einmal-Accounts‘ verwendet, die nur für diese Handlung angelegt und danach nicht mehr benutzt wurden. Ferner lief alles über die Webcam. Es wurden keine Bilder verschickt.“ Im Januar 2016 hat die Polizei als Folge der Aktion in neun Bundesländern insgesamt 18 Wohnungen durchsucht und dabei mehr als 260 Computer, Speichermedien und Handys sichergestellt. Anklagen der Staatsanwaltschaft stehen noch aus.

Was Ermittler Raml aus seinen Erfahrungen heraus vermutet, bestätigt der Mainzer LKA-Präsident Johannes Kunz: „Unsere Ermittlungen belegen, dass wir von einem beträchtlichen Dunkelfeld ausgehen müssen.“ Ähnliches befürchtet man auch im LKA Hessen, das im Rahmen seiner Internet-Streife unregelmäßig Kontrollen in Chats durchführt. Aus anderen Bundesländern sind bislang

keine Aktionen gegen Cybergrooming bekannt geworden.

## Kinder als Täter

Seit 2012 steigen die Fallzahlen für das Delikt in der polizeilichen Kriminalstatistik des Bundes (PKS) deutlich an. Dafür dürfte es mehrere Gründe geben: Zum einen führen seit 2012 einige wenige Landeskriminalämter verstärkt Ermittlungsprojekte durch. Zum anderen haben aber auch immer mehr Kinder und Jugendliche Smartphones. 2015 haben bereits 86 Prozent der 12- bis 13-Jährigen eines besessen, während es 2012 erst 28 Prozent waren.

Nach Ansicht des Cybergrooming-Forschers Thomas-Gabriel Rüdiger resultieren daraus Lücken in der Kontrolle, die es zuvor nicht gab: „Kinder am Computer können von den Eltern viel leichter beobachtet werden. Vielleicht waren Täter daher früher auch vorsichtiger, da sie eher damit rechnen mussten, dass Eltern auf den Bildschirm schauen oder sich gar selbst als Kinder ausgeben. Über das Smartphone können sie heute aber direkt ihre Opfer erreichen, und das rund um die Uhr.“

Rüdiger verweist im Zusammenhang mit der Steigerung aber auch auf eine andere Entwicklung: Immer mehr Kinder und Jugendliche gelten als tatverdächtig. Während bei den Polizeiaktionen der Landeskriminalämter in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz ausschließlich Erwachsene als Täter erfasst wurden, zeigt die letzte veröffentlichte PKS von 2014, dass bereits 46 Prozent der Tatverdächtigen unter 21 Jahre alt sind: 10 Prozent sind Kinder bis 13, 26 Prozent sind Jugendliche im Alter zwischen 14

und 18 Jahren und 10 Prozent Heranwachsende zwischen 18 und 21 Jahren.

Rüdiger hat sich die Änderung der Altersstruktur im Zeitverlauf angesehen: „Seit 2011 ist die Anzahl von Kindern und Jugendlichen unter den Tatverdächtigen förmlich explodiert. Sie stieg im Zeitraum von nur vier Jahren um insgesamt 241 Prozent. Im selben Zeitraum wuchs die Zahl der Erwachsenen aber ‚nur‘ um 70 Prozent.“

Wichtig ist diese neue Erkenntnis insbesondere für die Prävention: Viele Eltern gehen nur von einer Gefahr durch Erwachsene aus, doch die Gefährdung durch Heranwachsende – mutmaßlich meist aus dem näheren Bekanntenkreis der Opfer – ist fast genauso hoch. Forscher Rüdiger weiß aus eigener Erfahrung, dass die Medienprävention in Schulen überwiegend nur den Opfer-Aspekt thematisiert. Dass immer mehr Kinder Täter werden, fällt bislang meist unter den Tisch. Rüdiger: „Hier muss Medienprävention ebenfalls ansetzen und sensibilisieren, um letztlich auch erfolgreiche Kriminalprävention im digitalen Raum zu betreiben.“

## Digital Na(t)ives

Mehr Licht in die Sache bringt die aktuelle Umfrage „Digital Na(t)ives“. Im Landkreis Emsland wurden 5422 Kinder und Jugendliche an 23 Schulen in den Jahrgangsstufen 5 bis 10 zu ihrem Medienverhalten befragt. Eine Besonderheit dieser bislang wohl größten Umfrage ihrer Art in Deutschland ist, dass die 70 Fragen aus einem Präventionsprojekt heraus gemeinsam mit den Schülern erarbeitet wurden.

Im Dezember 2015 haben die Initiatoren auszugsweise erste Ergebnisse veröffentlicht. Demnach besitzen 97 Prozent der befragten Schüler ein Smartphone. „Damit erhalten die Kinder und Jugendlichen per se das Internet für die Hosentasche und entziehen sich im Regelfall völlig der elterlichen Kontrolle“, glaubt Polizeihauptkommissar Peter Siebert von der Polizeiinspektion Emsland, der das Projekt 2014 mit ins Leben rief.

16 Prozent der befragten Schüler wurden schonmal nach Nacktbildern gefragt. Dabei kannten 45 Prozent der betroffenen Schüler den Anfragenden persönlich. Siebert geht davon aus, dass es sich dabei um Freunde und Mitschüler handelt. Die anderen Angefragten kannten die Person aber nur über das Internet oder das Smartphone. Siebert erläutert, dass eine Taktik der Täter darin besteht, sich über Facebook und andere soziale Netzwerke als Klassenkameraden auszugeben, die nur kurz an der Schule gewesen seien. Mit Hilfe von Schul-Websites, die Lehrer porträtieren, könnten Täter rasch an Vertrautes anknüpfen und so das Vertrauen erschleichen.

Die Anzahl der Anfragen steigt mit dem Alter: Während in Klasse 5 nur knapp 4 Prozent der Mädchen betroffen waren, waren es in Jahrgang 10 schon 40 Prozent. Jungen wurden wesentlich seltener angefragt. 7,6 Prozent der Angefragten sagten, sie kannten die Person über einen Onlinegame-Chat, wobei es hier keinen wesentlichen Unterschied nach Geschlechtern gab. Gleichwohl waren Schülerinnen und Schüler der mittleren Jahrgangsstufen stärker betroffen.

Ein bis zwei Prozent der befragten Schüler haben schon einmal eigene Nacktbilder über das Smartphone verschickt. Damit haben sie „die Steilvorlage für die eigene Angriffsfläche gelegt“, ist sich Siebert sicher. In seinen Veranstaltungen versucht er den Schülern deshalb klar zu machen: „Ist ein einziges Bild im Netz, bin ich erpressbar. Die Gefahr ist riesig, dann die Kontrolle zu verlieren.“ Ein Bild genügt, um das Opfer damit zu erpressen, damit es noch mehr Bilder schickt. Täter drohen beispielsweise damit, die Bilder an Freunde und Bekannte des Opfers in sozialen Netzwerken zu schicken. Cybergrooming und Cybermobbing gehen hier Hand in Hand.

## Lehrer in der Pflicht

Siebert sieht den Klassenlehrer als Hauptansprechpartner beim Mobbing und Grooming. Die Digital-Na(t)ives-Umfrage zeigt,

dass sich das Vertrauen der Schüler langsam aufbaut: In der fünften Klasse würden sich nur 68 Prozent an den Lehrer wenden, in der zehnten Klasse immerhin 74 Prozent.

Zudem sind 76 Prozent der Schüler der Meinung, dass Cybermobber die Schule verlassen müssen. Siebert sieht hier „ein klares Rechtsbewusstsein“. Dies stütze Schulleitungen in der Haltung, sich gegebenenfalls auch Schulverweise vorzubehalten. An den beteiligten Schulen reagieren die Lehrer mit abgestuften Maßnahmen auf Mobbing. Sieberts Favorit für das mildeste Mittel ist der vor der Klasse vorgelesene Entschuldigungsbrief.

Das Digital-Na(t)ives-Projekt nimmt es als gegeben hin, dass Kinder und Jugendliche ein Smartphone haben und sich in verschiedenen WhatsApp- und Facebook-Gruppen bewegen. Zwar gilt für Facebook offiziell das Mindestalter von 13, für WhatsApp sogar 16, aber echte technische Zugangsbarrieren existieren nicht.

Realistischerweise stellt das Projekt auch gar nicht mehr die Frage, ob es für Erwachsene notwendig ist, im Rahmen der Schule oder des Fußballvereins in den Gruppen moderieren – dies lassen sich die Kids ohnehin nicht gefallen. Daher liegt der Schwerpunkt pragmatisch auf dem Thema „Disziplin innerhalb einer Gruppe“. Siebert versucht den Schülern auch beizubringen, dass sie in den Online-Gruppen auf einen positiven Mehrwert achten und negative Sachverhalte nicht online diskutieren, da dies „einfach nicht funktioniert“.

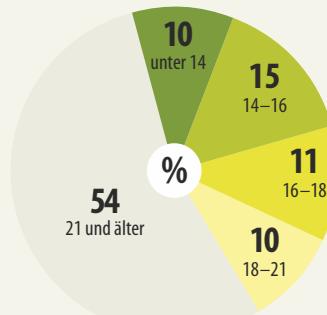
Im Zuge des Projekts wurde an mehreren Schulen im Emsland ein „Verhaltenskodex zur Nutzung von Handys/Smartphones“ eingeführt, den Schüler und Eltern jedes Jahr erneut unterschreiben sollten. Damit positioniert sich die Schule nicht nur eindeutig, sondern sensibilisiert auch für die Problemlagen: „Es sollte selbstverständlich sein, vorher die Person um Erlaubnis zu fragen, von der du ein Foto machen möchtest. Sendest du Fotos, die du zum Beispiel von einem Freund/einer Freundin erhalten hast, unerlaubt weiter oderstellst du diese ins Internet, könntest du eventuell rechtliche Probleme bekommen.“ Ausdrücklich heißt es auch: „Das Verbreiten von Inhalten wie zum Beispiel Gewaltvideos, nationalsozialistische Gedanken/Zeichen, Pornografie et cetera ist verboten.“

## Ungenügender Jugendmedienschutz

In einem gemeinsamen Positionspapier forderten Kriminologen, Kinderschützer, Wissenschaftler sowie Vertreter von Polizei und Justiz bereits vor vier Jahren ein Umsteuern. Sie beklagten, dass sich die Diskussion zum Kinder- und Jugendmedienschutz auf die Frage fokussiere, „ob gefährliche Webseiten nur gesperrt oder komplett gelöscht werden sollen“. Stattdessen müssten nach dem Willen der Unterzeichner vor allem die Interaktions- und Kommunikationsrisiken des Internets und entsprechende Schutzvorkehrungen

## Cybergrooming nimmt zu

In den letzten Jahren stiegen die in der polizeilichen Kriminalstatistik erfassten Opferzahlen (links). Im Jahr 2014 waren fast die Hälfte der Tatverdächtigen unter 21 Jahre alt (rechts).



## Erste Hilfe und Vorbeugung

Als Anlaufstelle für jugendliche Opfer von Cybergrooming, Mobbing oder Sexting empfehlen wir das Projekt **juuuport** ([www.juuuport.de](http://www.juuuport.de)) der Niedersächsischen Landesmedienanstalt. Dort finden Betroffene, die sich nicht an Eltern oder Lehrer wenden wollen, anonym Rat und Hilfe von geschulten Gleichaltrigen („Scouts“) – entweder im Forum oder per Mail. Gegebenenfalls stehen erfahrene Psychologen, Pädagogen und Juristen im Hintergrund bereit.

Damit es nicht so weit kommt, sollten sich Eltern und Kinder über aktuelle Risiken und Gefahren auf dem Laufenden halten. Ein guter Anlaufpunkt ist das Projekt **Schau hin** ([www.schau-hin.info](http://www.schau-hin.info)). Hier finden sich Anleitungen für verschiedene

Gerätekategorien und Plattformen, jede Menge pädagogische Tipps und Hinweise zu kindgerechten Diensten. Die umfangreiche Site ist auch in türkischer Sprache abrufbar.

Ähnlich ausführlich, aber speziell auf jüngere Kinder zugeschnitten, ist das **internet-abc** ([www.internet-abc.de](http://www.internet-abc.de)). Eher auf die Beratung zu technischen Lösungen hat sich die Bundesinitiative **Sicher online gehen** ([www.sicher-online-gehen.de](http://www.sicher-online-gehen.de)) spezialisiert. Das wohl beste und umfangreichste Infoportal stellt die EU-Initiative **klicksafe** ([www.klicksafe.de](http://www.klicksafe.de)) zur Verfügung. Es ist unterteilt in Bereiche für jüngere und ältere Kinder sowie Jugendliche. Eltern finden hier genauso Rat wie Lehrer und betroffene Kinder selbst.

Die für diesen Artikel angesprochenen Experten sind sich einig, dass die polizeiliche Online-Präsenz erhöht und die Ansprechbarkeit wesentlich verbessert werden müsste, um das Risikobewusstsein der Täter wiederherzustellen. Ermittler Klaus Eichelberger vom LKA Rheinland-Pfalz schlägt vor: „Man sollte in unregelmäßigen Abständen in Online-Spiele gehen, um die Täter zu verunsichern.“ Bislang ist jedoch nicht bekannt, dass die Polizei das bereits getan hat. Die Zusammenarbeit mit den Betreibern der inländischen Chat-Portale klappe immerhin, war von den Ermittlern zu hören. Auf Nachfrage und über entsprechende Beschlüsse stellen die Betreiber demnach meist genügend Informationen bereit, damit die Polizei Täter identifizieren konnte.

In den Niederlanden etwa ist die Polizei aber schon wesentlich weiter: In der bei Mindejährlingen sehr beliebten Online-Plattform „Habbo Hotel“ etwa sammelte sie Erfahrungen mit einer selbst eingerichteten virtuellen Beratungsstelle, die gut angenommen worden sei. Habbo Hotel war zuvor mehrfach wegen einschlägiger Übergriffe aufgefallen, wobei die Täter auch hier für intime Chats auf andere Plattformen wie Skype, kik oder WhatsApp wechseln, um unbeobachtet direkt mit dem Opfer zu kommunizieren. „Täter lernen Kinder häufig auf einer Kontaktplattform kennen – das können Onlinespiele oder klassische Chat-Räume, aber auch Medien wie Instagram und Snapchat sein. Dann leiten die Täter typischerweise auf eine Missbrauchsplattform weiter, die häufig die Möglichkeit einer Webcam-Funktion oder des relativ anonymen Austauschs von Bildern und Videos ermöglicht“, so der Kriminologe Rüdiger.

Die Kinderkommission des Bundestags fordert daher nach dem Motto „Safety by Design“ die Plattformbetreiber sowie Software- und Hardware-Hersteller auf, kindersichere Umgebungen zu schaffen. Das vom Bundesfamilienministerium 2012 eingerichtete „Zentrum für Kinderschutz im Internet“ hat 2014 dazu eine Erhebung durchgeführt. Demnach sehen es 44 Prozent der 110 interviewten Unternehmen als Teil der „Corporate Social Responsibility“, den Jugendmedienschutz zu berücksichtigen. 41 Prozent legen darauf Wert, weil sie ein Siegel erhalten, ein Audit bestehen oder eine Selbstverpflichtung einhalten möchten. Auch 2015 arbeitete das Zentrum an dem Thema weiter, hat aber bislang nicht über Ergebnisse berichtet.

Die Gesellschaft hat viel zu lange den digitalen Raum nicht als das begriffen, was er ist: Als einen öffentlichen Raum, in dem unbekannte Erwachsene und Kinder ganz selbstverständlich miteinander interagieren. Nun scheint die Debatte notwendig, wie Kinder in diesem Interaktionsraum sicher aufwachsen können. Die Polizei und der Kinder- und Jugendmedienschutz können hier nur ein Baustein sein. (hob@ct.de)

**ct** Links zu weiteren Infos: [ct.de/yqju](http://ct.de/yqju)

The screenshot shows the homepage of Juuuport. At the top, there's a navigation bar with links for Home, foorum, Beratung durch einen Scout, Scouts, Infos, Über juuuport, Neu hier?!, and Login. Below the navigation is a banner with three cartoon characters and the text "Wir helfen euch gegen Cybermobbing und Abzocke im Web!". A search bar and a "suchen" button are visible. Below the banner, there are sections for "Stelle eine Frage!" (Ask a question!) and "Mitreden? Registrieren!" (Participate? Register!). The main content area shows "DIE NEUTESTEN DISKUSSIONEN" (Latest discussions) with two examples:

- Frage von [Anfrage\\_aus\\_der\\_Beratung](#) vom 16.03.2016, 11:18 Uhr: Kann man die die Musik von YouTube Ruler laden wie geht das Diese Frage wurde um (...).
- Frage von [Anfrage\\_aus\\_der\\_Beratung](#) vom 16.03.2016, 11:25 Uhr: Foto Hallo, ich habe mal eine Frage... Ist das eigentlich normal, dass mein Onkel meine (...).

Below these, there's a section titled "AKTUELLES WEB-THEMA" (Current web topic) with the heading "Cybergrooming - sexuelle Anmache im Internet". It includes a snippet of text and a small image of a person looking at a screen.

diskutiert werden. Der Ruf verhallte fast ungehört.

Experten kritisieren nach wie vor, dass Cybergrooming in der politischen Jugendschutz-Regulierung bislang keine Rolle spielt. Zentrales Element dieser Regulierung bildet der von den Bundesländern ausgehandelte Jugendmedienschutz-Staatsvertrag (JMStV). Dessen Novellierung befindet sich gerade in der Endphase. Aber auch in der neuen Fassung wird es keine Regeln zum Schutz vor Anmache in Chats geben.

Im Bundestag gibt es seit 1988 die Kommission zur Wahrnehmung der Belange der Kinder (Kinderkommission) als Unterausschuss des Ausschusses für Familie, Senioren, Frauen und Jugend. Sie gilt als Interessenvertretung

für Kinder und Jugendliche im parlamentarischen Prozess. Und die Kinderkommission sieht die JMStV-Novellierung problematisch.

Nach mehreren Expertenanhörungen stellte sie jüngst fest, dass das aktuelle Altersklassifizierungssystem im JMStV um weitere Kriterien erweitert werden müsse, damit Eltern das Risiko einzelner Medienformate auch richtig einschätzen können. So sollten Interaktions- und Kommunikationsmöglichkeiten bei Spielen und Apps ebenso eine Rolle spielen wie Bezahlfunktionen, die oft zu überhöhten Telefonrechnungen führen. Die Kinderkommission verspricht sich davon zwar „keinen umfassenden Schutz“, doch erleichtere dies Eltern, die Risikopotentiale von Medien und Programmen zu erkennen.

Jan-Keno Janssen

# Die virtuelle Revolution

## Virtual Reality startet durch

Drei Jahre lang haben Firmen wie Oculus den Hype um Virtual Reality angeheizt. Jetzt sind die VR-Brillen wirklich da und lassen einen endlich in virtuelle Welten eintauchen. Neben der Spiele- und Film-Industrie springen auch die Sport-Berichterstattung und Anbieter von Konstruktions-Software auf den VR-Zug auf. Er ist auf dem besten Weg, eine Technik-Revolution auszulösen.



### Virtual Reality

Oculus Rift vs. Vive und PSVR

Seite 74

Die besten Spiele für die drei Systeme

Seite 80

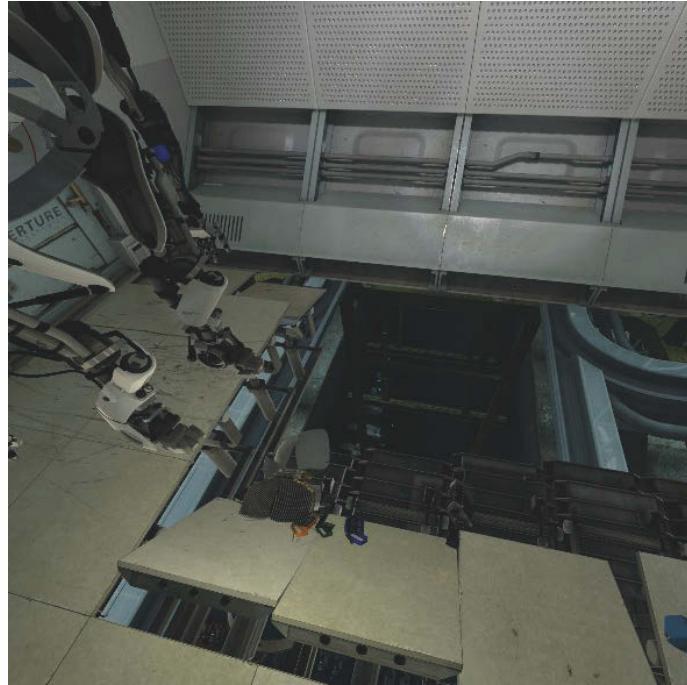
Dem Publikum stand der Mund offen, als Spieleentwickler-Legende John Carmack 2012 den mit Gaffer-Tape zusammengeklebten Prototyp einer Virtual-Reality-Brille namens „Oculus Rift“ präsentierte. Damals glaubten nur wenige Technik-Freaks an den Erfolg, denn VR war zumindest im Unterhaltungsbereich seit den 90er Jahren mausetot. Lediglich in der Industrie und beim Militär wurde weiter an der Technik gearbeitet. Allerdings waren deren Systeme für Privatanwender unerschwinglich. Mit den neuen Brillen von Oculus, HTC und Sony ändert sich das. Sie machen VR erstmals für die Massen bezahlbar und sorgen für eine Aufregung in der Technikszenie wie lange nicht.

Blöd nur: Nachvollziehen kann man die Aufregung auf Papier oder Video nicht, man muss sich schon selbst so eine Brille aufsetzen. Das ist jetzt möglich: Wenn Sie dieses Heft in den Händen halten, hat Oculus bereits Tausende seiner VR-Brillen „Rift“ verschickt. Am 5. April startet die Auslieferung des von HTC und Valve entwickelten Konkurrenzsystems Vive. Sonys Playstation VR soll im Oktober in den Handel kommen. Einen ersten Vergleich der VR-Systeme finden Sie ab Seite 74.

## Brett vorm Kopf?

Wenn Sie VR noch nicht ausprobiert haben, fragen Sie sich vielleicht gerade: Was soll so toll daran sein, sich einen Kasten mit einem Display vor die Augen zu schnallen? Die Antwort mag im ersten Moment etwas esoterisch klingen: Zumindest Teile Ihres Bewusstseins werden davon überzeugt sein, dass die künstliche Welt vor Ihren Augen echt ist.

Am stärksten merken Sie das, wenn Ihre Urängste ins Spiel kommen, zum Beispiel die Angst zu fallen. In der von Valve entwickelten „Aperture Robot Repair“-Demo für die HTC Vive öffnet sich an einer Stelle der Boden, ein tiefer Abgrund kommt zum Vorschein. Wenn man der VR-bebrillten Person nun sagt: „Geh doch mal einen Schritt nach vorne“, kann man beobachten, wie sie vor dem virtuellen Loch abrupt stehenbleibt. Es erfordert nämlich eine starke Überwindung, seinem Gehirn mitzuteilen, dass das alles gar



**Das Loch im Boden ist zwar nur virtuell – dennoch können die meisten Menschen mit aufgesetzter VR-Brille nur mit ganz viel Überwindung drüberlaufen.**

nicht echt ist. Obwohl man natürlich eigentlich weiß, dass man nur auf ein Display guckt.

Die Überzeugungskraft von VR fußt auf zwei Faktoren: dem großen wahrgenommenen Sichtfeld und der Übertragung der Kopfbewegungen in die virtuelle Welt. Das große Sichtfeld ist bei allen aktuellen VR-Brillen vergleichsweise simpel mit Lupenlinsen vor den Displays realisiert. Es gibt noch kein Headset, das die natürliche Wahrnehmung komplett originalgetreu nachahmt, ein wenig schwarzen Rand gibts immer. Der Eindruck ist vergleichbar mit dem Blick durch eine Taucher- oder Skibrille. Er reicht aber aus, um das Gehirn auszutricksen.

Technisch aufwendiger ist das Tracking, mit dem Kopf- und Körperbewegungen übertragen werden. Einfache Smartphone-VR-Halterungen à la Google Cardboard erkennen mit Gyroskop, Kompass und Beschleunigungssensoren lediglich die Neigung und Drehung des Kopfes – der restliche Körper bleibt außen vor. Da Menschen aber selten ausschließlich ihren Kopf bewe-

gen, steigt mit dem externen Positions-tracking der Echtheits-Eindruck. Ambitioniertere Headsets wie Rift, Vive oder Playstation VR erkennen mit Hilfe von Kameras (Rift, Playstation) oder einem Netz aus unsichtbaren Lasern (Vive) die Position der Brille im Raum (siehe Tabelle auf Seite 73).

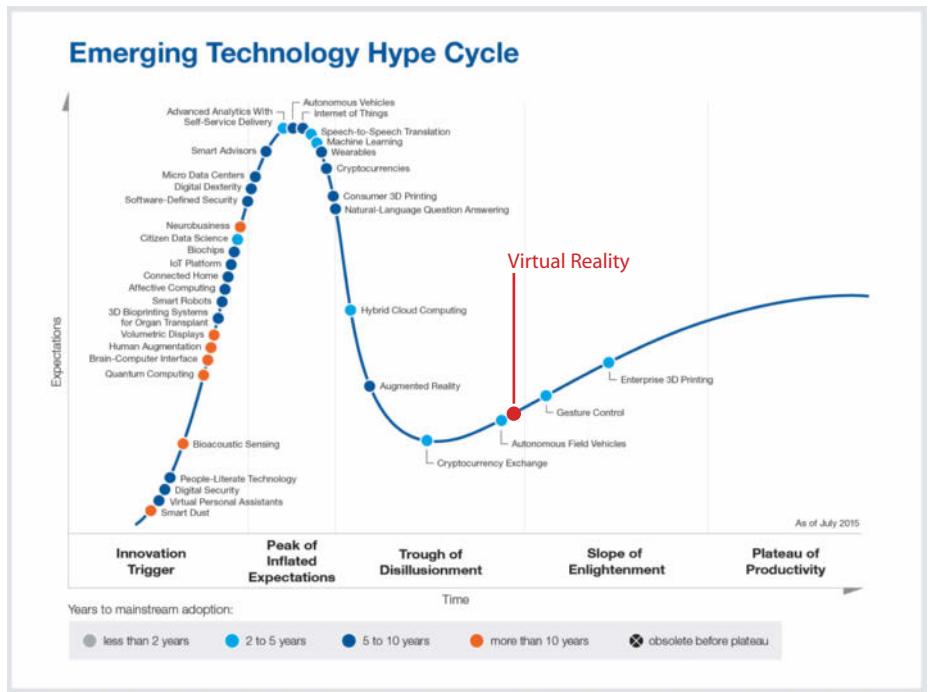
Das Mittendrin-Gefühl steigert sich nochmals, wenn man mit der virtuellen Welt intuitiv mit den Händen interagieren kann. Das geht bislang nur mit Vive; Oculus will die Hand-Controller für die Rift erst in der zweiten Jahreshälfte ausliefern. Ohne Hände fühlt man sich in VR häufig wie ein Patient mit Locked-in-Syndrom, weil man mit der Welt wenn überhaupt nur umständlich interagieren kann. Mit Hand-Controllern erfüllt sich dagegen ein alter Nerd-Traum: Zwischen Software und Mensch steht kein abstraktes Interface mehr; die Welt im Computer lässt sich nun genauso bedienen wie die echte.

## Woher kommen die Inhalte?

Echte Virtual-Reality-Inhalte sind keine vorgerenderten Filme, sondern sie werden wie Computerspiele in Echtzeit berechnet. Dazu nutzen Entwickler Game-Engines wie Unity, die Unreal Engine oder auch die CryEngine der deutschen Firma Crytek. Unity und Crytek entwickeln derzeit sogar VR-Editoren, mit denen Entwickler ihre Level direkt mit einer VR-Brille bauen können. Wenn sie direkt in ihrer Welt stehen, können sie Proportionen und Lichtverhältnisse wesentlich besser einschätzen als am Bildschirm. Die Engines Stingray von Autodesk und Lumberyard von Amazon unterstützen die Ausgabe für VR-Headsets ebenfalls – in vielen Fällen klappt das sogar ohne Plug-ins mit Bordmitteln. Doch die Entwicklung solcher Programme ist aufwendig und zeitintensiv. Man muss also Geduld haben, bis sich aus den ersten Tech-



**In solchen „VR-Telefonzellen“ beamte die Marriott-Hotelkette potenzielle Kunden virtuell in ihre schönsten Resorts.**



Im „Hype Cycle“ der Gartner-Marktforscher befindet sich Virtual Reality bereits kurz vor dem „Produktivitäts-Plateau“.

nik-Demos komplexe Spiele entwickeln, deren Faszination über den ersten Wow-Effekt hinausgeht, den jeder bei seinen ersten Schritten in die VR-Welt hat. Welche VR-Projekte die Spiele-Industrie darüber hinaus plant, lesen Sie in unserem Bericht über die Game Developer Conference ab Seite 16.

Im Unterschied zu den Spielen und anderen VR-Simulationen sind 360-Grad-Filme nichts weiter als auf eine virtuelle Kugel geklebte Videos, in denen man per Kopfbewegung den Bildausschnitt bestimmt. Der Eindruck ist vergleichbar mit den alten IMAX-Kinosälen in Kugelform. Man kann sich weder nach vorne noch zur Seite beugen, um

etwas aus der Nähe oder aus einem anderen Blickwinkel zu betrachten, noch mit den Objekten oder Personen interagieren.

Mangels bezahlbarer 3D-Rundum-Kameras sind die meisten 360-Grad-Filme zurzeit nicht einmal stereoskopisch. Ein weiteres Problem ist die geringe Auflösung. Auch wenn das abgespielte Video in der „Rohform“ mit 4K auflöst, sieht es mit aufgesetzter Brille pixelig aus. Schließlich hat man immer nur einen kleinen Teil des Gesamtvideos im Sichtfeld. Aktuelle Consumer-Kameras mit 360-Grad-Video-Funktion (zum Beispiel die Ricoh Theta S für 400 Euro) schaffen sogar nur 1080p-Auflösung. Für höhere Auflösungen

und stereoskopisches 3D muss man tief in die Tasche greifen: So kostet zum Beispiel Nokias Ozo-Kamera heftige 55 000 Euro. Der „Pixel pro Euro“-Faktor wird deutlich besser, wenn man sich auf 180-Grad-Videos beschränkt. Eine passende Kamera kann man sich sogar selbst basteln: Zwei GoPro-Kameras mit angeklebten Fischaugen-Objektiven erreichen bereits eine ordentliche Bildqualität – und das sogar stereoskopisch.

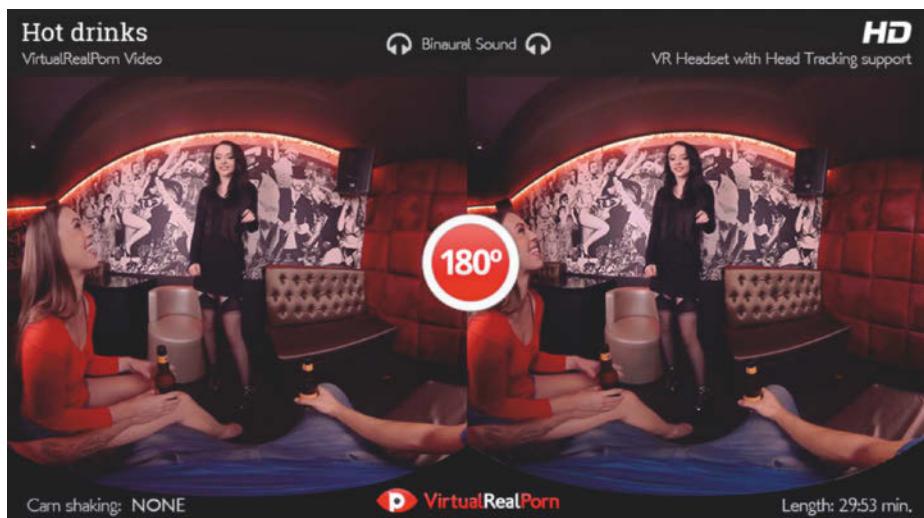
Gut gemachte Rundum-Videos erzeugen aber ein durchaus überzeugendes Mitten-drin-Gefühl. Besonders anschaulich zeigen das 180-Grad-Pornos – von denen gerade eine Menge auf den Markt kommen. Schon ganz zu Anfang der VR-Welle, als lediglich Oculus-Rift-Entwicklerversionen und frühe VR-Smartphone-Halterungen erhältlich waren, trauten sich die Pornoproduzenten, für ihre Rundum-Filmchen Geld zu kassieren – während die Macher anderer VR-Inhalte noch im Demo-Stadium festhingen.

## Neben Neuer im Tor

Geld verdienen kann man höchstwahrscheinlich auch mit der Live-Übertragung von Sport-Ereignissen. Erste Anbieter wie Virtual Live oder LiveLikeVR wollen dazu die Positionsdaten der Spieler, die in den Stadien sowieso für die computerbasierten Analysen aufgezeichnet werden, mit nur wenigen Sekunden Verzögerung live übertragen. Dann können Zuschauer jede beliebige Position im Stadium und auf dem Platz einnehmen – selbst hinter dem Torwart bei einem Elfmeter. So richtig Stimmung kommt bei den ersten Demos jedoch noch nicht auf, weil die Kameras noch nicht alle Bewegungen der Spieler in Echtzeit per Motion Capturing erfassen können. So bewegen sich die virtuellen Spieler nur mit vore berechneten Standard-Animationen.

Auch Musiker wie Paul McCartney haben ihre Konzerte bereits in 360 Grad filmen lassen, sodass die Zuschauer sich direkt zwischen die Musiker auf die Bühne stellen konnten. Die große Herausforderung bei solchen Konzertmitschnitten ist derzeit noch der 3D-Ton. Der Zuschauer will idealerweise einen natürlichen Rundum-Sound hören, egal in welche Richtung er den Kopf dreht. Dafür gibt es spezielle Mikrofone mit acht Gummiohren, die die binaurale Aufnahmetechnik erweitern. Richtig überzeugend sein werden aber wohl erst Aufnahmen einer Technik namens Ambisonics, die Audio-Designer gerade neu für sich entdecken (siehe Seite 132).

Will man die reale Welt in VR abbilden – also so, dass man sich darin bewegen kann statt nur zu gucken – kann man bereits heute auf Photogrammetrie zurückgreifen. Richtig realistisch klappt das bislang nur mit statischen, unbewegten Umgebungen. Vorreiter auf dem Gebiet ist das deutsche Start-up Dimensions.io. Ihr Abbild einer baufälligen Halle in Beelitz-Heilstätten ist die zurzeit wohl beeindruckendste VR-Kopie eines real existierenden Ortes. Photogrammetrie-Aufnahmen bewegter Objekte klappen bislang nur sehr



Pornos sind für Rundum-Videos mit VR-Brillen geradezu prädestiniert.



**Kein Foto:**  
In diesem vom deutschen Start-up Realities.io per Photogrammetrie eingefangen Raum kann man frei herumlaufen.

Kleinformat ab – die Charaktere sind in etwa so groß wie Barbie-Puppen. Beim Gucken fühlt man sich wie Gulliver in Liliput.

Auch die Star-Wars-Macher von Lucasfilm arbeiten bereits mit VR: Das „Cinematische Experiment“ namens „Trials on Tatooine“ beginnt stilecht mit John-Williams-Musik und der ikonischen gelben Laufschrift – nur dass diese eben nicht auf einer Leinwand zu sehen ist, sondern man buchstäblich draufsteht. Anschließend wird man auf den Wüstenplaneten Tatooine gebeamt. Als wäre das nicht schon aufregend genug, taucht am Himmel auf einmal der Millennium-Falke auf – und landet mit tüchtig Getöse direkt über dem Kopf des Zuschauers.

### Verkaufen, therapieren, bauen

Dass man mit Virtual-Reality-Ansichten schicker Ferienanlagen mehr Lust auf Urlaub macht als mit ollen Reiseprospekten, versteht sich von selbst. Die Marriott-Hotelkette gehörte 2014 zu den Vorreitern, als sie in acht US-amerikanischen Städten Telefonzellen-artige Kapseln aufbaute, in denen Passanten virtuell durch die schönsten Hotelresorts fliegen konnten. Inzwischen arbeiten auch andere Reiseunternehmen mit VR.

Die Technik drängt sich zudem für die Immobilienbranche auf: Architekten können ihre

grobpixelig, auch wenn die Firma 8i in letzter Zeit große Fortschritte gemacht hat.

Man muss aber auch gar nicht unbedingt die Realität abbilden, um mit VR tolle filmartige Erlebnisse zu realisieren. Berechnet man die Filme nämlich in Echtzeit, können die Charaktere dynamisch aufs Publikum reagieren. Beim von Oculus selbst produzierten

Trickfilm „Henry“ verfolgen die Augen des namensgebenden Protagonisten – eines Igels – permanent den Zuschauer. Das fühlt sich anfangs etwas gruselig an, steigert den Mitten-drin-Effekt aber gewaltig. Ebenfalls sehr spannend sind Experimente mit den Größenverhältnissen. Bei „Allumette“ spielt sich die Handlung vor den Augen des Zuschauers im

14. Juni bis 16. Juni 2016  
darmstadtium, Darmstadt

Die Konferenz für Enterprise JavaScript



Zeitgemäße Webanwendungen entwickeln – professionelle Infrastrukturen betreiben

Programm  
online

# 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: JavaScript und Node.js effizient mit anderen Sprachen, Technologien und Plattformen einsetzen

Silber-Sponsor:

**SPRINTEINS**

Bronze-Sponsor:

**adesso**  
business.  
people.  
technology.

Veranstalter:

**heise Developer**

**dpunkt.verlag** the native web.

## Eine kleine Geschichte der Virtual Reality

Die Science-Fiction-Literatur fantasiert seit vielen Jahrzehnten Maschinen herbei, mit denen man reisen kann, ohne das Haus zu verlassen. In der Kurzgeschichte „Pygmalion's Spectacles“ beschrieb Stanley G. Weinbaum 1935 eine Brille, die den Träger in eine fiktive Welt versetzt. Die vermutlich erste VR-Brille – ohne dass sie so hieß – entwickelte der Computergrafik-Pionier Ivan Sutherland 1968: Das sogenannte „Sword of Damocles“ beschrieb er als das „ultimative Display“. 20 Jahre später popularisierte der Computerphilosoph Jaron Lanier schließlich den Begriff Virtual Reality.

Anfang der 90er-Jahre traf das Konzept exakt den Puls der Zeit: Das Internet schickte sich gerade an, die Welt zu verändern. Nach der Blumenwiese der Hippies und der Betonwüste der Punks wurde der Cyberspace zum Sehnsuchtsort der Generation X.

Etliche Firmen bauten futuristische VR-Helme für Spielhallen (Sega VR-1, Virtuality 1000CS) und für den Privatgebrauch (Forte VFX1, Nintendo Virtual Boy). Besonders die Lifestyle-Medien stürzten sich in den Neunziger auf die vermeintlich revolutionäre Technik. Im Massenmarkt hatte VR jedoch wenig Erfolg: Headtracking war entweder gar nicht vorhanden (wie beim Virtual Boy) oder zu lahm, das Blickfeld zu klein, die Software langweilig. Die kurze VR-Welle führte dennoch zu kuriosesten Auswüchsen. Im britischen Fernsehen konnte man zum Beispiel in der Spielshow „Cyberworld“ zuschauen, wie sich zwei Kandidaten in Virtuality-Maschinen bekriegten. Das mochte zwar für die Spieler spaßig gewesen sein, für Zuschauer mit 2D-Bildröhre aber eher wenig: Man konnte nämlich überhaupt nicht richtig erkennen, was da gerade passierte. Aus heutiger Sicht ebenfalls obskur, aber deutlich unterhaltsamer: Hollywood-Filme aus der Cyberspace-Hype Ära. eXistenZ, Strange Days, Johanny Mnemonic und vor allem The Lawnmower Man machen auch 2016 noch Spaß.



Nintendos Virtual Boy von 1995 war eines der ersten Virtual-Reality-Headsets für den Massenmarkt – und eines der schlechten. Das Gerät beherrschte nicht einmal Headtracking.

Obwohl die Medien den Hype aus allen Rohren befeuerten, war die VR-Welle Ende der Neunziger schon wieder vorbei. Bis zum Oculus-Rift-Prototypen im Jahr 2013 stand die VR-Hardware-Entwicklung im Bereich der Unterhaltungselektronik still: VR-Brillen wurden, wenn überhaupt, nur für Forschung, Industrie und Militär gebaut. Dass die aktuelle VR-Welle wieder nur ein Strohfeuer wird, bezweifeln die meisten Zukunftsforcher aber: Im Hype-Cycle des Marktforschungsinstituts Gartner befindet sich die Technik bereits auf direktem Weg zum „Produktivitäts-Plateau“, die Trendforce-Marktforscher prognostizieren für den VR-Hardware- und Softwaremarkt ein Volumen von 70 Milliarden US-Dollar im Jahr 2020. (jkj@ct.de)

Kundschaft durch geplante Neubauten spazieren lassen. Wer eine Wohnung kaufen will, kann die ersten Besichtigungen virtuell angehen. VR in der Immobilienbranche ist schon so verbreitet, dass es in Deutschland bereits etliche Anbieter gibt, die 360-Grad-Fotos und Videos sowie gerenderte Echtzeit-Visualisierungen in Game-Engines für VR produzieren.

Das wohl größte Marketing-VR-Projekt in Deutschland ist Audis „VR Experience“. Die Händler des Autoherstellers können Komplettpakete mit Oculus Rift und PC kaufen, auf denen sie den Kunden jede einzelne der Millionen Fahrzeug-Konfigurationen lebensrecht präsentieren können. Auf Wunsch darf man sich auch hinters Steuer setzen oder das Auto auf den Mond beamen – nur fahren geht noch nicht.

Virtual Reality ist noch so neu, dass es enorme Aufmerksamkeit auf sich zieht. Sobald auf einer Technikmesse VR demonstriert wird, bilden sich verlässlich lange Schlangen. Der Effekt lässt sich natürlich für clevere Produktwerbung am Verkaufsstand nutzen. Ein sehr gelungenes Beispiel: Der französische Frischkäse-Hersteller Boursin ließ seine Kunden im letzten Jahr virtuell durch einen Kühlschrank brettern, vorbei an hüpfenden Tomaten und durch Zwiebelringe – um am Ende weich in einem Frischkäsetopf zu landen.

Auch in der Psychotherapie gibt es erste Ansätze zum Einsatz von VR. So nutzt die Hochschulambulanz der Uni Würzburg VR unter anderem zur Bewältigungstherapie von Flugangst, Höhenphobie, Tunnelphobie und Spinnenangst.

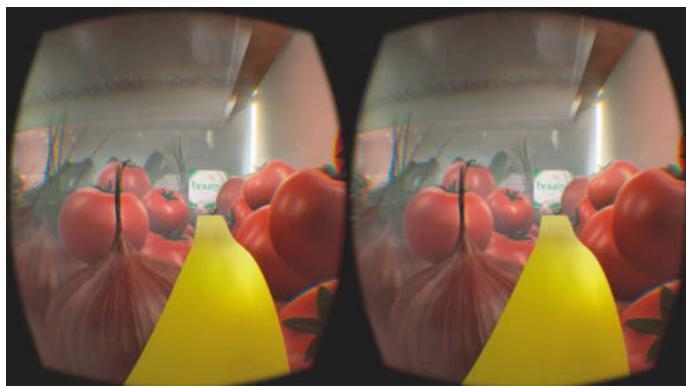
Ein weiteres Anwendungsgebiet ist 3D-Modelling: Mit VR-Hand-Controllern lassen sich räumliche Objekte ohne umständliche Interfaces bearbeiten. Software wie Tilt Brush und SculptVR (Vive) oder Oculus Medium (Rift) zeigen schon jetzt, wie gut das funktioniert.

### Gekommen, um zu bleiben

Der aktuelle VR-Hype ist begründet: Die Technik von Oculus und Co. funktioniert bereits in der ersten Generation verblüffend gut. Mit den schweren Helmen und den übelkeitsinduzierenden Ruckel-Orgien der neunziger Jahre haben aktuelle Headsets nichts mehr zu tun.

Dennoch ist es unwahrscheinlich, dass VR ähnlich rasant einschlägt wie vor 90 Jahren der Tonfilm oder vor neun Jahren das iPhone. Dafür sind die Hardware-Preise noch zu hoch und eine echte Killerapplikation steht noch aus. Mit Software und Filmen lässt sich zumindest kurzfristig mangels flächendeckend vorhandener Hardware keine goldene Nase verdienen.

Aber das ist vielen Entwicklern egal – ihnen geht es in erster Linie um die Erforschung neuer Welten, die ganz andere Möglichkeiten erlauben als bei herkömmlichen Bildschirm-Anwendungen. Auf der Game Developers Conference Mitte März in San Francisco gab es außer Virtual Reality eigentlich kein anderes Thema mehr. Einen solchen



Der französische Frischkäse-Hersteller Boursin macht Werbung per virtueller Kühlenschrank-Achterbahnhfahrt.

## Die Spielarten der Virtual Reality



VR-Typ	Low Budget VR	Mobile VR	Desktop VR	Hand Tracking VR	Room Scale VR	Out of Home VR
Hardware	rein mechanische Smartphone-Adapter (Google Cardboard, Zeiss VR One)	Smartphone-Adapter mit zusätzlicher Elektronik (Gear VR)	VR-Brillen mit Tracking-Kamera (Oculus Rift ohne Touch)	VR-Brillen mit Kamera und Hand-Controllern (Playstation VR, Oculus Touch)	VR-Brille mit Hand-Controllern und Raum-Scannern (HTC Vive)	VR-Räume (The Void)
Tracking	Kopfbewegungen (über Sensoren im Smartphone)	Kopfbewegungen (über Sensoren in der Brille)	Kopfbewegungen (über Sensoren), Positions-Tracking über externe Kamera	Kopfbewegungen (über Sensoren), Positions-Tracking über externe Kamera	Kopfbewegungen (über Sensoren), Raum-Position über Laser-Tracker	Raum-Tracking von Brille und Peripheriegeräten, Mapping realer Objekte in der VR, Weste mit Motoren
Körperposition	sitzend / stehend	sitzend / stehend	sitzend / stehend	sitzend / stehend	stehend / gehend	stehend / gehend
Interaktionsmöglichkeiten	sehr begrenzt (zum Beispiel Eintasten-Bedienung bei Google Cardboard)	einfache Steuerung per Brillen-Touchpad, Bluetooth-Gamepad	konventionelles Gamepad (ohne Positionstracking)	Hand-Controller mit Positionstracking	Hand-Controller mit Positionstracking	Hand-Controller und direkte Interaktion mit getrackten Objekten
Mittendrin-Gefühl (Präsenz)	gering bis mittel	mittel	hoch	sehr hoch	sehr hoch	maximal
Besonderheiten	mit aktuellen Smartphones ruckeliges Headtracking (Sensoren sind nicht auf VR ausgelegt); dank großer Verbreitung Hunderte von Apps zur Auswahl	geschmeidiges Headtracking (Sensoren auf VR ausgelegt); trotz Android-Unterbau laufen konventionelle VR-Apps nicht, sondern nur GearVR-Apps aus dem Oculus Store	sehr gut für Fahr- oder Flugsimulationen geeignet	bester Kompromiss zwischen Platzbedarf und Mittendrin-Gefühl, zeichnet sich als Standard-Modus-Operandi ab	Rumlauf-Möglichkeit steigert Mittendrin-Gefühl, wird bislang nur von wenig Software unterstützt und benötigt viel Platz	das Pendant zum Freizeitpark: Die beste Technik erlebt man nicht zuhause, sondern in VR-Centern.
Preis	5 bis 100 € (plus beliebiges iOS- oder Android-Smartphone)	100 € (plus unterstütztes Smartphone)	Oculus Rift: ca. 700 € (plus Gaming-PC)	PSVR: 400 € (plus PS4 und Kamera), Oculus Touch: k. A.	HTC Vive: ca. 900 € (plus Gaming-PC)	pro halbstündiger Session ca. 30 bis 40 US-\$

Enthusiasmus auf so breiter Front gab es nicht mal im Ansatz, als vor ein paar Jahren Bewegungsspiele und 3D-Fernseher aufkamen. VR wird konventionelle Bildschirme

zwar nicht ablösen, aber in einigen Bereichen wunderbar ergänzen.

Wie der Massenmarkt auf die noch vergleichsweise teure Technik reagiert, ist un-

klar. Eins steht aber jetzt schon fest: Verschwinden wird Virtual Reality diesmal nicht mehr – dafür ist die Begeisterung schon jetzt viel zu groß.

(jkj@ct.de) ct

# iX-Workshop

## Parallele Programmierung

### Technologien und Architekturen für performante Software-Systeme auf Multicore-Prozessoren

Das Seminar bietet eine umfassende Einführung in die praktische Anwendung moderner Parallelisierungstechnologien. Die zugehörigen theoretischen und technologischen Grundlagen werden erarbeitet und der Praxistransfer wird durch konkrete Anwendungsfälle und Programmierübungen sicher gestellt.

#### Themenpektrum:

- Moderne Task-Scheduler (User-Mode/Work-Stealing)
  - Parallelisierung von Algorithmen mit Hilfe von Task-Schedulern
  - Tasks Parallel Library (C#, Java Fork-Join)
- Klassische Parallelisierung mit Threads und Prozessen
  - Parallelität und Synchronisation
  - Koordination, Monitor-Pattern, Producer-Consumer Szenarien
  - Beispiele in C# und Java
- Memory-Modelle und Konsistenz
  - Deterministische Software für moderne Multicore-CPUs

#### Zielgruppe:

Entwickler und Softwarearchitekten, die in ihren Projekten parallele Software entwickeln oder dieses planen.

Es werden sowohl die besonderen Herausforderungen der Parallelisierung vorhandener Software als auch die Konzeption und Realisierung komplett neuer Systeme behandelt.

Bis zum  
27. März  
Frühbucherrabatt  
von 10%  
sichern!

#### Referent



Marwan Abu-Khalil ist Senior Software Architekt (SSWA) in der Siemens AG und arbeitet seit über 10 Jahren an der Parallelisierung unterschiedlichster Systeme vom Server-Backend bis zum Embedded-Device. Er ist langjähriger Trainer für Software-Architektur und spricht auf Konferenzen über Parallelisierung. Er ist langjähriger Trainer für Software-Architektur und spricht auf Konferenzen über Parallelisierung, z. B. auf der kommenden OOP 2016.

Termin: 19. - 20. April 2016, Hannover

Frühbuchergebühr:  
1.071,00 Euro (inkl. MwSt.)

Standardgebühr:  
1.190,00 Euro (inkl. MwSt.)



Weitere Infos unter:  
[www.heise-events.de/paralleleProgrammierung2016](http://www.heise-events.de/paralleleProgrammierung2016)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)

Eine Veranstaltung von:



Organisiert von:





Hartmut Gieselmann

# Realitäts-Check

## Oculus Rift im Test gegen HTC Vive und Playstation VR

Drei Jahre schwärmen Oculus, Valve, HTC und Sony nun schon vom Aufbruch in die virtuelle Realität. Jetzt kommen die ersten VR-Brillen für Desktop-Rechner endlich auf den Markt. Sind sie nach Kinect und 3D nur der nächste Hype oder können sie die Videospiel- und Unterhaltungsbranche revolutionieren?

S eitdem Captain Picard auf dem Raumschiff Enterprise das erste Mal ein Holodeck betrat, träumen Technik-Freaks von ihrem eigenen kleinen Holodeck daheim. Doch bislang waren es nur Ingenieurlabore und Filmstudios, die sich zumindest eine VR Cave mit ihren sündhaft teuren Motion-Capturing-Kameras leisten konnten, denn die Preise lagen meist jenseits von 20 000 Euro.

Jetzt drücken die Hersteller Oculus, HTC und Valve sowie Sony erstmals die Kosten der VR-Systeme unter die 1000-Euro-Marke und machen sie damit für Privatanwender erschwinglich.

Wir konnten uns vor dem Verkaufsstart bereits ausführlich ein Bild von der Oculus Rift, der HTC Vive und einer Entwicklerversion der Sony Playstation VR (PSVR) machen. Dazu tes-

teten wir die finale Rift-Hardware von Oculus mit Beta-Treibern und verglichen Sie mit der Vorabversion Vive Pre der HTC-Brille, die sich von der finalen Hardware lediglich in Kleinigkeiten wie dem Kopfband unterscheidet. Sony gewährte uns einen ausführlichen Blick auf eine Vorabversion der Playstation VR. Das endgültige Gerät soll allerdings erst im Oktober auf den Markt kommen.

## Sitzen, stehen, greifen

Oculus setzt die Rift zunächst nur für VR-Spiele ein, die man im Sitzen oder Stehen mit dem Gamepad steuert. Die beiliegende Senkorkamera kann dazu in einem Bereich von rund 4 Metern Entfernung nur die Position des Headsets, nicht aber die des mitgelieferten Xbox-One-Controllers tracken. Die Spiele für die Rift orientieren sich deshalb zunächst an bewährten Konzepten und versetzen den Spieler ins Cockpit eines Raumschiffs oder Autos, lassen ihn wie Gott auf die Miniaturlandschaft eines Strategiespiels oder Jump & Runs blicken oder über die Schulter eines Helden in einem Action-Adventure.

Erst die für die zweite Jahreshälfte geplanten Hand-Controller Oculus Touch werden Spielern erlauben, direkt in die VR-Welt hineinzu greifen und mit Objekten zu interagieren. Mithilfe eines zweiten Kamerasensors soll man den Tracking-Bereich so vergrößern können, dass man darin ein wenig herumlaufen kann, wie es mit der HTC Vive bereits von Anfang an möglich ist (sogenanntes „Room Scale VR“). Allerdings müssen die Oculus-Sensoren über ein USB-3.0-Kabel mit dem Rechner verbunden sein, was die Freiheiten einer Room-Scale-Installation etwas einschränkt.

HTC liefert die Vive hingegen mit zwei so genannten Lighthouse-Trackern aus, die man an den gegenüberliegenden Ecken einer freien Fläche mit 4 bis 12 m<sup>2</sup> Größe montiert; entweder auf den mitgelieferten Wandhalterungen oder auf Stativen mit mindestens zwei Meter Höhe. Wer eine größere Fläche bis etwa 25 m<sup>2</sup> abdecken möchte, kann die Tracker mit einem Sync-Kabel verbinden. Angeschlossen werden die Tracker ansonsten lediglich an die mitgelieferten Netzteile. Eine Verbindung zum PC ist nicht nötig.

Die ganz leise sirrenden Lighthouse-Tracker spannen mit ihren Laser-LEDs ein unsichtbares Gitternetz auf, an dem der Vive-



Die Vive-Controller tracken ihre Position im Raum über Fotodioden an den vorderen Ringen. Zur Steuerung hat man ein klickbares Touchpad für den Daumen, einen Abzug für den Zeigefinger sowie zwei Trigger an der Seite für Greifbewegungen.



Die beiden Lighthouse-Würfel der Vive spannen auf 4 bis 12 m<sup>2</sup> ein unsichtbares Laser-Netz auf, mit dem die Vive-Brille und Controller ihre Raumposition ermitteln.

Helm und die beiden Hand-Controller über Fotodioden ihre Position im Raum millimetergenau tracken können. Wer nicht so viel Platz hat, kann wie bei Oculus auch nur einen Tracker wie eine Webcam vor seinem Monitor positionieren, sich ein Gamepad schnappen (das Valve nicht beilegt) und passende VR-Spiele wie mit der Rift im Sitzen zocken. Dann muss er jedoch auf die speziell für Room Scale VR konzipierten Spiele verzichten.

Sony geht mit der Playstation VR einen Mittelweg. Die an die Playstation 4 anzuschließende VR-Brille arbeitet sowohl mit dem PS4-Controller als auch mit den (separat zu erwerbenden) Move-Controllern zusammen. Deren Positionen im Raum werden über die farbigen Leuchten von der Playstation-Stereo-Kamera erfasst. Dadurch kann man die etwas einfacher konstruierten Move-Controller ebenso als Hand-Controller



Oculus liefert die Rift mit einem Xbox One Gamepad und einer zusätzlichen kleinen Funkfernbedienung für die Menüsteuerung und VR-Filme aus. Die Hand-Controller Oculus Touch folgen später.



Oculus trackt die Raumposition der Rift mit dieser Infrarot-Kamera. Sie wird per USB 3.0 mit dem Rechner verbunden.



einsetzen wie die Vive-Controller oder Oculus Touch. Ein Raum-Tracking ist mit der PSVR mangels eines zweiten Kamera-Sensors jedoch nur eingeschränkt möglich. Zudem ist das Tracking der PS4-Kamera weniger präzise als das der PC-Systeme. VR-Spieler müssen aufpassen, dass der eigene Körper die Move-Controller nicht verdeckt und das Tracking unterbricht. Bei dem getesteten Prototypen zuckelten die Bewegungen zudem ein wenig. Das muss Sony noch verbessern.

## Die VR-Brillen

Die Bildschirmauflösung ist auf allen drei VR-Brillen nahezu identisch, sodass sie sich im Bildeindruck wenig unterscheiden. Sonys PSVR hat zwar ein paar Pixel weniger, dafür setzt sich jedes aus drei gleich großen farbigen Subpixeln Rot, Grün und Blau zusammen (RGB-Matrix). Bei Oculus und HTC sind die Subpixel in einer sogenannten Pentile-Matrix angeordnet. Panel-Hersteller Samsung spart damit blaue Subpixel: Zwei Bildpunkte teilen sich zwei grüne, zwei rote und ein blaues Subpixel. Der Unterschied bei der Zahl der Subpixel schrumpft dadurch auf den Brillen von Oculus und HTC gegenüber Sony auf gerade einmal 4 Prozent zusammen.

Der Blickwinkel der PSVR ist mit 100° statt 105° bis 110° etwas kleiner als bei der Rift und Vive; allerdings fällt der Fliegengitter-Effekt der PSVR spürbar geringer aus. Bei der Vive, die mit 110° den größten Blickwinkel der drei Modelle hat, fällt die Subpixel-Struktur noch am deutlichsten ins Auge. Oculus kaschiert die Pixelstruktur etwas besser und liefert ein überaus klares Bild.

Letztlich hängt der Bildeindruck aber stark von der Software ab. Bei optimaler Programmierung ist der Bildaufbau mit allen drei Systemen so schnell, dass selbst bei heftigen Kopfdrehungen keinerlei Schlieren oder läs-



Sony's Playstation VR works both with the PS4 controller and with the well-known Move controllers. The tracking takes over from the PS4 camera with its stereo lens. Both camera and controller must be purchased separately.

tige Verzögerungen zu bemerken sind. Während die Vive und Rift mit 90 Hz arbeiten, gibt die PSVR stets 120 Hz aus. Schafft ein PS4-Spiel diese hohe Rate nicht, kann es beim Rendering auch auf 90 oder 60 Hz herunterschalten. Per „Reprojection“ wird die Framerate dann auf 120 Hz erhöht. Dabei werden die Bilder anhand der Daten des Headtrackers verschoben – das ist zwar etwas gemogelt, funktioniert in der Praxis aber erstaunlich gut.

## Aufgeschnallt

Etwas größer sind die Unterschiede beim Tragekomfort. Alle drei Systeme verzichten auf eine Dioptrien-Korrektur, sodass man seine Sehhilfe unter ihnen aufbewahren muss. Sonys Playstation VR ist für Brillenträger am besten geeignet, weil ihr gesamtes Gewicht vom Kopfband gehalten wird und man den

Abstand des Visors bequem anpassen kann. Er drückt nicht aufs Gesicht.

Anders bei der Rift oder Vive: Hier ist das Auf- und Absetzen mit Brille schon schwieriger und die VR-Helme drücken wie eine Ski-Brille aufs Gesicht. Die leichtere Rift ist dabei angenehmer zu tragen als die klobige und schwerere Vive. Zudem verringern die eingebauten Kopfhörer und das Mikrofon der Rift den Kabelsalat. Bei der Vive und PSVR muss man nach dem Helm weitere Kopfhörer aufsetzen, was deutlich umständlicher ist – verhedderte Kabel inklusive.

Bei der Vive und Rift kann man den Pupillen-Abstand (IPD) über ein mechanisches Rädchen einstellen. Bei der Oculus Rift hilft ein grünes Fadenkreuz im Setup, den genauen Abstand zu erwischen. Der richtige Abstand ist wichtig, damit die Proportionen in VR richtig skalieren. Sonys PSVR hat dafür keine mechanische Anpassung, der Abstand wird per Software justiert.

Die Vive hat als einziger der drei Kandidaten eine Kamera eingebaut. Auf den Kamera-Videostrom können Software-Entwickler direkt zugreifen, was künftig interessante Spielkonzepte ermöglichen könnte. Das Kamerasignal lässt sich aber auch auf Knopfdruck neben einem der Controller einblenden. Das ist praktisch, wenn man kurz in der realen Umgebung hantieren muss, etwa um die Controller sicher auf einen Tisch zu legen. Bei Sony kann man dazu kurz den Visor nach vorne schieben, um unter der Brille hervorzulugen.



Steam blends its Big-Picture-menu also into the VR-glasses, so you can switch to other games without removing the Vive.

## Ansschlüsse

Über die mitgelieferte Anschlussbox lässt sich die Vive recht einfach mit einem PC verbinden. Je eine Buchse für USB 2.0 und HDMI genügen. In der Box hat HTC Signalverstärker für den rund fünf Meter langen Kabelstrang zur Brille eingebaut, der Bildinformationen und Trackingdaten sowie das Audio-Signal an eine 3,5-mm-Klinkenbuchse überträgt. Alternativ kann man auch ein USB-Headset an der USB-Buchse unter der Abdeckung der Vive-Gläser anschließen.

Oculus verzichtet auf eine separate Box. Die Rift wird über ein austauschbares Kombikabel mit dem HDMI- und USB-3.0-Anschluss des Rechners verbunden. Das Kabel ist vier Meter lang, was für die geplanten Sitz- und Stehpositionen der Spiele ausreicht. Unser Testmuster war beim Anschluss etwas sensibel und wurde nicht an jedem HDMI-Anschluss oder Adapter erkannt.

Die Playstation-VR-Brille findet an die PS4 per HDMI und USB 3.0 Anschluss über eine Box. Von dieser geht ein etwa drei Meter langes Kabel zur Brille, was ebenfalls ausreichend für VR-Spiele in stehender und sitzender Position ist.

Die Box berechnet zudem aus dem Mehrkanalton den passenden 3D-Sound für die Kopfhörer. Sony unterstützt objektbasiertes 3D-Audio, wie es etwa auch Dolby Atmos einsetzt. Durch HRTF-Berechnungen (Head Related Transfer Functions) hat man einen sehr guten Surround-Eindruck, wenn man in der VR-Welt den Kopf dreht. Wer die mitgelieferten Ohrstöpsel gegen andere Kopfhörer tauscht, sollte möglichst Modelle mit einem linearen Frequenzgang einsetzen, da sie den Surround-Sound am besten wiedergeben.

Das abgezweigte Bild der PSVR-Box kann aber nicht bloß die Sicht des (rechten Auges des) VR-Spielers auf den Fernseher kopieren, sondern auch eine weitere Ansicht für Mitspieler ohne VR-Helm anzeigen. Die Auflösung dieses zweiten Social Screens ist auf 720p (1280 × 720, 30 Hz) und Stereo-Ton begrenzt. Das Bild wird von der PS4 komprimiert über die USB-Verbindung zur Box übertragen, die es dekodiert und an den Fernseher ausgibt. Das ermöglicht spannende Multiplayer-Spiele im Wohnzimmer mit verteilten Rollen zwischen dem VR-Träger und seinen Mitspielern, die auf den anderen Systemen in dieser Form nicht möglich sind.

## Software-Setup

Sowohl Oculus Rift als auch HTC Vive unterstützen Windows ab Version 7. Sehr zu empfehlen sind jedoch Windows-10-Rechner, da das mitgelieferte DirectX 12 wesentlich effizientere Grafik-Treiber ermöglicht, die die Performance der Hardware deutlich verbessern können.

Die Vive benötigt darüber hinaus den Steam-Client, über den man unter den Software-Tools die Steam-VR-Unterstützung startet. Die Vive-Brille lässt sich aber auch von Programmen außerhalb von Steam ansprechen. Steam VR bringt nicht nur die Treiber für die Vive und Controller mit und prüft die Firmware der Hardware, sondern führt auch das anfängliche Raum-Setup durch. Hierzu kann man im Raum mit dem Controller die künstlichen Grenzen ablaufen. Sie werden in der VR-Welt als Energiegitter eingeblendet und warnen den Spieler, sobald er die Grenze zu nahe kommt. Zudem kalibrieren die Scanner den Boden, sodass der Spieler in der VR-Welt automatisch die richtige Körpergröße hat.



Unter der Vive-Brille mit dem langen Kabel fühlt man sich fast wie ein Taucher unter einer Glocke mit Luftschlau. Clever ist die eingebaute Kamera, mit dem sich ein Umgebungs-Ausschnitt zur Orientierung einblenden lässt.



Sony's Playstation VR hat die aufwendigste Kopfhalterung, die nicht wie eine Skibrille aufs Gesicht drückt – ideal für Brillenträger. Bildschirmauflösung und Blickwinkel unterscheiden sich bei allen drei Brillen nur marginal.



Die Rift ist deutlich leichter als die Vive und lässt sich dank der Führungsschienen einfacher auf- und absetzen. Das eingebaute Headset klingt gut und dünn den Kabelsalat aus.

Sehr geschickt blendet Steam-VR auf Knopfdruck aus jedem VR-Spiel heraus das Big-Picture-Menü ein, das innerhalb einer weißen Drahtgitterkuppel ein bis zwei Meter vor dem Spieler im Raum zu schweben scheint. Der Spieler sieht zudem immer die Position der beiden Hand-Controller, sodass er intuitiv in die richtige Richtung greift. Über einen virtuellen Laser-Pointer am Controller lassen sich neue VR-Spiele installieren, starten und wieder beenden.

Das klappte in der Vorabversion allerdings nur mit den speziell darauf vorbereiteten VR-Spielen, die SteamVR explizit unterstützen.

Viele ältere Titel aus der Steam-Bibliothek, die laut Suchfilter zwar auch VR unterstützen, wurden jedoch noch nicht auf das Menü angepasst, sodass sie sich nicht richtig starten ließen. Nervig kann zudem der Wechsel zwischen VR-Spielen mit Gamepad- und mit Handsteuerung sein. Darüber hinaus unterstützt SteamVR auch einen sogenannten Desktop-Modus, um konventionelle Spiele auf einen in der VR schwebenden Bildschirm zu projizieren.

Die Entwicklung der SteamVR-Software ist aber noch sehr im Fluss: In den Tagen vor Redaktionsschluss veröffentlichte Valve zwei-

## Hardware-Anforderungen für VR-Spiele

Die perfekte Immersion gelingt nur, wenn virtuelle Welten ruckelfrei und ohne Verzögerungen laufen. Im Unterschied zu normalen 3D-Spielen darf die Bildrate nicht schwanken, sondern muss genauso hoch sein wie die Bildwiederholfrequenz der VR-Brille. Für die HTC Vive und Oculus Rift muss die Grafikkarte also konstant 90 fps liefern – und zwar bei einer Auflösung von 2160 × 1200 Pixeln (1080 × 1200 Pixel pro Auge). Das packen nur schnelle Gaming-Grafikkarten ab 300 Euro aufwärts.

Entsprechend hoch fallen auch die Systemanforderungen von HTC Vive und Oculus Rift aus. Beide setzen eine AMD Radeon R9 290 oder Nvidia GeForce GTX 970 voraus. Mit einer solchen Grafikkarte laufen tatsächlich die meisten bisher verfügbaren VR-Demos problemlos. Wer auf Nummer sicher gehen will, sollte aber mindestens zu einer GeForce GTX 980 oder Radeon R9 Fury für jeweils rund 500 Euro greifen.

Die VR-Leistung des eigenen Systems kann man mit dem kostenlosen Tool „SteamVR



**Die Asus GeForce GTX 980 Strix bietet massive VR-Performance und bleibt dennoch sehr leise.**

Performance Test“ ermitteln, das auf Steam zum kostenlosen Download bereitsteht (siehe c't-Link am Ende des Artikels). Das Tool misst, mit welchen Grafikeinstellungen das eigene System VR-Welten unterbrechungsfrei darstellen kann und wie viele Frames unter der 90-fps-Marke liegen. Die unter den offiziellen Anforderungen liegende GeForce GTX 960 erreicht nur eine Punktzahl von 2,6 (niedrige Qualität), eine Radeon R9 380X 4,8 Punkte (mittlere Qualität) und die GeForce GTX 970 und Radeon R9 290 6,2 beziehungsweise 6,3 Punkte (hohe Qualität). Neben der Grafikkarte braucht man noch einen Vierkernprozessor (etwa Intel Core i5-4590 oder AMD FX 8350), 8 GByte Arbeitsspeicher und mindestens Windows 7, besser Windows 10.

Wer sich einen VR-fähigen PC selbst zusammenbauen möchte, ist mit unserem c't-Bauvorschlag „All-inclusive-PC“ gut beraten. Er enthält einen der derzeit schnellsten Vierkernprozessoren von Intel, die Nvidia-Grafikkarte GeForce GTX 980, 16 GByte Speicher – und ist flüsterleise und sparsam. Inklusive Windows 10 und einer Versandpauschale kostet er 1554 Euro und bietet auch für anspruchsvolle VR-Spiele genügend 3D-Performance. Die Teileliste finden Sie in der Tabelle, Tipps zum Zusammenbau in c't 25/15 ab Seite 101. (mfi@ct.de)

Letzteres wird auf der Playstation VR nicht möglich sein, weil Sony das Angebot auf der PS4 komplett kuratiert und nur VR-Titel zulässt, die gewissen technischen und inhaltlichen Ansprüchen genügen. Dazu gehört, dass sie konstant eine Frame-Rate von mindestens 60 Hz halten und bei Spielern keine Übelkeit etwa wegen hastiger Kamerabewegungen erzeugen. Zudem werden bei der PSVR spezifische Nutzerdaten über Körpergröße und Pupillenabstand im User-Profil abgespeichert, sodass sie nicht für jedes Spiel erneut kalibriert werden müssen.

### Präsenz bitte

Da sich die VR-Brillen der drei Systeme nur wenig unterscheiden, hängt es sehr stark von der Software ab, wie gut und wie schnell man als Spieler in die VR-Welt eintauchen kann. Ist sie optimal programmiert, ist das Erlebnis wirklich beeindruckend. VR-Spiele, die das zum Anfang besonders gut schaffen, stellen wir ab Seite 80 vor.

Neben dem bereits angesprochenen Tragekomfort machen denn auch die Controller und das Tracking die größten Unterschiede aus. Am besten schneidet hier die Vive ab. Durch das Room-Scale-Tracking hat man wirklich das Gefühl, mit konkreten Objekten in einem virtuellen Raum zu hantieren. Allerdings müssen die Hersteller für solche Room-Scale-Spiele komplett neue Ideen entwickeln, denn die bisherigen Konzepte für Bildschirmspiele taugen hier nicht. Das hat zur Folge, dass man für die Vive die größte Menge an neuartigen Experimental-Spielen findet. Sie haben größtenteils keine so ausgefeilte Grafik, dafür aber oftmals originelle Spielideen. Zudem planen die Engine-Hersteller Unity und Crytek bereits VR-Editoren, in denen Entwickler direkt mit den Vive-Controllern ihre virtuellen Landschaften bauen können. Bis zur Fertigstellung der Prototypen wird es aber wohl noch etwas dauern.

Das Rift-Headset ist vom Design her ausgefeilter als die Vive. Oculus setzt zunächst auf VR-Spiele, die nur per Gamepad gesteuert werden, sowie VR-Filme wie „Henry“, die in Echtzeit gerendert werden. Der Umfang von 30 Spielen zum Start ist überaus beachtlich und stellt das Launch-Angebot so mancher Konsole in den Schatten.

Gut ein Dutzend der Titel kann man durchaus als hochkarätig bezeichnen. Weltraum-Shooter wie Eve Valkyrie, Simulationen wie Elite Dangerous oder auch Autorennen wie Project Cars sind äußerst komplex und können Spieler – anders als die kurzen Vive-Experimente – über Wochen beschäftigen. Hinzu kommen Table-Top-Strategiespiele wie Defense Grid 2, in denen man auf eine Miniaturlandschaft blickt. Allzu gerne würde man jedoch direkt in die Landschaft hineingreifen, kann die Zielpunkte aber nur mit einem per Blick gesteuerten Pointer anvisieren. Noch stärker kommt das Verlangen nach echten Hand-Controllern bei „The Climb“

mal am Tag neue Updates. Letzte Probleme mit dem Tracking und Umschalten zwischen den Spielen sollten zum Start oder kurz danach behoben sein.

### Kuratierte Online-Stores

Oculus hat seinen Store deutlich eleganter gestaltet. Aus der VR-Umgebung lassen sich Spiele, Anwendungen und VR-Filme direkt starten und von einem Programm zum nächsten wechseln. Das klappt bereits mit der Beta-Version sehr flüssig, wie man es

sonst von Konsolen her gewohnt ist. Wenn man die Brille absetzt, merkt das die Software und lässt einen gleich am Bildschirm weiterspielen.

Oculus kuratiert die Spiele und gibt Empfehlungen, wie gut verträglich ihre VR-Implementationen sind. Darüber hinaus findet man auch experimentelle und unfertige VR-Titel, bei denen einem mitunter noch übel werden kann. Oculus und Valve vertreiben zudem auch Anwendungsprogramme und VR-Filme. Darüber hinaus soll man auch Software außerhalb der Stores starten können.

auf, in dem man eine Felswand mit dem Gamepad hochklettert. Hier wird spätestens klar, dass die Rift ihr volles Potenzial erst im Herbst ausspielen wird, wenn die Touch Controller auf den Markt kommen. In unseren Tests lagen diese sehr angenehm in der Hand und erlaubten sehr präzise Eingriffe in die Spielwelt.

Sony's PSVR setzt sowohl auf Spiele mit Gamepad-Steuerung als auch auf Handsteuerung mit den Move-Controllern. Das Tracking ist weniger präzise als bei der Rift oder Oculus Touch. Allerdings können die Spiele-Entwickler dieses Manövres gut auffangen, sodass es in der Praxis nicht so stark ins Gewicht fällt. Sony hat die längsten Erfahrungen im Spiele-Business und viele hochkarätige Entwicklungsstudios in seinem Stall. Das Angebot an Spielen für die PSVR ist daher besonders vielfältig und die Qualität auf einem hohen Niveau. Als Trumpf erweist sich hier der „Social Screen“, über den VR-Spieler mit anderen im Raum gemeinsam spielen können – sei es gegen- oder miteinander. Hier kommt auch das in den Helm eingebaute Mikrofon zum Einsatz. Wenn der Spieler spricht, bewegt sein Avatar passend dazu den Mund.

## Fazit

Alle drei Brillen sind auf einem hohen technischen Niveau und bieten einen guten Einstieg in die Virtual Reality. Dabei teilen sich die Hersteller den Markt gut untereinander auf und bieten je nach Anwendung verschiedene Vor- und Nachteile.

Die PSVR ist nicht nur aufgrund ihres Preises für die große Masse der Spieler attraktiv. Sonys VR-Helm bietet den besten Tragekomfort für Brillenträger und die Japaner haben hochkarätige Eigenproduktionen in Arbeit. Dank des kuratierten Online-Shops läuft man hier die geringste Gefahr, auf ein schlechtes VR-Spiel zu treffen. Allerdings kann man unter der PSVR nicht mit anderen Programmen experimentieren oder VR-Filmchen schauen, die Sony nicht in seinen Shop lässt. Zudem ist das Tracking der Move-Controller zumindest im derzeitigen Beta-Stadium spürbar schlechter als bei der Konkurrenz.

Oculus punktet mit dem besten Display der drei Modelle und einem exzellent integrierten Store mit großem Angebot. Hier öffnet sich eine ganz neue Welt der Spiele, die man unter der Rift deutlich intensiver genießen kann als am Bildschirm. Allerdings beanspruchen die VR-Spiele auch die Sinne deutlich stärker. Gut alle 20 Minuten mussten wir eine Pause machen und ermüdeten ob der großen Intensität wesentlich schneller als bei normalen Computerspielen. Die Rift lohnt sich für Anwender, die hochkarätige VR-Spiele suchen und Inhalte jenseits des Oculus Store ausprobieren wollen. Dazu sollten sie aber schon jetzt die Aufrüstung auf die Touch-Controller im Herbst einplanen, denn erst mit ihnen kann die Rift ihr Potenzial entfalten.

Die HTC Vive ist hingegen eine hervorragende Spielwiese für Experimente. Als einzige beherrscht sie schon jetzt das Room Scale Tracking. Deshalb sollte man sie auch nur anschaffen, wenn man eine Fläche von mindestens vier Quadratmetern freiräumen kann. Was der Vive zum Start allerdings fehlt, sind längere, ausgereifte Spiele. Diese werden noch einige Zeit auf sich warten lassen. Bis dahin kann man sich neue, technisch interessante Demos ansehen oder selbst VR-Titel entwickeln. Langweilig wird es in keinem Fall. (hag@ct.de)

**ct** Steam VR Performance Test: [ct.de/y6vh](http://ct.de/y6vh)

## Virtual-Reality-Systeme

Name	Vive	Rift	Playstation VR
Hersteller	HTC, <a href="http://www.htcvive.com">www.htcvive.com</a>	Oculus, <a href="http://www.oculus.com">www.oculus.com</a>	Sony, <a href="http://www.playstation.com">www.playstation.com</a>
Controller-Box	✓ (für VR-HMD)	–	✓ mit HDMI-Ausgang für TV, Kopfhöreranschluss
Kabellänge	5 m	4 m	ca. 3 m
Systeme	Windows ab 7	Windows ab 7	Playstation 4
Hardware-Anforderungen	Intel Core i5-4590 / AMD FX 8350, 4 GByte RAM, Nvidia GTX 970 / AMD R9 290	Intel Core i5-4590, 8 GByte RAM, Nvidia GTX 970 / AMD R9 290	Playstation 4
VR-API	OpenVR, SteamVR	Oculus SDK	PSVR SDK
mitgelieferte Software	Fantastic Contraption, Tilt Brush, Job Simulator	Lucky's Tale (Eve Valkyrie für Vorbesteller)	Playroom VR
Virtual Reality Head Mounted Display			
Anschlüsse	1 USB 2.0, 1 HDMI	1 USB 3.0, 1 HDMI	1 USB 3.0, 1 HDMI
Display	OLED	OLED	OLED
Auflösung	2160 × 1200 (Pentile)	2160 × 1200 (Pentile)	1920 × 1080 (Full RGB)
Blickwinkel	110°	circa 105° (geschätzt)	100°
Wiederholrate	90 Hz	90 Hz	120 Hz (Rendering mit 60 Hz oder 90 Hz möglich)
Tracking	Gyrometer, Accelerometer, Magnetometer, IR-Sensoren	Gyrometer, Accelerometer, Magnetometer, IR-LEDs	Gyrometer, Accelerometer, Magnetometer, Lampen
Kopfhörer	USB-Anschluss für Headsets, 3,5-mm-Anschluss, In-Ears mitgeliefert	integriert	3,5 mm Anschluss, In-Ears mitgeliefert
Kamera	✓	–	–
Mikrofon	✓ (noch nicht bei der Vive Pre)	✓	✓
für Brillenträger geeignet	✓	✓	✓ (alle Größen)
Abstand zum Gesicht einstellbar	–	–	✓
Dioptrien-Korrektur	–	–	–
IPD-Korrektur	✓	✓	– (nur per Software)
Gewicht	ca. 600 g	ca. 470 g	ca. 610 g
Controller			
Gamepad	nicht mitgeliefert	Xbox One Gamepad	PS4-Gamepad (nicht mitgeliefert)
Hand-Controller	2 (mitgeliefert)	– (Oculus Touch H2 2016)	2 Move-Controller (nicht mitgeliefert)
Fernbedienung	–	Oculus Remote	–
Positionstracking	✓	–	✓ (Move und PS4-Gamepad)
Funkanbindung	✓	✓	✓
integrierter Akku	✓	–	✓
Externes Tracking-System			
System	2 Lighthouse-Laser-Tracker	IR-Kamera	PS4-Stereo-Kamera (nicht mitgeliefert)
Anschluss	nur Stromversorgung, optionales Sync-Kabel	USB 3.0	PS4-Kamera Anschluss
Helm- / Controller-Tracking	✓ / ✓	✓ / – (erst mit Oculus Touch)	✓ / ✓
Tracking-Bereich	bis ca. 5 m	bis ca. 4 m	0,6 bis 3 m
Sitting / Standing Scale VR	✓ / ✓	✓ / ✓ (mit Oculus Touch)	✓ / ✓ (mit Move Controllern)
Room Scale VR	✓ (4 bis 12 m², bis 25 m² mit Sync-Kabel)	– (eingeschränkt mit Oculus Touch und 2. Sensor)	– (eingeschränkt, weil kein 2. Sensor)
Bewertung			
Vorteile	echtes Room Scale VR, sehr exaktes Tracking der Hand-Controller, eingegebauter Kamera	leichtes Headset, angenehm zu tragen, großes Angebot im Oculus Store, eingegebauter Kopfhörer und Mikrofon, kein Kabelsalat, gute Bildqualität, tolle Hand-Controller ...	Einbindung von Mitspielern per Social Screen, angenehmer Sitz auch für Brillenträger, kein Druck auf dem Gesicht, geringer Fliegengitter-Effekt, exzellentes VR-Audio, integriertes Mikrofon
Nachteile	Room Scale VR braucht viel Platz, klobiges Headset, kein eingegebauter Kopfhörer, Kabelsalat, leichter Fliegengitter-Effekt	... die leider erst später kommen, kein Tracking des Gamepad, HDMI-Verbindung zuweilen etwas zickig	Kamera und Move Controller nicht mitgeliefert, kein eingegebauter Kopfhörer, Tracking der Controller etwas fehleranfällig, IPD-Korrektur nur per Software
Preis	900 €	700 € (Oculus Touch: k. A.)	PSVR 400 € PS4-Kamera 40 € Move-Controller: 35 € pro Stück
Termin	5. April 2016	28. März 2016	Oktober 2016
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe	

Hartmut Gieselmann, Jan-Keno Janssen

# Erster Tauchgang

## Die wichtigsten VR-Spiele für Oculus Rift, HTC Vive und Playstation VR

Damit Spiele in der Virtual Reality funktionieren, müssen Entwickler radikal umdenken. Was bislang am Desktop en vogue war, verursacht unter einer VR-Brille oft nur Übelkeit. Zum Start der Oculus Rift, HTC Vive und Playstation VR haben wir uns die drei wichtigsten Titel jeder Plattform genauer angesehen.

Die Hardware der neuen VR-Systeme von HTC, Oculus und Sony unterscheidet sich nur in Details. Umso wichtiger wird das Software-Angebot für den Erfolg der Systeme werden. An vorderster Front stehen hier die Spiele. Doch die bekannten Konzepte für Ego-Shooter taugen in der VR nur wenig. Weil einem von schnellen Bewegungen und Drehungen leicht übel werden kann, müssen sich Entwickler neue Fortbewegungsmethoden überlegen – etwa indem sie den

Spieler von Stehplatz zu Stehplatz beamen. Die sogenannte Room Scale VR erlaubt Spielern, sich in einem abgesteckten Raum völlig natürlich zu bewegen und mit virtuellen Objekten intuitiv zu hantieren. Doch das wird zunächst nur mit der HTC Vive möglich sein. Oculus und Sony setzen auf Gamepads sowie einfachere Hand-Controller. Wir haben uns das Line-up vorab angesehen und stellen jeweils drei besonders vielversprechende VR-Titel vor.

### Oculus Rift

Oculus hat 30 Spiele zum Start der Rift bereit – mehr als bei so manchem Konsolen-Launch. Unter den Titeln findet man einige konventionelle Spiele, die für VR modifiziert wurden, sowie Titel, die von der Gear VR portiert wurden. Gesteuert werden sie mit dem Xbox One Gamepad. Um Objekte in VR auszuwählen, kommt meist ein virtueller Laser-Pointer zum Einsatz, den man mit der Blickrichtung steuert. Die Spiele kosten zwischen 5 und 60 Euro.

### Adr1ft

Das wunderhübsche Weltraum-Epos Adr1ft wirkt wie eine Mischung aus „Gravity“ und „Der Marsianer“. Die Protagonistin findet sich hilflos im All treibend in den Ruinen einer Raumstation wieder – glücklicherweise schützt sie ein EVA-Anzug vor der unwirtlichen Umwelt. „Im All treibend“ darf man wörtlich nehmen: An das ungewöhnliche Schweben muss man sich erst einmal gewöhnen. Bis wir verstanden hatten, wie man mit den Schubdüsen navigiert, hatten wir uns bereits ein paar Mal um die eigene

Achse gedreht – was in der Virtual Reality schnell auf den Magen schlägt. Kein Wunder, dass Oculus das Spiel in einem dreistufigen Komfort-Schema als „heftig“ (intense) einstuft. Gewalt gibt es in Adr1ft übrigens ebenso wenig wie klassische Rätsel – Entdeckungen stehen im Vordergrund.

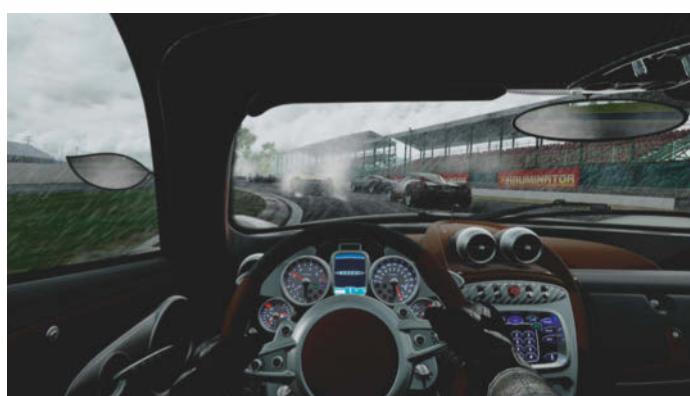
Das Weltraum-Drama trägt autobiografische Züge: Eine Lebenskrise hat Entwickler Adam Orth auf die Idee zu Adr1ft gebracht. Er musste 2013 nach einem verunglückten Tweet seinen Job als Xbox-Kreativdirektor kündigen. Die kaputte Umgebung in Adr1ft sei eine Metapher auf sein zerstörtes Leben. Das Weltraum-Drama soll eine Spielzeit von rund vier Stunden bieten und 20 US-Dollar kosten.

### Project Cars

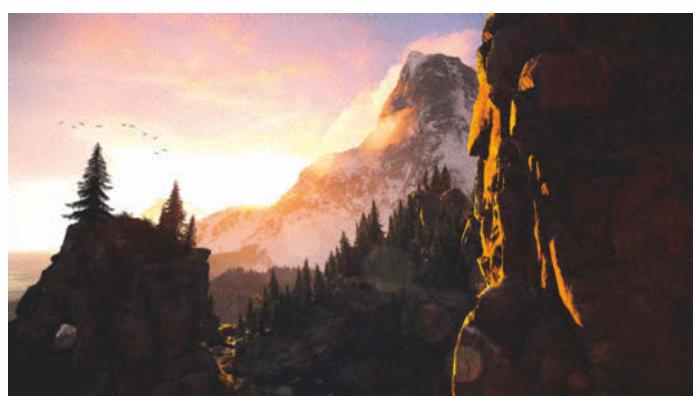
Kaum ein Entwickler von VR-Spielen traut sich in der Anfangsphase an eine realistische Simulation. Die meisten setzen auf abstrahiertere Comic-Bilder, weil sonst bereits kleinste Fehler dazu führen könnten, dass Spieler die simulierte Welt nicht ernst nehmen und das Spiel im „Uncanny Valley“ stran-



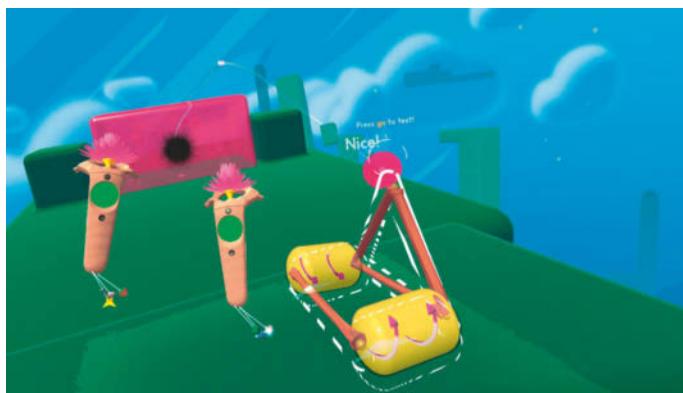
In Adr1ft schwiegt der Spieler schwerelos durch eine Raumstation, was wie bei einem echten Astronauten einige Übung verlangt, damit einem nicht übel wird.



Die derzeit wohl komplexeste Rennsimulation Project Cars wirkt unter der Oculus Rift noch realistischer, nur der virtuelle Körper fühlt sich fremd an.



Crytek hat sich für The Climb eine originelle Spielmechanik überlegt. Sie funktioniert zwar gut mit dem Gamepad, schreit aber geradezu nach Hand-Controllern.



**Fantastic Contraption** versetzt Spieler in ein virtuelles Spielzimmer, in dem sie lustige Maschinen bauen. Die bunte Room-Scale-Simulation strotzt nur so vor Spielwitz.

det. Die große Ausnahme von dieser Regel ist Project Cars von Slightly Mad Studios. Die konventionelle Version war 2015 das einzige realistische Rennspiel, das es in unsere Jahresbestenliste schaffte. Besitzer müssen für das VR-Update nicht erneut zahlen.

Der Realitätsgrad, den die Brüten hier erreichen, ist atemberaubend. In Project Cars fühlen sich die Autos und Pisten wesentlich realistischer an als in anderen großen Rennserien wie Gran Turismo oder Forza Motorsport. Jede noch so kleine Schraube im Getriebe und jede Bodenwelle wird hier glaubwürdig simuliert.

Die KI fährt äußerst aggressiv, sodass man froh ist, am Anfang im Mittelfeld durchs Ziel zu fahren. Einsteiger sollten sich nicht scheuen, die diversen Fahrhilfen hinzuzuschalten. In VR nimmt man am besten die Cockpit-Perspektive ein. Hier sehen die Rennen äußerst realistisch aus, besonders wenn der Regen gegen die Windschutzscheibe peitscht. Unglaublich wirkt einzig der künstliche Körper, den das Spiel unterhalb des Spielerkopfes rendert. Weil dessen Bewegungen nicht mit dem eigenen Körper übereinstimmen, fühlt er sich wie ein Fremdkörper an. Vielleicht hätte Slightly Mad besser auf ihn verzichtet.

Davon abgesehen ist Project Cars die derzeit wohl aufwendigste Rennsimulation auf dem Markt und gewinnt durch die VR-Umsetzung ungemein an Realismus – ein Traum für Rennspielfans.

### The Climb

Dass die Frankfurter Entwickler Crytek mehr als nur Ego-Shooter

können, zeigen Sie in ihrem VR-Spiel „The Climb“. Dieses nur für die Rift entwickelte Kletterspiel nutzt eine neue Spielmechanik, bei der der Spieler Felswände emporklettert. Mangels Hand-Controller steuert er die Richtung, in die seine freie Hand als Nächstes greifen soll, mit seinem Blick. Zum Festhalten muss er jeweils den rechten oder linken Schultertrigger des Gamepads ziehen – nach einiger Zeit geht das ganz schön auf die Zeigefinger.

Um den Realismus zu steigern, haben die virtuellen Hände keine unendliche Ausdauer. Nach etwa 30 Sekunden muss der Spieler spätestens den Griff lösen, die virtuelle Hand kurz ausschütteln und zum nächsten Punkt greifen. Da Crytek nur die Hände rendern, sehen die Bewegungsabläufe sehr natürlich aus. Nie hatten wir das Gefühl, dass uns übel werden könnte.

Die Entwickler haben die etwas helleren Haltepunkte geschickt verteilt, sodass man die richtige Route am Fels erst suchen muss. Ein einblendbarer Pfeil hilft dabei. Zwischendurch kann man sich immer wieder umdrehen, und die toll in der CryEngine gerenderte Aussicht genießen.

The Climb ist eine Mischung aus Arcade- und Sportspiel. Die Kletteraufgaben werden von keiner übergeordneten Story zusammengehalten, sondern spielen auf einem Festival für Freeclimber. Natürlich würde man sich hierzu die Oculus Touch Controller wünschen, Crytek hat die erfrischende Klettermechanik aber auch für normale Gamepads erstaunlich gut umgesetzt und liefert für 50 US-Dollar einen originellen Starttitel.



In **Tilt Brush** kann man wunderbar mit Licht malen und in seinen Gemälden herumlaufen. Eine sehr simple Idee, die jeden fasziniert.



Wie man trotz der engen Grenzen einer Room-Scale-Simulation den Spieler durch spannende Katakomben schicken kann, demonstriert das Rollenspiel **Vanishing Realms**.

### HTC Vive

Die Vive spielt ihre Stärken beim Room Scale VR aus. Zum Start stehen etwa zwei Dutzend Titel bereit, die mit den mitgelieferten Hand-Controllern gesteuert werden. Auf einer Fläche von 4 bis 12 m<sup>2</sup> kann man mit ihnen direkt mit virtuellen Objekten hantieren, was die Präsenz deutlich erhöht. Bei den meisten Titeln handelt es sich derzeit noch um kurze Demos, Beta-Versionen und Technik-Studien. Weil Valve Tausende von Vive-Brillen kostenlos an Entwickler verteilt und jeden Titel in SteamVR aufnimmt, wird die Zahl aber schnell wachsen.

### Fantastic Contraption

Will man Fantastic Contraption mit einem Bild beschreiben, muss man sich einen Maschinenbau-Studenten auf LSD vorstellen. Ähnlich wie im Spieleklassiker „The Incredible Machine“ gilt es, seltsame Maschinen zu bauen, die einen rosa Gummiballon vorbei an Hindernissen in eine weiter entfernte rosa Endzone bugsieren.

Man kann völlig frei um die Konstruktionen herumlaufen und mit den Hand-Controllern intuitiv die Elemente aus Rollen und Stangen platzieren und in Form ziehen. Schon nach wenigen Minuten hat man begriffen, wie man Motoren mit Pleuelstangen verbindet oder Gestänge verlängert und hat sein erstes Vehikel gebaut.

Fantastic Contraption spielt in einer wunderbar schrulligen Bonbonwelt, die permanent gute Laune verbreitet. Sie animiert Spieler, kreativ zu werden und mit den Maschinen zu experimentieren. Die Bauteile stecken in keinem langweiligen Menü, sondern in einer Katze. Will man ein Teil loswerden, zieht man eine Nadel aus dem Katzenkopf und lässt das Bauteil zerplatzen. Käufer der HTC Vive erhalten Fantastic Contraption kostenlos. Eine Umsetzung für Oculus Touch ist bereits angekündigt.

## Tilt Brush

Tilt Brush ist kein Spiel, sondern ein Malprogramm, bei dem man mit den Hand-Controllern als leuchtende Pinsel um sich herum dreidimensionale Lichtgemälde malt. So kann man etwa einen großen Würfel malen und anschließend – Room Scale sei Dank – hineingehen. Das User-Interface lässt sich intuitiv bedienen: Wie in einer echten Farbpalette taucht man seinen Pinsel mit der einen Hand in den Malkasten der anderen Hand ein, um eine andere Form, Strichstärke oder Farbe zu wählen. Mit dabei sind blinkende Sterne, glühendes Metall oder auf Musik reagierende Linien.

Das Programm macht sowohl Zeichenprofis als auch untalentierte Kritzeln Spaß, die ihre Werke aus der App heraus aus allen Winkeln fotografieren können. Entwickelt wurde Tilt Brush bereits vor zwei Jahren vom kalifornischen Design-Studio Skillman & Hackett, die wenig später von Google übernommen wurden.



Die Spezialität der PSVR sind asymmetrische Mehrspielerpartien mit dem VR-Helmträger und vier Spielern vor dem Fernseher. Was damit alles möglich ist, zeigt die Spielesammlung VR Playroom.



Der Multiplayer-Shooter Rigs versetzt die Spieler in die Kanzel eines Mechs. Das bremst das Tempo und reduziert die Gefahr der Simulatorkrankheit während der schnellen Gefechte.

den. Tilt Brush kann von allen HTC-Vive-Besitzern kostenlos heruntergeladen werden.

## Vanishing Realms

Neben solch experimentellen Programmen sind längere Abenteuer für die Vive zum Start rar. Wie gut sich das Room Scale VR jedoch auch für Rollenspiele aus der Ego-Perspektive eignet, zeigt der ehemalige Valve-Entwickler Kelly Bailey, der zuvor an den beiden Half-Life-Abenteuern mitgearbeitet hatte. „Vanishing Realms“ ist ein klassischer Dungeon-Crawler, in dem der Spieler durch Katakomben streift, kleinere Puzzles löst, Monster im Schwertkampf herausfordert und Schätze einsackt.

Was Vanishing Realms hervorragend gelingt, ist die Bewegung durch die Burgen und Verliese. Innerhalb der Fläche des realen Raums bewegt man sich ganz natürlich. Um jenseits der Grenze des Energiegitters zu gelangen, zeigt man einfach mit dem Hand-Controller auf die

Stelle am Boden und teleportiert sich auf Knopfdruck dorthin. Das geht so einfach, dass man sich bald nur noch mit Klicks fortbewegt, statt real zu laufen. Um eine Tür zu einem nächsten Abschnitt zu öffnen, muss man meist ein kleines Puzzle lösen, etwa Zutaten für einen magischen Altar sammeln oder Schalter und Schlüssel finden.

Echte Highlights sind die Kämpfe gegen die herumstreunenden Monster. Mit Schwert und Schild versucht man, an ihrer Deckung vorbeizukommen und ihre Hiebe zu blocken. Das klappt sehr intuitiv, sodass man verschiedene Strategien ausprobieren kann. Hektischer wird es, wenn einen Bogenschützen ins Visier nehmen. Dann muss man auf schnellstem Weg zu ihnen kommen, um ihnen im Nahkampf den Garaus zu machen.

Auch wenn die Grafik von Vanishing Realms recht einfach und die Spielmechanik zum Aufnehmen und Fallenlassen von Gegenständen etwas hakelig ist, gehört das Rollenspiel zu den Highlights des Launch-Setups der Vive. Es ist nicht bloß eine Technikdemo, sondern ein Spiel mit einer zusammenhängenden Handlung. Man merkt den Feinschliff, mit dem Bailey jedes Detail des Spiels ausgearbeitet hat. Der Entwickler will das Spiel in Episoden Stück für Stück fortführen. Jede von ihnen soll etwa anderthalb bis zwei Stunden dauern. Ein Preis steht noch nicht fest.

## Playstation VR

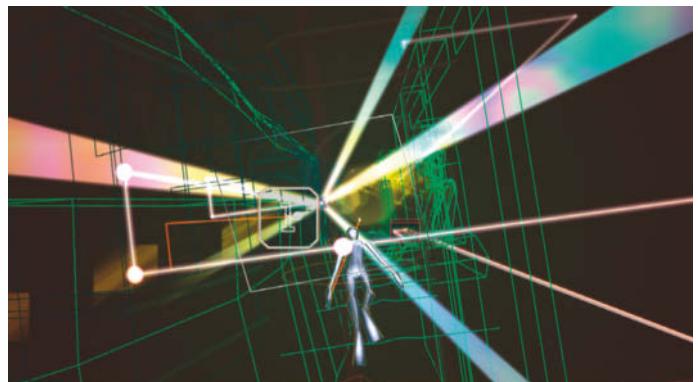
Sony setzt bei der Playstation VR sehr stark auf Entwicklungen der hauseigenen Studios. Diese produzieren äußerst aufwendige

Titel mit lebendigen Umgebungen und neuen Spielideen. Gesteuert wird mit dem PS4-Gamepad oder mit den Move-Controllern. Dabei sind die Genres sehr vielfältig und reichen von Shootern bis zu Musik- und Party-Spielen, in die auch Mitspieler ohne VR-Helm einbezogen werden. Bei VR-Spielen anderer Studios galten hohe Qualitätsansprüche: Wer die Framerate nicht halten kann oder Übelkeit erzeugt, kommt nicht in den kuratierten Online-Store. 230 Studios sollen laut Sony bereits VR-Spiele für die PSVR entwickeln.

## VR Playroom

Die Partyspielsammlung VR Playroom liegt jeder PSVR bei und soll die Möglichkeiten des Systems ähnlich einfach demonstrieren wie vor zehn Jahren Wii Sports für die Wii. Dank „Social Screen“ lassen sich die Minispiele mit fünf Leuten gleichzeitig spielen: Einer setzt den VR-Helm auf, die übrigen schnappen sich einen Controller und spielen über den Fernseher. In „Monster Escape“ schlüpft der VR-Brillenträger in die Rolle eines Nessi-artigen Monsters, das eine Minaturstadt zerstört. Die anderen Spieler versuchen, das Monster dabei aufzuhalten. Während das Monster das Spiel aus der Ego-Perspektive erlebt, sehen die anderen Mitspieler ihre Spielfiguren auf dem Fernseher von hinten.

„Ghost House“ erinnert an Nintendos „Luigis Mansion“: Hier muss der VR-Spieler Geister in einem Haus einfangen. Die Geister können allerdings nur die Mitspieler auf dem Fernseher sehen und dem VR-Spieler genau beschreiben, wo er sie mit



Mizuguchis Rail-Shooter-Klassiker Rez erlebt in VR seinen zweiten Frühling. Zu treibenden Beats peilt der Spieler mit seinem Blick die Gegner an und schießt sie mit rhythmischen Tastendrücken ab.

seinem Saugstrahl einfangen kann. VR Playroom macht nicht nur wegen der ungewöhnlichen Spielideen Spaß, sondern auch wegen der äußerst liebevollen Gestaltung mit visuellen Gags.

## Rigs

Weil gewöhnliche Ego-Shooter viel zu schnell sind für VR und ein eingebundenes Cockpit als Bezugspunkt enorm helfen kann, die Simulator-Krankheit zu verhindern, steckt Sony die Spieler in seinem Multi-Player-Shooter Rigs geschickterweise in die Kanzel eines Mechatronikers. In den futuristischen Arenen treffen zwei Mannschaften à drei Spielern zusammen, um sich gegenseitig in Stücke zu schießen. Werden die Spieler abgeschossen, katapultieren sie sich per Schleudersitz in Sicherheit – Blut fließt keins.

In den Mannschaftskämpfen geht es aber nicht nur ums Ballern: Um einen Punkt zu erzielen, muss einer der Spieler durch einen großen Ring in der Mitte der Arena springen. Das geht jedoch nur, wenn er vorher entweder alle drei gegnerischen Spieler abgeschossen oder genügend Energiekugeln von getroffenen Gegnern eingesammelt hat.

Trotz der schnellen Action und der vielen Drehmanöver ist uns in mehreren Matches nicht übel geworden. Schon jetzt, ein halbes Jahr vor der Veröffentlichung, sieht die Grafik wie aus dem Ei gepellt aus. Inwiefern man allerdings auch als Einzelspieler auf seine Kosten kommt, können wir noch nicht einschätzen. Laut Sony habe man zwar Pläne für einen Solo-Modus, Details wollten die Japaner jedoch nicht verraten. Rigs soll parallel zum Start der PSVR im Oktober erscheinen, ein Preis steht noch nicht fest.

## Rez Infinite

Der japanische Videospiel-Künstler Tetsuya Mizuguchi wollte Rez schon von Anfang an in VR umsetzen. Vor 15 Jahren, als das Spiel erstmals für die PS2 und Dreamcast erschien, war die Technik allerdings noch nicht reif. Formal ist Rez ein sogenannter Rail Shooter, bei dem der Spieler durch eine bunte Traumwelt fliegt und vektorisierte Geschöpfe abschießen muss. Durch die auf den Trance-Beat quantisierten Eingaben baut der Spie-

ler so nach und nach einen hypnotisierenden Rhythmus auf.

Wie der Maler Wassily Kandinsky – an dessen Ästhetik sich Rez orientiert – ist Mizuguchi Synästhetiker und kann Töne als Farben wahrnehmen. Deshalb korrespondieren die Farben im Spiel wunderbar mit der Musik. Ein kompletter Durchflug durch die fünf Areale dauert zwar nur knapp 80 Minuten, dank des cleveren Scoring-Systems und der

hypnotischen Wirkung spielt man Rez aber immer wieder gerne durch. Gespannt sein darf man auf die neue „Area X“, die besonders auf die Möglichkeiten der VR-Brille angepasst werden soll. Bislang hat Mizuguchi aber nur Konzeptzeichnungen veröffentlicht.

Der erste Demo-Level funktionierte bereits gut. Der vor dem Spieler schwebende Avatar dient als Referenzpunkt und verhin-

dert, dass ihm bei schnellen Schwenks übel wird – die meiste Zeit fliegt man aber sowieso nach vorne. Zudem belässt es Mizuguchi bei der simplen Ein-Knopf-Steuerung mit dem Gamepad, die Ziele visiert man per Blickrichtung an. Wenn alles klappt, soll Rez Infinite pünktlich zum Start der PSVR im Oktober fertig werden und wäre ein absolutes Highlight des Launch-Lineups. (hag@ct.de) ct

## Top-Schutz für PC- und Embedded-Systeme



### Ihr Schlüssel zur sicheren Industrie 4.0

- Know-how und IP-Schutz
- Kopierschutz gegen Nachbau
- Integritätsschutz gegen Manipulation
- Schutz von Produktionsdaten
- Einfache Integration in Software und Vertriebsprozesse



25.-29. April 2016  
Halle 8, Stand D 05

<https://s.wibu.com/hmi16>

SECURITY  
LICENSING  
PERFECTION IN PROTECTION

**WIBU**  
**SYSTEMS**



Florian Müssig

# Nimm 3:2

## Windows-Tablets mit 3:2-Bildschirmen: Galaxy TabPro S und Elite x2

**Das praktische Bildschirmformat 3:2 setzt sich bei hochpreisigen Windows-Tablets durch. Das Samsung Galaxy TabPro S und das HP Elite x2 bieten aber auch andere ungewöhnliche Features: Das TabPro S hat ein OLED-Display, HP will Business-Kunden und deren Admins glücklich machen.**

Wer einmal einen Bildschirm mit dem Seitenverhältnis 3:2 vor sich hatte, der möchte so schnell keinen anderen mehr. Es ist im Alltag extrem praktisch, weil man sowohl im Hoch- als auch im Querformat viel Inhalt ohne Scrollen zu Gesicht bekommt. Der Unterschied zum üblichen 16:9-Format ist gefühlt enorm. Seit dem Microsoft Surface Pro 3 anno 2014 sind einige 12-Zoll-Windows-Tablets mit 3:2-Bildschirmen hinzugekommen: Außer dem Surface Pro 4 hatten wir kürzlich bereits zwei Konkurrenten getestet [1]; jetzt folgen die nächsten beiden.

Das HP Elite x2 dient sich als robustes und fernwartbares Tablet geschäftlichen Nutzern an, während das Samsung Galaxy TabPro S mit einem Novum aufwartet: Sein 12-Zoll-Bildschirm nutzt kein LCD-Panel, sondern eines mit OLED-Technik – von Samsung Super AMOLED getauft. Es ist das erste x86-Windows-Gerät überhaupt mit die-

ser Bildschirm-Technik und zugleich Samsungs erstes hierzu lande erhältliches x86-Gerät seit dem Rückzug der Koreaner aus dem europäischen Notebook-Markt vor zwei Jahren.

### Leuchtende Pixel

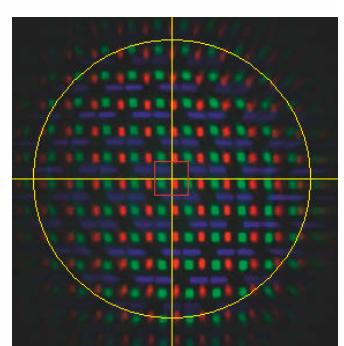
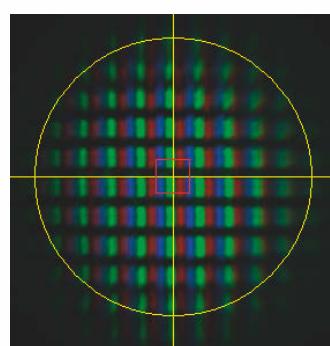
Das Samsung-Display überzeugt OLED-typisch mit satten Farben. Selbst von der Seite sieht man korrekte Farben ohne Verfälschungen oder Invertierungen; ein bei extremen Blickwinkeln

auftretender leichter Grünstich stört in der Praxis nicht. LCD-IPS-Bildschirme wie der im HP-Gerät haben den zwar nicht, dafür erscheint das Bild dort beim Blick von der Seite etwas dunkler als bei senkrechtem Draufblick. Beide Geräte sind ausreichend hell und warten mit einer automatischen Helligkeitssteuerung auf.

Nutzer mit Adleraugen stören sich bei vielen Smartphones mit OLED-Displays an ausgefransten Schriftzeichen, was auf eine spe-

zielle Pixel-Matrix (Pentile) zurückzuführen ist. Beim TabPro S sehen Schriften hingegen normal scharf aus, obwohl das Pixelraster auch hier keine gleichmäßig großen Subpixel aufweist: Blaue Subpixel sind deutlich größer als rote oder grüne. Die drei Grundfarben sitzen zudem nicht alternierend nebeneinander in einer Zeile; stattdessen wechseln sich rot-grüne Zeilen mit rein blauen ab. Den damit einhergehenden Auflösungsverlust sieht man dank der hohen Panelauflösung (2160 × 1440 Punkte, entsprechen 217 dpi) nicht. Ein von Samsung vorinstalliertes Hilfsprogramm namens Galaxy Settings erlaubt es, den Farbraum zu begrenzen. Windows-Farbprofile, an denen

Während beim IPS-Panel des HP Elite x2 (links) alle Subpixel gleich groß sind, weisen sie beim OLED-Panel des Samsung Galaxy TabPro S deutlich unterschiedliche Größen und Formen auf.



sich Farbraum-bewusste Anwendungen orientieren können, lassen sich damit aber nicht einrichten.

### Verdunkelungsstrategie

Leider sorgt Galaxy Settings auch für einen unschönen Nebeneffekt: Es dimmt den Bildschirm nach kurzer Zeit ohne Eingabe auf seine minimale Helligkeit. Das nervt besonders solche Nutzer, die gerne mal länger auf den Bildschirm schauen und dabei sinnieren. Einzige Ausnahme ist das Abspielen von Videos; hierbei bleibt der Bildschirm dauerhaft hell.

Anfangs konnte man das Intervall, nach dem gedimmt wird, lediglich auf ein oder zwei Minuten einstellen. Auf Nachfrage erklärte Samsung Deutschland, dass man sich der Abdunklung nicht bewusst war und deshalb auch keinen Grund für das Verhalten nennen könne. Man habe das Feedback an die koreanische Zentrale weitergereicht – inklusive der Anregung, das Verhalten mit einem künftigen Update stärker verändern zu können. Tatsächlich tat sich kurz vor Redaktionsschluss etwas: Nach einem stillen Update ließ sich der Abschaltzeitraum auch auf fünf oder zehn Minuten einstellen. Ein vollständiges Deaktivieren der Abschaltautomatik ist aber weiterhin nicht vorgesehen.

Möglicherweise möchte Samsung einem Einbrennen von Bildschirminhalten vorbeugen, die sich dauerhaft an gleicher Position befinden – etwa von den Symbolen der Windows-Taskleiste. Solche Alterungserscheinungen plagen einige ältere Smartphones mit OLED-Display. Bei dieser Technik leuchten schließlich die Pixel selbst, statt wie bei LCDs nur die Hintergrundbeleuchtung passieren zu lassen. Strahlen OLEDs mit verringerter Leuchtkraft, so altern

**Der Speicher-kartenschacht des Elite x2 lässt sich wie der SIM-Kartenschacht nur mit einem Auswurfwerkzeug öffnen.**



sie deutlich langsamer – das gilt vor allem für die blauen Subpixel.

Ob das Panel des Galaxy Tab-Pro S für ein Einbrennen anfällig ist, ließ sich in dem kurzen Testzeitraum mit dem nagelneuen Gerät nicht ermitteln. Samsung gab auf Nachfrage zu Protokoll, dass das Panel einem Einbrennen aktiv entgegen arbeite: Der Bildschirminhalt werde regelmäßig minimal im Bereich weniger Pixel verschoben. Dadurch wird die Alterung zumindest verlangsamt, weil sie sich auf mehr Pixel verteilt.

### Eingabevarianten

Beide Geräte kann man alleinstehend als Windows-Tablet per

Touch- oder Stift-Bedienung nutzen oder mit andockbaren Tastaturen wie ein Notebook. HP hat in die Rückseite des Elite x2 einen U-förmigen Ständer eingebaut, mit dem das Tablet sicher steht; der Aufstellwinkel ist in einem ausreichend weiten Bereich stufenlos einstellbar. Die dem Testgerät beiliegende beleuchtete Tastatur gehört nicht bei allen Ausstattungsvarianten zum Lieferumfang. Sie dockt magnetisch an und lässt sich wie beim Vorbild Surface Pro wahlweise flach auf dem Tisch oder leicht keilförmig aufgestellt verwenden. In beiden Fällen ist ein präzises Tippen möglich, ohne dass sich die Tastatur durchbiegen würde.

Im Zubehörprogramm findet man eine optionale Alternativ-Tastatur (Advanced Keyboard, 200 Euro), in der ein SmartCard-Leser steckt. Damit kommt das Gerät auch für Nutzer infrage, denen Admins stringente Sicherheitsrichtlinien vorgeben. zieht man die Tastatur samt Smartcard-Leser ab, soll sich das Gerät selbsttätig verriegeln und nicht mehr verwenden lassen. Alternativ kann man das Tablet über den in der Rückseite integrierten Fingerabdruckleser absichern.

Beim Galaxy TabPro S sind Tastaturhülle und Ständer eine Einheit. Die allen Ausstattungsvarianten beiliegende Hülle hält magnetisch am Tablet, erlaubt -

**Das Galaxy TabProS hat nur eine Typ-C-Buchse, die USB- wie Video-Signale bereitstellt und zudem zum Laden dient.**



### Windows-Tablets mit 3:2-Bildschirm – Messergebnisse

Modell	CPU	Gewicht <sup>1</sup> [kg] ▲ besser	Lautstärke (idle / Last) [Sone] ▲ besser	Laufzeit (Last / idle) [h] ▲ besser ▶	CPU-Leistung <sup>2</sup> besser ▶	3D-Leistung <sup>3</sup> besser ▶
HP Elite x2	Core m5-6Y54	1,21	0/0	2,8/9	1261	609
Samsung Galaxy TabPro S	Core m3-6Y30	1,08	0/0	3,1/10,1	204	546
<b>zum Vergleich</b>						
HP Spectre x2	Core m3-6Y30	1,24	0/0	2,9/9,9	189	671
Lenovo Miix 700	Core m5-6Y54	1,12	0/0	3,6/10,8	159	431
Microsoft Surface Pro 4	Core m3-6Y30	1,07	0/0	2,1/8	209	709
Microsoft Surface Pro 4	Core i5-6300U	1,1	0/1,7	3,8/10,3	305	848

<sup>1</sup> mit Tastatur

<sup>2</sup> CineBench R15 (n CPU, 64 Bit)

<sup>3</sup> 3DMark (Fire Strike)

allerdings nur zwei vorgegebene Winkel und sitzt auch nicht sonderlich fest: Beim Wechsel zwischen den beiden Winkeln trennen sich im Test Hülle und Tablet gerne mal, sodass sie dann erst wieder fummelig vereint werden mussten. Eine Tastaturbeleuchtung hat Samsung nicht vorgesehen. Das Tippgefühl ist eher leichtgängig, trotzdem spürt man den Anschlag präzise – zumindest solange die Tastatur flach auf einem Tisch liegt und sich dadurch nicht durchbiegen kann. Am Tasten-Layout gibt es bei beiden Kandidaten bis auf die jeweils in eine Zeile gequetschten Cursor-Tasten nichts auszusetzen.

HP legt dem Elite x2 einen aktiven Stift mit in den Karton. Er ist länger geraten als das Stummel-Pendant seines Geschwister-Geräts Spectre x2 und liegt dadurch besser in der Hand. Wer den Stift unterwegs am Gerät befestigen möchte, der findet zwei Laschen im Lieferumfang, die man an Tastatur oder Gerät festkleben kann.

Für das Galaxy TabPro S hat Samsung einen optionalen Stift als Zubehör angekündigt. Bis Redaktionsschluss war er jedoch weder auf Samsungs Webseite gelistet noch lieferbar, sodass wir uns noch keinen Eindruck von ihm verschaffen konnten.

## Schnittstellen

Am Samsung-Tablet gibt es abseits vom Kopfhörerausgang nur eine Typ-C-Buchse, die USB- wie Videosignale liefert und zum Laden verwendet wird. Bei angeschlossenem Netzteil kann also kein USB-Stick angeschlossen werden, mangels Kartenleser kann man auch nicht auf SD-Kärtchen zum Datentransfer ausweichen. Das optionale, aber wiederum weder lieferbare noch gelistete Dock bietet mit einer USB-Typ-A-Buchse, einem HDMI-Ausgang und einem Typ-C-Eingang fürs Netzteil alle Anschlussmöglichkeiten gleichzeitig – ganz ohne die sonst nötigen Adapter von Typ C auf HDMI oder Typ-A-USB. Wie das Tablet gibt es auch das Dock in Schwarz oder Weiß.

Bei HP fließen USB- und Videosignale sowie Strom ebenfalls über eine Typ-C-Buchse, doch hier steht zusätzlich noch eine herkömmliche USB-3.0-

Buchse im Typ-A-Format zur Verfügung. Ein Kartenleser ist vorhanden, wenngleich er sich nur umständlich nutzen lässt: Wie bei einem SIM-Kartenschacht wird das Micro-SD-Kärtchen über einen Trägerrahmen eingeführt, der sich nur mittels Auswurfwerkzeug entnehmen lässt.

Für ein Tablet äußerst ungewöhnlich: An der linken Seite gibt es eine Aussparung für Kensing-

ton-Schlösser. Das macht Langfinger das Leben schwer, wenn das Gerät öffentlich ausgestellt wird. Wer das Tablet am Schreibtisch komfortabel verkabeln möchte, kann das Gerät dort an HPs optionalem Typ-C-Dock inklusive LAN-Port betreiben (Elite USB-C-Dockingstation, 230 Euro).

Beide Geräte funkten per 11ac-WLAN und Bluetooth. Samsung hat zudem NFC und GPS inte-

griert; bei HP gibt es NFC an der optionalen Advanced-Tastatur.

Teurere Ausstattungsvarianten des Galaxy TabPro S enthalten ein LTE-Modem, das Testgerät allerdings nicht. Bei der getesteten Variante des Elite x2 war ein solches an Bord; in günstigeren Konfigurationen fehlt es hingegen. HP legt Modellen mit Mobilfunkmodem eine SIM-Karte mit in den Karton, die ein

## Windows-Tablets mit 3:2-Bildschirm: Daten und Testergebnisse

Modell	HP Elite x2	Samsung Galaxy TabPro S
getestete Konfiguration	LSH20EA#ABD	SM-W700NZKA
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, Stift, Tastatur	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Tastaturhülle
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>		
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / – / ✓	– / – / – / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × R (1 × Typ C) / – / –	– / 1 × R (Typ C) / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) (SD) / – / –	– / – / –
<b>Ausstattung</b>		
Display	LG LGD04A5: 12 Zoll / 30,6 cm, 1920 × 1280, 3:2, 192 dpi, 8 ... 321 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd	Samsung MS_0003: 12 Zoll / 30,4 cm, 2160 × 1440, 3:2, 217 dpi, 2 ... 364 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd
Prozessor	Intel Core m5-6Y54 (2 Kerne mit HT)	Intel Core m3-6Y30 (2 Kerne mit HT)
Prozessor-Cache	2 × 256 KByte L2-, 4 MByte L3-Cache	2 × 256 KByte L2-, 4 MByte L3-Cache
Prozessor-Taktrate	1,1 GHz (2,7 GHz bei einem Thread)	0,9 GHz (2,2 GHz bei einem Thread)
Hauptspeicher	8 GByte PC3-12800	4 GByte PC3-12800
Chipsatz / mit Hybridgrafik / Frontside-Bus	Intel Skylake-Y / – / –	Intel Skylake-Y / – / –
Grafikchip (Speicher)	int.: Intel HD 515 (vom Hauptspeicher)	int.: Intel HD 515 (vom Hauptspeicher)
Sound	HDA: Conexant Cx20724	I2C: Realtek
WLAN 5 GHz / MU-MIMO	PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8260 (a/b/g/n-300/ac-867) / ✓ / –	PCIe: Atheros QCA61x4A (a/b/g/n-300/ac-867) / ✓ / –
Bluetooth / Stack	USB: Intel / Microsoft	USB: Atheros 4.1 / Microsoft
Mobilfunk	USB: HP It4120 Snapdragon X5 LTE	–
Touchpad (Gesten)	PS/2: HP (max. 4 Finger)	USB: HID (max. 4 Finger)
TPM / Fingerabdruckleser	TPM 2.0 / USB: Synaptics	TPM 2.0 / –
Massenspeicher	SSD: LiteOn Zeta (256 Gbyte)	SSD: LiteOn CV1 (128 GByte)
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>		
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	37 Wh Lithium-Ionen / – / –	40 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	45 W, 282 g, 6,6 cm × 6,6 cm × 2,9 cm, Klebeplatstecker	25 W, 95 g, 5 cm × 4,5 cm × 2,5 cm, Steckernetzteil
Gewicht <sup>1</sup>	1,21 kg	1,08 kg
Größe / Dicke mit Füßen	30 cm × 21,9 cm / 1,4 cm	28,9 cm × 20 cm / 1,3 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,5 cm / 18 mm × 18,5 mm	0,5 cm / 18,5 mm × 16,5 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>		
Suspend / ausgeschaltet	0,4 W / 0,4 W	2,2 W / 0,3 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max	2,5 W / 5,6 W / 7,6 W	2,6 W / 8,4 W / 13,1 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	21,8 W / 9,6 W / 22,6 W	16,4 W / 7,3 W / 21,9 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	35,4 W / 0,45	27,1 W / 0,49
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>		
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / WLAN (200 cd/m <sup>2</sup> )	9 h (4,2 W) / 6,8 h (5,5 W)	10,1 h (3,9 W) / 6,9 h (5,8 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	4,5 h (8,3 W) / 2,8 h (13,3 W)	6,3 h (6,3 W) / 3,1 h (12,8 EW)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,8 h / 4,9 h	2,2 h / 4,6 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0 / 0 Sone	0 / 0 Sone
Systemlaufwerk lesen / schreiben	388 / 267,8 MByte/s	450,8 / 170,8 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	66616 / 64796	58980 / 43272
Leserate Speicherkarte (SD / xD / MS)	25,3 / – / – MByte/s	–
WLAN 802.11ac/n 5 GHz / 2,4 GHz (20m)	20,3 / 10,6 MByte/s	28,4 / 13,5 MByte/s
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / -100 dB(A)	⊕⊕ / -106,3 dB(A)
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	2,68 / 2,87	2,13 / 2,28
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	13375 / 34847 / 417 fps	10830 / 28878 / 326 fps
3DMark (Ice Storm / Cloud Gate / Sky Diver / Fire Strike)	49446 / 3529 / 2805 / 609	41464 / 4022 / 2491 / 546
<b>Preis und Garantie</b>		
Straßenpreis Testkonfiguration <sup>1</sup>	1500 €	1000 €
Garantie	3 Jahre	1 Jahr
<sup>1</sup> mit Tastatur	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht
	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden
	– nicht vorhanden	

geringes Datenvolumen frei Haus liefert: drei Jahre lang 200 MByte monatlich. Höhere Volumina oder ein längerer Nutzungszeitraum lassen sich kostenpflichtig dazu buchen.

## Performance

In den Tablets kommen Core-m-CPUs der Skylake-Generation zum Einsatz. Sie sind so sparsam, dass sie passiv gekühlt werden können; selbst unter Volllast bleiben die Probanden deshalb lautlos. Beide Tablets haben die Abwärme im Griff: Selbst bei anhaltender Rechenlast drosseln sich die Prozessoren nicht wegen Überhitzung. Das ist bei Core-m-Geräten leider keine Selbstverständlichkeit.

Das Galaxy TabPro S zeigt eindrucksvoll, dass Core m und OLED recht sparsam mit Akkukapazität umgehen: Bei ruhendem Desktop und auf 100 cd/m<sup>2</sup> abgedunkeltem Bildschirm haben wir gut 10 Stunden ermittelt, was umgerechnet weniger als 4 Watt entspricht. Wir haben die Laufzeittests wie bei Notebooks und Tablets üblich mit konstanter Helligkeit durchgeführt, um Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Wegen der implementierten Zwangsabdunklung haben wir das Gerät dazu unter einen Roboterarm gelegt, welcher regelmäßig eine Taste gedrückt hat – so blieb das Display hell.

Bei höherer Helligkeit oder auch nur teilweise ausgelastetem Prozessor sinkt die Laufzeit stark: Beim Abspielen von Videos bei voller Helligkeit haben wir nur noch gut sechs Stunden gemessen. Einen solchen Einbruch zeigt auch das Elite x2: von bestensfalls knapp neun Stunden auf die Hälfte beim Video-Abspielen.

Die lange Laufzeit des Galaxy TabPro S ist noch beeindruckender, wenn man sie in Relation zum Gewicht setzt: Es wiegt unter 700 Gramm, selbst mit Hülle muss man weniger als 1,1 Kilo tragen. Das Elite x2 ist mit rund 1,2 Kilo inklusive Tastatur minimal schwerer geraten; die zusätzlichen 100 Gramm entfallen aufs Tablet.

Die Lautsprecher beider Geräte sind laut genug, um Hotelzimmer mit Musik zu versorgen. Leider beschallen beide primär die Umgebung und nicht den Nutzer: Die Lautsprecher von HP strahlen nach oben ab, die von Samsung zu den Seiten.

Während sich das HP-Tablet bereits nach kurzem Druck auf den Power-Knopf einschaltet, zeigt das ausgeschaltete Samsung-Gerät dann nur den Akkuladestand an. Soll es booten, so muss man den Einschalter länger als fünf Sekunden gedrückt halten – was sich bei einem x86-Windows-Gerät eher nach erzwungenem Neustart anfühlt.

## Fazit

Die Auswahl an Geräten mit 3:2-Bildschirmen wird immer größer, und das ist gut so: Das Bildformat ist dem gängigen 16:9 im Arbeitsalltag überlegen. Gute Bildschirme haben alle 3:2-Tablets, weswegen der OLED-Bildschirm des Samsung Galaxy Tab-Pro S kein Riesenschritt nach vorne ist: IPS-Panels erreichen ähnliche Farbraumabdeckungen, sind ebenfalls blickwinkelunabhängig und bringen ein ausreichend tiefes Schwarz zustande.

Ansonsten ist das Samsung-Gerät ein ausgesprochen leichtes Windows-Tablet mit langer Laufzeit. Im Alltag – und da vor allem im Notebook-Betrieb – muss man jedoch einige Einschränkungen in Kauf nehmen: Der Bildschirm dunkelt unabdingbar nach kurzer Zeit ab, es gibt kaum Schnittstellen, die Tastatur ist unbeleuchtet und die als Ständer dienende Hülle sitzt locker.

Das HP Elite x2 blieb im Test eher unauffällig, offenbarte aber keine größeren Schwächen. Das ist typisch Business-Gerät – der hohe Preis allerdings auch. Über die alternative SmartCard-Tastatur und die Fernwartbarkeit freuen sich hauptsächlich Admins, die lange Garantie spricht hingegen auch Privatpersonen an.

Wir hoffen, dass man 3:2-Bildschirme künftig nicht nur bei Tablets mit Zusatztastatur findet, sondern auch bei vollwertigen Notebooks – gerne auch ohne die Hybrid-Ambitionen, die derzeit einzige Vertreter Surface Book hat [2]. (mue@ct.de)

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Ähnlich, aber anders, Zwei Alternativen zum Windows-Tablet Surface Pro 4: Spectre x2 und Miix 700, c't 5/15, S. 90
- [2] Florian Müssig, Teurer Spaß, Microsofts Edel-Laptop Surface Book, c't 26/15, S. 68



# Mit Sicherheit?

NEU

N. Dhanjani

### IoT-Hacking

Sicherheitslücken im Internet der Dinge erkennen und schließen

2016, 302 Seiten

€ 34,90 (D)

ISBN 978-3-86490-343-4

**IoT-Hacking**

Sicherheitslücken im Internet der Dinge erkennen und schließen

NEU

K. Schmeh

### Kryptografie

Verfahren, Protokolle, Infrastrukturen

6. Auflage

2016, 944 Seiten

€ 54,90 (D)

ISBN 978-3-86490-356-4

**Kryptografie**

Verfahren • Protokolle • Infrastrukturen

NEU

M. Messner

### Hacking mit Metasploit

Das umfassende Handbuch zu Penetration Testing und Metasploit

2. Auflage

2015, 586 Seiten

€ 46,90 (D)

ISBN 978-3-86490-224-6

**Hacking mit Metasploit**

Das umfassende Handbuch zu Penetration Testing und Metasploit

NEU

J. Seitz

### Mehr Hacking mit Python

Eigene Tools entwickeln für Hacker und Pentester

2015, 182 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-286-4

**Mehr Hacking mit Python**

Eigene Tools entwickeln für Hacker und Pentester

NEU

J. Erickson

### Hacking

Die Kunst des Exploits

2009, 518 Seiten, mit CD

€ 46,00 (D)

ISBN 978-3-89864-536-2

**Hacking**

Die Kunst des Exploits

**dpunkt.verlag**

Wieblinger Weg 17 · D-69123 Heidelberg  
fon: 0 62 21 / 14 83 40 · fax: 0 62 21 / 14 83 99  
e-mail: bestellung@dpunkt.de  
[www.dpunkt.de](http://www.dpunkt.de)

**plus+**  
Buch + E-Book:  
[www.dpunkt.de/plus](http://www.dpunkt.de/plus)



Kai Rüsberg

# Smartphone-Reporter

## Medientraining für afrikanische Journalisten im Flüchtlingslager

In einem Seminar schulte ein deutscher Journalist Kollegen in Kenia. Sie erarbeiteten dabei Methoden, um mit einem 150-Euro-Smartphone und kostenlosen Apps Audio- sowie Video-Beiträge zu produzieren, die professionellen Ansprüchen genügen.

Wasser gibt es in dieser Halbwüste kaum, doch die Daten fließen. Entlang der Wüstenstraße ist der Internet-Zugang stabil. Häufig zeigt das Smartphone während der Autofahrt sogar eine UMTS-Verbindung an. Und tatsächlich: Fotos aus der Savanne landen in Sekunden auf Twitter. Das Internet per Mobilfunknetz ist hier im letzten Winkel von Kenia besser ausgebaut als in vielen ländlichen Regionen Deutschlands.

Bei 40 Grad Celsius bin ich auf dem Weg durch die Trockensavanne nach Kakuma im Dreiländereck zwischen Kenia, Uganda und Süd-Sudan. Dort hat die Deutsche Welle Akademie ein Dutzend Journalisten aus der Region zu einem Training eingeladen.

Das Internet ist schnell, doch die Arbeitsbedingungen für Journalisten sind hier alles andere als optimal. Der Besuch für eine Recherche dauert von der Hauptstadt Nairobi aus mindestens zwei Tage. Denn die Straßen sind schlecht ausgebaut und nachts voller Gefahren. Am Tag finde ich aber zahlreiche interessante Motive in der Wüste. Die Fotos nutze ich später im Seminar „Mobiler Journalismus“ als Beispiel für die Motivwahl und den passenden Ausschnitt.

Bei dem kleinen kenianischen Dorf Kakuma befindet sich ein riesiges Flüchtlingslager (siehe Kasten). Nur ein paar lokale Radiostationen berichten mit einfachsten Mitteln über das örtliche Geschehen. Geld für Außenreportagen oder die technische Ausrüstung fehlt. Die Moderatoren von Radio Ata-Nayeche etwa arbeiten nur mit einem Mischpult, einem Computer zum Abspielen der Playlist, zwei Studiomikrofonen und zwei Billig-Handys.

### Produktion per Smartphone

Moderne Smartphones bringen hingegen schon alles mit, was ein Reporter benötigt: Video- und Fotokamera, Mikrofon, Apps zur Nachbearbeitung von Bild und Ton sowie zur Textverarbeitung. Die Geräte speichern die Arbeit und senden sie per WLAN oder Mobilfunk ins Internet oder zur Redaktion.

Ziel des Projekts ist es, die Teilnehmer innerhalb von fünf Kurstagen in die Lage zu versetzen, nur mit einem Smartphone eine Audio-Reportage fürs Radio, eine Video-Reportage fürs Internet und hochwertige Fotos zu erstellen. Zudem sollen sie einen Überblick über die wichtigsten Social Media Tools

erhalten, einen eigenen Google-, Twitter- und YouTube-Account einrichten und diese Tools im Kurs aktiv bedienen.

Während des Seminars bauen sie ein gemeinsames Mini-Blog, in dem jeder Teilnehmer seine multimedialen Beiträge veröffentlichen kann. Das einfache Blog wird bei Tumblr eröffnet, um die Einrichtung möglichst simpel zu halten und keine Zeit für Programmierung und Gestaltung zu verschwenden. Als Highlight soll am Schluss des Seminars noch eine Video-Liveschaltung unter freiem Himmel geübt werden, die aus dem Busch in alle Welt übertragen wird.

### Flüchtlings-Reporter

Gut die Hälfte der Teilnehmer arbeiten bei Radiostationen rund um Kakuma. Die anderen stammen aus dem Süd-Sudan. Sie waren als Kinder oder Jugendliche vor den jahrelangen Kämpfen geflohen. Die meisten von ihnen haben bereits journalistische Erfahrungen bei einem US-amerikanischen Hilfsprojekt gesammelt, das vierteljährlich ein Magazin im Flüchtlingslager veröffentlicht.

Einige der Teilnehmer bringen ein eigenes Smartphone mit. Das sind überwiegend sehr einfache Geräte aus chinesischer Produktion mit veraltetem Android-Betriebssystem. Zudem gibt es ein iPhone 5c und ein Windows Phone. Für die übrigen Teilnehmer des Seminars waren neue Smartphones angeschafft worden. Dabei fiel die Wahl auf das Samsung Galaxy S3 Neo, das etwa 150 Euro kostet.

Die überarbeitete Version des Klassikers enthält eine Kamera und Mikrofone, die auch für anspruchsvolle Anwendungen reichen. Video wird mit einer Auflösung von 1080p aufgenommen; Fokus und Belichtung lassen sich separat ansteuern. Das S3 Neo kommt außerdem mit Android 4.4 und 16 GByte Arbeitsspeicher, sodass man alle aktuellen Apps nutzen kann.

Auch bei den Apps müssen im Seminar Abstriche gemacht werden: Sie dürfen kein Geld kosten. Das erweist sich beim iPhone und beim Windows Phone als Hindernis, da die mitgelieferten Apps nicht für professionelle journalistische Arbeit reichen und es kaum kostenlose Anwendungen für diesen Bereich gibt. Android ist dort, wo nur wenig Geld zur Verfügung steht, die bessere Wahl. Zumal auch die Hardware günstig ist.

Die deutschen Journalisten haben zwar weitere Ausrüstung mitgebracht, die ist aber nur zum Testen gedacht. So werden professionelle Richtmikrofone, klassische Reporter-mikros und Lavalier-mikros für den Hemdkragen ausprobiert. Die Teilnehmer testen auch Stativen bis hin zum computergesteuerten Steadycam-Gimbal gegen Wackelbilder.

## Flüchtlingslager Kakuma

Kakuma war einmal ein kleines Dorf. Heute gehört es mit über 200 000 Einwohnern zu den zehn größten Städten in Kenia. Denn so viele Flüchtlinge sind hier in den vergangenen 20 Jahren aus den Kriegsgebieten im Sudan, in Äthiopien, Somalia und aus dem früheren Kongo gestrandet. Doch Medien gibt es hier fast keine.

Kenia wurde 2014 und 2015 zum Ziel grausamer Terroranschläge islamistischer Aktivisten mit Hunderten Toten. Seitdem betrachtet die kenianische Bevölkerung die Fremden in Flüchtlingslagern wie Kakuma immer kritischer. Denn einige der Attentäter sollen Bewohner solcher Camps gewesen sein.

Ohne funktionierende Medien erfahren die Bewohner der Camps nichts über die Gesellschaft in Kenia. Und die kenianische Bevölkerung erhält keine zuverlässigen Informationen darüber, was sich in den Camps abspielt, wer dort lebt und warum die Menschen dorthin geflohen sind. In Zeiten ethnischer, religiöser Spannungen können so aus Gerüchten schnell Vorurteile entstehen.



Bei der Aufnahme dieses Interviews dient ein Headset als „Kragen-Mikrofon“.

Künftig müssen sie jedoch ohne solch teures Zubehör auskommen.

Daher sind einfache und kostenlose, aber wirkungsvolle Tricks gefragt. So hellen wir beim Video-Interview die Gesichter nicht mit Schweinwerfern auf, sondern mit einem aufgespannten Papier oder einer weißen Plastiktüte, die als Reflektor dienen. In praller Sonne, wenn die Schatten im Gesicht besonders stark sind, funktioniert das prima.

Zur Richtcharakteristik des Mikrofons trägt die richtige Griffhaltung viel bei: Beim „Muschelgriff“ umschließen beide Hände das Gehäuse hinter den Mikrofonlöchern, schirmen dadurch Nebengeräusche ab und fokussieren die Mikrofone auf den Interviewpartner. Und ein billiger Selfiestick kann als Ministativ und Stabilisator weit mehr, als nur die eigene Nase in Szene zu setzen.

## Überzeugende Ergebnisse

Die im Workshop erzielten Ergebnisse überzeugen in allen Mediengattungen. Schon am ersten Tag schoss der süd-sudanesische Journalist Daniel Ukech ein sehr überzeugendes Porträt-Foto seiner Kollegin Rebecca Achayo mit einem S3 Neo. Dabei ist es bei Hitze und verschwitzter Haut nicht einfach, Sonnenlicht-Reflexionen im Gesicht zu vermeiden und die extrem dunklen Hautpartien differenziert mit dem Mini-Kamerasensor abzubilden.

Für die Tonaufnahme gibt es viele Apps. Dennoch erweist sich der Radioschnitt als besonders schwierig. Denn nur sehr wenige der kostenlosen Apps ermöglichen das präzise Säubern eines Versprechens oder „Ähs“ innerhalb eines Clips. Um vorgeschnittene Clips und O-Tönen zu montieren, müssen wir die Apps Tapemachine und WavePad nacheinander nutzen.

Noch größere Probleme bereitet die Produktion eines klassischen TV-Beitrags ohne Bezahl-Apps, weil wir keine kostenlose Software finden, die einen Audio-Kommentar nachträglich unter die Schnittbilder und O-Töne mischt. Der Beitrag handelt von aufgewühlten Straßen und unpassierbaren Brü-

cken nach dem ungewöhnlichen, heftigen Regen am Vortag.

Unsere Kollegen aus dem Flüchtlingslager recherchieren das Thema zunächst komplett, konzipieren den Beitrag, nehmen O-Töne auf und schreiben den Sprechertext noch vor Aufnahme der Schnittbilder. Mit dem klaren Konzept für die Schnittbildauswahl nehmen die Teilnehmer dann den Kommentar direkt beim Filmen auf – zusammen mit den Umgebungsgeräuschen. Diese Clips und O-Töne lassen sich mit Bordmitteln im Smartphone trimmen und in der gewünschten Reihenfolge montieren.

Diese integrierte Produktionsweise erfordert Umdenken bei der Video-Erstellung, be-



Mit einfachen Mitteln wie Papier-Reflektoren zur Aufhellung entstehen auch bei schwierigen Lichtbedingungen mit dem Handy gute Fotos.

schleunigt den Prozess bei uns aber enorm. Das Ergebnis der simplen Methode ist verblüffend: Die beiden schnellsten Reporter, Daniel Ukesch und Silal Calistus, erstellen in nur zwei Stunden einen vollwertigen TV-Kurzbeitrag auf dem Smartphone.

## Video-Livestream

Eine noch größere Offenbarung haben die kenianischen Journalisten bei der Live-Berichterstattung mit Video. Hierfür wählen wir einen komplexen Aufbau mit zwei Aufnahmegeräten, um die Möglichkeiten verschiedener Apps auszuloten. Den ersten Stream übertragen wir mit dem weitwinkeligen Video-Smartphone Galaxy K zoom von Samsung und senden einen vertikalen Bildausschnitt mit Periscope.

Einen zweiten Stream senden wir horizontal mit einem alten Samsung Galaxy S3 unter Android 4.3 und der App Bambuser. Ein dreilachsiger Hand-Gimbal mit computergesteuerten Ausgleichsmotoren stabilisiert das Handy und ein Richtmikrofon nimmt den Ton auf. So entsteht ein hochwertiges, stabiles TV-Signal. Das S3 ist per WLAN-Tethering mit dem K zoom live gekoppelt, das beide Streams parallel per Mobilfunk überträgt.

Die Teilnehmer bewegen sich während der Übertragung zu Fuß etwa einen Kilometer vom Ort weg. Die Verbindungsgeschwindigkeit des Bambuser-Streams sinkt laut Anzeige in der App zeitweilig auf etwa fünf Prozent, bricht aber während der 37 Minuten langen Übertragung nicht ab. Die Periscope-



Die Mobilfunk-Verbindung im kenianischen Hinterland ist auch für Video-Live-Streams schnell genug.

App sendet für gut 25 Minuten und stürzt dann ab. Daran könnte Überhitzung schuld sein, durch die hohe Außentemperatur und die Mehrfachbelastung des Galaxy K zoom.

Die Live-Übertragung per Bambuser läuft jedenfalls bis zum Schluss durch. Diese während der arabischen Revolution mit Übertragungen vom Tahir-Platz bekannt gewordene App ist zu Unrecht inzwischen fast vergessen. Schließlich bietet sie nicht nur eine weit höhere horizontale Auflösung im 4:3 Format als Periscope, sondern speichert das gesendete Video auch lokal im Smartphone zwischen. Die lokale Datei unterliegt keinen Qualitätsschwankungen durch wechselnde

Bandbreite und wird nach dem Ende der Live-Übertragung automatisch auf den Server von Bambuser hochgeladen. Die Aufzeichnung steht dort dauerhaft zum Abruf bereit; der Account-Inhaber kann sie später als FLV-Datei weiterverarbeiten.

Bambuser eignet sich daher für Journalismus und die Dokumentation von Ereignissen weit besser als populärere Live-Streaming Apps. Das hat auch die Nachrichtenagentur AP erkannt und die Bambuser-Technik gekauft. Ihr redaktionsinternes Reportertool „Iris“ setzt darauf auf. Es steckt als Video-SDK auch in Apps anderer Medienhäuser. In Deutschland hat sich bislang nur die Deutsche Welle eine Beteiligung gesichert.

## Kostenlose Android-Apps für Medienproduktionen

In den Kamera-Apps **Camera FV-5 Lite** für Foto und **Cinema FV-5 Lite** für Video kann man viele Parameter einstellen. Sie speichern Fokus- und Belichtungseinstellungen. Die Video-App filmt auf Wunsch im TV-PAL-Standard mit 25 Bildern pro Sekunde, sofern das Smartphone dies unterstützt. Die Tonaufnahme ist auch mit Bluetooth-Mikrofonen möglich.

Eine ähnlich leistungsstarke Alternative zu Camera FV-5 Lite ist die Open-Source-App **OpenCamera**. Camera MX hat interessante Funktionen wie Shoot-the-past. Damit lassen sich bewegte Motive trotz Auslöseverzögerung gut festhalten. Videoaufnahmen kann man pausieren, um mehrere Shots nahtlos zu einer Datei zusammenfassen. Auch Fotobearbeitung und Videotrimming sind möglich und die App enthält einen Medienmanager.

Der Video-Editor **AndroVid** schneidet mehrere Clips aneinander. Eine Nachvertonung etwa mit Reporterkommentaren gelingt aber nur umständlich über die Funktion für Musikmischung. **VideoShow Free** ist vordergründig eine verspielte Amateuervideo-App, die unter „Pro Edit“ aber das Hinzufü-

gen von Clips und Nachvertonung anbietet. Zu den mächtigsten Videoschnitt-Apps gehört **PowerDirector**, das in kostenloser Variante leider ein Logo in den Film einblendet. Der Hersteller CyberLink bietet in seiner Desktop-Software sowie bei gelegentlichen Sonderaktionen einen kostenlosen Freischaltcode für die App an.

Kostenlose und leistungsfähige Audio-Recording-Apps gibt es viele. Dazu gehören **RecForge** und **iRig Recorder**, bei denen man den Aufnahmepegel einstellen kann. RecForge nimmt auch von externen Bluetooth Mikrofonen auf. Mit dem Audio-Recorder und -Editor **Wavepad Free** **Audio** lassen sich Aufnahmen umfangreich nachbearbeiten. **Tape Machine Lite** enthält einen besonders präzisen Editor mit guter Amplitudendarstellung. In der kostenlosen Version ist die Aufnahmedauer auf drei Minuten beschränkt. **Audio-Droid** ist ein brandneuer Audio-Editor mit Mehrkanalmixer; er stand jedoch beim Seminar in Kenia noch nicht zur Verfügung.

Für Bildjournalisten bietet **Snapseed** umfangreiche Funktionen zur Fotobearbeitung samt Zuschnitt.

## Wichtiges Werkzeug

Ein Smartphone ist billiger, handlicher und leichter als die klassische Reporter-Ausrüstung. Trotzdem haben wir nach etwas Übung damit Radio- und TV-Clips aufgenommen, die professionellen Anforderungen genügen. Das schafft in Verbindung mit der guten Mobilfunkabdeckung in Kenia Bedingungen, unter denen eine vielfältigere Berichterstattung möglich ist als bisher. Während des fünftägigen Seminars wurden übrigens 20 Gigabyte Daten per Mobilfunk übertragen. Die Ergebnisse können Sie unter dem c't-Link einsehen.

Die Kommentare der Teilnehmer fielen am Ende begeistert aus: „Das Training war sehr fantastisch“, sagte Rebecca Achayo. Doris Ibene merkte an: „Ich war bei wichtigen Ereignissen dabei und habe nie daran gedacht, das Smartphone als Produktions-Tool zu benutzen.“ Trotz täglicher 10-Stunden-Einheiten wünschten sich die meisten weitere Kurse. Für ihre Arbeit sehen sie das Smartphone als wichtige Erweiterung ihrer Arbeitsmöglichkeiten an. Malok Mading: „Es ist sehr wichtig für die digitale Welt. Viele Kollegen haben Zugang zu einem Smartphone, wissen aber nicht, wie sie seine Möglichkeiten richtig einsetzen.“ (ad@ct.de)

**ct** Produktionen aus dem Kurs: [ct.de/ykqh](http://ct.de/ykqh)



Blitze orten  
mit Raspberry Pi

## Physik mit Show-Effekt

Plasma-Generator · Elektronischer Flaschentaucher

- Zimmerflieger aus Styropor
- Zigarrenkisten-Synthesizer
- Elektrischer Schneckenzaun
- Grundlagen: Widerstände



Slapstick-Makerin  
Simone Giertz



1/2016

# 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**

Hier können Sie direkt bestellen und finden weitere Informationen.

Tel: 0541 80 009 125 (Mo.-Fr. 8-19 Uhr, Sa. 10-14 Uhr)

E-Mail: [leserservice@make-magazin.de](mailto:leserservice@make-magazin.de)



Peter Siering

# Für alle Fälle

## Software für den optimalen Server

Wer Cloud-Diensten misstraut, eine Heimat für die Familienfotos sucht, ein geschütztes Backup-Ziel braucht oder nur Daten auf PC und Notebook im Zugriff haben möchte, ist gut mit einem eigenen Server beraten. Wenn die Fritzbox zu dumm, der Raspi zu lahm und das Billig-NAS zu unflexibel ist, bietet sich ein x86-Server an. Der kostet nicht mehr als ein besseres NAS, ist aber viel universeller, weil man sich Betriebssystem und Software selbst aussuchen kann.

### Der optimale Heim-Server

Software für Server	S. 92
Die richtige Hardware auswählen	S. 96
Unser neuer Bauvorschlag mit Skylake	S. 100
Variante mit ECC-RAM für viele Platten	S. 104
Linux eigenhändig einrichten	S. 106

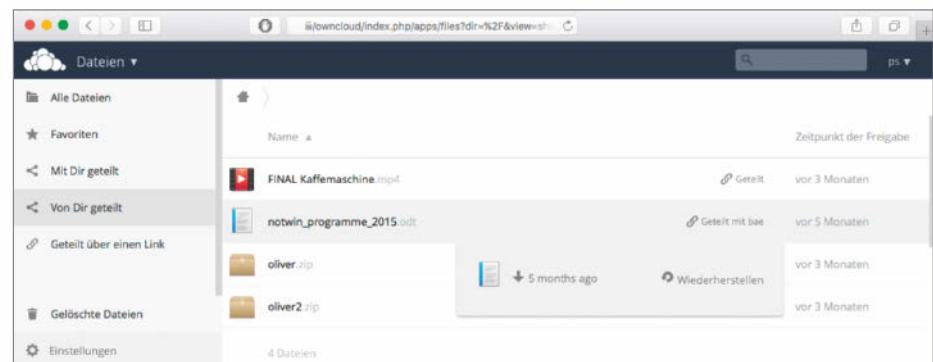


**S**elbstverständlich für einen Server sind Dienste, um Dateien darauf abzulegen. Dafür hat sich für alle gängigen Clients das SMB/CIFS-Protokoll durchgesetzt; selbst Macs bevorzugen es für die meisten Anwendungsfälle. Linux lernt es als Server über den Samba-Daemon. Windows-Clients- und -Server sprechen es von Haus aus. SMB-Freigaben eignen sich für gängige Backup-Software auch perfekt als Sicherungsziel.

Lediglich die Funktion Time Machine, die heutige Macs zur Datensicherung anbieten, kommt damit nicht ohne unerquickliches Gebastel aus. Wer Time Machine nutzen will, bemüht besser einen Server, der das Apple File Protocol (AFP) nebst spezieller Unterstützung für Time Machine beherrscht. Das kann Apples Time Capsule oder die Server-Erweiterung für OS X sein; ein Linux-Server benötigt mindestens Netatalk 3.

Druckdienste lassen sich ebenfalls über einen Server abwickeln, aber lohnen tut sich das nur bei besonderen Ansprüchen, etwa wenn ein störrischer GDI-Drucker im Netz für alle nutzbar sein soll. Ein geeignet konfigurierter Druckdienst auf einem Linux-Server kann so Postscript- in GDI-Befehle umwandeln und dabei sogar dank Emulation die Originaltreiber verwenden (Artikel dazu finden Sie über den c't-Link am Ende des Artikels). Für den 0815-Fall ist ein netzwerkfähiger Drucker aber viel praktischer und mit WLAN-fähigen Mufus kein Exot mehr.

Schick ist es, die auf einem Server gelagerten Fotos, Filme und Songs nicht erst mühsam auf die Clients zu kopieren, sondern sie ihnen direkt als Mediendaten vorzuwerfen. Diesen Job erledigen Medienserver. Zwei Ausprägungen sind gefragt – je nach Client-Welt: UPnP/DLNA für Windows, Linux sowie gän-



Für manchen heute mehr wert als ein regulärer Datei-Server: Software wie Owncloud, die Dateien über verschiedene Clients synchronisiert und bei der Gelegenheit auch versioniert.

gige Unterhaltungselektronik und DAAP für Macs und iOS-Geräte – wobei Letzteres sich nur um Audio und Video kümmern kann und die technischen Details von Apple nie dokumentiert wurden; wer einen Alternativ-DAAP-Server betreibt, muss deshalb mit Problemen nach größeren iTunes-Updates rechnen.

### Mail, VPN und LAMP

Noch nützlicher ist ein Server, wenn er Dienste nicht nur lokal anbietet, sondern auch für die Außenwelt. Das sollte der Betreiber allerdings nicht blindlings einrichten, denn die Gefahr ist groß, dass er dabei die Tür zu weit für ungebetenen Besuch öffnet. Grundregeln: Hinter einem Router nur einzelne Port-Weiterleitungen vorgeben. Nie Dienste freigeben, die nur mit schwachen Kennwörtern gesichert sind oder komplexe Zugriffe erlauben, etwa die Dateifreigaben unter Windows. Stets ein Auge auf freigegebene Dienste werfen.

Damit das Smartphone oder das Notebook unterwegs den Server finden können, muss der Router beim Verbindungsaufbau seine IP-Adresse an einen Anbieter für dynamische DNS-Dienste senden. Wenn der Router das nicht oder nur die falschen Anbieter beherrscht, kann der Server selbst das Anmelden übernehmen. Je nach Anbieter ist es sogar möglich, mehrere Namen zu hinterlegen (siehe Seite 106). Welche Ports man im Router letztlich weiterleitet, hängt von den Diensten ab.

E-Mail ist ein komplexes Thema, die Kurzfassung: Auf dem Heim-Server betreibt man sinnvoll keinen vollwertigen Mail-Server, sondern vor allem ein Archiv in Form eines IMAP-Servers. Die Mails landen weiterhin bei einem Provider an, der Server holt sie dort ab. Für den Versand benutzt man weiter den Server des Providers. So wird der eigene Server nicht zur Spam-Schleuder und man umgeht auch diverse andere Probleme, die

## Embedded Linux

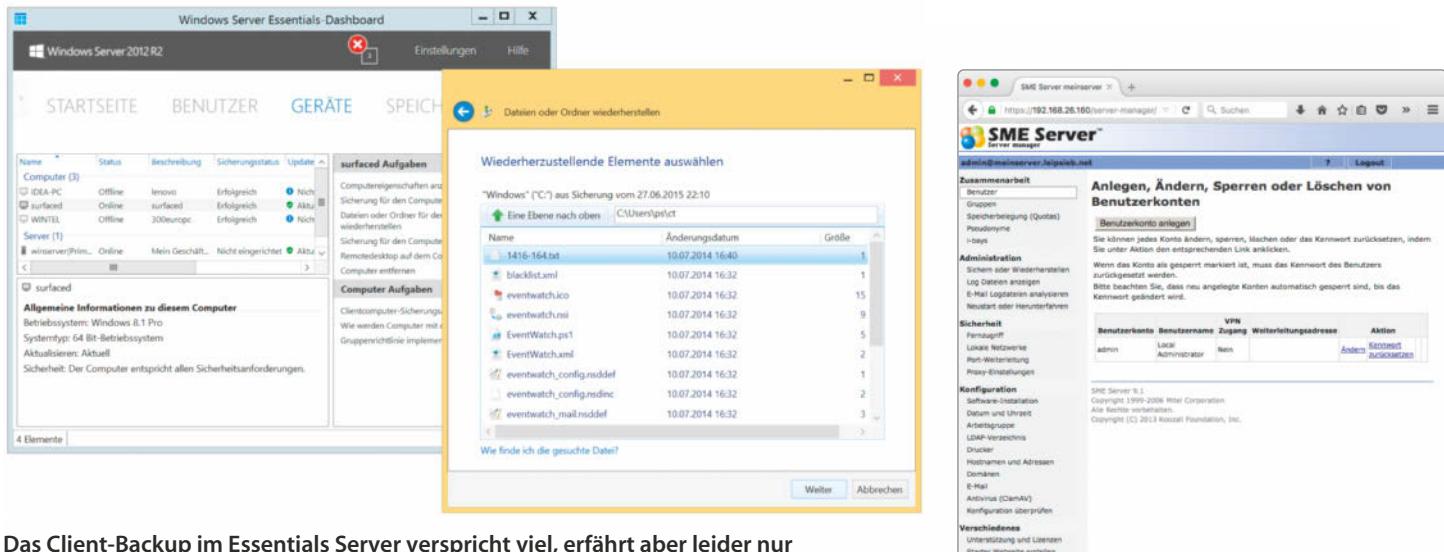
Egal ob Fritzbox oder kleines NAS – in der Regel steckt ein spezialisiertes Linux drauf oder drin. Der Nutzer merkt davon nichts. Eine per Browser bedienbare Oberfläche hilft beim Verwalten, dem Einrichten von Freigaben, Erstellen von Benutzerkonten und Auswählen von Funktionen. Das Nachrüsten von Funktionen über die hinaus, die der Hersteller bestimmt hat, ist meist nicht vorgesehen. 0815-NAS-Lösungen, aus dem Lebensmitteldiscounter-Regal erhalten Sicherheitsupdates allenfalls stiefmütterlich. Sie eignen sich also kaum für aus dem Internet erreichbare Funktionen. Unser Tipp in dieser Kategorie: Der ionas-Server, der einen Raspi nebst 2,5"-Platte mit den gängigen Diensten versieht und in dessen Paketpreis von stolzen 250 Euro individueller Installations-support über Fernwartungssoftware enthalten ist – Linux für Windows-Mausschubser.

## Linux-Distributionen

Suse, Debian, Fedora, CentOS, Ubuntu und Co. bieten allesamt die gängigen Programme für den Betrieb eines Servers als fertiges Paket an. „Fertig“ heißt installationsbereit. Um die Konfigurationsdetails hat sich der angehende Systemverwalter selbst zu kümmern. Was erfahrenen Linux-Nutzern leicht fällt, stellt Neulinge vor Probleme, die sie nur mit massivem Zeitaufwand überwinden werden. Letztlich lohnt sich diese Zeitinvestition aber langfristig, weil sie sich als erfahrene Nutzer dann auch in Krisensituationen helfen können. Es gab zwar Anstrengungen, Web-Oberflächen für die gängigen Dienste eines Linux-Servers zu stricken, etwa Webmin, doch wirklich gut funktioniert haben die nur in Ausnahmefällen. Unser Tipp in dieser Kategorie: Nehmen Sie, was immer Sie schon heute gut kennen. Wer frisch einsteigt, kann mit unserem Artikel zu Ubuntu starten (siehe S. 106).

## Fertig-Linixe

Vorgefertigte Linux-Distributionen paaren eine Web-Oberfläche mit der Technik vollwertiger Distributionen. Sie laufen auf x86-Hardware und sind mit verschiedenen Schwerpunkten zu haben: FreeNAS (BSD als Unterbau) und OpenMediaVault (Debian) punkten als Speicherdiensst; dank Plug-ins fungieren sie auch als Medienserver. SME Server und ClearOS (beide Cent OS) zielen mit einer zentralen Benutzerverwaltung eher auf den Büroeinsatz und integrieren Dienste wie E-Mail. Die Web-Oberfläche von Univation Corporate Server (UCS) als Basis toppt alles bisher Erwähnte und deckt zum Beispiel auch den Betrieb virtueller Maschinen ab; allerdings nimmt dabei die Komplexität für den Verwalter zu. Die Fertig-Linixe sind beim privaten Einsatz kostenlos, ClearOS und UCS erfordern aber eine Registrierung. Unser Tipp: Probieren Sie in einer virtuellen Maschine aus, was Ihnen am ehesten zusagt.



Das Client-Backup im Essentials Server verspricht viel, erfährt aber leider nur mangelhafte Pflege durch Microsoft, wenn neue Windows-Versionen erscheinen.

typischerweise mit Mail-Diensten an DSL-Anschlüssen für Privatkunden auftreten.

Owncloud bringt einem Server viele weitere Dienste ein, etwa einen Web-Server mit PHP-Umgebung und oft auch eine Datenbank wie MySQL – in der Linux-Welt einen LAMP-Stack. Damit bietet der Server nicht nur Kalender und Dateisynchronisation an, sondern lässt sich leicht auch für weitere Dienste abrichten, etwa ein Blog oder ein Web-basiertes E-Mail-Frontend. Leider gilt das alles nur für Linux-Server. Die Dateisynchronisation Seafile lässt sich auch unter Windows einrichten.

Selbstredend sollten alle Dienste nur verschlüsselte Zugriffe gestatten, damit man sie bedenkenlos auch in öffentlichen WLANs

nutzen kann. Wer komplexe Dienste wie Dateifreigaben auch Clients im Internet zugänglich machen muss, sollte das nicht direkt tun, sondern statt dessen über VPN nachdenken. Ein VPN-Server ist als Dienst schnell eingerichtet und lässt aus dem Internet damit verbundene Clients so im lokalen Netz erscheinen, als seien sie dort eingestöpselt (quasi im Intranet). Idealerweise gibt man überhaupt keine Dienste außer dem VPN-Zugang frei. Sicherer geht es dann nur noch ganz ohne Freigaben.

### Virtualisierung, RAID und Co.

Kritisch sollte ein Server-Betreiber darauf blicken, was er einsetzt: Eine NAS-Distribu-

Fertig-Linux wie SME-Server, ClearOS und UCS bringen eine komfortable Web-Oberfläche zum Einrichten und Verwalten mit. Ein wenig kryptisch geht es bei der Installation zu.

tion mit ZFS-Dateisystem mag aus technischer Sicht spannend sein, aber die verliert schnell ihren Reiz, wenn aufgrund von Plattenausfällen die Daten am seidenen Faden hängen. Nicht jeder hat dann noch die Ruhe, detailliert in der Dokumentation nachzulesen, was zu tun ist. Für flatternde Nerven hat bewährte Technik, wie etwa die RAID-Funktionen im Linux-Kernel, die tausendfach erklärt wird, etwas von Baldrian – auf die greifen auch die meisten NAS-Systme zurück.

Ähnliches gilt für die Virtualisierung: Hier sind tolle Tricks möglich, wie etwa das Hinzurreichen von einzelnen Komponenten in eine virtuelle Maschine, etwa die DVB-Karte oder eine Grafikkarte in eine ausgewählte VM. Oft zeigen sich die Tücken eines solchen Kniffs erst nach einigen Tagen Betriebszeit durch subtile Ausfälle. Das ist letztlich etwas für absolute Freaks, die es nicht jucken, wenn dann auch mal tagelang gar nichts mehr geht. Und: Jede VM vermehrt den Update-Aufwand, den der Verwalter leisten muss.

Apropos Verantwortung: Zum Betreiben eines Servers gehört mehr als nur das Installieren und Zum-Laufen-bringen. Alles, was mit dem Internet verbunden ist, gehört regelmäßig inspiziert. Auf nichts kann man sich wirklich verlassen: Ein RAID sollte Alarm schlagen, wenn eine Platte fehlt, sonst nützt es nichts. Und: Ein Server, der mit vollverschlüsselten Platten gegen Diebstahl geschützt ist, sollte an einer unterbrechungsfreien Stromversorgung hängen, sonst ist er gerade dann offline, weil er auf die Eingabe der Passphrase für die Verschlüsselung wartet, wenn man ihn dringend braucht.

(ps@ct.de)

## Windows Desktop-Version

Im Prinzip bringt schon die Home Edition von Windows alles Nötige für den Server-Betrieb mit. Sie kann Dateien freigeben, es lässt sich zusätzliche Software für den Betrieb eines Mail-Servers einrichten, etwa der hMailServer, und auch Mediencenter-Software wie Kodi läuft darauf. Aber: Microsoft hat die Dateifreigaben in den Home-Versionen vereinfacht, sodass sie Nutzer nicht unterscheidet – angesichts übergriffiger Erpressungsstrojaner ist es gewagt, die Dateien der Nutzer im Netz nicht voreinander schützen zu können. Die Beschränkung auf maximal 20 eingehende Netzwerkverbindungen (seit Windows 7), die auch die Pro-Version betrifft, dürfte im Heimnetz kaum stören. Klar sollte sein, dass ein Server auf Desktop-Windows-Basis eine Bastelstube ist: Die meiste Software muss man sich aus separaten Quellen besorgen und manuell aktualisieren. Unser Tipp: Lassen Sie die Finger davon.

## Windows-Server

Microsoft bewirbt als Nachfolger des Home Server die Essentials-Ausgabe für rund 400 Euro. Sie bringt – anders als andere Windows-Server – eine Funktion für Backups der Clients mit, die aber leider nur lieblos gepflegt wird. Als Storage Server findet sich Windows als Beigabe auf höherpreisigen x86-NAS-Geräten. Der Funktionsumfang ist begrenzt, so fehlt die netzwerkweite Benutzerverwaltung per Active Directory. Die steckt nur in den regulären Ausgaben (Standard ...) mit Preisen ab rund 600 Euro und dem Zwang, pro Client eine Zugriffslizenz (CAL) erwerben zu müssen. Verglichen mit Linux-Angeboten ist die Ausstattung der Windows-Server eher dünn, E-Mail-Dienste, Backup und Cloud-Dienste muss man extra beschaffen oder sogar kaufen – das gilt auch für AV-Software. Das Fazit deshalb: Nur attraktiv für den Heimeinsatz, wenn Ihnen die Lizenz, etwa als MSDN-Kunde, zuläuft.

**ct** Downloads und weiterführende Artikel: [ct.de/ybyn](http://ct.de/ybyn)

# 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)





Christof Windeck

# Von Raspi bis Raser

## Hardware für Heim-Server

Mit der Bezeichnung Server sind ganz unterschiedliche Geräte gemeint: Mal ein 80 000-Euro-Monster mit acht Prozessoren und 2 TByte RAM, mal ein Raspberry Pi mit OwnCloud oder auch ein NAS als File-Server. Was für Ihren persönlichen Server taugt, hängt von den gewünschten Aufgaben ab.

**S**erver für Familien, WGs und Kleinbüros sollen stets erreichbar und zuverlässig sein. Das teilen sie mit ihrer Profi-Verwandtschaft, die zu Hunderten die Racks in Rechenzentren bevölkert. Doch welche Hardware am besten passt, bestimmen letztlich der Einsatzzweck und die dafür gewählte Software. Als Smart-Home-Zentrale mag ein Raspberry Pi für 40 Euro genügen, für File-Server empfiehlt sich ein Netzwerkspeicher (NAS), den man als Leergehäuse für zwei Festplatten ab etwa 90 Euro bekommt. Und für etwas mehr als 200 Euro gibt es den ProLiant Microserver Gen8 von HPE in einer Minimalausstattung mit Celeron und 2 GByte ECC-RAM, aber schon mit Fernwartung und Software-RAID.

Und wenn Geld keine große Rolle spielt, kann man sich auch opulent ausgestattete Maschinen in die Wohnung stellen.

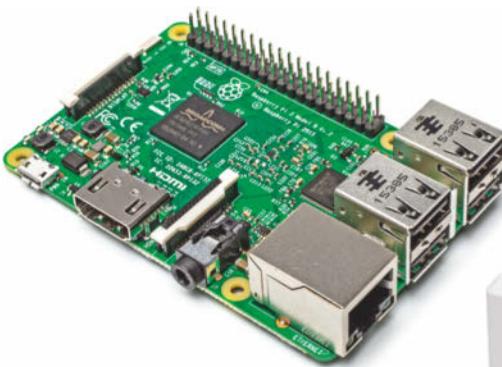
Die Frage lautet also: Welche Hardware-Plattform passt zu meinen individuellen Anforderungen, arbeitet so sparsam und leise wie möglich und ist dennoch bezahlbar?

### Typenkunde

Einige Server-Funktionen stehen in vielen Haushalten ohnehin schon bereit, ohne dass zusätzlich Anschaffungen nötig wären: Manche DSL-/WLAN-Router wie die Fritzbox arbeiten als File-Server, wenn man USB-(3.0)-Speicher anschließt, oder steuern Smart-

Home-Geräte wie DECT-Schaltsteckdosen. Den Funktionsumfang bestimmt aber im Wesentlichen der Hersteller, bei der Software gibt es nicht viel Auswahl.

Das sieht bei dem Kleinstcomputer Raspberry Pi (Raspi) schon besser aus, für den es eine gewisse Auswahl an (Linux-)Betriebssystemen gibt und viel Software. Der Raspi ist zudem sparsam (2 Watt im Leerlauf), hat aber nur die Rechenleistung eines Smartphones, höchstens 1 GByte RAM und lahme Schnittstellen wie USB 2.0 und Fast Ethernet. Letzteres überträgt maximal 12 MByte/s, das ist bloß ein Drittel der Geschwindigkeit eines guten USB-2.0-Sticks (36 MByte/s). Erweitern lässt sich ein Raspi



Die Performance des Raspberry Pi – hier Version 3 – reicht durchaus für OwnCloud, Datentransfers laufen aber langsam.



Eine kompakte NAS-Box wie das Synology DS214se braucht im Leerlauf mit Platten nur 8 Watt, hat aber wenig RAM und Rechenleistung.



Der Mini-PC Zotac ZBox CI323 Nano mit zwei Ethernet-Ports braucht keinen Lüfter, es passt aber nur eine 2,5-Zoll-Platte hinein.

nur mit einer größeren Micro-SD-Karte oder per USB.

Wer zentralen Speicher im LAN braucht, verwendet besser interne (SATA)-Festplatten: 2,5-Zoll-Laufwerke gibt es mit bis zu 2 TByte Kapazität, 3,5-Zoll-Platten fassen bis zu 10 TByte. Geht es im Wesentlichen um Netzwerkspeicher, empfiehlt sich Network Attached Storage (NAS) als Fertigerät: Boxen mit zwei Einschüben für 3,5-Zoll-Platten bekommt man ab etwa 90 Euro [1]. In diesen Billig-NAS stecken Systems-on-Chip (SoCs), oft mit ähnlichen, eher schwächeren ARM-Rechenkernen als beim Raspi 3. Doch anders als der Raspi-Chip sind NAS-SoCs mit Gigabit-Ethernet, SATA und USB 3.0 für flotte Datentransfers gerüstet. Damit bringen es auch einfache NAS immerhin auf über 60 MByte/s; maximal sind mit Gigabit-Ethernet rund 110 MByte/s drin.

Wenig Auswahl gibt es aber bei der Software beziehungsweise der NAS-Firmware: Hier läuft im Allgemeinen nur das, was der jeweilige Hersteller vorinstalliert. Das ist meistens ein maßgeschneidertes Linux mit File-Server, Streaming-Server sowie grafischer Oberfläche zur Fernbedienung via LAN. Plug-ins erweitern den Funktionsumfang. Doch es lassen sich nur passende Erweiterungen vom Hersteller oder aus der jeweiligen Community einspielen, die nicht alle Wünsche erfüllen, auch wegen des kleinen RAM und der schlaffen CPU. Beim Stopfen von Sicherheitslücken ist man auf den jeweiligen NAS-Hersteller angewiesen.

Als weiteren Nachteil haben selbst lahme NAS durchweg Lüfter, sonst wird es den Festplatten zu heiß. Wegen schwacher Prozessorkerne und kleinem RAM sinkt die Performance mit RAID 5 oder Verschlüsselung drastisch, manchmal auf unter 30 MByte/s.

NAS mit deutlich schnelleren Prozessoren kosten leicht über 300 Euro. Viele besitzen

dann aber auch einen zweiten Ethernet-Port und lassen sich mit PCIe-Karten und Speicherriegeln erweitern. Bei immer mehr NAS mit x86-CPUs erlaubt es die Firmware, eigene Betriebssysteme in eine parallel laufende virtuelle Maschine (VM) zu packen. Allerdings kommen selbst in 700-Euro-NAS sehr gemächliche Verwandte des x86-Tablet-Prozessors Intel Atom zum Einsatz, etwa Celeron J1900 oder N3150.

## Server-PC

Wer eigene Software installieren will, kommt mit einem kompakten x86-Rechner oft billiger weg und hat freie Wahl beim Betriebssystem. Die erwähnten Atom-Celerons stecken auch in lüfterlosen Mini-PC-Barebones wie der Zotac ZBox Nano CI323 [2], der inklusive RAM und SSD etwa 200 Euro kostet. Für Mini-PCs mit stärkeren Mobilprozessoren muss man deutlich mehr Geld ausgeben, erst recht für lüfterlose Varianten in aufwendigeren Gehäusen mit Kühlrippen. Mit besseren Mini-PCs sind immerhin 16 GByte RAM möglich.

Weil aber stets nur eine einzige 2,5-Zoll-Platte (oder SSD) hineinpasst, eignen sich Mini-PCs nur für wenige Server-Zwecke. Von externen Platten-Erweiterungen raten wir ab: Der Kabelsalat steigert das Ausfallrisiko und die Leistungsaufnahme kann ausufern.

Mit einem PC mit Mini-ITX- oder Micro-ATX-Mainboard und entsprechendem Gehäuse hat man mehr Möglichkeiten. Grundsätzlich eignet sich jeder PC als Heim-Server, etwa unser 350-Euro-„Büroquader“ aus c't 25/15. Die Rechenleistung des aktuellen Skylake-Celeron G3900 für 45 Euro liegt dabei deutlich höher als bei den erwähnten Atom-Derivaten. Sehr beliebt bei Server-Bastlern ist der ProLiant Microserver Gen8 von HPE [3], den man in der Basisausstattung mit dem älteren Celeron G1610T, 2 GByte ECC-RAM und

Fernwartung für etwa 230 Euro bekommt – ohne Festplatte zwar, aber mit Wechselrahmen für vier davon. Der kompakte Quader läuft aber weder superleise (0,6 Sone) noch supersparsam, denn er schluckt mindestens 24 Watt im Leerlauf. Braucht man mehr RAM, muss man selbst erweitern, denn besser ausgestattete Varianten sind viel teurer.

Wer seinen Server für ausgefeilte virtualisierte Konfigurationen mit VMware ESXi oder KVM einsetzen will, braucht allerdings möglicherweise einen anderen Prozessor als den Celeron G1610T: Der unterstützt nämlich die I/O-Virtualisierung VT-d nicht, die für PCIe Passthrough nötig ist, also zum „Durchreichen“ von PCIe-Karten in virtuelle Maschinen. Auch die schnellen Kryptobefehle AES-NI hat Intel in der Chip-Generation Ivy Bridge, zu der der Celeron G1610T gehört, noch den teuren Quad-Cores vorbehalten. Anders sieht das bei den aktuellen LGA1151-Prozessoren der Skylake-Generation aus: Wenn das BIOS mitspielt, beherrschen alle AES-NI und VT-d. Mit dem erwähnten Celeron G3900 ist sogar lüfterlose Kühlung machbar, wenn man selbst baut, siehe Seite 100.

Einen Quad-Core braucht man für Heim-Server selten – vielleicht, wenn mehrere virtuelle Maschinen gleichzeitig viel Rechenleistung fordern. Dann jedoch verwandeln auch die modernsten Prozessoren ordentlich Strom in Hitze, was für Krach und hohe Stromkosten sorgt. Ein Server von der Stange mit durchdachter, leiser Kühlung kostet schnell 700 Euro. Als Quad-Cores stecken in solchen Single-Socket-Servern immer Xeons aus der Baureihe E3-1200, denn Core i5 und Core i7 erlaubt Intel kein ECC-RAM. Für Letzteres ist auch ein Mainboard mit Server-Chipsatz nötig – aber nicht unbedingt ein Xeon: Auch die Dual-Cores Celeron, Pentium und Core i3 sind ECC-tauglich, wenn das Board mitspielt.

**Vier Festplatten passen in den günstigen HP ProLiant Microserver Gen8, aber er schluckt mindestens 24 Watt und rauscht ständig.**



## Zuverlässigkeit

Wenn es um möglichst niedrige Ausfallraten geht, dreht sich die Diskussion oft rasch um ECC-RAM, RAID oder eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) mit Akkupuffer. Solche Zusatzfunktionen steigern allerdings Kosten und Stromdurst des Systems, während sich ihr konkreter Nutzen jeweils kaum einschätzen lässt. Das Ausfallrisiko setzt sich aus vielen einzelnen Faktoren zusammen, von denen sich einige ohne Mehrkosten minimieren lassen. So wird ein Fertigerät aus der Serienfertigung eines erfahrenen Herstellers etwa seltener ausfallen als der individuelle Eigenbau. Auch die Aufstellung des Servers beeinflusst seine Zuverlässigkeit.

Erst wenn die häufigsten Fehlerquellen ausgeräumt sind, können sich Investitionen in besonders zuverlässige Technik lohnen. ECC-Speicher – also das Berechnen und Kontrollieren von Error Correction Code (ECC), der in zusätzlichen DRAM-Chips auf ECC-Modulen abgespeichert wird – gilt als typisches Server-Merkmal, weil es die häufigsten Bitfehler korrigiert. Doch Tausende NAS arbeiten auch ohne ECC zuverlässig.

Teure Server-Festplatten versprechen unempfindlicher gegen Vibrationen zu sein und seltener Lesefehler; manche Studien zeigen aber, dass das in der Praxis nicht immer relevante Vorteile bringt.

Die Vor- und Nachteile von RAID hängen von der konkreten Umsetzung ab. RAID 1, 5 oder 6 bringt höhere Verfügbarkeit der Daten auch bei Ausfall von Platten sowie im Prinzip die Möglichkeit, Massenspeicher im laufenden Betrieb zu erweitern. Aufwendige Konsistenzprüfungen, die in regelmäßigen

Abständen empfohlen werden, können bei Multi-Terabyte-RAID mehrere Tage dauern, was Energiedurst und Lärm steigert.

Mancher lässt für RAID nur einen Hardware-Adapter mit eigenem Controller gelten, der Enterprise-Festplatten mit deaktiviertem Write-Cache anbindet, wobei sein Pufferspeicher per Batterie oder Flash-Speicher vor Stromausfall geschützt ist. Solche Adapter kosten aber mehr als 500 Euro und schlucken alleine schon gut 20 Watt. In der Praxis kommt bei kleinen Servern oft RAID 1 zum Einsatz, unter Windows oft per RAID-Treiber des Chipsets realisiert und unter Linux und FreeNAS mit Bordmitteln des Betriebssystems.

## Strom sparen

Wie stark sich der Server-Stromdurst auf die Stromrechnung auswirkt, hängt auch von der Nutzungsweise ab. Wer seinen Server nachts ein paar Stunden herunterfährt, spart zusätzlich. Der wichtigste Parameter ist sonst die Leistungsaufnahme im Leerlauf, weil Heim-Server die meiste Zeit nichts tun außer Warten.

Bei kontinuierlichem Betrieb und einem Strompreis von 30 Cent pro Kilowattstunde verursacht jedes Watt Kosten von etwa 2,50 Euro pro Jahr. Aufs einzelne Watt braucht man folglich nicht zu achten, aber Kleinvieh macht Mist: Eine zusätzliche Netzwerkkarte (plus 2 Watt), zwei ständig laufen-

de – statt schlafende – Festplatten (5 Watt), falsch konfigurierte SATA-Stromsparfunktionen (2 Watt), ein unnötig eingestöpselter USB-3.0-Stick (1 Watt): Schon sind 10 Watt zusammen, die auf vier Jahre Laufzeit gerechnet Strom für 100 Euro fressen. Ein böses Eigentor schießt, wer einen sparsamen Mini-PC, Router oder Raspi mit einer USB-Festplatte im 3,5-Zoll-Format erweitert: Viele davon schlucken über 10 Watt.

Das kann für einen kompletten x86-Server inklusive Platten reichen, wie die folgenden Seiten zeigen. Dabei lässt man Überflüssiges im Zweifel weg und aktiviert sämtliche Sparfunktionen. Dazu gehören vor allem die C-States der CPU (im BIOS-Setup des Mainboards) und das Abschalten der Festplattenmotoren nach beispielsweise 30 Minuten ohne Zugriffe. Je nach Betriebssystem und AHCI- oder RAID-Treiber ist es nicht ganz einfach, SATA Link Power Management (LPM) zum Laufen zu bekommen. Das spart aber bis zu 4 Watt, wenn die Festplatten ruhen, weil dann auch die Controller auf beiden Seiten der SATA-Verbindung schlummern.

Allerdings stellt nicht jedes Betriebssystem auch alle denkbaren Sparmöglichkeiten bereit: Dann gilt es abzuwägen, ob die gewünschten Funktionen und die damit verbundenen Energiekosten in einem akzeptablen Verhältnis stehen. Bei einem kontinuierlich laufenden System wie einem Heim-Server ist der Anschaffungspreis aber immer nur ein Teil der Kosten, außer dem Stromverbrauch kommen später noch Ersatzteile wie Festplatten hinzu.

(ciw@ct.de)

## Literatur

- [1] Ernst Ahlers, NAS-Vorlagen, Zehn NAS-Leergehäuse für kleine Netze und große Datenmengen, c't 16/15, S. 90
- [2] Christof Windeck, Lautlos 4K, Der lüfterlose Mini-PC-Barebone Zotac ZBox CI323 nano, c't 4/16, S. 56
- [3] Christof Windeck, Würfelserver, HP ProLiant Microserver Gen8 mit Celeron und ECC-RAM für 230 Euro, c't 7/15, S. 76

## Hardware-Plattformen für kleine Server

Gerätetyp	CPU	RAM (ECC)	Massenspeicher	Leistungsaufnahme <sup>1</sup>	Lüfter	Preis	geeignet für
Raspberry Pi	ARM-SoC	1 GByte (–)	MicroSD-Karte, USB 2.0	2,5 Watt	–	50 € <sup>2</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ OwnCloud für wenige Nutzer, einige Smart-Home-Szenarien</li> <li>⊖ wenig Rechenleistung und RAM, kein GBit-Ethernet/SATA/USB 3.0</li> </ul>
NAS mit ARM-SoC für 2 Platten	ARM-SoC	bis 2 GByte	2 × 3,5" SATA, USB 3.0	ab 7 Watt	✓ (lüfterlos möglich)	ab 130 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ File Server, Streaming-Server, mit Plug-ins erweiterbar</li> <li>⊖ sehr wenig Rechenleistung und RAM</li> </ul>
Mini-PC mit „Atom-Celeron“	x86-64-SoC (Tablet-CPU)	bis 8 GByte (–)	1 × 2,5" SATA, M.2, USB 3.0	4 bis 8 Watt	✓ (lüfterlos möglich)	ab 180 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ OwnCloud, Firewall, File Server bis 2 TByte, Streaming-Server</li> </ul>
Intel NUC und ähnlich	x86-Mobilprozessor	bis 32 GByte (–)	1 × 2,5" SATA, M.2, USB 3.0	5 bis 12 Watt	✓ (lüfterlos mit alternativen Gehäusen)	ab 300 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ OwnCloud, Firewall, File Server bis 2 TByte, Streaming-Server</li> </ul>
HP ProLiant Microserver	Desktop-Celeron oder Xeon	bis 16 GByte (✓)	4 × 3,5" SATA, USB 3.0	ab 24 Watt	✓ (0,6 Sone)	ab 250 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ allgemeine Aufgaben, (Free)NAS, PCIe Passthrough nur mit Xeon</li> </ul>
Desktop-PC als Server	nach Wunsch	bis 64 GByte (–)	bis 6 × 3,5" SATA, M.2, USB 3.0	ab 13 Watt	✓ (0,3 Sone)	ab 300 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ allgemeine Aufgaben, (Free)NAS, PCIe Passthrough ab Skylake mit Celeron</li> </ul>
lüfterloser Selbstbau-Server	nach Wunsch	bis 32 GByte (–)	bis 4 × 3,5" SATA, USB 3.0	ab 9 Watt	–	ab 300 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ allgemeine Aufgaben, (Free)NAS, PCIe Passthrough ab Skylake mit Celeron</li> </ul>
Selbstbau-Server mit C236-Mainboard	nach Wunsch	bis 64 GByte (✓)	bis 6 × 3,5" SATA, M.2, USB 3.0	ab 12 Watt	✓ (0,5 Sone)	ab 400 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ allgemeine Aufgaben, (Free)NAS, PCIe Passthrough ab Skylake mit Celeron</li> </ul>
kompakter Fertig-Server	nach Wunsch	bis 64 GByte (✓)	bis 6 × 3,5" SATA, M.2, USB 3.0, SAS möglich	ab 20 Watt	✓	ab 700 €	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊕ allgemeine Aufgaben je nach Konfiguration</li> </ul>

<sup>1</sup> im Leerlauf inklusive Netzteil

<sup>2</sup> inklusive Gehäuse, Netzteil, Micro-SD-Kart

Preise kalkuliert inklusive mindestens 1 Festplatte oder SSD (Mindestpreise für Fertig-Server oft ohne angegeben)

✓ vorhanden – nicht vorhanden



# Sie suchen einen interessanten und qualifizierten Job?

# IT JOBTAG

## Ihr **neuer Arbeitgeber** wartet auf Sie!

heise jobs, die Jobbörse von Deutschlands führender IT-News Website heise online, und Jobware, der Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte, begrüßen Sie beim IT-Jobtag! Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich Ihnen mit ihren aktuellen Stellenangeboten, Aus- und Weiterbildungsplätzen sowie berufsbegleitenden Studiengängen aus dem ITK-Segment. Im direkten Gespräch können Sie sich informieren, kennenlernen, austauschen oder auch eine individuelle Karriereberatung bzw. einen Bewerbungscheck der Jobware Personalberatung in Anspruch nehmen.

### TERMINE

- |                   |  |
|-------------------|--|
| <b>21.04.2016</b> | <b>Hannover</b> , Heise Medien Gebäude |
| <b>02.06.2016</b> | <b>München</b> , Nemetschek Haus       |
| <b>10.11.2016</b> | <b>Hannover</b> , Heise Medien Gebäude |

Melden Sie sich hier an:

**[www.heise.de/jobtag](http://www.heise.de/jobtag)**

powered by



Christian Hirsch, Christof Windeck

# Wünsch Dir was Supersparsames

Bauvorschlag für einen lüfterlosen und sparsamen Heim-Server

Wer selbst schraubt, baut einen kompakten Server mit PC-Technik, der leiser arbeitet und weniger Strom braucht als manches NAS. Unser Bauvorschlag kommt ohne Lüfter aus und braucht im Leerlauf weniger als 10 Watt.



Die Zentrale fürs Familien-LAN braucht keine gigantische Rechenleistung und oft auch nur mäßig viel Festplattenplatz. Wichtiger sind flüsterleiser Betrieb, günstiger Preis, überschaubarer Platzbedarf und niedrige Stromkosten. Wer die richtigen PC-Bauteile kombiniert, baut sich für rund 300 Euro einen flexibel aufrüstbaren Server, der sparsamer und leiser läuft als viele Netzwerk-Speicherboxen (NAS). Dabei liefert unser System noch deutlich mehr Rechenleistung als gleich teure NAS-Boxen, lässt sich mit bis zu 32 GByte RAM ausrüsten sowie mit PCIe-Karten erweitern, etwa mit einer zweiten Netzwerkkarte für eine Firewall oder für virtuelle Systeme. Abstriche sind nur bei den Festplatten nötig: Mehr als drei 2,5-Zoll-Laufwerke oder SSDs passen nicht hinein, es dürfen aber auch zwei 3,5-Zoll-Platten und eine SSD sein.

Wer mehr braucht, kann sich den Bauvorschlag auf Seite 104 anschauen, der aber teurer, größer und stromhungrieriger ist. Dort setzen wir ein Mainboard für ECC-RAM ein, das durchaus auch in diesem lüfterlosen System läuft – es ist sogar noch rund 3 Watt sparsamer. Die Sache hat aber einen Haken: Das Fujitsu D3417-B kostet fast 100 Euro mehr als das ebenfalls sehr sparsame D3400-B, das wir

bei unseren kompakten Servern für die passendere Wahl halten.

## Auswahlprozess

Die Idee zum lüfterlosen 300-Euro-Server gärtet schon lange im c't-Labor, jetzt reifte sie dank günstiger Umstände aus. Erstens sind die Skylake-Prozessoren für LGA1151-Mainboards sehr sparsam. Zweitens steht mit dem Fujitsu D3400-B ein ebenfalls besonders sparsames Mainboard zum vernünftigen Preis bereit [1]. Drittens harmoniert es mit dem sparsamen DC-DC-Wandler PicoPSU-90 – dieser arbeitet bei schwacher Last im Verbund mit einem externen 12-Volt-Netzteil sehr viel effizienter als ein ATX-Netzteil. Vierter verkauft Arctic mit dem Alpine 11 Passiv seit Kurzem einen sehr günstigen Aluminiumkühler, mit dem der Celeron G3900 ohne Lüfter auskommt. Da war dann fünftens nur noch das leidlich kompakte, aber auch luftige und bezahlbare Sharkoon-Gehäuse CA-M für Micro-ATX-Mainboards nötig, um die Sache abzurunden.

Die Skylake-Prozessoren für Desktop-PCs schäumen noch ein paar Sahnehäubchen auf den Kuchen, wie im Artikel ab Seite 96 beschrieben: Dank DDR4-SDRAM sind

schnell mit zwei DIMM-Steckplätzen bis zu 32 GByte RAM möglich. Für komplizierte Experimente mit VMware ESXi oder KVM und PCI Passthrough unterstützt jetzt bereits der Celeron G3900 die Virtualisierungstechnik VT-d. Schnelle Verschlüsselung macht er dank AES-NI möglich. Sowohl AES-NI als auch VT-d hatte Intel zuvor teureren Prozessoren vorbehalten, deren Rechenleistung man im Heim-Server nur selten braucht. Was der Celeron G3900 nicht kann (und auch kein Pentium, sondern erst ein Core i), ist AVX. Das ist aber kein Beinbruch und sorgt übrigens mit dafür, dass der Prozessor

## Projektseite

Auf unserer Projektseite zu unseren Server-Bauvorschlägen unter dem Link [ct.de/-3133253](http://ct.de/-3133253) finden Sie weiterführende Informationen wie Teilelisten, Treiber-Empfehlungen sowie Tipps und Videos. Im **Forum** können Sie mit uns und anderen Lesern diskutieren sowie Anregungen, Fragen und Ihr Feedback loswerden.

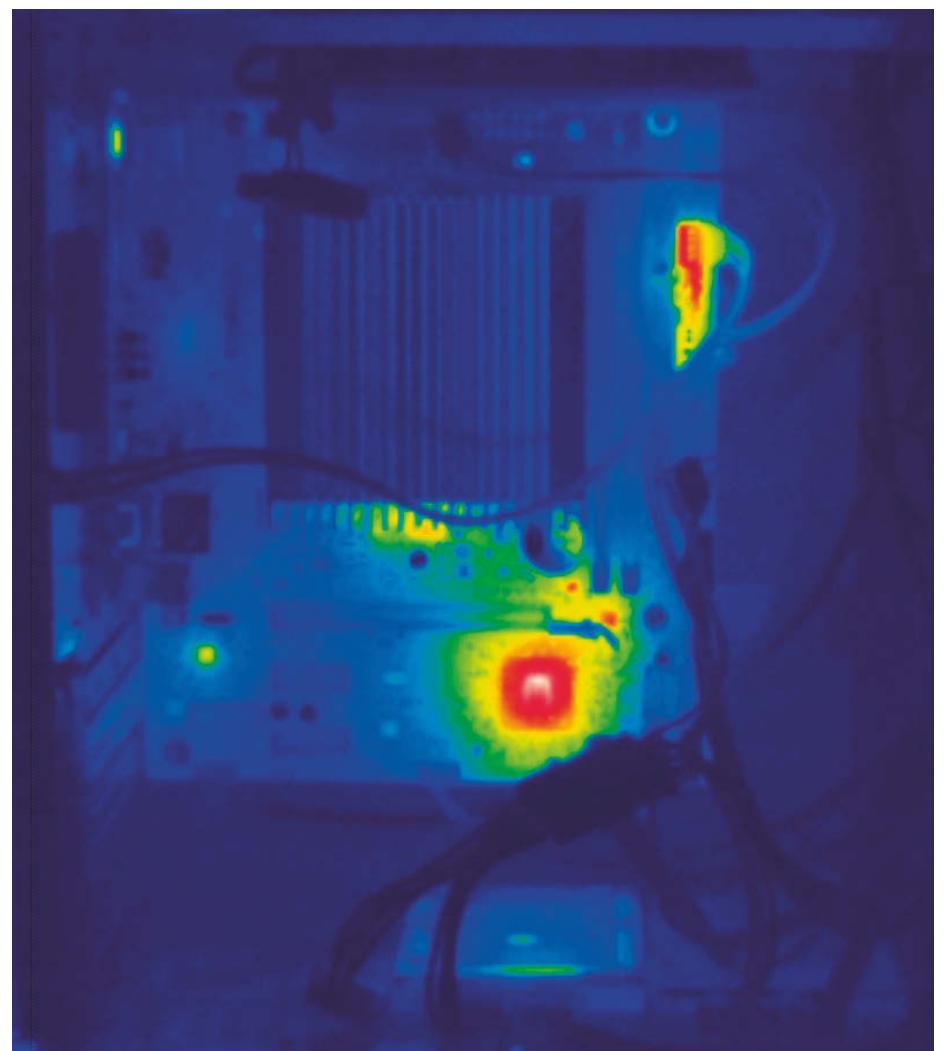
selbst unter Dauer-Volllast nicht zu heiß wird, auch ohne Lüfter.

Eigentlich hatten wir erwartet, für ein lüfterloses System einen „T“-Prozessor mit 35 Watt Thermal Design Power (TDP) einzubauen zu müssen. Die sind aber teurer und der Celeron G3900T war noch nicht lieferbar. Wir haben dann Pentium G4400T (2,9 GHz) und G4500T (3,0 GHz) beschafft – und waren einigermaßen baff: In unseren Tests blieb der deutlich billigere, aber nur wenig langsame Celeron G3900 mit 2,8 GHz Taktfrequenz unter Last noch ein paar Watt sparsamer – trotz nominell 51 Watt TDP. Da möchte Intel wohl den Käufern große T-Bären aufbinden.

Das Betriebssystem packen wir auf eine preiswerte 32-GByte-SSD. Das hat mehrere Vorteile: Der Rechner bootet schneller und die Festplatten mit den Daten können bei Nichtgebrauch einschlafen. Das spart Energie und reduziert den Geräuschpegel. Trotz der kompakten Größe des Sharkoon-Gehäuses sind verschiedene Bestückungsoptionen möglich. Unsere Basiskonfiguration besteht aus der bereits genannten SSD sowie einer 2,5"-Festplatte mit 1 TByte. Mobilplatten mit 1,5 oder 2 TByte sind aufs Gigabyte gerechnet derzeit noch teurer, weshalb wir uns für diese Größe entschieden haben. Selbst bei intensiven Zugriffen ist der Server mit 0,1 Sone kaum wahrnehmbar. Bei größerem Platzbedarf oder für einen RAID-Verbund lässt sich problemlos eine zweite Platte einbauen. Als Maximalbestückung haben wir zwei 3,5"-Festplatten aus der Serie WD Red mit jeweils 4 TByte eingebaut. Die SSD wandert dabei mangels Befestigungsplatz an die Gehäuserückwand. Mit 3,5"-Festplatten steigt aber auch der Lärmpegel auf 0,5 Sone. Bei Zugriffen reicht es sogar nur noch für die Note befriedigend (1,3 Sone).

## Bastelstunde

Für den Zusammenbau und das Einrichten des kompakten Servers sollten Sie sich zwei bis vier Stunden Zeit nehmen. Im ersten Schritt bestücken Sie das Mainboard mit dem Celeron-Prozessor. Achten Sie darauf,



Dank sparsamen Skylake-Celeron und Fujitsu-Mainboard zeigt das Wärmebild des Servers trotz Passivkühlung nur wenige Hotspots wie den Chipsatz (42 °C) oder das PicoPSU-Netzteil (39 °C).

nicht die 1151 empfindlichen Kontaktfedern in der CPU-Fassung zu berühren. Die schwarze Schutzkappe brauchen Sie nicht von Hand zu entfernen. Sie springt von allei-

ne ab, wenn Sie den Halterahmen schließen. Zur Montage des CPU-Kühlers stellen Sie diesen kopfüber auf die Tischplatte, sodass die Unterseite mit der Wärmeleitpaste nach oben zeigt. Anschließend legen Sie das Mainboard ebenfalls mit der Unterseite nach oben so auf den Kühlkörper, dass der Prozessor auf diesem aufliegt. Die Befestigungslöcher des Boards müssen mit den Bohrungen des Kühlers übereinstimmen. Vergessen Sie nicht die Unterlegscheiben und die Federn, bevor Sie den Kühler mit dem Board verschrauben. Um ein Verkanten zu vermeiden, empfehlen wir die Schrauben kreuzweise festzuziehen. Im letzten Schritt bei der Bestückung des Mainboards setzen Sie das Speichermodul in einen der beiden Steckplätze und das PicoPSU-Netzteil auf den 24-poligen ATX-Stromanschluss. Denken Sie auch an den 4-poligen ATX-12V-Stromanschluss.

Um Spielraum für den Einbau der Komponenten ins Gehäuse zu gewinnen, schrauben Sie außer dem linken Seitenteil auch die Bodenplatte ab. Vergessen Sie vor dem Einsetzen des Mainboard ins Gehäuse nicht, die

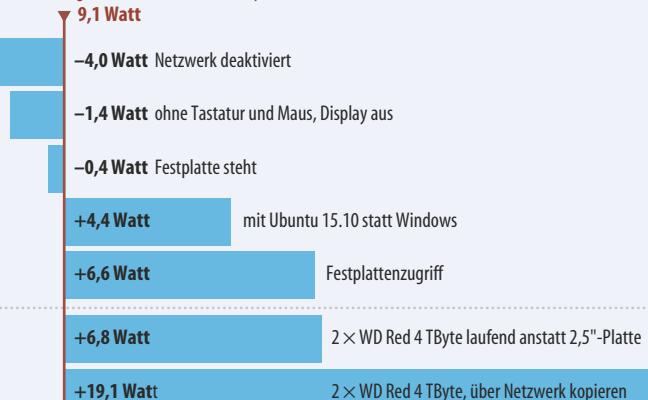


Damit anstelle des ATX-Netzteils kein unschönes Loch im Gehäuse entsteht, haben wir eine passende Blende mit Kabeldurchführung für das PicoPSU-Netzteil besorgt.

## Gemessene Leistungsaufnahme

Der Energiebedarf des Servers hängt von der Konfiguration und dem Zustand ab, in dem er sich befindet. 3,5"-Festplatten schlucken zum Beispiel deutlich mehr Strom als Notebook-Platten.

Basiskonfiguration mit SSD, 2,5"-Festplatte (läuft) und Windows 10:



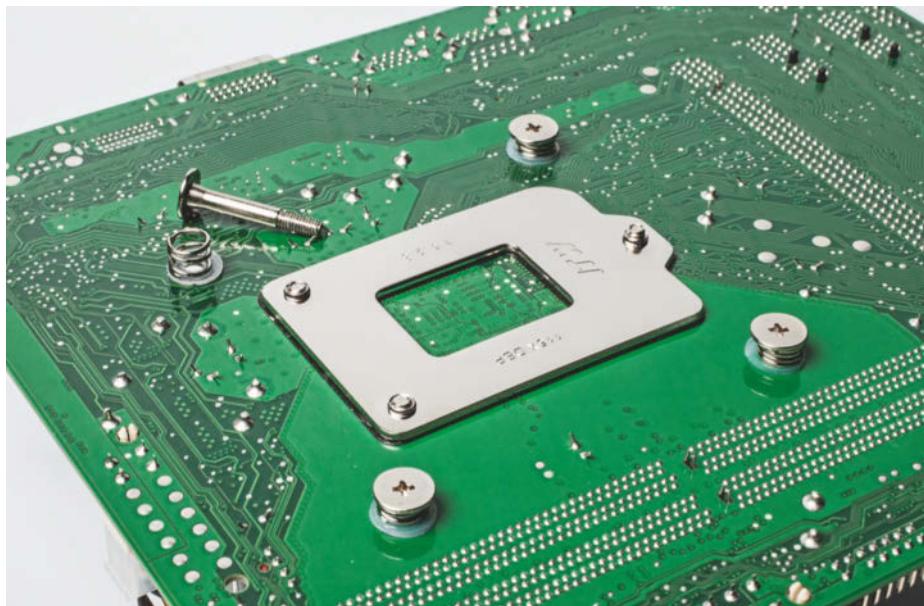
I/O-Blende in die dafür vorgesehene Öffnung einzurasten. Anschließend wandert das Mainboard hinein. Schrauben Sie das Board erst an der endgültigen Position fest, wenn alle Kabel für SATA, USB-3.0-Frontanschlüsse, Audio sowie die LEDs und Taster mit dem Board verbunden sind. Die Belegung finden Sie im Handbuch, die auf unserer Projekt-Seite verlinkt ist. Den Gehäuselüfter im Dach haben wir nicht angeschlossen, der sparsame Celeron erwärmt sich auch unter Dauervolllast nicht über 65 °C.

Die Festplatte(n) und die SSD montiert man am besten außerhalb des Sharkoon-Gehäuses auf die Bodenplatte. Darauf passen drei 2,5"- oder zwei 3,5"-Laufwerke. Am einfachsten klappt der Einbau, wenn die Platten dabei

kopfüber auf dem Tisch liegen, denn sonst verrutschen die Entkoppler-Unterlegscheiben. In der Konfigurationsvariante mit zwei 3,5"-Festplatten kann man die SSD mit zwei Schrauben innen an die Rückseite neben die Erweiterungs-Slots befestigen. Bei zwei und mehr SATA-Laufwerken ist zudem ein SATA-Stromadapter notwendig, da das PicoPSU nur einen SATA- und einen Molex-Anschluss zur Verfügung stellt. Zum Schluss kommen Bodenplatte, Netzteilblende und Seitenwand an ihren vorgesehenen Platz im Gehäuse.

### Einrichtung

Im BIOS-Setup des Fujitsu D3400-B muss man erfreulicherweise nichts umstellen, da



Für die Montage des großen Passivkühlers muss man handwerkliches Geschick mitbringen. Wichtig: Vergessen Sie nicht die Unterlegscheiben und Federn.

es bereits vom Hersteller optimal konfiguriert wurde. Der CSM-Modus für Kompatibilität zum klassischen BIOS ist standardmäßig aktiv, sodass sich auch Betriebssysteme installieren lassen, die nicht mit UEFI zureckkommen.

Einen Großteil der Messungen haben wir unter Windows 10 durchgeführt. Für eine möglichst geringe Leistungsaufnahme müssen nicht nur die BIOS-Einstellungen passen, sondern auch alle Treiber installiert sein. Windows 10 bringt für die allermeisten Komponenten bereits passende mit oder holt sie sich über die Update-Funktion [2].

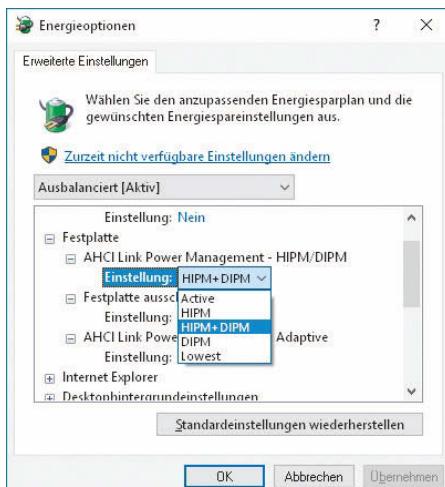
Bei unseren bisherigen Bauvorschlägen haben wir immer empfohlen, den Rapid-Storage-Technology-Treiber für den SATA-Controller der Intel-Chipsätze zu installieren, denn dieser unterstützt im Unterschied zum AHCI-Standardtreiber von Microsoft (storahci.sys) das SATA Link Power Management. Nur damit erreichen moderne Prozessoren ihre tiefsten Stromsparzustände [3]. Allerdings haben die RST-Versionen 14.0 bis 14.8 einen Bug, der verhindert, dass die Festplatten bei Nichtbenutzung herunterfahren. Ältere Versionen des RST sind zwar nicht betroffen, lassen sich jedoch nicht unter Windows 10 installieren.

Mit wenigen Registry-Eingriffen lässt sich der AHCI-Standardtreiber jedoch überreden, die Einstellungen für das SATA Link Power Management freizugeben. Den zugehörigen Registry-Patch finden Sie über den c't-Link am Ende des Artikels sowie auf unserer Projektseite. Damit taucht in der Systemsteuerung unter Hardware und Sound / Energieoptionen / Energiesparplaneinstellungen bearbeiten / Erweiterte Energieeinstellungen ändern / Festplatte die zusätzliche Option AHCI Link Power Management auf. Dort wählen Sie HIPM+DIPM aus. Nun funktioniert sowohl Host als auch Device Initiated Link Power Management, wodurch unserer Server-Bauvorschlag 1,7 Watt weniger Energie benötigt. Weitere Messwerte finden Sie in der Infografik oben links.

### Spezialitäten

Wir haben probeweise auch VMware ESXi 6.0 Update 1 (6U1) und FreeNAS 9.3 (stable) auf dem Fujitsu D3400-B installiert – beziehungsweise haben das versucht. Denn für FreeNAS 9.3 sind Skylake-Systeme nicht geeignet, weil dem NAS-Betriebssystem seit Jahren ein xHCl-Treiber fehlt, der für USB 3.0 nötig ist. Weil die Skylake-Systeme aber ausschließlich xHCl-Controller für USB anbieten, funktioniert schon das FreeNAS-Setup vom USB-Stick nicht. Man könnte nun lange Umwege gehen, um FreeNAS doch irgendwie auf ein Skylake-System zu zwingen, aber davon raten wir ab: Wer FreeNAS nutzen möchte, nimmt lieber ältere Hardware – wie in c't 2/14 gezeigt, klappt es auf Haswell-Systemen mit ein paar Tricks.

VMware ESXi ließ sich hingegen durchaus auf einen USB-Stick installieren, allerdings ebenfalls nicht ganz ohne Tücken. Weil der



Damit der Prozessor die tiefsten Schlafzustände erreicht, muss SATA Link Power Management in den Energieeinstellungen aktiviert sein.

Realtek-Netzwerkchip des Boards von ESXi nicht unterstützt wird, haben wir die 25 Euro teure Intel-Netzwerkkarte Gigabit CT Desktop Adapter in einen der freien PCIe-x1-Slots gesteckt. Damit läuft VMware ESXi 6U1 problemlos. Die Leistungsaufnahme steigt dann aber auf rund 17 statt vorher 8,7 Watt, wovon etwa 2 Watt auf die zusätzliche Netzwerkkarte entfallen und 0,5 Watt auf den USB-Stick. Den Rest verheizt die CPU, weil die tiefsten Stromsparzustände damit nicht mehr zur Verfügung stehen.

Im Prinzip funktioniert auch das „Durchreichen“ von PCIe-Karten in virtuelle Maschinen (PCI Passthrough). Allerdings traten die typischen Probleme auf: Der erwähnte Onboard-Netzwerkchip von Realtek wurde von einem virtualisierten Windows 10 zwar problemlos eingebunden, konnte aber keine Daten empfangen. Die ältere TV-Karte SkyStar 2 eXpress HD wurde erst erkannt, nachdem wir im BIOS-Setup des Mainboards die PCIe-Geschwindigkeit von „Auto“ auf „Gen 1“ gedrosselt hatten. Anschließend ließ sie sich in die erwähnte Windows-VM durchreichen und bekam auch einen Treiber verpasst – doch die Player-Software DVBFviewer konnte sie letztlich nicht ansprechen. Problemlos funktionierte nur das Durchreichen einer zweiten eingesteckten Intel-Netzwerkkarte.

Der Onboard-Netzwerkchip Intel 219-LM des teureren Mainboards D3417-B wird im Prinzip von VMware ESXi unterstützt, allerdings muss man dazu ein Treiber-Update in das Installations-Image einbauen. Einfacher geht es, wenn man während der Installation eine unterstützte Netzwerkkarte zusätzlich steckt und dann das Treiber-Update einspielt. Anleitungen finden Sie auf der Projektseite.

## Ausblick

Unsere Basiskonfiguration des Server-Bauvorschlags mit kleiner SSD und sparsamer 2,5"-Festplatte kommt bei ruhender Plat-



Die Festplatten am Boden fallen wegen des großen Passivkühlers auf dem Prozessor im Inneren kaum auf.

mit 8,7 Watt aus. Mit Ubuntu 15.10, auf dessen Konfiguration wir ausführlich im Artikel auf Seite 106 eingehen, sind es zwar 4,4 Watt und damit fast 50 Prozent mehr, dafür spart man jedoch die 100 Euro teure Windows-Lizenz.

Trotz sparsamer Komponenten und kompakter Gehäuse-Abmessungen bietet der Bauvorschlag genug Flexibilität, um ihn an Ihre Bedürfnisse anzupassen. So sind größere Platten mit 6 oder 8 TByte denkbar oder der Einsatz als geräuschloser Server ohne bewegliche Teile mit einer Terabyte-SSD, die es inzwischen für unter 250 Euro gibt. Schnellere Prozessoren oder gar einen Quad-Core empfehlen wir nicht, da der Passivkühler und

das Pico-PSU damit überfordert sind. Der Bauvorschlag lässt sich jedoch auch als gewöhnlicher Büro-PC verwenden. Dank DisplayPort 1.2 kann er sogar einen 4K-Monitor flüssig mit 60 Hz ansteuern. (chh@ct.de)

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Light-Mainboards, Sparsame Mainboards für Skylake-Prozessoren, c't 6/16, S. 152
- [2] Christian Hirsch, Treiber-Einmaleins, Die richtigen Treiber für Ihren Windows-PC, c't 18/15, S. 170
- [3] Christian Hirsch, Die Kunst des Sparen, Energiesparfunktionen moderner Prozessoren, c't 6/16, S. 156

## Bauvorschlag kompakter Heim-Server

Komponente	Bezeichnung	Preis
Prozessor	Celeron G3900	45 €
CPU-Kühler	Arctic Alpine 11 passiv	10 €
Mainboard	Fujitsu D3400-B	67 €
Arbeitsspeicher	1 × 4 GB ADATA Premier DIMM 4GB, DDR4-2133, CL15 (AD4U2133W4G1-B)	21 €
SSD	Transcend SSD370 32 GB (TS32GSSD370)	29 €
Gehäuse	Sharkoon CA-M	50 €
DC-DC-Wandler	Mini-Box PicoPSU-90	45 €
Netzteil	Leicke NT03012, 12V 5A	17 €
Blende	ATX-Netzteilblende	15 €
SATA-Kabel	3 × Sharkoon Sata III	3 × 4 €
SATA-Stromkabel	1 × goobay Stromadapter 5,25" auf 2 × 15-Pin SATA	6 €
Pauschale	Versand	25 €
<b>Summe</b>		<b>342 €</b>
<b>Variante 1:</b> 1 × 2,5"-Festplatte	HGST Travelstar 5K1000 1TB 2,5"	48 €
<b>Variante 2:</b> 2 × 2,5"-Festplatte	2 × HGST Travelstar 5K1000 1TB 2,5"	2 × 96 €
<b>Variante 3:</b> 2 × 3,5"-Festplatte	2 × WD Red 4TB (WD40EFRX)	2 × 163 €
<b>optional:</b> Netzwerkkarte	Intel Gigabit CT Desktop (EXPI9301CT)	25 €

Christian Hirsch, Christof Windeck

# Wünsch Dir was mit viel Platz

**Bauvorschlag für einen Heim-Server mit bis zu sechs Festplatten**

Auf Basis eines 150-Euro-Mainboards lässt sich ein Server mit sparsamer Skylake-Technik, bis zu 64 GByte ECC-RAM und sechs Festplatten bauen, der auch größere Datenmassen meistert.

Wer einen Server mit mehreren Terabyte-Festplatten bauen möchte, kommt an einem größeren PC-Gehäuse nicht vorbei. Dafür haben wir das Rad nicht neu erfunden, sondern einen der Server-Bauvorschläge aus c't 2/14 modernisiert und verbessert [1]. Im immer noch lieferbaren Fractal-Design-Gehäuse haben wir das Fujitsu-Mainboard D3417-B für aktuelle Skylake-Prozessoren mit der Fassung LGA1151 eingesetzt. Zudem verwenden wir das günstige Netzteil weiter: Das sind bewährte Komponenten, die sich als zuverlässig erwiesen haben.

Resultat ist ein recht leiser und sparsamer Server, der mit vier schlafenden Festplatten unter Windows 10 nur 12 Watt schluckt und mit unter 0,1 Sone säuselt. Schon mit dem 45-Euro-Prozessor Celeron G3900 liefert er viel Rechenleistung, stellt bis zu 64 GByte RAM bereit und eignet sich für trickreiche Konfigurationen mit VT-d und AES-NI. Das klappte bei der alten Haswell-Technik nur mit einem viel teureren Xeon. Den kann man jetzt mit Skylake-Architektur immer noch wählen, wenn man vier Kerne, acht Threads und AVX-Einheiten benötigt. Für das gewählte Mainboard muss es einer aus der Baureihe Xeon E3-1200 v5 sein.

Das Fujitsu D3417-B haben wir in c't 5/16 vorgestellt, ebenso wie Alternativen von Asus, Supermicro und Gigabyte [2]. Das D3417-B war das sparsamste und billigste Board im Vergleichstest. Auf IPMI-Fernwartung muss man leider verzichten und es gibt auch nur einen Netzwerkchip (Intel I219-LM),

aber immerhin Intels einfacher gestrickte AMT-Fernwartung.

Eine Passivkühlung wie beim Bauvorschlag auf den vorstehenden Seiten empfehlen wir ausdrücklich nicht: Sie wäre nur mit Dual-Cores wie Celeron G3900 oder Pentium G4500T zuverlässig möglich, bringt aber keinen hörbaren Vorteil, weil der Lüfter im ATX-Netzteil ebenfalls leise rauscht und vier oder mehr Festplatten Lauf- und Zugriffsgeräusche beisteuern. Den Lüfter des beim Celeron G3900 mitgelieferten Kühlers regelt das Fujitsu D3417-B im Leerlauf auf Drehzahlen um 1000 min<sup>-1</sup>, bei denen er sehr leise bleibt. Die Gehäuselüfter haben wir nicht angeschlossen, die Plattentemperatur bleibt auch nach mehreren Tagen Dauerzugriff mit 48 °C im grünen Bereich.

## Speicheroptionen

Einen Celeron, Pentium, Core i3 oder Xeon E3 v5 kann man auf dem D3417-B mit ECC-RAM kombinieren, weil es den Server-Chipset C236 besitzt. Mit einem Core i5 oder Core i7 funktioniert der ECC-Fehlerschutz jedoch nicht. Das Fujitsu-Mainboard verlangt ungepufferte DDR4-2133-DIMMs (UDIMMs) mit jeweils maximal 16 GByte. Registered-Module (RDIMM) funktionieren nicht. Typische Server-Software profitiert dermaßen wenig von Zweikanalspeicher, dass Sie ruhig mit einem einzelnen 16-GByte-Modul anfangen können, wenn Sie später möglichst flexibel erweitern wollen.

Wir haben das System vor allem mit NAS-Platten der Baureihe WD Red bestückt: Die laufen sehr leise (Zugriffe: 0,4 Sone), sparsam und vibrationsarm. Wenn ihr Motor steht und SATA Link Power Management funktioniert, brauchen sie pro Stück weniger als 0,5 Watt. Es funktionieren aber selbstverständlich auch andere SATA-Platten, wir haben probeweise auch mal eine 8-TByte-Plat-

Auch bei Festplattenzugriffen ist der Server akustisch kaum wahrnehmbar, weil die Platten auf entkoppelten Schlitten sitzen.



te eingebaut. Das Betriebssystem liegt auf einer 2,5"-SSD mit 32 GByte, sodass sich die Festplatten zwischen den Zugriffen schlafen legen können.

## Nutzen

Im Vergleich zur Haswell-Generation konnten wir für den Selbstbau-Server mit ECC-RAM die minimale Leistungsaufnahme halbieren, statt fast 19 Watt stehen (ohne Festplatten) nun bloß noch 9 Watt auf dem Wattmeter. Dank des Preisverfalls bei RAM und SSDs und wegen des billigeren Prozessors ist das System in der Basiskonfiguration um 50 Euro billiger geworden. Trotzdem rechnet es schneller, unterstützt doppelt so viel RAM und obendrein noch Spezialfunktionen wie AES-NI und VT-d. (chh@ct.de)

## Literatur

- [1] Christof Windeck, Server nach Wunsch, Konfigurationsvorschläge für Selbstbau-Server, c't 2/14, S. 116
- [2] Christof Windeck, Jetzt auch Server sparsam, Server-Mainboards für Intels Skylake-Xeon E3-1200 v5, c't 5/16, S. 100

ct Projektseite und Leserforum: [ct.de/ycue](http://ct.de/ycue)



## Bauvorschlag Heim-Server mit ECC-RAM

Komponente	Bezeichnung	Preis
Prozessor	Celeron G3900	45 €
Mainboard	Fujitsu D3417-B	160 €
Arbeitsspeicher	1 × 8 GByte Kingston Value-RAM ECC DDR4-2133 (KVR21E15D8/HA)	52 €
SSD	Transcend SSD370 32 GByte (TS32GSSD370)	29 €
Gehäuse	Fractal Design Arc Midi R2	85 €
Netzteil	be quiet! System Power 7 300W (BN140)	35 €
Pauschale	Versand	25 €
Zwischensumme		431 €
Festplatten	4 × WD Red 4TB (WD40EFRX)	4 × 163 €
SATA-Kabel	Sharkoon Sata III	5 × 4 €
SATA-Stromkabel (ab 3 Festplatten)	goobay Stromadapter 5,25" auf 2 × 15-Pin SATA	6 €
Summe		1109 €



0-99  
Jahre

# Hannover Maker Faire®

Das Festival für  
Inspiration,  
Kreativität und  
Innovation.

**28.-29. Mai 2016**  
**HCC Hannover 10-18 Uhr**

Zusätzlich am Freitag, 27. Mai 2016, von 9-13 Uhr für Schulklassen  
geöffnet. ANMELDUNG ERFORDERLICH

präsentiert von:

**Make:**  
make-magazin.de

Silber-Sponsoren:



**CONRAD**  
Elektronik Komponenten

**pi-top**

**Make Light**  
Photonik selber machen

[maker-faire.de](http://maker-faire.de)



Johannes Merkert, Anke Poimann

# Selbstbau-System

## Heim-Server mit Linux installieren

**F**flexibler und leistungsfähiger als ein NAS: Unser Linux-Heim-Server stellt Dateien im LAN bereit, streamt Videos auf den Fernseher und synchronisiert Dateien, Termine und Kontakte über OwnCloud. Dank grafischer Oberfläche lassen sich viele Konfigurationsaufgaben mit der Maus erledigen.

Für den kleinen Server im LAN empfiehlt sich als Betriebssystem Linux, weil es alle nötige Software mitbringt und es nichts kostet. Wir haben uns für Ubuntu entschieden. Es ist weit verbreitet und die Anwendungen sind auf dem aktuellen Stand. Ubuntu gibt es in einer Server-Variante, die sich von der Desktop-Version lediglich durch das Fehlen der grafischen Oberfläche unterscheidet. Da ein Desktop die Konfiguration des Servers bequemer macht, nutzen wir die Desktop-Version. Die Pakete für die Server-Dienste lassen sich in beiden Varianten installieren.

Unser Heim-Server gibt seine Datenplatte über Samba im Windows-Netz frei, streamt Musik und Filme per UPnP/DLNA und hostet eine OwnCloud zur Datei-, Termin- und Kontakt synchronisation. Der Server darf dabei ohne Tastatur und Monitor in einer Ecke stehen, da er seinen Desktop per VNC freigibt. Im Prinzip kann der Server noch viele weitere Aufgaben übernehmen. Unsere Installation deckt die häufigsten Dienste ab und bildet eine Basis für Ihr eigenes Setup.

Wer Ubuntu schon mal installiert hat, muss sich für einen Server nicht umstellen. Schließen Sie für die Installation Display, Tas-

tatur und Maus an und stecken Sie einen USB-Stick mit dem aktuellen Ubuntu 15.10 in den USB-Port. Da Sie kein weiteres Betriebssystem parallel betreiben müssen, lassen Sie den grafischen Installer Ihre Systemplatte komplett formatieren. Eine SSD mit 32 GByte wie in unserem Bauvorschlag (siehe Seite 100) reicht als Systemplatte für Ubuntu mit allen Programmen. Die Daten landen auf Magnetplatten, die Sie auch nach der Installation noch hinzufügen können.

Während der Installation bietet Ubuntu an, die Homeverzeichnisse zu verschlüsseln. Das ist nicht nötig: Unser Setup geht davon

aus, dass alle Daten im Verzeichnis /srv lagern, wo die Datenlaufwerke eingebunden werden. Das Home-Verzeichnis bleibt in der Systempartition; hier werden sowieso keine Daten gespeichert.

## Aufräumarbeiten

Nach der Installation sollten Sie noch das Flash-Plug-in deinstallieren:

```
sudo apt-get purge flashplugin-installer
```

Flash ist verantwortlich für viele Sicherheitslücken und nicht erforderlich, wenn Sie mit dem Browser Ihres Heim-Servers nach Hilfen im Internet suchen. Dank seines schlechten Rufes wird Flash ohnehin nur noch selten außerhalb von Werbebanner eingesetzt. Andere Anwendungen wie LibreOffice, die das Desktop-Ubuntu automatisch installiert, stören nicht; eine Deinstallation lohnt die Mühe nicht.

Wie bei Ubuntu üblich empfiehlt es sich, aus Datenschutzgründen gleich nach der Installation in den Systemeinstellungen unter „Sicherheit & Datenschutz“ auf dem Reiter „Suche“ die Online-Suchergebnisse und unter „Diagnose“ das Senden von Systeminformationen an Canonical abzuschalten.

## Datenplatte einhängen

Unser Server speichert sämtliche Daten im Verzeichnis /srv/. Wenn Sie eine Datenplatte zusätzlich zur Systemplatte verwenden, muss der Server diese daher im Verzeichnis /srv/ einbinden. Mit dem Programm „Laufwerke“ erstellen Sie bequem eine Partition auf der Festplatte; als Dateisystem bietet sich ext4 an. Über das Zahnradsymbol unter der neuen Partition erreichen Sie die „Einhängeoptionen“. Schalten Sie die „Optionen zum automatischen Einhängen“ aus und achten Sie darauf, dass stattdessen das Häkchen „Beim Start einhängen“ gesetzt ist. Ändern Sie den Eihängepunkt auf /srv. Ein Klick auf das Play-Symbol unter der Partition hängt sie wie gewünscht ein.

Wer den Platz oder die Ausfallsicherheit mehrerer Festplatten braucht, sollte sich ein RAID einrichten [1]. Linux unterstützt sowohl Raid 0, 1, 5 und 10 über Software als auch diverse RAID-Controller.

Um etwas Struktur in Ihr Datengrab zu bekommen, legen Sie in /srv einige Unterverzeichnisse an. Am schnellsten geht das in einem Kommandozeilenfenster, das Sie mit Strg+Alt+T öffnen:

```
mkdir /srv/music
mkdir /srv/video
mkdir /srv/pictures
mkdir /srv/samba-private
mkdir /srv/public
mkdir /srv/owncloud
```

Die Ordner können Sie auch per Maus über den Dateimanager anlegen.

In /srv/music, /srv/video und /srv/pictures kommen die Mediendateien, die der Server per DLNA ausliefern soll. In /srv/samba-priva-

te entsteht für jeden Benutzer ein eigenes per Samba erreichbares Verzeichnis. /srv/public dient zum Dateiaustausch und wird für alle Benutzer les- und schreibbar. OwnCloud wird im gleichnamigen Verzeichnis eine eigene Ordnerstruktur verwalten. Dort sollten keine anderen Anwendungen Dateien anlegen oder ändern.

## Fernzugriff per Konsole ...

Um von Ihrem PC aus über das Netzwerk eine Konsole auf dem Heim-Server öffnen zu können, müssen Sie den SSH-Server nachinstallieren. Da das Ubuntu-Software-Center nicht alle Software anbietet, installieren Sie Programme am besten auf der Kommandozeile mit sudo apt-get install. Das vorangestellte sudo sorgt dafür, dass der Installationsbefehl mit Administrator-Rechten ausgeführt wird:

```
sudo apt-get install openssh-server
```

Schlüsselerzeugung und Konfiguration passieren automatisch während der Installation.

Viele Admins ändern den Port für SSH vom Standard 22 auf einen unüblichen Wert wie 22000. Angreifer probieren häufig SSH-Logins mit Standardpasswörtern auf Port 22. Wenn Sie den Port ändern wollen: Die Einstellung dafür steht ganz zu Beginn der Datei /etc/ssh/sshd\_config. Einen Editor mit den nötigen Rechten starten Sie am einfachsten aus der Kommandozeile:

```
sudo gedit /etc/ssh/sshd_config
```

Damit die Änderung wirksam wird, tippen Sie in einer Konsole sudo service sshd reload. Bei Verbindungen zum Server müssen Sie den geänderten Port explizit mit dem Parameter -p portnummer angeben.

Um eine SSH-Verbindung aufzubauen, brauchen Sie die IP-Adresse des Servers. Welche Adresse Ihr Server vom Router bekommen hat, zeigt ip addr auf der Konsole an. Alternativ klicken Sie auf das Netzwerk-Symbol oben rechts in der Titelleiste und wählen dort „Verbindungsinformationen“ aus. Im Router sollten Sie einstellen, dass der Server immer die gleiche Adresse bekommt.

## ... und auf den Desktop

Das VNC-Protokoll sendet den grafischen Desktop an einen anderen Rechner und erlaubt so das Fernsteuern des Servers. Damit können Sie den Heim-Server ohne Monitor und Tastatur betreiben und trotzdem auf den grafischen Desktop zugreifen. Ubuntu bringt bereits den VNC-Server Vino mit, der laufende Sessions zur Fernwartung freigibt. Vino kann aber den Login-Manager nicht anzeigen, sodass Sie sich erst lokal anmelden müssten. Die Alternative x11vnc überträgt auch den Login:

```
sudo apt-get install x11vnc
```

Für etwas mehr Sicherheit vergeben Sie ein VNC-Passwort:

```
sudo x11vnc -storepasswd /etc/x11vnc.pass
```

```
[Unit]
Description=Start x11vnc at startup.
After=multi-user.target

[Service]
Type=simple
ExecStart=/usr/bin/x11vnc -auth guess \
-forever -loop -nodamage -repeat \
-rfbauth /etc/x11vnc.pass \
-rfbport 5900 -shared

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Mit einer Systemd-Unit startet x11vnc automatisch, sobald der X-Server läuft.

x11vnc startet nicht automatisch. Mit einer Systemd-Unit (siehe Kasten) startet der VNC-Server direkt beim Booten. Legen Sie dafür die Datei /lib/systemd/system/x11vnc.service an und fügen Sie die Zeilen aus dem Kasten ein. Statt neu zu booten, können Sie den Dienst auch per Hand starten:

```
sudo systemctl start x11vnc
```

Der in Java geschriebene VNC-Client TightVNC zeigt den Server-Desktop auf Ihrem PC an. Unter Linux können Sie alternativ x11vnc installieren und dessen Client vncviewer nutzen.

VNC überträgt alle Daten unverschlüsselt. Wenn Sie auch von außerhalb des LAN auf den Server-Desktop zugreifen wollen (mehr dazu gleich), sollten Sie daher aus Sicherheitsgründen einen SSH-Tunnel nutzen. Einen SSH-Tunnel bauen Sie unter Linux folgendermaßen auf:

```
ssh user@ip.des.heim.servers -L 5900:localhost:5900
```

Unter Windows übernimmt PuTTY diese Aufgabe. Tragen Sie dafür unter Connection, SSH, Tunnels im Feld „Forwarded ports“ L5900 localhost:5900 ein.

Durch den Tunnel müssen Sie den VNC-Client anschließend nicht mit dem entfernten Rechner verbinden, sondern einfach mit localhost. SSH tut dabei so, als wäre es der VNC-Server und leitet transparent alle Anfragen zum anderen Ende des Tunnels um.

## Datenplatte verschlüsseln

Die Laufwerksverwaltung erlaubt Ihnen beim Anlegen neuer Partitionen, diese mit LUKS zu verschlüsseln. Wenn Sie diese Option auswählen, müssen Sie anschließend ein Passwort festlegen. Da Ubuntu die Partition dann nur noch aktivieren kann, wenn auch jemand das richtige Passwort eingibt, kann der Server mit verschlüsselter Datenplatte nicht mehr alleine hochfahren. So lange die Systempartition unverschlüsselt bleibt, können Sie sich aber aus der Ferne per SSH einloggen und die Datenplatte über die Konsole einbinden.

## Dateifreigaben

Linux kann Dateien für Windows-Rechner freigeben. Der Dienst heißt Samba:

`sudo apt-get install samba`

Samba gibt Verzeichnisse so frei, dass Windows sie als Netzwerkfreigaben im lokalen Netz findet. Der Samba-Server speichert seine Konfiguration in `/etc/samba/smb.conf`. Die Datei enthält bereits eine fertige Konfiguration mit zahlreichen Kommentaren, die erklären, was die einzelnen Optionen bewirken. Nutzen Sie das bestehende Grundgerüst und ändern Sie nur das, was Sie brauchen.

In der Konfigurationsdatei können Sie beispielsweise die Arbeitsgruppe anpassen, zu der der Server gehört:

`workgroup = WORKGROUP`

Verwenden Sie den gleichen Arbeitsgruppennamen, den auch Ihre Windows-Rechner benutzen.

Für die Rechteverwaltung auf Benutzebebe, wie sie bei Windows Standard ist, ergänzen Sie folgende Zeile im [global]-Block bei den Sicherheitseinstellungen:

`security = user`

Nach dem [global]-Block bekommt jede Freigabe einen eigenen Block. Die neuen Blöcke müssen Sie per Hand in `smb.conf` ergänzen. Beispielsweise sieht die Freigabe des public-Verzeichnisses so aus:

```
[public]
guest ok = no
comment = Public Samba Share
path = /srv/public
browseable = yes
read only = no
create mask = 0755
force user = hugo
force group = hugo
```

```
#!/bin/bash
mkdir /srv/samba-private/$1
chown $1:$2 /srv/samba-private/$1
chmod 775 /srv/samba-private/$1
```

**Das Skript `/usr/local/sbin/adduser.local` legt automatisch neue Verzeichnisse in `/srv/samba-private/` an, wenn neue Benutzer erstellt werden.**

hugo ersetzen Sie in den letzten beiden Zeilen durch den Namen des Benutzers, den Sie bei der Ubuntu-Installation angelegt haben. Ubuntu legt für jeden Benutzer eine gleichnamige Gruppe an.

Der [public]-Block gibt das Verzeichnis für alle Benutzer frei, die einen Account auf dem Server haben. In der Übersicht der Netzwerkfreigaben taucht das Verzeichnis unter dem Namen auf, der in eckigen Klammern am Anfang des Blocks steht, hier public. Es ist für alle Benutzer beschreibbar. Die beiden force-Anweisungen sorgen dafür, dass alle Nutzer im public-Verzeichnis unter dem genannten Benutzer-Account aktiv sind und daher alle Dateien lesen und beschreiben dürfen.

Die Freigaben für Musik, Bilder und Video legen Sie nach dem gleichen Schema an.

## Private Freigaben

Für die privaten Verzeichnisse der einzelnen Nutzer stellt Samba einen besonderen Mechanismus bereit. Definiert man in `smb.conf` den Block [homes], stellt Samba unter dem Namen homes für jeden auf dem Server angelegten Benutzer eine private Netzwerkfreigabe bereit. Die Einstellungen des [homes]-Block gelten für alle persönlichen Freigaben gleichermaßen.

Normalerweise gibt Samba die Standard-Homeverzeichnisse (`/home/benutzername/`) frei, die auf dem Server jedoch nicht genutzt werden. Stattdessen dienen Unterverzeich-

nisse von `/srv/samba-private` als privater Speicherplatz im Netz. Dafür sorgt die path-Angabe in der Konfiguration des homes-Share:

[homes]

```
comment = Private Directories
path = /srv/samba-private/%u
browseable = yes
read only = no
create mask = 0700
directory mask = 0700
valid users = %S
```

Damit das klappt, muss es für jeden Benutzer in `/srv/samba-private` ein Verzeichnis geben, das wie der Benutzername heißt und das dem Benutzer gehört. Für Ihren Standardbenutzer machen Sie das einmal von Hand auf der Konsole:

```
sudo mkdir /srv/samba-private/hugo
sudo chown -R hugo:hugo /srv/samba-private/hugo
```

Beim Anlegen neuer Benutzer kann das ein Skript automatisch erledigen. Schreiben Sie die Zeilen aus dem Kasten (auf dieser Seite oben) in die neue Datei `/usr/local/sbin/adduser.local` und machen Sie diese ausführbar:

```
sudo chmod 775 /usr/local/sbin/adduser.local
```

Linux und Windows verwalten Benutzerkonten unterschiedlich. Deshalb bringt Samba eine eigene Benutzerverwaltung mit. Ein zusätzliches Paket synchronisiert die Benutzer des Systems mit denen von Samba:

```
sudo apt-get install libpam-smbpass
```

Wenn Sie nun über die grafische Benutzerverwaltung in den Einstellungen neue Benutzer anlegen, wird dabei automatisch eine private Netzwerkfreigabe eingerichtet. Vergessen Sie dabei nicht, für jeden Benutzer ein Passwort festzulegen. Ohne Passwort bleibt ein Account inaktiv.

Damit neue Nutzerkonten aktiv werden, muss sich der neue Benutzer einmal über einen anderen Kanal als Samba anmelden. Dafür bietet sich SSH an:

```
ssh benutzer@ip.des.heim.servers
```

Unter Windows verwenden Sie PuTTY für die SSH-Verbindung.

Außerdem müssen die Verzeichnisse `/srv` und `/srv/samba-private` für alle Benutzer lesbar sein. Korrigieren lässt sich das am leichtesten auf der Konsole:

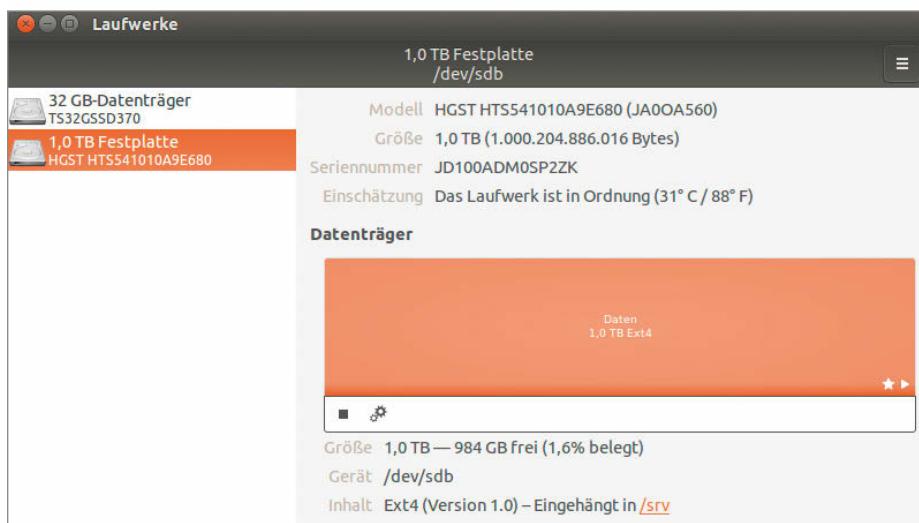
```
sudo chmod 775 /srv
sudo chmod 775 /srv/samba-private
```

## Medienserver

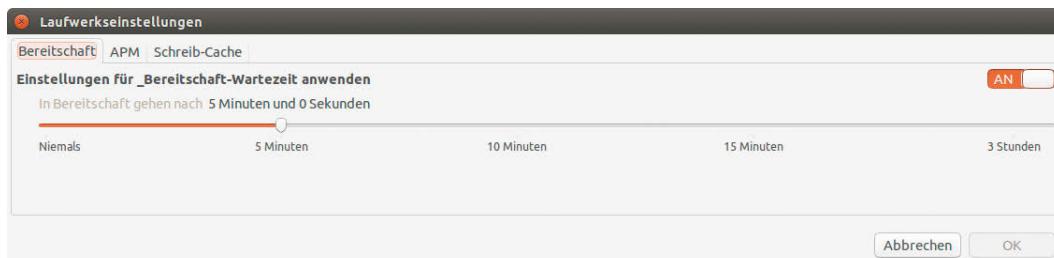
MiniDLNA (unlängst umbenannt in Ready-Media) ist ein schlanker, schnörkelloser Medienserver, der Musik, Videos und Bilddateien via UPnP/DLNA zugänglich macht:

```
sudo apt-get install minidlna
```

Nach der Installation des Pakets serviert MiniDLNA automatisch die Inhalte des Verzeichnisses `/var/lib/minidlna`. Tragen Sie die



Mit Ubuntus „Laufwerke“ lassen sich Festplatten partitionieren, formatieren und ins Dateisystem einhängen.



**Über die Laufwerkseinstellungen im Burger-Menü der Laufwerksverwaltung erreichen Sie die Energieeinstellungen der Festplatte. Die Datenplatte sollte sich nach einigen Minuten automatisch abschalten.**

Medienverzeichnisse unter /srv/ in /etc/minidlna.conf ein, indem Sie media\_dir=/var/lib/minidlna folgendermaßen ersetzen:

```
media_dir=A,/srv/music
media_dir=V,/srv/video
media_dir=P,/srv/pictures
```

Die Buchstaben vor den Pfaden geben den Medientyp an: A für Audio, P für Bilder und V für Video.

Achtung: MiniDLNA läuft nicht mit Root-Rechten, sondern unter seiner eigenen UserID. Die Medien-Verzeichnisse müssen daher entweder für den Benutzer oder die Gruppe minidlna oder aber für jedermann lesbar sein:

```
sudo chmod 775 /srv/music
sudo chmod 775 /srv/video
sudo chmod 775 /srv/pictures
```

Weitere Anpassungen sind nicht erforderlich. Starten Sie den Server nur noch neu, damit er die Konfiguration übernimmt:

```
sudo service minidlna restart
```

Danach sollten Ihre UPnP/DLNA-Clients einen neuen Medienserver namens „Servername: minidlna“ im Netz sehen.

Sollten Ihre DLNA-Clients mit dem Server Probleme haben, können Sie den kommerziellen DLNA-Server Twonky ausprobieren. Er enthält einige Workarounds für Clients, die das DLNA-Protokoll nicht ganz standardkonform umsetzen.

## Webserver

Viele Webanwendungen wie OwnCloud, Wordpress, Joomla oder ein Kanban-Board benötigen einen Webserver, der PHP interpretiert. Zusätzlich ist eine Datenbank erforderlich (hier MySQL). Die klassische Kombination aus Linux, Apache2, MySQL und PHP wird als LAMP-Server bezeichnet.

Die Installation per apt-get stößt direkt eine menügeführte Konfiguration der Datenbank an:

```
sudo apt-get install apache2 libapache2-mod-php5 \
php5-mysql mysql-server phpmyadmin
```

MySQL verwaltet seine eigenen Benutzer-Accounts, sodass Sie bei der Konfiguration einen Account für den Datenbankadministrator mit langem Passwort anlegen müssen. Die Web-Oberfläche zur Administration der Datenbank PhpMyAdmin kann automatisch eine Konfiguration für Apache2 installieren. Wählen Sie dafür Apache2 im Menü aus. Außerdem benutzt PhpMyAdmin einen eige-

nen Datenbankbenutzer, für den Sie ein Passwort festlegen müssen. Um ihn einzurichten, fragt die menügeführte Konfiguration nach dem kurz zuvor festgelegten Administratorpasswort für die Datenbank.

## OwnCloud

Ubuntu 15.10 bringt Owncloud nicht in den offiziellen Paketquellen mit. OwnCloud betreibt aber einen Server mit Paketen für Ubuntu, den Sie als weitere Paketquelle hinzufügen können:

```
wget -nv https://download.owncloud.org/download/
repositories/stable/xUbuntu_15.10/Release.key \
-O Release.key
sudo apt-key add - < Release.key
rm Release.key
sudo sh -c "echo 'deb http://download.owncloud.org/
download/repositories/stable/xUbuntu_15.10/' >
>> /etc/apt/sources.list.d/owncloud.list"
sudo apt-get update
sudo apt-get install owncloud
```

Die Befehle fügen den Schlüssel der OwnCloud-Entwickler zur Paketverwaltung hinzu

und tragen die URL der Paketquelle in die Softwareverwaltung ein. Die letzten beiden Befehle aktualisieren die Paketquellen und installieren OwnCloud. Wer nicht tippen will: Diese Befehle stehen auch auf der OwnCloud-Webseite als Anleitung für Ubuntu.

Unsere OwnCloud soll eine MySQL-Datenbank nutzen, die Sie über PhpMyAdmin anlegen. Steuern Sie dazu im Browser die Adresse ip.des.heim.servers/phpmyadmin an. Melden Sie sich als Datenbankadministrator an und legen Sie eine neue Datenbank namens „owncloud“ an. Klicken Sie in der Ansicht der neu erstellten Datenbank in der oberen Leiste auf Rechte und fügen Sie einen Benutzer namens „owncloud“ hinzu. Er bekommt das Recht in der Datenbank, alles zu tun. Wählen Sie ein langes Passwort: Sie müssen es nur einmal eingeben.

Deaktivieren Sie danach PHPMyAdmin:

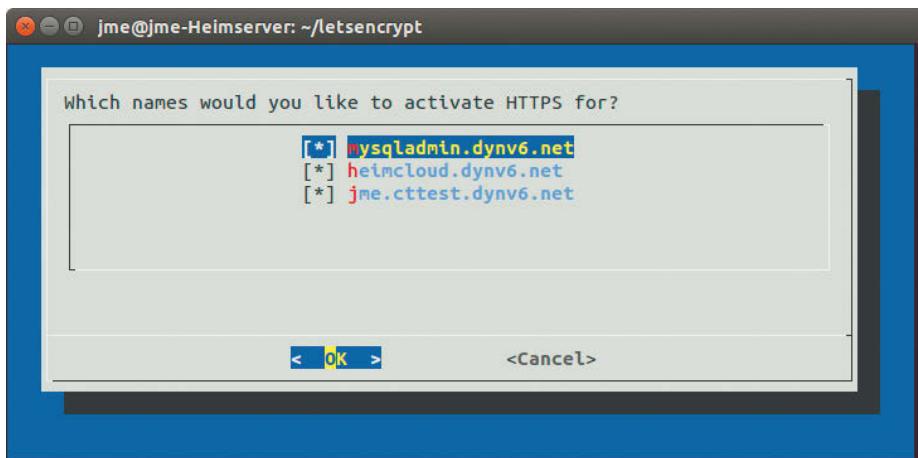
```
sudo a2disconf phpmyadmin
sudo service apache2 reload
```

Die Datenbankoberfläche wird gern angegriffen. Wenn Sie sie immer nur kurzzeitig bei

```
<VirtualHost *:80>
  ServerName heimcloud.dynv6.net
  Redirect permanent / https://$SERVER_NAME/
</VirtualHost>

<VirtualHost *:443>
  SSLCertificateFile /etc/ssl/certs/owncloud.pem
  SSLCertificateChainFile /etc/ssl/certs/owncloud.chain.pem
  SSLCertificateKeyFile /etc/ssl/private/owncloud.key
  SSLProtocol All -SSLv2 -SSLv3
  SSLHonorCipherOrder On
  SSLCompression off
  Header always set Strict-Transport-Security "max-age=15768000"
  SSLCipherSuite 'EDH+CAMELLIA:EDH+aRSA:EECDH+aRSA+AESGCM:EECDH+aRSA+SHA256:EECDH:+CAMELLIA128:z
  +AES128:+SSLv3:!aNULL:!eNULL:!LOW:!3DES:!MD5:!EXP:!PSK:!DSS:!RC4:!SEED:!IDEA:!ECDSA:kEDH;z
  CAMELLIA128-SHA:AES128-SHA'
  ServerName heimcloud.dynv6.net
  DocumentRoot "/var/www/owncloud"
  Alias /owncloud "/var/www/owncloud/"
  <Directory "/var/www/owncloud">
    Options +FollowSymLinks
    AllowOverride All
    <IfModule mod_dav.c>
      Dav off
    </IfModule>
    SetEnv HOME /usr/share/owncloud
    SetEnv HTTP_HOME /usr/share/owncloud
  </Directory>
  <Directory "/var/www/owncloud/data/">
    # just in case if .htaccess gets disabled
    Require all denied
  </Directory>
</VirtualHost>
```

Apaches virtueller Host für Owncloud: Passen Sie ServerName an Ihre dynamische Domain für den Dienst an. Die roten Zeilen gehören zur SSL-Konfiguration. Nach dem gleichen Schema können Sie weitere VHosts für Wordpress oder andere Webdienste einrichten.



Let's Encrypt erkennt automatisch, welche VHosts in der Apache-Konfiguration stehen. Klappt die Überprüfung, konfiguriert das Tool SSL-Verschlüsselung für die ausgewählten VHosts. Bei IPv6-Anschlüssen scheitert Let's Encrypt leider noch.

Bedarf aktivieren, reduzieren Sie das Risiko eines erfolgreichen Angriffs.

Es lohnt sich, für jede Webanwendung einen eigenen virtuellen Host anzulegen. Tippfaule finden eine Konfigurationsdatei für OwnCloud über den c't-Link am Ende des Artikels. Kopieren Sie diese Datei nach /etc/apache2/sites-available. Den VHost für OwnCloud aktivieren Sie mit dem Tool a2ensite:

```
sudo a2ensite /etc/apache2/sites-available/002-owncloud.conf
```

Stellen Sie sicher, dass der Webserver ins Datenverzeichnis für Owncloud schreiben kann:

```
sudo chown www-data:www-data /srv/owncloud
```

Die VHost-Konfiguration liefert OwnCloud nur dann aus, wenn der Webserver über die angegebene Domain kontaktiert wird. Um OwnCloud auch ohne Domain aus dem lokalen Netz zu erreichen, ändern Sie zusätzlich in /etc/apache2/sites-available/000-default.conf die Zeile mit DocumentRoot auf:

```
DocumentRoot /var/www/owncloud
```

Die OwnCloud-Konfiguration erreichen Sie über die ip.des.heim.servers. Vergeben Sie hier Nutzernamen und Passwort zur Administration, tragen Sie unter „Storage&Data“ als „data folder“ /srv/owncloud ein und wählen bei der Datenbank MySQL aus, geben Sie zweimal „owncloud“ und einmal das Datenbankpasswort an, fertig.

OwnCloud kann noch viel mehr als nur Dateien synchronisieren: Es gibt viele zusätzliche Apps, die Sie über die OwnCloud-Oberfläche nachträglich installieren können. Aber Achtung: Manche Apps benötigen unter Umständen weitere Pakete, die Sie nachinstallieren müssen. Welche das genau sind, beschreibt die offizielle OwnCloud-Dokumentation.

## Zugriff von außen

Webdienste wie OwnCloud sind nützlicher, wenn sie auch aus dem Internet erreichbar sind. Da sich die IP-Adresse des heimischen Anschlusses täglich ändert, benötigen Sie einen DynDNS-Dienst, der die aktuelle

Adresse auf einen unveränderlichen Namen abbildet, unter dem der Server jederzeit erreichbar ist.

Da der Router die neue IP-Adresse erhält, sollte er die Änderung an den Dienst melden. Viele Router können das automatisch erledigen: Fritzboxen bringen einen eigenen Dienst namens MyFritz für dynamisches DNS mit, der bereits standardmäßig aktiviert ist. Mit anderen Routern kann man den kostenlosen deutschen Dienst dynv6.com nutzen. Er vergibt im Unterschied zu vielen Konkurrenten sowohl IPv4- als auch IPv6-Adressen.

Statt der komplizierten MyFritz-Adresse können Sie eine kürzere Adresse bei dynv6.com registrieren und dort statt der IP-Adresse eine Umleitung auf MyFritz eintragen. Die Umleitung bei dynv6.com müssen Sie nicht regelmäßig aktualisieren. Für verschiedene virtuelle Hosts können Sie einfach verschiedene Subdomains registrieren, die alle auf die gleiche MyFritz-Adresse verweisen.

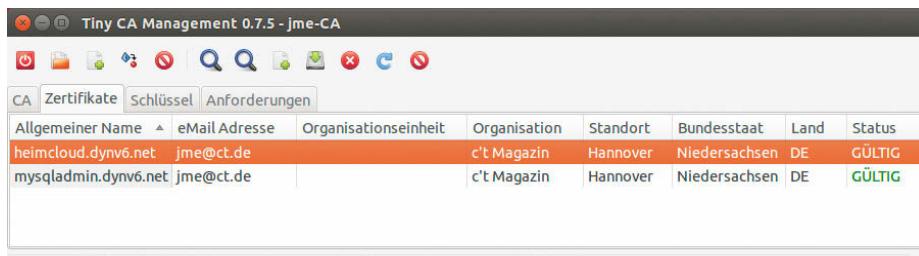
Wir haben uns entschieden, jeden Webdienst unter einem eigenen Hostnamen anzubieten. Legen Sie dafür bei dynv6.com eigene Host-Einträge für owncloud und alle weiteren Dienste an. Den DynDNS-Namen tragen Sie in die Owncloud-VHost-Konfiguration anstelle von heimcloud.dynv6.net ein.

Bei der Konfiguration des Routers sollten Sie auch gleich eine Port-Weiterleitung für die Ports 22 (SSH), Port 80 (HTTP) und Port 443 (HTTPS) an den Heim-Server einrichten. Wenn Sie einen anderen SSH-Port konfiguriert haben, müssen Sie statt 22 natürlich diesen Port weiterleiten.

## Verschlüsselt

Wenn Sie aus dem Internet auf Ihre OwnCloud zugreifen, sollte der Datentransfer unbedingt verschlüsselt erfolgen. Über Let's Encrypt beziehen Sie ein kostenloses SSL-Zertifikat, um den Zugriff per HTTPS einzurichten. Außerdem kümmert sich das Tool um die SSL-Konfiguration in Apache. Offiziell hat das Projekt aber noch Beta-Status, sodass Sie das

Beim ersten Start fragt TinyCa die Daten für ein Root-Zertifikat ab. Dieses Zertifikat unterschreibt später die Server-Zertifikate.



Lese Zertifikat: heimcloud.dynv6.net:jme@ct.de::c't Magazin:Hannover:Niedersachsen:DE

### TinyCa verwaltet X.509-Zertifikate grafisch. Die Oberfläche erspart das Abtippen ländlicher OpenSSL-Befehle in der Konsole.

Programm nicht über die Paketverwaltung installieren können. Die Macher empfehlen die Installation mit git:

```
sudo apt-get install git
git clone https://github.com/letsencrypt/letsencrypt
cd letsencrypt
./letsencrypt-auto --help
```

Der letzte Befehl installiert verschiedene Abhängigkeiten und zeigt danach die Hilfe an. Nach der Installation starten Sie einfach die menügeführte Konfiguration von Apache:

```
./letsencrypt-auto --apache
```

Nach Angabe einer E-Mail-Adresse können Sie die VHosts auswählen, die verschlüsselt werden sollen. Aktivieren Sie die sichere Konfiguration, damit Let's Encrypt automatisch alle Besucher auf die verschlüsselten Seiten umleitet.

Let's Encrypt-Zertifikate bleiben nur drei Monate lang gültig. Seit Version 0.4 bietet das Tool die Option, alle Zertifikate, die innerhalb der nächsten 30 Tage ablaufen, zu erneuern:

```
./letsencrypt-auto renew
```

Die Einrichtung eines Cron-Jobs dafür lohnt sich momentan noch nicht, da Let's Encrypt noch stark entwickelt wird. Schauen Sie einfach nach zwei Monaten mal auf lets-encrypt.org, welche Form der Automatisierung die Entwickler dann empfehlen.

### TinyCA

Hinter einem DSLite-Anschluss schlägt die Einrichtung leider fehl, weil Let's Encrypt bis-

lang keine IPv6-Hosts unterstützt – daran wird noch gearbeitet. Daher bleibt nur ein harter, steiniger Weg: eine eigene CA einrichten und den Webserver per Hand mit selbst signierten Zertifikaten konfigurieren.

Das grafische Tool tinyca2 hilft dabei, eine eigene CA zu betreiben und Zertifikate auszustellen:

```
sudo apt-get install tinyca
```

Beim ersten Start gibt man die Daten für das Root-Zertifikat der eigenen CA an. Dieses Zertifikat kann man später auf seine Geräte verteilen, die damit Zertifikate der CA prüfen.

Über den rechtenen der beiden „neues Dokument“-Buttons in der Symbolleiste erstellt man für jeden Dienst ein neues Zertifikat mit den zugehörigen Schlüsseln. Das oberste Feld im Zertifikatsfenster, der Common Name (CN), muss genau der Domain entsprechen.

Um ein Zertifikat in Apache zu nutzen, exportieren Sie es als .pem und den Schlüssel als .pem ohne Passwort. Verschieben Sie das Zertifikat nach /etc/ssl/certs/ und den Schlüssel nach /etc/ssl/private/. Das Zertifikat sollte für alle Benutzer lesbar sein, während der Schlüssel nur für die Gruppe ssl-cert lesbar sein sollte:

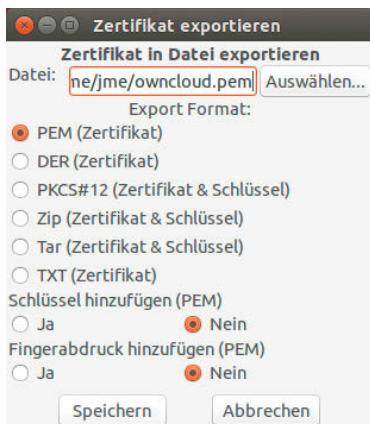
```
sudo chown root:ssl-cert /etc/ssl/private/owncloud.key
sudo chmod 640 /etc/ssl/private/owncloud.key
sudo chown root:root /etc/ssl/certs/owncloud.pem
sudo chmod 777 /etc/ssl/certs/owncloud.pem
```

Damit die SSL-Konfiguration in Apache funktioniert, müssen Sie noch die Module ssl und headers aktivieren:

```
sudo a2enmod ssl
sudo a2enmod headers
```

### Updates

Ein Server braucht kontinuierliche Pflege in Form von Updates. Stellen Sie dazu über „Software-Paketquellen“ im „Bearbeiten“-Menü des Software-Centers auf dem Reiter „Aktualisierungen“ den Umgang mit Sicherheitsaktualisierungen von „Sofort anzeigen“



Mit einem Rechtsklick auf die Zertifikate lassen sie sich in verschiedenen Formaten exportieren. Apache2 nimmt Zertifikat und Schlüssel im .pem-Format entgegen.

auf „automatisch herunterladen und installieren“. Um nicht sicherheitskritische Updates einzuspielen, reicht es, sich alle paar Wochen auf Ihrem Server anzumelden (beispielsweise per SSH) und sämtliche verfügbaren Updates zu installieren:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

Nach einem Kernel-Update fordert Sie das System zum Neustart auf. Diesen können Sie aber auf einen passenderen Zeitpunkt verschieben, falls der Server gerade gebraucht wird. Der Neustart erfolgt mit sudo reboot.

Ubuntu aktualisiert die gesamte Distribution alle 6 Monate. Auf eine neue Version wechseln Sie mit

```
sudo apt-get dist-upgrade
```

Ubuntu 15.10 wird nur noch bis Juni 2016 mit Updates versorgt. Das am 21. April erscheinende 16.04 LTS wird als Version mit Langzeitsupport bis April 2021 gepflegt werden. Sie sollten also bereits sehr bald auf 16.04 aktualisieren. Danach können Sie sich überlegen, ob Sie jedes neue Ubuntu mitnehmen möchten oder lieber alle zwei Jahre auf die neue LTS-Version wechseln möchten. Bei den letzten drei Ubuntu-Updates hat sich nur wenig geändert und auch beim Update auf 16.04 sind keine tief greifenden Änderungen zu erwarten. Sie brauchen also auch vor dist-upgrade keine Angst zu haben.

### Weitere Dienste

Ihr Ubuntu-Server kann noch wesentlich mehr als hier beschrieben – vom IMAP-Server [2] über einen VPN-Server [3] bis zu c't SESAM Server [4]. Auch für eigene Projekte mit Node [5], Symfony, Rails [6] oder Django [7] taugt die Installation. Aber mit großer Kraft kommt auch große Verantwortung: Je mehr Dienste Sie installieren, desto mehr Konfigurationen müssen Sie aktuell halten.

(jme@ct.de)

### Literatur

- [1] Thorsten Leemhuis, Geschickt verpackt, Festplatten unter Linux zu einem RAID verbinden, c't 22/08, S. 184
- [2] Mirko Dölle, Briefkästchen, Raspberry Pi als privater LAMP- und IMAP-Server, c't 17/13, S. 164
- [3] Mirko Dölle, Tunnel-Kontrolle, OpenVPN mit öffentlichen und privaten Zertifikaten, c't 3/12, S. 162
- [4] Oliver Lau, Sesam, syncd dich!, Den c't-SESAM-Synchronisierungsserver installieren, c't 23/15, S. 180
- [5] Herbert Braun, Node-Lösung, JavaScript-Anwendungen für den Server mit Node.js, c't 4/14, S. 172
- [6] Ralf Wirdemann, Thomas Baustert, Hochgeschwindigkeitszug, Web-Entwicklung mit Ruby on Rails, c't 21/05, S. 216
- [7] Johannes Merkert, Jazz fürs Web, Webentwicklung mit Python und Django, c't 3/15, S. 156

**ct** Konfigurationsdateien und Dokumentation: [ct.de/yx5](http://ct.de/yx5)



Hannes A. Czerulla, Alexander Spier

# Billig, aber smart

Smartphones ab 100 Euro mit HD-Display, LTE und Dual-SIM

Schickes Design, scharfe und helle Displays, flotte Quad-Core-Prozessoren: Für 150 Euro und weniger gibt es erstaunlich viel Smartphone. Mit Dual-SIM-Unterstützung und wechselbaren Akkus haben viele der Kandidaten sogar den Top-Geräten praktische Funktionen voraus.

Wie teuer muss ein Smartphone eigentlich sein? Ob 100, 500 oder 1000 Euro, die meiste Zeit wird das Gerät für Facebook, WhatsApp und Angry Birds herhalten müssen. Auch einfache Smartphones haben für solche Apps ausreichend Power; verzichten muss man bei ihnen auf Extras wie eine gute Kamera. Doch selbst günstige Geräte warten mittlerweile mit ordentlicher Grundausstattung wie guten Displays und schnellem Mobilfunk auf. Wir haben sechs Geräte zwischen knapp 100 und gut 150 Euro darauf getestet, ob sie sich für den Alltag eignen, ohne zu frustrieren.

Android dominiert wie gehabt den Markt: Huawei Y6, LG Bello 2, Wiko Pulp und ZTE Blade L6 laufen mit Googles Betriebssystem und sind mit ihren 5-Zoll-Displays typische Vertreter aktueller Einsteiger-Smartphones. Rund 120 Euro muss man für die Geräte von Huawei und LG ausgeben, ZTE will 130. Dafür gibt es jeweils einen Quad-Core-Prozessor und bei Huawei auch Dual-SIM und LTE. Das Wiko Pulp ist mit über 150 Euro das teuerste Gerät im Vergleich; es bietet dafür aber auch mehr Prozessorkerne, mehr interner Speicher und eine höher auflösende Kamera – jedoch kein LTE.

Dazu gesellen sich zwei Geräte mit aktuellem Windows 10 Mobile. Trotz vergleichbarer Ausstattung sind das Archos mit 115 Euro und das Microsoft Lumia 550 für unter 100 Euro noch mal deutlich günstiger. Beide warten mit LTE auf, das Archos sogar mit Dual-SIM-Funktion.

Mindestens 8 GByte internen Flash-Speicher bieten alle Geräte. Der ist auch notwendig, sonderlich viel bleibt dem Nutzer nämlich davon nicht übrig: im besten Fall 4 GByte wie bei den Windows-Geräten, im schlechtesten Fall nur knapp 2,5 GByte wie beim Huawei Y6. Einzig das Wiko Pulp mit 16 GByte (9,5 frei) hat da mehr Platz zur Verfügung. Alle Geräte können mit einer MicroSD-Karte erweitert werden, entgegen den meisten Herstellerangaben sind auch MicroSDXC-Karten bis mindestens 128 GByte möglich. Apps können auf diese meist ausgelagert werden, einzig das LG lässt das nicht zu.

Beim Design gibt es deutliche Unterschiede. Zwischen dem albackenen und schweren LG Bello 2 mit silbernem Kunststoffrahmen und dem sehr leichten ZTE Blade L6 mit Metallrahmen und -rückseite liegen optisch mehrere Jahre. In der Regel sieht man den Geräten ihren Preis aber nur bei genauem



Häufig gefordert und bei den günstigen Smartphones immer noch Standard: der einfach zu wechselnde Akku

Hinsehen an: Die Verarbeitung ist bei allen gut. Die Gestaltung reicht von gefällig bis unauffällig.

## Displays

Abgesehen vom LG Bello 2 haben alle Bildschirme eine HD-Auflösung (1280 × 720 Pixel) und damit eine relativ hohe Pixeldichte von fast 300 dpi. Das Lumia 550 kommt durch die kleinere Diagonale sogar auf 320 dpi. Das sind Werte, die früher High-End-Geräten vorbehalten waren. Entsprechend sieht Text scharf aus, Pixelkanten sieht man nur aus der Nähe. Erst im direkten Vergleich zu noch schärferen teuren Modellen wirkt das nicht mehr ganz so knackig. Das Lesen sehr kleiner Schrift, etwa auf Webseiten, strengt darauf weniger an.

Der generelle Bildeindruck ist bei den meisten Geräten gut. Die beiden Windows-Geräte können etwa besonders hell leuchten und eignen sich daher auch für einen Sonntag im Freien. Das Gerät von Wiko schafft einen hervorragenden Kontrast von über 1800:1. Einer der höchsten Werte, die wir für Smartphones mit IPS-Display gemessen haben. Die Geräte von Microsoft, ZTE und Wiko erreichen den sRGB-Farbraum, können also mehr Farben korrekt wiedergeben als die Konkurrenten. Ein kritischer Blick aufs Display lohnt dennoch: Huawei Y6 und

Archos 50 Caesium halten bei Kontrast und Farbwiedergabe nicht mit. Das ZTE Blade L6 weist zwar gute Messwerte auf, zeigt aber schwach sichtbare Längsstreifen.

Den einzigen wirklich gravierenden Ausreißer beim Display leistet sich LG. Könnte man die geringe Pixeldichte für den Preis noch verschmerzen, nervt der extrem winkelabhängige Kontrast. Schon leichtes Kippen des Geräts verfälscht den Bildeindruck, trotz IPS-Technik. Zudem sind die Farben blass und die Hintergrundbeleuchtung zu dunkel, um gegen das spiegelnde Displayglas im Freien anzukommen.

Einige ungewöhnliche Funktionen gibt es auch: Das Microsoft Lumia 550 hat ein Always-on-Display, das auf Wunsch Uhrzeit und Benachrichtigungen im Standby anzeigt. Beim LG Bello 2 kann das Gerät mit Anklopfen am Bildschirm aufweckt werden. Wer mit VR-Brillen wie der Google Cardboard liebäugelt, findet nur beim Wiko den dafür nötigen Gyrosensor.

## Performance und Laufzeiten

In allen Geräten kommen CPUs mit ARM-Kernen zum Einsatz, die auf dem sparsamen, aber langsamen Cortex-A7-Design basieren. Um ausreichend Leistung bereitzustellen, haben die Chips daher mindestens vier Kerne, der MediaTek-Chip im Wiko Pulp

## Laufzeiten

Modell	Videowiedergabe (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] <small>besser ▶</small>	Videowiedergabe (max. Helligkeit) [h] <small>besser ▶</small>	Spiele <sup>1</sup> (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] <small>besser ▶</small>	WLAN-Surfen (200 cd/m <sup>2</sup> ) [h] <small>besser ▶</small>
Archos 50 Cesium	8,2	5,7	4,4	11
Huawei Y6	6,4	5,2	3,8	9,3
LG Bello 2	6,2	5,1	3,3	9,2
Microsoft Lumia 550	7	5,5	4,7	10,8
Wiko Pulp	7,7	5	4,4	12,6
ZTE Blade L6	5,3	4,2	3,9	9,9

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

## Smartphones bis 150 Euro mit LTE



### Archos 50 Cesium

Windows 10 Mobile wirkt träge auf dem Archos 50 Cesium und es hapert an der Performance. Animationen laufen zwar flüssig ab, doch auf Scroll-Gesten und Fingertipps folgt meist eine Gedenksekunde. Zudem hängte sich das System gelegentlich auf.

Am Display des 50 Cesium gibt es hingegen wenig auszusetzen: Es ist scharf und mit fast 500 cd/m<sup>2</sup> mehr als hell genug. Nur der geringe Kontrast und die mäßige Farbdarstellung stören empfindliche Nutzer. Negativ fiel der schlechte WLAN-Empfang auf; selbst wenn eine Verbindung bestand, tröpfelten die Daten. Fotos taugen als Schnappschüsse, aber auch nicht zu mehr, denn die Kamera neigt zum Rotstich und rauscht. Im Freien fällt beides nicht sofort auf; man vermisst dann eher Details und Strukturen.

Der Micro-USB-Anschluss befindet sich oben am Gerät und liegt so tief im Gehäuse, dass gewöhnliche USB-Stecker zu kurz ausfallen. Ein passendes Kabel liegt bei. Die Laufzeiten gehören zu den besseren im Test: 1 1/2 Tage ohne Aufladen sind möglich.

Einer der zwei SIM-Karten-Slots kann mit LTE-Karten umgehen, der andere beherrscht nur 2G. Allerdings baut das Gerät aus dem Standby heraus gelegentlich keine LTE-Datenverbindung auf. Für Telefon Gespräche in lauten Umgebungen ist der Lautsprecher zu leise, das Mikrofon aber empfindlich genug. Genau andersherum ist es, wenn man die Freisprechfunktion aktiviert.

#### Bewertung

- helles Display
- zu tiefe Ladebuchse
- schlechter WLAN-Empfang



### Huawei Y6

Mit dem Huawei Y6 ist man dank Dual-SIM-Unterstützung nicht nur auf zwei Nummern gleichzeitig erreichbar, mit LTE kann man sogar flott surfen. Beide Slots können wahlweise LTE nutzen, der andere bleibt solange auf 2G beschränkt. Durch den Snapdragon 210 und 2 GByte RAM fühlt sich das Y6 angenehm flott an.

Das IPS-Display ist das dunkelste und kontrastärmste im Vergleich. Draußen im direkten Sonnenlicht erkennt man daher nicht viel. Ausreichend Schatten vorausgesetzt reicht es, um Bilder und Webseiten scharf und detailliert wiederzugeben.

Bildschirm und Rückseite sind anfällig für Fingerabdrücke. Die Kamera ist auch für Schnappschüsse keine gute Wahl. Dunkle Flächen rauschen, helle Bereiche überstrahlen, und Details werden oft ver-matscht. Zudem stören leichte Verzerrungen den Eindruck.

Um an Wechselakku, MicroSD-Slot und die beiden SIM-Karten-Einschübe zu gelangen, muss man die widerspenstige Rückseite überwinden. Für einen Kartenwechsel muss der Akku entfernt werden – dadurch wird allerdings die Systemuhr zurückgesetzt.

Huawei installiert Android 5.1 und setzt auf seine stark abgewandelte eigene Oberfläche EmUI, die iOS imitiert. Die bringt nützliche Funktionen wie eine umfangreiche Rechteverwaltung mit. Andererseits ist die Oberfläche unnötig umständlich und vorinstallierte Apps und Spiele knabbern am knappen internen Speicher.

#### Bewertung

- Dual-SIM mit LTE
- gute Performance
- wenig interner Speicher frei



### Microsoft Lumia 550

Das mit Abstand günstigste Smartphone im Vergleich kann sich bei der Ausstattung sehen lassen. Für inzwischen unter hundert Euro bietet das Microsoft Lumia 550 nicht nur ein HD-Display und einen ordentlichen Quad-Core-Prozessor, sondern auch LTE. Die Sprachqualität beim Telefrieren war zudem die beste im Test.

Lediglich bei der Display-Größe muss man ein wenig Verzicht üben, der Bildschirm des Lumia misst nur 4,7 Zoll. Dadurch sieht es aber auch schärfer aus, die kleinere Darstellung bleibt gut lesbar. Auch sonst kann das Display mit gutem Kontrast, sehr hellen 470 cd/m<sup>2</sup> und schicken Farben überzeugen. Es erreicht damit sogar den erweiterten sRGB-Farbraum; in der Klasse ist das ein seltener Anblick.

Die Akku-Laufzeiten sind gut, das Lumia hält fast 11 Stunden beim Surfen übers WLAN durch. Störend ist das mickrige Netzteil, das für längere Ladezeiten als bei der Konkurrenz sorgt. Mit einem Zentimeter ist das Gerät ziemlich dick, lässt sich aber gut greifen. Selbst die glatte weiße Rückseite stört da nicht.

Die Rückkamera macht gute Schnappschüsse: Zwar gehen wegen der geringen Auflösung einige Details in der Ferne verloren, doch bei Tageslicht gelingen Fotos ohne Rauschen oder absaufenden Himmel. Windows 10 Mobile läuft auf dem Microsoft-Gerät flüssiger als auf dem Archos Cesium, doch auch hier fühlt sich die Bedienung etwas zäh an.

#### Bewertung

- günstig
- helles und scharfes Display
- LTE

## Smartphones bis 150 Euro ohne LTE



### LG Bello 2

Im Vergleich zum Rest des Feldes wirkt das LG Bello 2 aus der Zeit gefallen. Mit knapp 160 Gramm ist es ein Schwergewicht und zudem eines der dicksten Geräte im Testfeld. Dafür liegt es mit den breiten Gehäuseseiten gut in der Hand und droht nicht aus den Fingern zu rutschen.

Hinter der einfach zu entfernenden Rückseite befinden sich der wechselbare Akku und je ein Slot für eine MicroSIM und eine MicroSD. Beide können eingelegt werden, ohne den Akku zu entnehmen.

Enttäuschend ist das niedrig aufgelöste und blasse 5-Zoll-Display. Schon auf dem Startbildschirm nervt die ausgefranste Schrift unter den Symbolen. Auf Webseiten muss Text ziemlich groß sein, damit man ihn entspannt lesen kann. Der geringe Farbraum und die schlechte Blickwinkelstabilität stören bei Videos und Spielen. Die eingebaute Kamera macht verrauschte und detailarme Fotos.

Relativ schwach fallen die Akku-Laufzeiten aus. Mit einer Aufladung schafft man es immerhin, rund 6 Stunden Videos zu schauen oder 9 Stunden zu surfen. Doch von der Konkurrenz wird das Bello 2 meist abgehängt. Angesichts des größten Akkus im Vergleich ist das enttäuschend.

LG liefert das Bello 2 mit dem über zwei Jahre alten Android 5.0 aus. Die Oberfläche entspricht einem fast unveränderten Android, lediglich ein Dateimanager und eine App für den Radio-Empfänger sind vorinstalliert.

#### Bewertung

- ⬆️ gute Sprachqualität
- ⬇️ schwaches Display
- ⬇️ kurze Laufzeiten



### Wiko Pulp

Einen großen Vorteil des Wiko Pulp gegenüber der Konkurrenz stellt der 16 GByte große interne Speicher dar. Er bietet genug Platz für Apps und Spiele, Medien sollte man dennoch auf eine Speicherkarte auslagern. Der Slot ist leicht zugänglich hinter der Akkuklappe platziert.

Als einziger Testkandidat hat das Pulp einen Achtkern-Prozessor, der auf 2 GByte RAM zurückgreift. Entsprechend flüssig gestaltet sich die Bedienung. Apps brauchen für den Start zwar ein bis zwei Sekunden, im Alltag stört das aber kaum. Die flotte Android-Oberfläche wurde nur leicht verändert. Das Display lässt keine Wünsche offen: Es leuchtet hell ( $429 \text{ cd/m}^2$ ), ist blickwinkelstabil, deckt fast den sRGB-Farbraum ab und zeigt den höchsten Kontrast (1852:1). Auch die Laufzeiten gehören dank des potenteren Akkus mit 2500 mAh zu den besten im Test.

Beim Telefonieren kommen die Stimmen beider Gesprächspartner klar und deutlich auf der anderen Seite an. Obwohl vom Hersteller nicht angegeben, funkts das Pulp auch in 5-GHz-WLANs.

Die Kamera profitiert von der hohen Auflösung und lichtet mehr Details ab als die Konkurrenten: Auf den Fotos sind Grashalme klar auseinanderzuhalten und Spiegelungen wirken plastischer. Farben erscheinen realistisch, doch verschwinden schattige Teile des Motivs im Dunkeln, weil der Kontrastumfang zu gering ausfällt. Bildrauschen und Filterartefakte fallen nicht auf, solange man nicht zoomt.

#### Bewertung

- ⬆️ 16 GByte Speicher
- ⬆️ gutes Display
- ⬆️ lange Laufzeit



### ZTE Blade L6

Mit seinem dünnen und leichten Metallgehäuse legt das ZTE L6 den wohl schicksten Auftritt hin. Gerade mal 120 Gramm bringt es auf die Waage. Sein minimal abgerundetes Displayglas ist nicht nur ein Hingucker, sondern auch ein Handschmeichler.

Das kompakte Design hat allerdings zur Folge, dass der Akku nicht wechselbar ist. Die Laufzeiten sind kurz, nur im WLAN schlägt sich das L6 mit fast 10 Stunden wacker. Die umständliche Halterung für die zwei SIM-Karten und die MicroSD-Karte muss mit dem mitgelieferten Werkzeug oder einer Büroklammer entnommen werden. Sind beide SIM-Kartenplätze belegt, kann der Speicher nicht mehr erweitert werden. Bei nur 8 GByte Speicher und der üppig vorinstallierten Software geht der Platz jedoch schnell aus.

Das Display ist sehr kontrastreich, zeigt kräftige Farben und schafft sogar den sRGB-Farbraum. Für den Außeneinsatz könnte es noch etwas heller als die durchschnittlichen  $300 \text{ cd/m}^2$  sein. Schwach sichtbare Streifen auf dem Display stören den ansonsten guten Bildeindruck. Die beiden Kameras lösen höher als versprochen auf, doch deutliche Artefakte und vermachte Details trüben die Fotoqualität.

Gesteuert wird das installierte Android 5.1 über drei gut reagierende Sensortasten, die nicht eindeutig gekennzeichnet sind. ZTE hat die Android-Oberfläche optisch deutlich verändert. Eine eigene Rechteverwaltung sorgt für mehr Sicherheit, nervt aber im Benachrichtigungs menü.

#### Bewertung

- ⬆️ leichtes, schickes Gehäuse
- ⬇️ schlechte Kamera
- ⬇️ magere Video-Laufzeit



**Wer Selfies im Dunkeln machen will, wird dank Blitz auf der Vorderseite mit dem Wiko Pulp glücklich.**

sogar acht. Damit ruckeln weder Android noch Windows 10 Mobile auffällig, die Bedienung läuft die meiste Zeit geschmeidig und abgesehen von Spielen genügt auch Apps die Performance. Die leichten Megahertz-Unterschiede machen sich vorwiegend in den Benchmarks bemerkbar.

Wenn es hin und wieder zäh wird, dann liegt das eher am Arbeitsspeicher. Denn besonders die Smartphones mit nur 1 GByte RAM brauchen die ein oder andere zusätzliche Denkpause, bis eine App startet oder die Oberfläche nachgeladen wurde. Auffällig schlechter ist das Verhalten bei Windows 10 Mobile geworden. War das alte Windows Phone sogar bei noch schwächerer Hardware sehr reaktionsschnell, lässt sich die aktuelle Version ähnlich wie Android mehr Bedenken. Zudem ist es derzeit instabiler, hin und wieder nerven Abstürze.

Für anspruchsvolle 3D-Spiele ist die Hardware nicht gemacht. In den Spiele-Benchmarks fallen die Spar-Handys selbst gegen die Mittelklasse deutlich zurück, neuere Grafiksschnittstellen wie OpenGL ES 3.1 unterstützen sie nicht und Geräte mit nur 1 GByte RAM geraten bei vielen Grafikeffekten früh an die Ruckelgrenze. Reduziert man Details und begnügt sich mit etwas weniger Frames, sind aber selbst optisch aufwendigere Spiele wie Asphalt 8 noch gut spielbar.

Die schwachbrüstige Hardware hat auch Vorteile: Mehrheitlich sind die Akku-Laufzeiten trotz oft kleinem Energiespeicher auf gutem Niveau. Über 12,5 Stunden schafft das Wiko Pulp im WLAN und auch die Windows-Geräte können sich mit 11 Stunden sehen lassen. Videos saugen stärker am Akku: Von mageren 5 Stunden beim ZTE Blade L6 bis zu durchschnittlichen 8 Stunden beim Archos 50 Cesium reichen die Ergebnisse. Angst, ohne Energie zu stranden, muss man trotzdem nicht unbedingt haben. Abgesehen vom Blade L6 kann bei allen Geräten der Akku problemlos gewechselt werden.

### Kamera

Gewisse Kompromisse muss man auch bei der Kamera eingehen, doch die Bildqualität ist im Schnitt längst nicht so grausig wie noch vor ein paar Jahren. Fast alle Geräte reichen zumindest für Schnappschüsse im Freien. Überzeugen können dabei vor allem das Wiko Pulp und das Lumia 550. Beide rauschen wenig und kommen auch mit schwierigen Kontrasten bei bewölktem Himmel gut zurecht. Die Bilder des Pulp mit seiner 13-Megapixel-Kamera zeigen mehr Details und wirken schärfer.

Beim Knipsen ist mangels optischem Bildstabilisator grundsätzlich eine ruhige Hand

erforderlich, richtig schnell löst keine Kamera aus. Videos verwackeln zudem deutlich. Ein kurioses Detail bietet Wiko mit dem Selfie-Blitz auf der Vorderseite. Bei allen anderen gibt es für Nachtaufnahmen zumindest einen Blitz auf der Rückseite.

### Funk und Klang

Beim WLAN-Empfang gaben sich die Geräte weitgehend keine Blöße. Probleme mit Übertragungsauflösungen wie bei den Billig-Tablets gab es nicht [1]. Einzig das Archos fiel aus der Reihe, es verlor früher als alle andere den Kontakt zum Router und die Daten kamen langsamer über die meistens schwache Verbindung. Das weniger belegte 5-GHz-Band beherrscht nur das Wiko Pulp, mehrere Antennen oder breite Funkkanäle unterstützt keines der Geräte.

Die Sprachqualität beim Telefonieren ließ bei einigen Geräten deutlich zu wünschen übrig. Häufig waren entweder der Angerufene, der Anrufer oder gleich beide zu leise. Beim ZTE Blade L6 ging das Gespräch sogar teilweise in den lautersten Nebengeräuschen unter. Am besten schnitt das billigste Gerät ab: Das Lumia 550 schaffte es, beide Teilnehmer gut verständlich rüberzubringen, filterte Umgebungsgeräusche sauber heraus und überzeugte auch beim Freisprechen.

Für verständliche Sprachausgabe sind die Lautsprecher bei allen Geräten gut genug, für Musikgenuss sind sie nicht geeignet. Der Klang ist blechern, tiefe Töne fehlen und bei hohen Lautstärken verzerrten die Lautsprecher zunehmend den Klang. Archos, LG, Wiko und ZTE legen ihren Geräten Headsets bei, die für etwas mehr Klangqualität sorgen. Außer bei LG sind sie mit Gummistopfen versehen, sodass Bässe im Ohr ankommen. HiFi-Qualität darf man jedoch nicht erwarten.

### Software und Updates

Nur die beiden Windows-Geräte kommen mit einem Betriebssystem, das jünger als ein Jahr ist. Traditionell sieht bei Windows auch die Update-Versorgung gut aus: Zumindest beim Vorgänger Windows Phone waren zeitnahe Updates für die Smartphones die Regel.

Brandaktuelle Software darf man dagegen bei den Android-Geräten nicht erwarten. Immerhin werden alle mindestens mit Android 5.0 ausgeliefert, was vielen verbreiteten Angriffen den Boden entzieht. Mit regelmäßigen Updates ist jedoch nicht zu rechnen. In der Regel bleiben Smartphones dieser Preisklasse auf der Version stehen, mit der sie ausgeliefert wurden. Selbst aktuelle Sicherheitspatches sind nicht selbstverständlich. Das LG Bello 2 ist auf dem Stand von November 2015. Bei den anderen Android-Geräten lässt sich das Patchlevel nicht einmal abrufen.

Besonders verbreitet ist die Unsitze, das Gerät mit diverser Zusatzsoftware zu bündeln. Den wenigen nützlichen Beigaben wie Datei-Browser oder Office stehen Schrott wie Spiele, Shops und Werbeangebote gegenüber. Huawei und ZTE verwenden zudem

## Sparen oder drauflegen?

Die vorgestellten Smartphones kosten nicht viel, sie sind aber noch nicht die preiswertesten Modelle. Ab 50 Euro bekommt man mittlerweile ein Smartphone mit Android oder Windows Phone. Wird man damit glücklich? Nein – zumindest nicht, wenn man ein echtes Smartphone und kein einfaches Handy sucht. Die Hersteller setzen in dieser Preisklasse extrem den Rotstift an: Die Geräte bieten nur schwer abzulesende, pixelige TN-Displays, zu wenig Speicher für Apps und eine grottige Kamera. Oft ist auch der Prozessor langsamer und die Laufzeiten sind deutlich kürzer. Möchten Sie für wenig Geld nur telefonieren und SMS schreiben, greifen sie besser zu einem klassischen Handy. Soll es ein Smartphone sein, wählen Sie eines aus unserem Test oder ein vergleichbares Gerät wie das Motorola Moto E (2. Gen.) für knapp 100 Euro.

Andererseits sollte man vor dem Kauf überlegen, ob man nicht lieber 170 oder gar 200 Euro ausgeben möchte. In dieser Preiskategorie liegen Geräte wie das ZTE Blade V6 oder das Motorola Moto G, die ähnliche Ausstattung bieten wie das Wiko Pulp: 2 GByte RAM, 16 GByte Flash-Speicher, HD-Display und brauchbare Kamera. Allein wegen des Speichers lohnt sich oft der Aufpreis. Hinzu kommen Extras, die nicht jeder braucht, die aber für mehr Komfort sorgen: schnellere 64-Bit-CPU's, LTE, 5-GHz-WLAN, bessere Kameras oder wie bei Motorola eine aktuelle Android-Version.

noch eine überladene Drittanbieter-Tastatur. Wer die simplere Android-Tastatur will, muss sie umständlich aktivieren.

Bei der Bedienung nehmen sich die Systeme nicht viel, doch einen Nachteil wird Windows wohl nicht mehr wettmachen: Es gibt deutlich mehr Apps für Android. Auch qualitativ ist das Angebot dort besser. Das App-Grundangebot von Windows 10 ist zwar ausreichend, doch selbst beliebte Dienste wie Spotify pflegen ihre Windows-Apps stiefmütterlich. Viele andere bieten erst gar keine an.

## Fazit

Reichen schon weniger als 150 Euro für ein Smartphone? Durchaus, wenn man denn zum richtigen Gerät greift. Gewisse Zuge-

ständnisse bei den Details sind nötig, doch die Mehrheit der Smartphones im Test erledigt die alltäglichen Aufgaben klaglos. Im Vergleich zu den Vorjahresmodellen haben sich Ausstattung und Qualität weiter verbessert [2].

Besonders das Wiko Pulp kann überzeugen: Es ist das schnellste Gerät im Test, macht gute Fotos und bietet auch den meisten Platz für Apps. Es ist zwar das teuerste Gerät im Vergleich, doch für vergleichsweise wenig Geld bekommt man in der knapp kalkulierten Klasse erheblich mehr Ausstattung.

Auch das Microsoft Lumia 550 mit Windows 10 schlägt sich wacker. Für gerade mal 100 Euro bringt es alles mit, was ein Smartphone braucht, und erledigt seine Sache oft besser als die meisten teureren Geräte im

Test. Wer mit dem Smartphone hauptsächlich telefoniert und surft, wird hier für wenig Geld fündig.

Möchte man Dual-SIM, LTE, gute Kamera und flotten Prozessor zusammen in einem schlanken Gerät, muss man allerdings immer noch deutlich tiefer in die Tasche greifen.

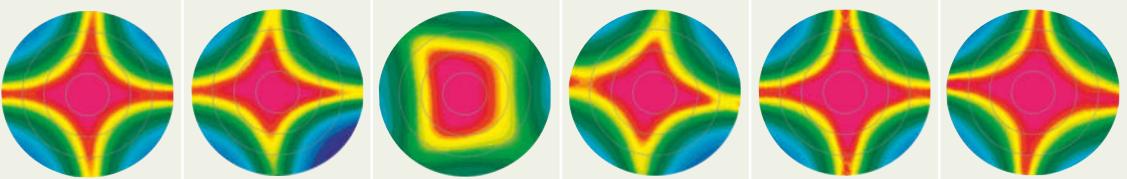
(asp@ct.de)

## Literatur

[1] Alexander Spier, Billiger geht nicht, Tablets mit Android, Windows und Fire OS bis 100 Euro im Vergleich, c't 27/15, S. 82

[2] Hannes A. Czerulla, Sparphones, Smartphones für unter 150 Euro mit Quad-Core-Prozessoren, guten Displays und LTE oder Dual-SIM im Test, c't 9/15, S. 108

## Smartphones ab 100 Euro

Modell	Archos 50 Cesium	Huawei Y6	LG Bello 2	Microsoft Lumia 550	Wiko Pulp	ZTE Blade L6
<b>Ausstattung</b>						
Betriebssystem	Windows 10 Mobile	Android 5.1.1	Android 5.0.2	Windows 10 Mobile	Android 5.1	Android 5.1
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 210 / 4 × 1,1 GHz	Qualcomm Snapdragon 210 / 4 × 1,1 GHz	MediaTek MT6582 / 4 × 1,3 GHz	Qualcomm Snapdragon 210 / 4 × 1,1 GHz	MediaTek MT6592 / 8 × 1,4 GHz	MediaTek MT6580 / 4 × 1,3 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 304	Qualcomm Adreno 304	ARM Mali-400 MP2	Qualcomm Adreno 304	ARM Mali-450 MP4	ARM Mali-400 MP2
Arbeits- / Flash-Speicher (frei)	1 GByte / 8 GByte (4 GByte)	2 GByte / 8 GByte (2,3 GByte)	1 GByte / 8 GByte (3,3 GByte)	1 GByte / 8 GByte (4,1 GByte)	2 GByte / 16 GByte (9,5 GByte)	1 GByte / 8 GByte (3,1 GByte)
Wechselspeicher / maximal	MicroSDXC / 128 GByte	MicroSDXC / 128 GByte	MicroSDXC / 128 GByte	MicroSDXC / 200 GByte	MicroSDXC / 128 GByte	MicroSDXC / 128 GByte
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 b/g/n / - / -	IEEE 802.11 b/g/n / - / -	IEEE 802.11 b/g/n / - / -	IEEE 802.11 b/g/n / - / -	IEEE 802.11 b/g/n / ✓ / ✓	IEEE 802.11 b/g/n / - / -
Bluetooth / NFC / GPS	4.0 / - / ✓	4.1 / - / ✓	4.1 / - / ✓	4.1 / - / ✓	4.1 / - / ✓	4.0 / - / ✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)	LTE (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (21,6 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)	HSPA (21,6 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)	LTE (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)	HSPA (21,6 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)	HSPA (21,6 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)
Dual-SIM	✓	✓	-	-	✓	✓
Akku / austauschbar	2100 mAh (8 Wh) / ✓	2200 mAh (8,4 Wh) / ✓	2540 mAh (9,7 Wh) / ✓	2100 mAh (7,8 Wh) / ✓	2500 mAh (9,5 Wh) / ✓	2200 mAh (8,4 Wh) / -
Abmessungen (H × B × T)	14,7 cm × 7,2 cm × 0,8 cm	14,3 cm × 7,1 cm × 0,9 cm	14,1 cm × 7,1 cm × 1 cm	13,6 cm × 6,8 cm × 1 cm	14,3 cm × 7,2 cm × 0,9 cm	14,2 cm × 6,9 cm × 0,8 cm
Gewicht	147 g	152 g	157 g	139 g	148 g	116 g
Farbvarianten	blau	schwarz, weiß	schwarz, weiß, gold	schwarz, weiß	blau, braun, schwarz, weiß	grau
<b>Kamera-Tests</b>						
Kamera-Auflösung Fotos / Video	8 MP (3264 × 2448) / HD (1280 × 720)	8 MP (3264 × 2448) / HD (1280 × 720)	4,9 MP (2560 × 1920) / Full-HD (1920 × 1088)	5 MP (2592 × 1936) / HD (1280 × 720)	13 MP (4160 × 3120) / Full-HD (1920 × 1088)	12,6 MP (4096 × 3072) / Full-HD (1920 × 1088)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (1)	- / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (1 + Front)	✓ / ✓ / ✓ (1)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	1,9 MP (1600 × 1200) / HD (1280 × 720)	1,9 MP (1600 × 1200) / HD (1280 × 720)	1,9 MP (1600 × 1200) / 720 × 480	1,9 MP (1600 × 1200) / HD (1280 × 720)	4,9 MP (2560 × 1920) / Full-HD (1920 × 1088)	6,2 MP (3328 × 1872) / 640 × 480
<b>Display-Messungen</b>						
Technik / Diagonale (Größe)	LCD (IPS) / 5 Zoll (11 cm × 6,2 cm)	LCD (IPS) / 5 Zoll (11 cm × 6,2 cm)	LCD (IPS) / 5 Zoll (11 cm × 6,2 cm)	LCD (IPS) / 4,7 Zoll (10,3 cm × 5,8 cm)	LCD (IPS) / 5 Zoll (11 cm × 6,2 cm)	LCD (IPS) / 5 Zoll (11 cm × 6,2 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	1280 × 720 Pixel (296 dpi) / 16:9	1280 × 720 Pixel (296 dpi) / 16:9	854 × 480 Pixel (197 dpi) / 16:9	1280 × 720 Pixel (316 dpi) / 16:9	1280 × 720 Pixel (296 dpi) / 16:9	1280 × 720 Pixel (296 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	50 ... 484 cd/m <sup>2</sup> / 96 %	9 ... 284 cd/m <sup>2</sup> / 91 %	19 ... 299 cd/m <sup>2</sup> / 92 %	3 ... 472 cd/m <sup>2</sup> / 91 %	18 ... 429 cd/m <sup>2</sup> / 90 %	12 ... 299 cd/m <sup>2</sup> / 85 %
Kontrast / Farbraum	959:1 / knapp sRGB	830:1 / knapp sRGB	1073:1 / RGB	1071:1 / sRGB	1852:1 / sRGB	1363:1 / sRGB
Blickwinkelabhängigkeit: Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall ist das ganze Bild pink.	winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand 					
<b>Bewertung</b>						
Bedienung / Performance	⊕ / O	O / ⊕	⊕ / O	⊕ / O	⊕ / ⊕	⊕ / O
Ausstattung Software / Hardware	O / ⊕	⊕ / ⊕	O / ⊖	O / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / O
Display / Laufzeit	O / ⊕	O / O	⊖ / O	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	O / ⊖
Sprachqualität	⊖	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊖
Kamera Fotos / Videos	O / ⊖	⊖ / ⊖	⊖ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / O	⊖ / ⊖
Preis	115 €	120 €	120 €	95 €	150 €	130 €

<sup>1</sup>Herstellerangabe

⊕⊕ sehr gut

⊕ gut

O zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden

– nicht vorhanden

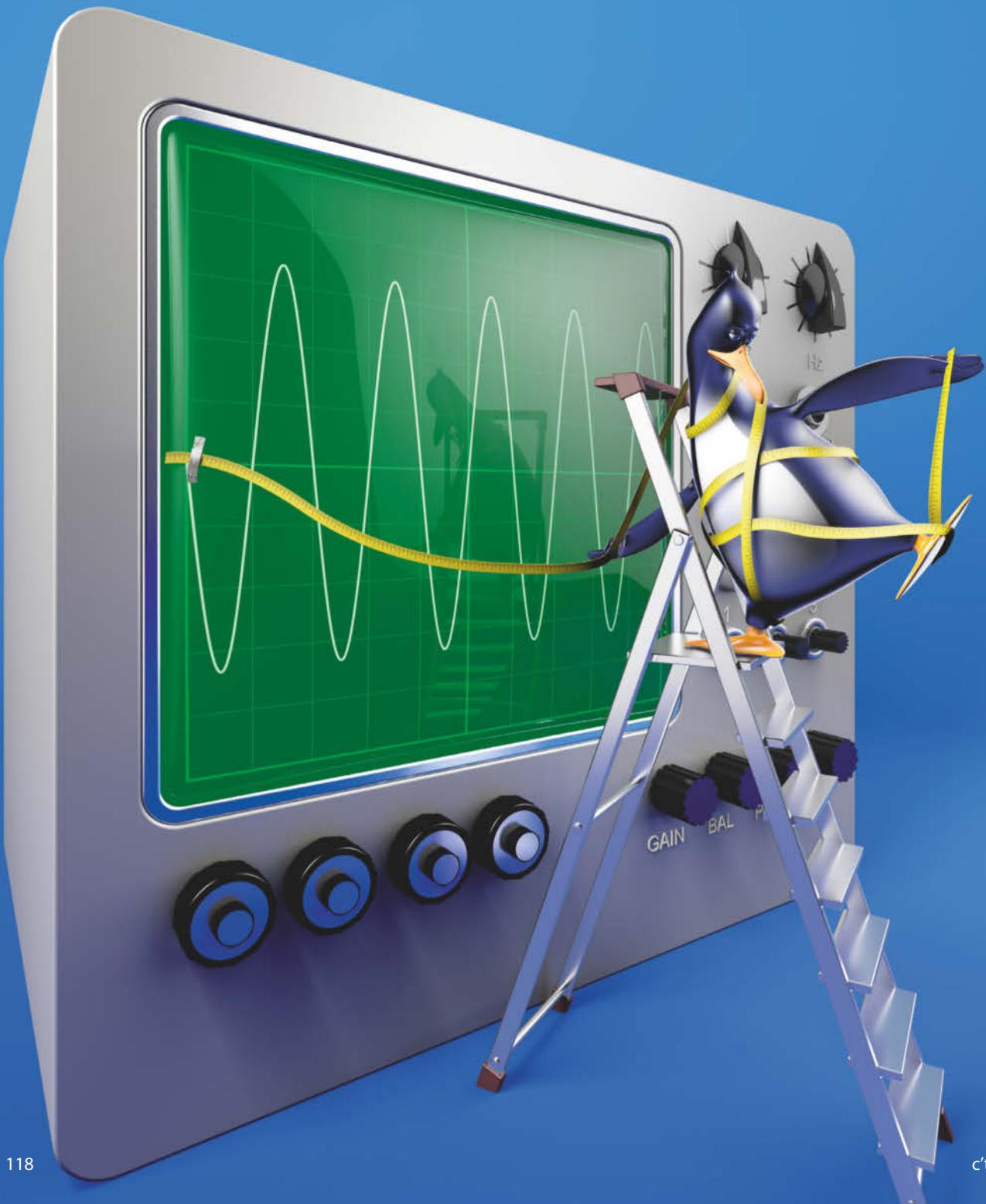
k. a. keine Angabe

Mirko Dölle

# Ziemlich vermessen

## Raspberry Pi als Oszilloskop im Vergleich mit Low-Cost-Alternativen

Klemmt die Datenübertragung zwischen Display, Sensoren oder Erweiterungen des Raspberry Pi, kann es ein Treiber-Problem sein – oder die fliegende Verkabelung auf dem Steckbrett, die durch Kapazitäten und Leitungswiderstände die Signale zu stark verschliffen hat. Mit einem Oszilloskop kommt man solchen Problemen leicht auf die Spur. Wir haben ein Raspberry-Pi-Oszilloskop mit anderen Low-Cost-Oszilloskopen verglichen.



Wenn der Temperatursensor dem Raspberry Pi Mondscheinwerte liefert, das X-Bee-Modul nur Kauderwelsch überträgt oder ein Display ständig Aussetzer hat, möchte man die Daten sehen, die zwischen Mini-Rechner und Peripherie ausgetauscht werden. Denn gerade bei fliegender Verkabelung auf einem Steckbrett und langen Anschlussdrähten sind verschliffene Signale und Übersprechen keine Seltenheit. Ein Oszilloskop leistet hier wertvolle Dienste, zeigt es doch an, welches Signal der Raspberry Pi liefert und was am anderen Ende des Kabels davon übrig bleibt. Was liegt also näher, als den Bastelcomputer auch als Oszilloskop zu nutzen?

Mit dem Bitscope Micro für einzeln 115 Euro und der passenden Oszilloskop-Software für den Raspi aus gleichem Hause ist der Mini-Rechner schnell aufgerüstet. Wir haben uns angesehen, was das Raspberry-Pi-Oszilloskop unterm Strich kostet und was es im Vergleich mit anderen Low-Cost-Oszilloskopen leistet. Die Anwendungsbereiche sind typische Experimentierschaltungen mit dem Raspberry Pi und ähnlichen Einplatinen-Computern sowie Mikrocontrollern wie der Arduino, bei denen analoge und digitale Signale gemessen und nachverfolgt werden. Beim Preis haben wir die Obergrenze bei rund 400 Euro gezogen.

Insgesamt umfasst das Testfeld fünf Geräte: Das Raspi-Oszilloskop bestehend aus Raspberry Pi und Bitscope Micro und das Open-Source-Messsystem Red Pitaya, das laut Hersteller einen ganzen Gerätezoo ersetzen soll. Außerdem testeten wir das DSO 203 Quad, das von verschiedenen Händlern auf eBay für 150 bis 180 Euro angeboten wird, das Uni-T UTD1025CT Handheld-Oszilloskop für rund 300 Euro und das Rigol DS1052Z für gut 400 Euro als günstiges klassisches Oszilloskop. Wie wir gemessen haben und woher die Testgeräte stammen, beschreibt der Kasten auf Seite 122 im Detail.

## Bitscope Micro

Die Eckdaten des Bitscope Micro klingen verführerisch: Ein Mixed-Signal-Oszilloskop mit zwei analogen Eingängen und einer Bandbreite von 20 MHz sowie sechs digitalen Eingängen soll

nur 115 Euro kosten. Für den Betrieb genügt bereits ein Raspberry Pi. Bis zur ersten Messung muss man aber doch deutlich mehr investieren: So gibt es beim Bitscope Micro keine Koaxialanschlüsse für Tastköpfe, der passende Hammerhead-Adapter mit BNC-Anschlüssen kostet noch einmal 25 Euro. Ein Set aus Raspi 2, Bitscope Micro und Hammerhead-Adapter kostet knapp 150 Euro. Zum Lieferumfang gehören allerdings nur zehn Abgreifklemmen für die digitalen Eingänge – für zwei passende Oszilloskop-Tastköpfe mit 20 MHz Bandbreite kommen weitere 50 Euro hinzu.

Doch das Messgerät ist so noch immer nicht vollständig – man benötigt für den Betrieb noch eine Speicherplatte für das Betriebssystem und ein Netzteil für den Raspberry Pi, wofür weitere 20 Euro fällig sind. Tastatur, Maus und Monitor benötigen Sie streng genommen nur für die Installation, danach können Sie das Raspi-Oszilloskop als Netzwerk-Oszilloskop verwenden und zum Beispiel über Ihren PC bedienen. Wollen Sie das Oszilloskop als autarkes Messgerät verwenden, empfiehlt sich die Nachrüstung eines Touchscreen-Displays nebst Gehäuse – was allerdings mit weiteren 125 Euro zu Buche schlägt. In der Summe kostet so ein Raspi-Oszilloskop also nicht 115 Euro, sondern das Dreifache, knapp 350 Euro.

Das Bitscope Micro ist keine spezielle Raspberry-Pi-Erweiterung, Bitscope bietet die zum Betrieb benötigte Software auch für Windows, OS X sowie PC-Linux an. Die Installation unter Raspbian ist nicht weiter schwierig, es genügt, das Deb-Paket bitscope-dso für den Raspi von der Herstellerseite herunterzuladen und im Terminal mittels `dpkg -i` einzuspielen. Im optionalen Paket bitscope-logic steckt ein Logik- und Protokoll-Analyzer. Interessant ist noch das Server-Paket bitscope-server, das den Raspi zu einem Netzwerk-Oszilloskop aufwertet – die Frontend-Software DSO oder Logic können Sie dann auf einem PC ausführen und das Raspi-Oszilloskop so fernsteuern. Es gibt noch weitere Frontends, etwa den Signal-Statistik-Recorder Chart und das Multimeter Meter mit integriertem Frequenzmesser und Voltmeter.

Das DSO-Programm lässt sich gut mit dem Touchscreen des



Der USB-Messadapter Bitscope Micro allein genügt nicht: Erst mit einem Raspberry Pi nebst Display und Touchscreen wird daraus ein autarkes Mixed-Signal-Oszilloskop mit Logik- und Protokoll-Analyser.

Raspberry Pi bedienen, Sie müssen allerdings den Raspbian-Desktop umkonfigurieren, damit überhaupt alle Bedienelemente auf den Bildschirm passen. Dazu lassen Sie das Panel in den Panel-Einstellungen ausblenden, wenn es nicht benutzt wird, und verkleinern die Systemschrift, womit automatisch der Fensterkopf kleiner wird. So passt das DSO-Programm dann gerade so eben auf den  $800 \times 480$  Pixel großen Desktop. Auch den Bildschirmschoner sollten Sie deaktivieren – sonst geht womöglich im entscheidenden Moment das Licht aus. Für die Bedienung des Logik- und Protokoll-Analyzers hingegen sollten Sie eine Maus anschließen, zu oft benötigen Sie hier die rechte Maustaste, die der Touchscreen nicht abbildet. Wir empfehlen Ihnen, eine kompakte USB-Tastatur mit Trackpad zu verwenden – dann können Sie auch leicht die einzelnen Kanäle in der Oberfläche beschriften.

Die Bandbreite von 20 MHz für die beiden analogen Eingänge steht einer Samplingrate von hochgerechnet 20 Millionen Messpunkten pro Sekunde gegenüber (20 MSa/s). Das reicht bei dieser Frequenz für gerade einmal einen Messpunkt pro Vollwelle, daraus lässt sich nicht einmal die Form des Signals ableiten. Nach Shannons Abtasttheorem ist mindestens die doppelte Abtastrate erforderlich, um einen 20-MHz-Sinus geschweige denn komplexere Signale messen zu können. Die Angabe von 20 MHz als Eingangsbandbreite ist also irreführend, tatsächlich handelt es sich allenfalls um ein 10-MHz-Oszilloskop. Aufgrund der Eingangsfilter muss die Abtastrate in der Praxis noch höher sein, ge-

bräuchliche Faktoren sind 2,2 bis 2,56 – was bei einem 20-MHz-Sinus eine notwendige Abtastrate von 44 bis 51,2 MSa/s ergibt.

Bei Problemen in Schaltungen geht es aber darum, Störungen aufzuspüren – also höherfrequente Signale zu finden, die das Nutzsignal überlagern oder verfälschen. Deshalb sollte die Bandbreite eines Oszilloskops mindestens drei Mal so hoch ausgelegt sein wie die Frequenz des höchsten zu messenden Nutzsignals, sodass sieben bis acht Messpunkte pro Vollwelle erfasst werden. Für das Bitscope Micro bedeutet es, dass die Abtastrate von 20 MSa/s nur zur Messung von Nutzsignalen bis zu einer Frequenz von 2,6 MHz ausreicht.

Zudem kann der Puffer des Bitscope Micro nur gut 12 000 Messpunkte (pts) insgesamt aufnehmen – misst man mit beiden analogen Kanälen, bleiben pro Kanal nur 6135 pts übrig, womit sich bei höchster Abtastrate gerade einmal 0,3 Millisekunden Signalverlauf aufzeichnen lassen.

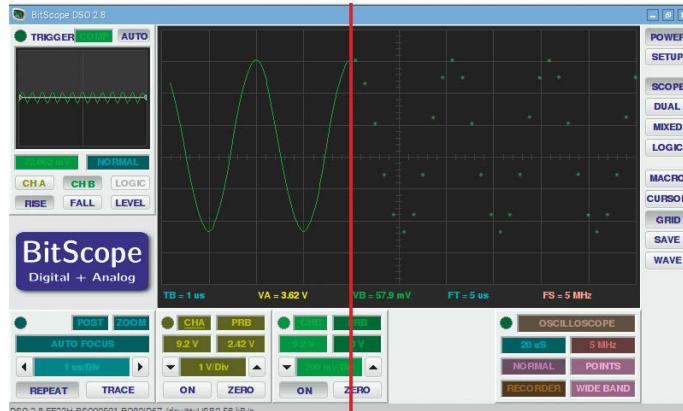
Die minimale Timebase von 1  $\mu$ s/div ist für die angekündigte analoge Bandbreite von 20 MHz zu wenig, hier würden sich 20 Vollwellen in eine Unterteilung (Divert, Kästchen) quetschen. Immerhin lässt sich die Anzeige mittels Zoom-Funktion vergrößern. Hochfrequente Signale sind aber nicht nur aufgrund von Timebase und Abtastrate für das Bitscope problematisch, auch der Trigger zeigte oberhalb von 250 kHz immer wieder Aussetzer und war nicht in der Lage, sauber auf den positiven Nulldurchgang des Sinussignals zu synchronisieren. Angesichts der geringen Abtastrate ist das kein Wunder.

Funkamateure werden am Bitscope Micro wenig Freude haben, denn der Schrumpfschlauch schirmt die Platine und insbesondere den empfindlichen AD-Wandler in keiner Weise gegen Einstrahlungen ab. Sobald man in der Nähe des Bitscope auf die Sendetaste drückt, zeigt es nichts Brauchbares mehr an – so getestet auf den Frequenzen 145,500 MHz und 433,500 MHz bei einer Sendeleistung von nur 0,5 Watt. Deshalb führten wir vorsichtshalber sämtliche Messungen in unserem EMV-Messlabor durch. Auch eine galvanische Trennung zwischen Messanschlüssen und dem USB-Mini-Anschluss und damit dem Raspberry Pi gibt es beim Bitscope nicht: Wer etwaige Potenziale in den zu messenden Schaltungen nicht berücksichtigt, stellt über das Bitscope Kurzschlüsse her oder handelt sich mangels Erdungsmöglichkeit schlimmstenfalls einen elektrischen Schlag ein.

Ungewöhnlich ist auch der asymmetrische Eingangsspannungsbereich des Bitscope Micro von -6,5 Volt bis +9,2 Volt Gleichspannung – auf Wechselspannung lassen sich weder die Eingänge noch der Trigger umschalten. Das erschwert die Messung von Signalen mit Gleichspannungs-Offset. Wichtig ist auch, in der DSO-Software den korrekten Spannungsbereich einzustellen, da sonst die Spannungsangaben falsch berechnet werden: Andere Bitscopes haben andere Spannungsbereiche und die Software konfiguriert sich nicht selbst. Die vertikale Auflösung ist zwischen 2 V/div und 20mV/div frei oder in Stufen einstellbar. Leider gibt es keine Möglichkeit, die Einstellungen zu speichern. Beendet man das Programm oder stürzt es ab, was in unseren Tests gelegentlich passierte, muss man alle Parameter erneut anpassen.

Die Abtastrate der digitalen Eingänge ist mit 40 MSa/s doppelt so hoch wie bei den analogen, aber auch diese Messwerte müssen sich den gleichen Puffer teilen. Im Mixed-Signal-Mode bleibt gerade einmal Platz für 3000 Messwerte pro Kanal für beide analoge und die sechs digitalen Eingänge. Die Abtastrate der Digital-eingänge genügt, um den mit 10 MHz getakteten SPI-Bus des Raspberry Pi analysieren zu können.

Dank der Protokoll-Analyzer sieht man auch, welche Daten etwa per SPI übertragen werden,



Aus wie wenigen Messpunkten das Bitscope Micro sich den Signalverlauf zurechtabstellt, sieht man erst in der Punktendarstellung bei deaktivierter Glättung. Das hier gezeigte Eingangssignal ist ein Sinus mit nur 500 kHz, beworben wird das Bitscope mit 20 MHz Bandbreite.

und kann so etwaige Übertragungsfehler feststellen, Bitscope Logic unterstützt die Protokolle UART, SPI, I<sup>2</sup>C und CAN. Allerdings lassen sich die Logik-Eingänge nicht frei definieren: L0 bis L3 bilden eine Protokollgruppe, mit der Bitscope Logic die vier UART- oder CAN-Signale, zwei I<sup>2</sup>C-Signale oder ein SPI-Signal dekodieren kann. Dabei sind die Eingänge für Takt- oder Datensignal fest vorgegeben. Die zweite Protokollgruppe mit L4 bis L7 lässt sich beim Bitscope Micro nur zur Hälfte nutzen – da es nur sechs Logik-Eingänge gibt, fehlen die Anschlüsse L6 und L7, sodass sich hier nur UART-, CAN- oder I<sup>2</sup>C-Signale dekodieren lassen. Die beiden analogen Eingänge werden separat abgetastet und werden vom Protokoll-Analyzer ignoriert.

Bei der Protokollanalyse behindert auch der kleine Puffer, erreicht nur für wenige Zeichen. Zwar kann das Bitscope theoretisch die Messwerte mit einer verringerten Abtastrate von 200 kSa/s an den Raspi streamen, womit der Puffer theoretisch unbegrenzt groß ist. Das unterstützt Bitscope Logic selbst nicht, dafür gibt es Bitscope Proto, das aufgezeichnete Signale nachträglich dekodiert.

Der Digitaleingang L4 lässt sich auch als Signalausgang nutzen, dafür zuständig ist ein National Semiconductor DAC104S085 mit 10 Bit Auflösung auf der Platine. Die Steuerung erfolgt über die Schaltfläche „WAVE“ in Bitscope DSO, zur Auswahl stehen die Signalformen Sinus, Rechteck und Dreieck mit Frequenzen zwischen 5 Hz und 250 kHz in 16 Stufen. Tatsächlich nutzbar sind

aber nur Frequenzen bis 20 kHz für Sinussignale und 50 kHz für Rechteck- und Dreiecksignale – oberhalb kommt es zu erheblichen Verzerrungen, bis hin zur Unkenntlichkeit.

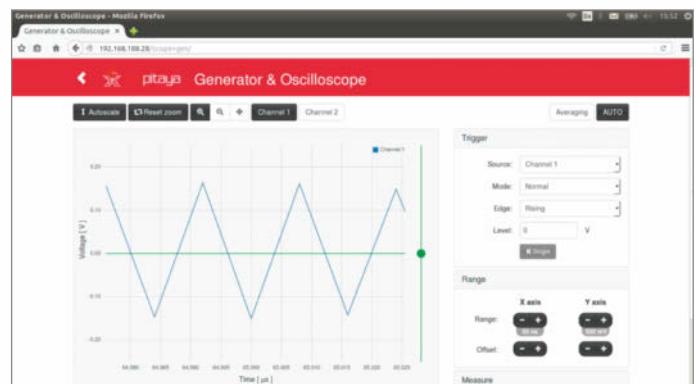
## Red Pitaya

Das Red Pitaya ist vereinfacht gesagt ein Embedded-Computer mit integrierten Messwandlern – quasi ein Raspberry Pi mit Bitscope auf einer Platine. Herzstück des Boards ist ein Xilinx ZC7010 SoC mit zwei ARM-Cortex-A9-Prozessorkernen und einem FPGA (Field Programmable Gate Array). Während die beiden ARM-Kerne in erster Linie für das Linux-Betriebssystem und den Datenaustausch zwischen den einzelnen Systemkomponenten zuständig sind, erledigt der frei programmierbare und mit DSP-Blöcken ausgestattete FPGA wenige spezialisierte Rechenfunktionen in Hardware mit einer Geschwindigkeit,

die General-Purpose-Prozessoren wie ARM Cortex nicht erreichen. Ein Zweikanal-ADC (Analog Digital Converter) und ein Zweikanal-DAC (Digital Analog Converter) tasten die Eingänge ab respektive beschicken die Ausgänge. Zudem verfügt der Red Pitaya über etliche Erweiterungsanschlüsse und Schnittstellen, darunter Gigabit Ethernet, je einen USB-2.0-Host- und -Client-Port, I<sup>2</sup>C-Bus, SPI, RS232, 16 GPIO-Pins und 8 LEDs. Einen Monitor- oder Display-Anschluss gibt es nicht.

Laut Hersteller-Website soll das Red Pitaya eine eierlegende Wollmilchsau sein: Ein Open-Source-Messlabor, das sich individuell nach den Anforderungen des Anwenders einstellen lässt und eine Reihe hochpreisiger Labormessgeräte ersetzt – genannt werden explizit Oszilloskop, Signalgenerator, Spektrumanalyser und Funktionsgenerator. Die Bandbreite beträgt 50 MHz bei einer Abtastrate von 125 MSa/s pro Kanal und 14 Bit Auflösung, was durchaus respektabel erscheint. Der Messbereich von nur +/- 1 Volt erlaubt es nicht einmal, Signale aus Digitalschaltungen ohne Teiler zu messen; ein per Jumper zuschaltbarer ist on Board. Außerdem bietet das Red Pitaya einen Zweikanal-Funktionsgenerator mit ebenfalls 50 MHz Bandbreite, 125 MHz Taktfrequenz und 14 Bit Auflösung. Nur 235 Euro soll das Messsystem kosten, allerdings ohne Zubehör – doch davon benötigt man eine Menge. Mit Gehäuse, Netzteil, Speicherplatine, zwei BNC-Adaptoren und zwei Tastköpfen kostet das Messsystem gut 330 Euro.

Wer denkt, für über 330 Euro ein betriebsfertiges Messgerät zu



Verraten: Dank seiner Abtastrate kann das Red Pitaya genügend Werte für die Wellendarstellung eines 50-MHz-Sinus ermitteln. Die Interpolation der Open-Source-Oszilloskop-App macht daraus allerdings ein Dreieck.

erhalten, irrt: Die Firmware muss man erst mit dem heimischen PC auf die beiliegende leere SD-Karte übertragen. Hat das Red Pitaya gebootet, startet es einen Webserver, über den sich das Messsystem bedienen lässt.

Messen lässt sich auch jetzt noch nichts, denn die Messsoftware ist in Apps ausgelagert, und es sind nur Demo-Versionen der Oszilloskop- und Funktionsgenerator-App sowie von der Spektrumanalyzer-App vorinstalliert. Diese verwenden lediglich die Ausgangssignale der Signalgeneratoren als Testsignale. Die Freischaltung ist für Anwender im schulischen Umfeld kostenlos, alle anderen zahlen stolze 50 Euro für Oszilloskop und Funktionsgenerator und 40 Euro für den Spektrumanalyzer, sodass man insgesamt auf 420 Euro für das betriebsfertige Messgerät kommt. Damit war das Red Pitaya das teuerste Gerät im Testfeld.

Um den Vorwurf des Etiketenschwindels kommt der Hersteller nur herum, weil es neben den beiden kommerziellen Apps auch kostenlose Apps für Oszilloskop, Funktionsgenerator und Spektrumanalyzer im sogenannten Bazaar gibt. Doch diese taugen allesamt nichts. So kann die freie Oszilloskop-App gerade einmal den aktuell im Browser angezeigten Signalverlauf einfrieren, Cursor zum Ausmessen des Signals gibt es nicht. Auch die Bedienung ist völlig untauglich, je nach Bildschirm muss man erst scrollen, um etwa an die Schaltflächen zur Einstellung von Zeitbasis und Spannungsbereich heranzukommen. Dabei möchte man bei solchen Einstellungen eigentlich das Signal beobachten können. Wir

hatten den Eindruck, bei den freien Apps handelt es sich eher um Programmierbeispiele als um ernsthafte Messanwendungen – wer das Red Pitaya als Oszilloskop verwenden möchte, kommt um die kommerziellen Apps schlcht nicht herum.

Das vollmundige Versprechen des Herstellers, hochpreisige Laborgeräte zu ersetzen, müssen wir ebenfalls relativieren: Bei einer Abtastrate von 125 Millionen Messpunkten pro Sekunde (125 MSa/s) erhält man bei einem 50-MHz-Eingangssignal lediglich noch zweieinhalf Messpunkte pro Vollwelle – gerade genug für die angegebene Bandbreite. Allerdings hat die Open-Source-App Probleme, aus den eigentlich ausreichenden Daten ein Sinus-Signal zu rekonstruieren – wie in der Abbildung links unten zu sehen, werden die Messpunkte mit Geraden verbunden, sodass der Sinus zu einem Dreieck wird.

Zudem liegt die minimale Zeitbasis der Oszilloskop-Pro-App bei nur 100 ns/div, sodass sich gleich fünf Vollwellen eines 50-MHz-Signals in ein Kästchen quetschen würden. Erkennen lässt sich da kaum noch etwas.

Wie schon beim Bitscope gibt es auch beim Red Pitaya keine galvanische Trennung zwischen den Eingängen und etwa den USB-Anschläßen und sonstigen metallischen Flächen der Platine. Das verursacht im Zweifel nicht nur Kurzschlüsse, sondern kann das gesamte Gerät auf ein lebensgefährliches Spannungspotenzial heben.

Ein Pluspunkt des Red Pitaya ist der Signalerator mit einer Auflösung von 14 Bit. Auch hier liegt die Bandbreite laut Herstel-

lerangabe bei 50 MHz und die Taktfrequenz des DAC bei 125 MHz – sodass wiederum zweieinhalf Spannungswerte für die Definition eines 50-MHz-Signals übrig bleiben. Für Rechtecksignale liegt die Grenze bei 20 MHz, und für Dreiecksignale bei 25 MHz. In der Praxis lassen sich Rechteck- und Dreiecksignale mit 5 MHz noch einigermaßen sauber erzeugen, darüber hinaus sind sie deutlich verschliffen.

Die Stärke des Red Pitaya liegt nicht bei der reinen Signalerfassung als Oszilloskopersatz, sondern durch den im SoC integrierten FPGA mit zahlreichen DSP-Funktionsblöcken eignet es sich viel mehr für die Verarbeitung und Aufbereitung komplexer Signale. So kann das Open-Source-Messsystem die Eingangssignale on Board demodulieren, wobei das Red Pitaya durch die Programmierung des FPGA selbst komplexe Modulationsformen bis hin zu Digitalfunk verarbeiten kann. Deshalb kommt das Red Pitaya etwa bei Funkamateuren als Software Defined Radio (SDR) zum Einsatz.

## DSO 203 Quad

Das DSO 203, auch DSO Quad genannt, ist ein Kompaktgerät für den portablen Einsatz. Es wird von etlichen Online-Händlern unter verschiedenen Bezeichnungen angeboten, denn das Hardware-Layout ist unter der Creative-Commons-Lizenz veröffentlicht. Es hat einen eingebauten Akku und ein gut ablesbares 3-Zoll-TFT-Display mit  $400 \times 240$  Pixeln Auflösung, die Abmessungen entsprechen denen einer Kompaktkassette – damit ist es kleiner als die meisten Smartphones. Es hat zwei analoge und zwei digitale Eingänge und kostet zwischen 150 und 170 Euro, je nach Händler.

Das Metallgehäuse des DSO 203 erfordert im Einsatz Vorsichtsmaßnahmen: Es gibt keine

Erdungsmöglichkeit für das Oszilloskop, außerdem kann der Masseanschluss der Tastköpfe Kontakt zum Gehäuse bekommen. Bei Netzspannung kann das tödlich sein. Außerdem ist auch der USB-Mini-Anschluss, über den man mit dem PC etwa Screenshots oder aufgezeichnete Signalverläufe herunterladen kann, ebenfalls nicht entkoppelt – sodass schlimmstenfalls auch der Computer unter Spannung steht oder das USB-Kabel als Erdungskabel fungiert und durchbrennt. Man muss bei Messungen also genau auf die Potenziale des Prüflings achten und sollte den USB-Anschluss nicht während der Messungen verwenden.

Die Bandbreite der analogen HF-Eingänge beträgt 10 MHz, was bei einer Abtastrate von maximal 72 MSa/s im Einkanal-Betrieb üppige sieben Messwerte pro Vollwelle ergibt. Dazu passt auch die minimale Zeitbasis von 100 ns/div, bei der ein 10-MHz-Signal eine ganze Unterteilung (Divert) ausfüllt. Feinheiten lassen sich aufgrund der geringen Auflösung von 30 Pixeln/div horizontal und 25 Pixeln/div vertikal bei so hochfrequenten Signalen aber nicht mehr erkennen.

Die beiden digitalen Eingänge (passende Kontaktklemmen werden mitgeliefert) eignen sich gut zur Signalverfolgung in digitalen Schaltungen und machen das DSO 203 zu einem Mixed Signal Oszilloskop. Die Bandbreite genügt für die meisten Messungen, die man an einem Arduino oder Raspberry Pi vornehmen möchte, etwa SPI-Signale. Protokolle analysieren kann das DSO 203 allerdings nicht.

Die beiliegenden Tastköpfe mit MCX-Steckern statt der üblichen BNC-Anschlüsse haben eine recht hohe Eingangskapazität von 33 bis 100 pF, was Signalquellen stark belasten und zu völlig falschen Messergebnissen führen kann. Das konnten wir mit dem Tektronix Demo Board nachstellen, dessen Rechtecksignal wurde vom DSO 203 – auch durch die geringe Abtastrate – als Lade-/Entladekurve angezeigt. Die nebenstehende Abbildung zeigt dasselbe Testsignal, einmal gemessen mit dem DSO 203 und das andere Mal mit dem Referenz-Oszilloskop von Rohde & Schwarz. Wer der Messung des DSO 203 hier glauben schenkt und sich auf Fehlersuche begibt, jagt Geister.



Heidelberg, Print Media Academy,  
6. bis 8. April 2016

# parallel 2016

Softwarekonferenz für Parallel Programming,  
Concurrency und Multicore-Systeme

**Programm online**  
Jetzt registrieren!

## ZIELGRUPPE

- // Softwarearchitekten
- // Softwareentwickler
- // Projektleiter
- // IT-Strategen

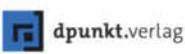
## AUSZUG AUS DEM PROGRAMM

- // Philipp Haller: Reactive Programming in Scala (Keynote)
- // Bernd Marquardt: Schnelles Rechnen mit Grafikkarten
- // Marwan Abu-Khalil: Embedded Multicore-Migration
- // Ralph Mader, Stefan Kuntz: Erfolgreiche Einführung von Multicore im Automotive-Umfeld
- // Ulrich Drepper: The Many Ways to Parallelism in gcc
- // Golo Roden: Asynchrone Programmierung mit JavaScript
- // Detlev Vollmann: Eine Lektion über Hardware-Parallelität und Performance
- // Michael Klemm, Christian Terboven: Was Sie schon immer über OpenMP 4.x wissen wollten
- // Luc Bläser: Parallele Code Smells – eine Sammlung für .NET
- // Sven Tautz: Parallele Programmierung in Go

Silber-Sponsoren:



Veranstalter:



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

## So haben wir gemessen

Um Einflüsse von außen zu minimieren, fanden alle Tests in unserem hausigen EMV-Labor statt, das hermetisch von der Außenwelt abgeschirmt ist. Dort hat man weder Radioempfang vom wenige hundert Meter entfernten Sendeturm noch WLAN. Als analoge Signalquelle diente uns der Frequenzgenerator SMC 100A von Rohde & Schwarz, den uns der Hersteller frisch kalibriert zusandte. Die Rechteck- und Datensignale lieferte uns ein Tektronix Demo-Board 2 des Messtechnik-Spezialisten Calplus, das eigens dafür entwickelt wurde, die Funktionen von Mixed-Signal-Oszilloskopen zu demonstrieren. Das Mixed-Signal-Oszilloskop RTM 2054 von Rohde & Schwarz diente uns als Referenzgerät, um sicherzustellen, dass die Testgeräte auch tatsächlich stets ein sauberes Signal von den Quellen erhielten. Mit 500 MHz Bandbreite und 5 Milliarden Messpunkten pro Sekunde (5 GSa/s) ist es den leistungsfähigsten Testgeräten um den Faktor fünf bis zehn überlegen und in der Lage, selbst geringe Abweichungen anzudecken. Das schlägt sich auch im Preis nieder, mit knapp 10 000 Euro sprengt es vermutlich die meisten Bastel-Budgets.

Damit uns kein Hersteller eigens für den Test ausgesuchte oder kalibrierte Messgeräte unterjubeln kann, haben wir uns die Testgeräte bei unabhängigen Händlern besorgt: Das Raspi-Oszilloskop, den Red Pitaya und das Handheld-Oszilloskop von Uni-T stellte uns Pollin zur Verfügung, das DSO 203 Quad haben wir über eBay bestellt. Das Rigol DS1054Z kauften wir verdeckt beim deutschen Distributor des Herstellers, Batronix.

Das größte Problem des DSO 203 ist allerdings die Bedienung: Sie erfolgt fast ausschließlich über nur zwei Schiebeschalter mit zusätzlicher Tastfunktion, Drehknöpfe besitzt das DSO 203 genauso wenig wie einen Touchscreen. Das macht es äußerst mühsam, Zeitbasis, vertikale Auflösung der vier Kanäle, den Signalgenerator, Messwerte und Cursor-Einstellungen anzupassen, weil man sich ständig durch alle Funktionen hindurcharbeiten und dann zur rechten Zeit auf den jeweils anderen Schalter wechseln muss. Und wehe, man tastet den Schalter zum falschen Zeitpunkt – dann wechselt man die Bedienebene, muss zurück und noch einmal von vorne beginnen, alles zu durchlaufen. Kurzum, die Bedienung ist eine Katastrophe, selbst nach mehreren Tagen Einsatz konnten wir uns nicht daran gewöhnen. Und mangels automatischer Messbereichswahl dauerte es regelmäßig Minuten, bis wir das Signal auf dem Display eingerichtet hatten.

Der integrierte Signalgenerator eignet sich in der Praxis lediglich für Rechtecksignale von 10 Hz bis 2 MHz, im Bereich von 2 bis 8 MHz leiden die Flanken deutlich. Es stehen noch die Wellenformen Sinus, Dreieck und Sägezahn zur Verfügung mit Fre-

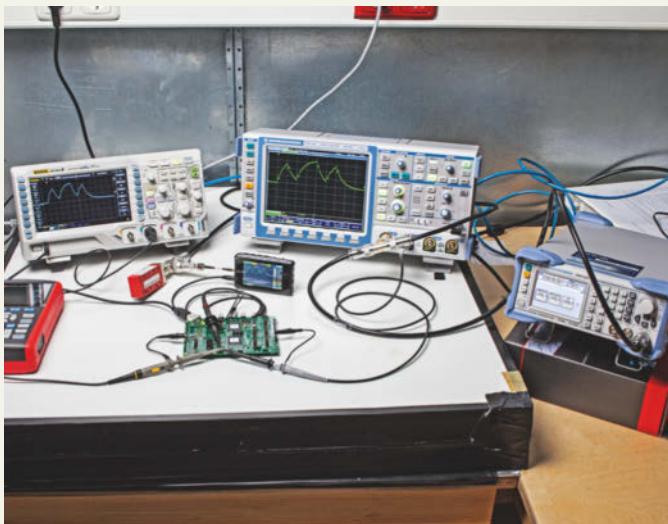
quenzen zwischen 10 Hz und 20 kHz in elf Stufen. Doch augenscheinlich hat der DAC eine Auflösung von nur 4 Bit, also insgesamt 16 Spannungsstufen bei einer Spannung von 2,75 Volt Spitze-Spitze: So sieht jedes der Signale wie eine Treppe aus einem Retro-Game aus.

Ein Pluspunkt des DSO 203 ist, dass die offengelegte Hardware-Basis weit verbreitet ist und eine freie Entwicklergemeinde angezogen hat, die alternative Firmwares für das Gerät bereitstellt. Damit können Sie es sogar zu einem Spektrumanalyzer umrüsten. Die Bedienung konnten die Alternativen ebenfalls etwas verbessern.

## UNI-T UTD1025CL

Das akkubetriebene Handheld-Oszilloskop von Uni-T ist mustergültig isoliert, es besteht keine Gefahr, mit spannungsführenden Teilen in Berührung zu kommen. Selbst USB-Anschluss und Ladebuchse sind so tief im Gehäuse versenkt, dass man mit den Fingern nicht herankommt. Das Gerät ist ein Zwitter aus Oszilloskop und Multimeter und lässt sich zwischen beiden Betriebsarten umschalten.

Die Bedienung ist vorwiegend auf den Oszilloskopbetrieb aus-



Um äußere Einflüsse ausschließen zu können, fanden sämtliche Tests in unserem EMV-Messlabor statt. Als Referenzgeräte dienten uns ein Frequenzgenerator und ein Oszilloskop von Rohde & Schwarz sowie ein Oszilloskop-Testsignal-Board von Tektronix.

gelegt und durchdacht. So gibt es separate Tasten für vertikale und horizontale Skalierung, ein Cursor-Kreuz zum Anpassen von Offset, Triggerlevel und Triggerpunkt sowie vier Funktionstasten für Kontextmenüs, die erst bei Bedarf im unteren Teil des 3,5-Zoll-Displays mit  $320 \times 240$  Pixeln eingeblendet werden. Das schafft im Normalbetrieb maximalen Platz für die Wellenform.

Die Eingangsbandbreite ist mit 25 MHz größer als beim Bitscope Micro, das Uni-T-Gerät hat aber nur einen Kanal. Die maximal Abtastrate beträgt 200 MSa/s, das ist für die Bandbreite mehr als ausreichend. Das Oszilloskop erfasst damit noch acht Messpunkte eines 25-MHz-Signals. Auch die minimale Zeitbasis ist mit 10 ns/div üppig dimensioniert, ein 25-MHz-Signal erstreckt sich so über vier Unterteilungen. Die Auflösung ist gut genug, dass sich die Anomalien im Signal des überlasteten Rechteck-Generators deutlich erkennen lassen, die das DSO 203 nur als merkwürdige Lade-Entladekurve darstellte. Allerdings ist das Uni-T-Oszilloskop mit gut 300 Euro auch doppelt so teuer wie das DSO 203. Der Puffer ist mit 12 kpts ähnlich klein wie beim Bitscope, die maximale Aufzeichnungszeit bei höchster

Abtastrate beträgt gerade einmal 60 Mikrosekunden. Eine Erweiterung ist nicht vorgesehen.

Praktisch ist auch die Analyse des Frequenzspektrums mittels Fast-Fourier-Transformation, wobei das Spektrum mit 0 bis 50 MHz sogar das Doppelte des angegebenen Signalbereichs abdeckt. Allerdings arbeitet der Trigger nur bis 40 MHz zuverlässig, sodass sich der Messbereich 40 bis 50 MHz praktisch nicht nutzen lässt. Leider beträgt die horizontale Auflösung fest 10 MHz/div, womit das Spektrum nur eine Hälfte des Displays einnimmt und sich Details schlecht erkennen lassen – auch deshalb, weil das Signal wenig kontrastreich in Dunkelrot auf dem schwarzen Hintergrund angezeigt wird. Die vertikale Auflösung ist einstellbar und lässt sich von linearer auf logarithmische Darstellung umschalten. So lassen sich etwaige hochfrequente Störungen in einem Signal schnell auffinden. Der integrierte Frequenzzähler am oberen Bildrand ist hier besonders hilfreich, er zeigt die Frequenz des Großsignals an – arbeitet aber auch nur bis 40 MHz zuverlässig.

Zum Lieferumfang gehören neben dem Tastkopf auch zwei Messleitungen für den Multimeterbetrieb. Hier misst das

Mannheim, Congress Center Rosengarten,  
14.-16. November 2016

## continuous lifecycle 2016

### Prozesse – Tools – Erfahrungen

CONTINUOUS WHAT?  
CONTINUOUS EVERYTHING!

Call for Papers  
bis 30. Mai 2016

#### ZIELGRUPPE

- Softwareentwickler
- Softwarearchitekten
- Administratoren
- Projektleiter
- IT-Strategen

#### THEMEN (Auszug)

- Der richtige Umgang mit Continuous Delivery
- Praktische Umsetzung von DevOps-Methoden
- Werkzeuge für agiles Application Lifecycle Management (Versionskontrolle, Continuous Integration, Ticketing und Bugtracking)
- Containerisierung mit Docker und den Werkzeugen aus dem Docker-Ökosystem
- Build Management
- Code-Reviews
- Testen und Qualitätssicherung
- Betrieb und Monitoring
- Fallstricke und Best Practices verteilt arbeitender Software-Teams

Gold-Sponsor:  **codecentric**  **XebiaLabs**  
Deliver Faster

Silber-Sponsoren:

 business people technology

 The Enterprise Jenkins Company

 OPITZ CONSULTING

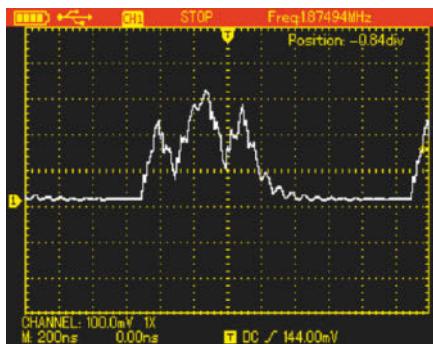
Veranstalter:



 @heise Developer

 dpunkt.verlag

[www.data2day.de](http://www.data2day.de)



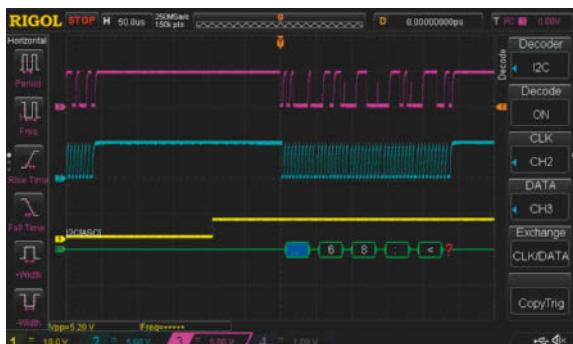
Dank der hohen Abtastrate von 200 MSa/s sind beim Uni-T-Handheld-Oszilloskop die Anomalien des verschliffenen Rechtecksignals deutlich zu erkennen.

UTD1025CT Spannung bis 400 V, Strom bis 10 A, Widerstände bis 40 MΩ, Kondensatoren bis 100 µF und Dioden. Die Bedienung ist hier etwas umständlich, weil die Widerstands-, Dioden- und Kapazitätsmessung zusammengefasst wurden und mittels Funktionstaste zwischen den Funktionen umgeschaltet werden muss. Für Ströme über 400 mA muss außerdem ein externer Shunt aufgesteckt werden, der zum Lieferumfang gehört.

Ebenfalls mitgeliefert wird ein Windows-Programm zur Fernbedienung des UTD1025CL über den PC. Die Bedienelemente wirkt altbacken und ist wenig ergonomisch, sie enthält lediglich die Bedienelemente des Oszilloskops in ähnlicher Anordnung wie auf dem Gerät selbst, sodass es sich vollständig via USB fernsteuern lässt. Zudem haben Sie mit dem Programm Zugriff auf den Datenspeicher des Oszilloskops und können gespeicherte Signalverläufe oder Screenshots auslesen und via USB-Kabel auf den PC übertragen.

## Rigol DS1054Z

Vier analoge Eingänge mit 50 MHz Bandbreite, 12 Bit Auflösung, eine maximale Abtastrate von 1 GSa/s und 12 Mpts Speichertiefe für gerade einmal 400 Euro ist fast schon ein unmoralisch gutes Angebot. Damit mischt der chinesische Hersteller Rigol seit einiger Zeit weltweit den Markt für Messgeräte auf – von anderen Herstellern findet man in dieser Preisklasse allenfalls Zweikanal-Geräte mit 200 MSa/s. Um jeglichen Verdacht auszuschließen, der Hersteller könnte uns ein besonders gut ab-



Die vier analogen Eingänge des Rigol DS1054Z eignen sich auch gut zur Signalverfolgung, der Protokoll-Analyser gehört allerdings nicht zum Lieferumfang und muss nachträglich aktiviert werden.

gleichenes oder gar erweitertes Testgerät unterjubeln, kaufen wir im Abstand einiger Wochen verdeckt gleich zwei Geräte beim deutschen Distributor Batronix.

Die von Rigol beworbene hohe Abtastrate gilt nur im Einkanal-Betrieb, nutzt man alle vier Kanäle, bleiben von 1 GSa/s nur noch 250 MSa/s pro Kanal und 3 Mpts Speichertiefe übrig. Außerdem bietet das Gerät die hohe Abtastrate nur bei einer Timebase von 500 µs oder darunter. Die maximale Speichertiefe steht über den gesamten Auflösungsbereich bis hinunter zu 5 ns Timebase zur Verfügung.

Das DS1054Z ist ein klassisches digitales Oszilloskop, dessen 7-Zoll-TFT-Bildschirm genauso groß wie der des Raspberry Pi ist – aber ohne Touchfunktion auskommen muss. Stattdessen sind rechts und links ein Dutzend Kontext-Menütasten angeordnet; die Menüs werden unmittelbar am Bildrand eingeblendet. Leider lassen sich die Menüs nicht zugunsten eines größeren Darstellungsbereichs verstecken.

Auch sonst ist die Gerätefront dicht an dicht mit Tasten und Knöpfen übersät – ein klarer Pluspunkt, denn so lassen sich die wichtigsten Messparameter wie vertikale Auflösung, Offset, Timebase und Triggerparameter unmittelbar einstellen, ohne sich wie beim DSO 203 durch Menüs oder Listen von Parametern wühlen zu müssen. Schade nur, dass Rigol beim Trigger keine separate Taste zum Umschalten des Kanals vorgesehen hat. So muss man zunächst das Trigger-Menü aufrufen, die Kanaleinstellung öffnen und dann mittels Drehknopf den gewünschten Kanal auswählen

und bestätigen. Um die Vertikale Auflösung der einzelnen Kanäle zu verändern, muss man erst per Taste den gewünschten Kanal anwählen, da sich alle vier die beiden zugehörigen Drehknöpfe teilen. Rigol verwendet wie viele andere Hersteller für jeden Kanal eine eigene Farbe, sowohl in der Darstellung auf dem Display als auch bei den Bedienelementen und Tastköpfen. Die einzige Ausnahme ist der Auswahlknopf des jeweiligen Kanals, dieser ist stets grün hinterleuchtet und nur farbig umrandet – Rohde & Schwarz hat an dieser Stelle beim Referenz-Oszilloskop mehrfarbige LEDs in der jeweiligen Kanalfarbe eingebaut, was die Bedienung übersichtlicher macht.

Die minimale Timebase von 5 ns erlaubt selbst bei 50-MHz-Signalen noch eine Auflösung von 4 Unterteilungen pro Vollwelle, wobei das Rigol im Einkanalbetrieb bis zu 20 Messpunkte pro Welle erfasst. Tatsächlich leistet das DS1054Z sogar noch mehr: Das Oszilloskop ist absolut baugleich zum bis Ende 2015 verkauften Modell DS1104Z mit ebenfalls vier Kanälen und einer Bandbreite von 100 MHz. Das DS1054Z wurde lediglich softwareseitig auf 50 MHz limitiert. Die einzige Stelle, an der wir diese Beschränkung nachvollziehen konnten, ist der zuschaltbare Frequenzzähler – dieser endet beim DS1054Z bei 50 MHz. Abhilfe bringt, bei höheren Frequenzen das kanalspezifische Messfeld für die Frequenz einzuschalten, die am unteren Rand eingeblendet wird. Diese arbeitet bis Frequenzen von 300 MHz korrekt. Der Trigger kam sogar mit Frequenzen bis 417 MHz zu-

recht, der Signaldarstellung auf dem Display darf man in diesem Frequenzbereich aber nicht mehr trauen.

Hersteller Rigol ist bei der Vereinfachung der Produktion sogar noch weiter gegangen: Nicht nur dass das DS1054Z dieselbe Hardware wie das DS1104Z besitzt, es befinden sich auch sämtliche Optionen wie 24 Mpts Speichertiefe und Protokoll-Analyzer für RS232, I<sup>2</sup>C, und SPI mit an Bord – allerdings softwareseitig gesperrt oder im Demo-Modus und lassen sich nur in den ersten 30 Betriebsstunden nutzen. Möchte man die erweiterte Speichertiefe oder die Protokoll-Analyser dauerhaft nutzen, kauft man einen Freischalt-Code etwa bei Batronix für je 165 Euro. Rigol bietet aber nicht für alle integrierten Funktionen Freischalt-Codes zum Nachkaufen an, so fehlt etwa die technisch vorgesehene Upgrade-Möglichkeit eines DS1054Z zum DS1104Z. Findige Hacker haben aber Code-Generatoren veröffentlicht, mit denen sich sämtliche Funktionen eines voll ausgestatteten DS1104Z nachträglich beim DS1054Z aktivieren lassen.

Ein Umbau zum Mixed-Signal-Oszilloskop, wie er ab dem DS1074Z Plus möglich ist, klappt mit dem DS1054Z allerdings nicht – die Plus-Familie verwendet andere Hardware. Dank der vier analogen Kanäle und mit nachgerüstetem Protokoll-Analyser lassen sich dennoch leicht Signale nachverfolgen und dekodieren.

Bemerkenswert sind noch die Schnittstellen des DS1054Z: Der USB-Anschluss auf der Vorderseite kann PictBridge-Drucker sowie USB-Sticks zum Speichern oder Ausdrucken von Screenshots ansteuern, der rückseitige USB-Anschluss dient der Verbindung zum PC. Außerdem hat das Oszilloskop noch einen Ethernet-Anschluss. Sowohl über USB als auch über Ethernet lässt sich das Oszilloskop fernbedienen. Das Gerät unterstützt viele Standard-SCPI-Kommandos und das vom Hersteller veröffentlichte Handbuch dokumentiert die erweiterten Befehle der Rigol-Geräte. So lässt sich das DS1054Z auch mit professioneller Messsoftware wie LabView verwenden.

## Fazit

Für Basteleien mit dem Raspberry Pi gibt der Raspberry Pi mit dem

Bitscope Micro ein durchaus passables Messgerät ab. Die Eingangsbandbreite und die Abtastrate sind ausreichend, die Software funktional und mit dem Logik- und Protokoll-Analyzer eine große Hilfe auf der Suche nach Hardwareproblemen. Doch der Preis hat es in sich, alle benötigten Komponenten inklusive zusätzlichem Raspberry Pi – schließlich kann er sich im Betrieb schlecht selbst vermessen – summieren sich schnell auf 350 Euro. Für Hochfrequenzmessungen ist die Lösung allerdings wenig geeignet, nicht zuletzt aufgrund der nicht vorhandenen Abschirmung.

Günstiger und leistungsfähiger im Hochfrequenzbereich ist das Uni-T UTD1025CL Handheld-Oszilloskop. Es bietet eine hohe Abtastrate bei gleichzeitig guter Eingangsbandbreite, hat aber nur einen Eingang und eignet sich nicht zur Signalverfolgung in digitalen Schaltungen. Dazu wäre mindestens ein zweiter Kanal erforderlich.

Das DSO 203 Quad ist hier eine gute Alternative zu einem vergleichsweise günstigen Preis, wenn einem die Bandbreite von 10 MHz genügt. Das Gerät bietet außerdem zusätzlich zwei Digitaleingänge für die Signalverfol-

gung. Die größten Mankos sind jedoch die extrem umständliche Bedienung, die niedrige Abtastrate und die irreführende Signaldarstellung, die einen schnell nichtvorhandenen Problemen hinterherjagen lässt. Auch ein Protokoll-Analyzer fehlt.

Mit vier analogen Eingängen mit hoher Bandbreite, überragend hoher Abtastrate und enormer Speichertiefe ist das Rigol DS1054Z für nur 400 Euro ein echtes Schnäppchen. Als klassisches Oszilloskop bietet es zudem die ausgefeilteste Bedienung. Die Signalverfolgung in Digitalschaltungen ist dank vier

Kanälen kein Problem, allerdings fehlen Protokoll-Analyzer – sie müssen erst nachgerüstet werden.

Das Red Pitaya fällt gänzlich aus dem Rahmen: Das Open-Source-Messsystem mit ARM-Prozessoren und FPGA eignet sich vor allem zur Signalanalyse und als Software Defined Radio, es ersetzt nur dürftig Oszilloskop, Spektrum Analyzer und Signalgenerator, wie es auf der Hersteller-Website und von Online-Händlern suggeriert wird. Wer ein Messgerät sucht, sollte vom Red Pitaya besser die Finger lassen.

(mid@ct.de)

## Low-Cost-Oszilloskope für Raspi-Basteleien



	Raspi mit Bitscope Micro	Red Pitaya Diagnostic Kit	DSO 203 Quad	Uni-T UTD1025CL	Rigol DS1054Z
Hersteller	Bitscope ( <a href="http://bitscope.com">bitscope.com</a> )	Red Pitaya ( <a href="http://redpitaya.com">redpitaya.com</a> )	– (offene Hardware-Plattform)	Uni-Trend ( <a href="http://uni-trend.com">uni-trend.com</a> )	Rigol ( <a href="http://rigolna.com">rigolna.com</a> )
Lieferumfang	USB-Adapter, BNC-Aufsatzz, 10 Abgreifklemmen, USB-Kabel, Raspi 2	Red Pitaya, Netzteil, Speicherplatte, BNC-Adapter, 2 Tastköpfe (60 MHz)	DSO 203, 2 Tastköpfe (20 MHz), 2 Doppel-Abgreifklemmen, USB-Kabel	Messgerät, Netzteil, Tastkopf (25 MHz), USB-Kabel, Messleitungen, Software, Tragetasche	Messgerät, 4 Tastköpfe (150 MHz), USB-Kabel, Netztkabel
Katalogpreis	ca. 150 € (Set)	ca. 310 € (Set)	ca. 150 €	ca. 310 €	ca. 405 €
notwendiges Zubehör	Netzteil, Speicherplatte, Touch-TFT, Gehäuse, 2 Tastköpfe (20 MHz)	Acrylglasgehäuse, Pro-Apps	–	–	–
Preis einsatzbereit	ca. 350 €	ca. 420 €	ca. 150 €	ca. 310 €	ca. 405 €
Displaygröße	7 Zoll	–	3 Zoll	3,5 Zoll	7 Zoll
Auflösung (Pixel)	800 × 480	–	400 × 240	320 × 240	800 × 480
Bedienelemente	Touchscreen	– (wird fernbedient)	4 Tasten, 2 Schiebe-/Tastschalter	28 Tasten	6 Drehknöpfe, 40 Tasten
automatische Messbereichswahl	–	✓	–	✓	✓
<b>Analoge Eingänge</b>	2	2	2	1	4
Spannungsbereich	–6,5 V bis +9,2 V	+/- 1 V	+/- 80 V	+/- 150V	+/- 150V
Isolierung/Erdung	–	–	–	✓	✓
Bandbreite	20 MHz <sup>1</sup>	50 MHz	10 MHz	25 MHz	50 MHz (optional: 100 MHz)
max. Abtastrate	20 MSa/s <sup>1</sup>	125 MSa/s	72 MSa/s	200 MSa/s	1 GSa/s
min. Timebase	1 µs/div	100 ns/div (Pro-App)	100 ns/div	10 ns/div	5 ns/div
Speichertiefe	12 kpts	App-abhängig	8 kpts	12 kpts	12 Mpts (optional: 20 Mpts)
max. Auflösung A/D-Wandler	8 Bit / 12 Bit	14 Bit	8 Bit	8 Bit	8 Bit / 12 Bit
Eingangs-/Triggerkopplung	DC	DC, AC	DC, AC	DC, AC	DC, AC
<b>Digitale Eingänge</b>	6	–	2	–	–
Abtastrate	40 MSa/s	–	72 MSa/s	–	–
Protokoll-Dekoder	UART, I <sup>2</sup> C, SPI, CAN	–	–	–	– (optional: UART, I <sup>2</sup> C, SPI)
<b>Signalgenerator-Ausgänge</b>	1	2	1	–	–
Bandbreite	50 kHz	50 MHz	20 kHz	–	–
Spannungsbereich	+/- 1,5 V	+/- 1 V	+/- 2,75 V	–	–
Auflösung D/A-Wandler	8 Bit	14 Bit	4 Bit	–	–
Signalformen (max. Nutzfrequenz)	Sinus (10 kHz), Rechteck (50 kHz), Dreieck (20 kHz)	Sinus (50 MHz), Rechteck (20 MHz), Dreieck (25 MHz)	Sinus, Rechteck (2 MHz), Sägezahn	–	–
Schnittstellen	Ethernet, 3x USB 2.0	Gigabit-Ethernet, USB-A Host, Micro-USB Client, I <sup>2</sup> C, SPI, UART	USB-Mini	USB-Mini	Ethernet, USB-A Host, USB-B Client
Besonderheiten	vollständig fernbedienbar (Bitscope Server), Anwendungen für PC und Mac verfügbar	gut geeignet für komplexe Signalverarbeitung, FPGA mit 80 DSP-Blöcken on board, Hersteller- und Community-Apps im Store	offengelegte Hardware-Plattform, alternative Firmwares	Integriertes Multimeter, FFT	mathematische Signalverarbeitung, FFT, SCPI-Support
Verhältnis Bandbreite, Messauflösung, Speicher	⊖⊖	⊖	⊕	⊕	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕	○	○	⊕	⊕
Bedienung	○	⊖	⊖⊖	⊕	⊕

<sup>1</sup> widersprüchliche Angabe, siehe Text

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut

○ zufriedenstellend

⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

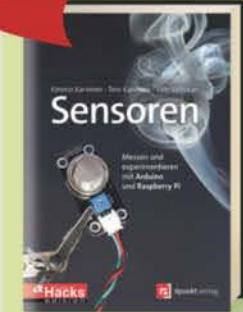
✓ vorhanden

– nicht vorhanden

# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

BEST-SELLER



Kimmo Karvinen, Tero Karvinen, Ville Valtokari

### Sensoren

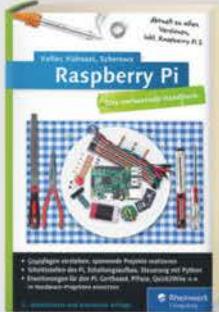
Sensoren sind Ihre Augen, Ohren, Nasen und Fingerspitzen, wenn es darum geht, die physikalische Welt zu erforschen und zu vermessen. Mit diesem Buch lernen Sie, einfache Geräte zu bauen, die alles Mögliche messen können.

Auch als eMagazin erhältlich!

ISBN 9783864901607

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

29,90 € >



Michael Kotler, Christoph Scherbeck, Charly Kühnast

### Raspberry Pi –

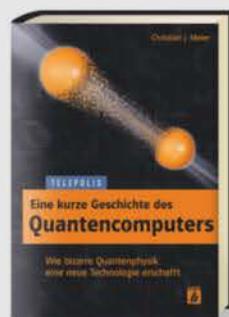
### Das umfassende Handbuch

Was der treue Roboter „Helferlein“ dem Daniel OÜsentrieb, 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 Bastuprojekten 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/telepols-quantencomputer](http://shop.heise.de/telepols-quantencomputer)

16,90 € >



Michael Fimkes

### 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/telepols](http://shop.heise.de/telepols)

18,95 € >



Ed Bott, Carl Siechert, Craig Stinson

### Windows 10 für Experten

Lernen Sie Windows 10 aus der Insidersicht kennen! Windows 10 für Experten enthält Hunderte von zeitsparenden Lösungen, Tipps und umfassendes Profi-Wissen. Geschrieben von einem Expertenteam, das von Insidern bei Microsoft unterstützt wurde, erklärt dieses Buch Windows 10 bis in die Tiefen des Betriebssystems.

ISBN 9783864903250

[shop.heise.de/windows10](http://shop.heise.de/windows10)

34,90 € >



Klaus Dembowski

### Die Computerwerkstatt

„Die Computerwerkstatt“ bietet fachkundiges Know-how für die Konfiguration, die Fehlersuche und die Erweiterung von unterschiedlichen Computersystemen. Dazu werden Vorgehensweisen nach dem Motto „Jetzt helfe ich mir selbst“ angeboten. Außerdem geht es um die sinnvolle Weiterverwendung ausgedienter Hardware.

ISBN 9783864902512

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

39,90 € >



Philip Caroli, Christian Caroli

### Arduino Handbuch

Internet der Dinge, Physical Computing – Umgebungseinflüsse sammeln, verarbeiten und darauf reagieren. Der Arduino™ ist prädestiniert dafür, egal ob digital oder analog. Erfahren Sie in diesem Buch alles, um den Arduino™ als Schaltzentrale in Ihren Projekten einzusetzen.

Auch als eMagazin erhältlich!

ISBN 9783645603164

[shop.heise.de/arduino-handbuch1](http://shop.heise.de/arduino-handbuch1)

34,95 € >



Christian Ratiat

### Multicopter selber bauen

Dieses Buch begleitet Sie bei der Entwicklung eigener Multicopter, gleich welche Bauform oder welche Flugsteuerung Sie verwenden und unabhängig vom Anwendungszweck. Es vermittelt alle wichtigen Grundlagen und gibt einen tiefen Einblick in die Technik.

Auch als eMagazin erhältlich!

ISBN 9783864902475

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

34,90 € >



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

# und Bastelfreaks!

## Nützliche Gadgets und Tools

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



### Raspberry Pi 2 Starterset

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

66,90 € >

[shop.heise.de/raspi2-set](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 € >

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



### 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 € >

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



### Badehandtuch Monkey Island

Der berühmte Knobel-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 € >



### Mini Quadro-kopter Rocket 65XS 3D

Der XciteRC Rocket 65XS ermöglicht selbst Einstiegen 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 € >



### 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 € >

## Exklusive Sonderhefte

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



### c't Auto Digital

Die Experten von c't und heise Autos berichten im Sonderheft „c't Auto Digital“ über die neuen Welten des Autofahrens. Sie haben Infotainment-Systeme getestet, Autos digital aufgerüstet und sind mit verschiedenen Autopiloten gefahren. Zudem wird erklärt wie Hacker moderne Auto fremdsteuern.

Auch als eMagazin erhältlich!

9,90 € >

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



### c't Testguide

Das Sonderheft enthält die wichtigsten Tests von Smartphones, Phablets, Tablets, Notebooks, Monitoren, PCs, PC-Zubehör, Drucker, Storage und Netzwerk-Hardware. Insgesamt hat die c't-Redaktion über 300 Geräte ausgewählt, die einer gründlichen Prüfung unterzogen wurden.

Auch als eMagazin erhältlich!

12,90 € >

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



### c't wissen Bloggen

Dieses Heft soll Ihnen Lust aufs Loslegen machen – denn ein Blog ist schnell angelegt. Die Artikel zeigen, was WordPress alles kann: Mit den richtigen Plug-ins locken Sie mehr Besucher an, richten ein Foto-Blog ein und schützen es vor Spammern und Trollen. Damit kein Anwalt Ihnen den Spaß verdirt, beantworten unsere FAQs die wichtigsten Rechtsfragen.

Auch als eMagazin erhältlich!

8,90 € >

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



### c't Special iPhone und iPad

Mit diesem Heft wollen wir Anregungen geben, was Sie mit den Geräten machen können – von Foto- und Videobearbeitung über Virtual Reality und aufwendige Spiele bis hin zu Office-Aufgaben ist (beinahe) alles möglich. Auf rund 50 Seiten empfehlen wir die passenden Apps. Jede Menge Tipps richten sich nicht nur an Ein- und Umsteiger, sondern auch an Fortgeschrittene.

Auch als eMagazin erhältlich!

9,90 € >

[shop.heise.de/ct-iphone2016](http://shop.heise.de/ct-iphone2016)

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



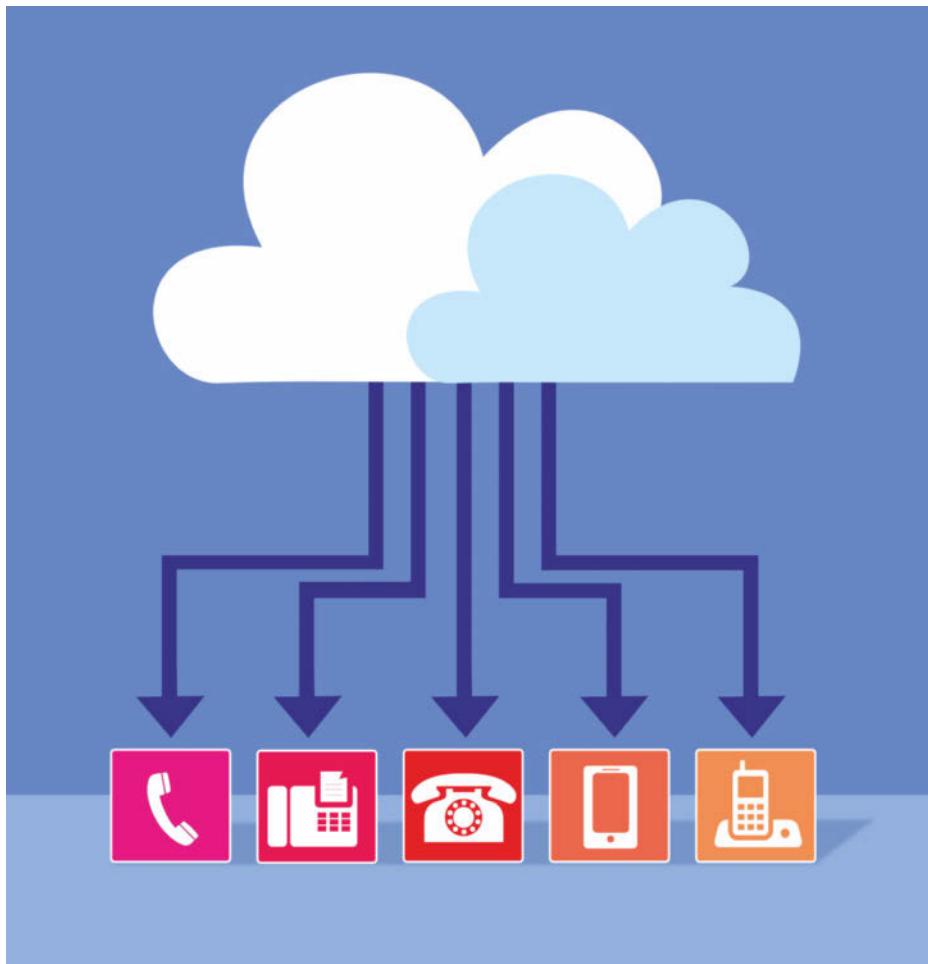
Bestellen Sie ganz einfach online unter [shop.heise.de](http://shop.heise.de) oder per E-Mail: [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)



heise shop

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





Urs Mansmann

# Cloud-Vermittlung

## Virtuelle Telefonanlagen als ISDN-Ersatz

**Bis 2018 wird die Telekom alle bestehenden ISDN-Anschlüsse kündigen. Das betrifft auch Geschäftskunden. Sie können die Kündigung als Anlass nehmen, auf eine virtuelle Telefonanlage umzusteigen. Damit sparen Sie Geld, gewinnen zusätzliche Funktionen und können Ihre alte ISDN-Hardware verschrotten.**

Die Kündigungswelle der Telekom rollt. Die ISDN-Technik wird bis 2018 komplett außer Betrieb genommen. Dabei geht die Telekom behutsam vor: Der zeitliche Vorlauf für die Kündigung beträgt mehrere Monate und wird von zahlreichen Anrufern des Callcenters flankiert, die Alternativen aufzeigen und dem Kunden klarmachen, dass die Kündigung ernst gemeint ist.

Zahlreiche Hersteller bieten unter dem Stichwort „virtuelle Telefonanlage“ oder „IP-Centrex“ Anlagen an, die nicht mehr beim Kunden vor Ort stehen, sondern als Cloud-Dienst im Netz bereithalten werden. Sie ersetzen die Telefonanlage im Haus. Der

Kunde nutzt nur noch IP-Telefone und verbindet diese direkt mit dem Internet. Die Konfiguration geschieht per Web-Interface. Mitarbeiter sind über ihre Durchwahl an ihrem Arbeitsplatz genauso erreichbar wie unterwegs im Auto, im Hotel, beim Kunden oder am Arbeitsplatz zu Hause. In der Tabelle auf Seite 130 haben wir einige Angebote aufgelistet, die für Ihre Kunden feste Preise machen. Alle aufgeführten Anbieter haben ihren Geschäftssitz in Deutschland und wenden das deutsche Datenschutzrecht an.

Eine solche Telefonanlage lohnt sich unter Umständen sogar für Selbstständige ohne weitere Mitarbeiter. Das umfangreiche An-

rufmanagement und die Möglichkeiten, Anruferleitungen, Ansagen und den Einsatz der Mailbox flexibel zu gestalten, sind auch für Einzelkämpfer sinnvolle Funktionen. Einige Anbieter, beispielsweise Inopla oder Teamfon, haben sogar professionelle Sprecher an der Hand, die individuell nach Kundenwunsch Ansagen aufsprechen können.

Die Telekom möchte ihre Kunden nicht verschrecken und bietet ihnen stattdessen erst einmal eine konservative Lösung zum Umstieg in die neue IP-Welt an: Ein VoIP-Router erlaubt den Anschluss analoger Geräte, an einem internen S<sub>0</sub>-Bus lassen sich vorhandene ISDN-Anlagen anschließen. Auch Anlagen mit mehreren S<sub>0</sub>- oder gar S<sub>2M</sub>-Anschlüssen mit jeweils 30 Sprachkanälen können Kunden ohne Änderung für IP-Telefonie fit machen. Beliebig große Durchwahlnummernblöcke lassen sich problemlos bereitstellen und verwalten. Für den Kunden ändert sich also nichts, außer dass der Splitter wegfällt und der Router auch noch die Telefonie übernimmt.

Eine solche ISDN-Anlage verursacht aber auch laufende Kosten für Wartung und Pflege. Muss man die Anlage erweitern, wird es problematisch, wenn Komponenten nicht mehr verfügbar sind. Ersatzteile, ISDN-Systemtelefone oder Erweiterungsmodulen sind – wenn sie überhaupt noch lieferbar sind – in absehbarer Zeit nicht mehr neu zu bekommen, alternde Anlagen werden auf längere Sicht unzuverlässig.

## Alles auf Breitband

Sobald die Telekom den Anschluss auf Voice over IP umgestellt hat, läuft jedes Gespräch zwangsläufig über den Breitbandanschluss. Dabei spielt es keine Rolle, ob sich die Anlage im Heimnetz oder im Internet befindet. Ist die Internet-Verbindung gestört, kann man auch nicht mehr telefonieren. Eine eigene VoIP-Telefonanlage im Haus bringt nur dann einen Gewinn an Zuverlässigkeit, wenn sie über eine Alternative verfügt, die einen Ausfall der Breitband-Anbindung kompensieren kann. Am besten sollte sie obendrein eine ausfallsichere Stromversorgung haben und redundant ausgelegt sein.

Falls Sie das Produkt eines bestimmten Herstellers einsetzen möchten, sollten Sie diesen kontaktieren und gezielt nach Service- und Vertriebspartnern vor Ort fragen. Viele IT-Systemhäuser, TK-Fachbetriebe oder auch Elektroinstallateure bieten ebenfalls virtuelle Telefonanlagen an. Über Partnermodelle beziehen sie meist Vorleistungen eines bestimmten Anbieters.

Die Kommunikation läuft bei IP-Centrex-Anbietern zumindest optional verschlüsselt. Das klingt sicher, ist es in der Praxis aber nicht. Mit SIPS (Session Initiation Protocol mit TLS, zur Kommunikation mit dem Server) und SRTP (Secure Real-Time Transport Protocol, zum Transport von Sprachdaten) werden Verbindungen zwar abhörsicher übertragen. Entschlüsselt werden sie dann allerdings bereits beim Anbieter. Selbst netzinterne Tele-

**1 Rufnummern**

\* Neue Rufnummern bestellen

	Einzelpreis / €	Gesamtpreis / €
Wünsche Sie fortlaufende Rufnummern? <input checked="" type="checkbox"/>	2,90 monatlich	34,80 monatlich
Wünschen Sie fortlaufende Rufnummern? <input type="checkbox"/>	10,00 einmalig	10,00 einmalig
Möchten Sie weitere Rufnummern reservieren? <input type="checkbox"/>	keine weiteren Rufnummern	0,00 einmalig

Bestehende Rufnummern portieren

**2 Optionen**

	Einzelpreis / €	Gesamtpreis / €	
Flatrate-Optionen	All-Net-Flatrate	9,90 monatlich	118,80 monatlich

**3 Hardware**

	Einzelpreis / €	Gesamtpreis / €	
IP-Endgeräte	 GIGASET DECT IP PRO	7,00 einmalig	852,00 einmalig
Anzahl IP-Endgeräte	12		

fonate, also zwischen unterschiedlichen Kunden des selben Netzbetreibers, dürfen nach gesetzlichen Vorgaben (Telekommunikationsüberwachungsverordnung, TKÜV) nicht verschlüsselt durchgereicht werden. Wer extern verschlüsselt kommunizieren will, muss das selbst in die Hand nehmen und beispielsweise ZRTP zum sicheren Schlüsselaustausch einsetzen. Telefonate in die noch bestehenden öffentlichen Telefonnetze können ohne hin nicht verschlüsselt werden.

## Umstellung auf IP

Wer von ISDN auf IP-Telefone und -Anlagen umsteigt, gewinnt vor allem die Freiheit, seine Telefone einzusetzen zu können, wo immer es passt. IP-Telefone lassen sich in einem bestehenden LAN problemlos nachrüsten. Meist ist ein 2-Port-Switch in das Gerät integriert, sodass es sich in eine bestehende Verbindung für den Bürorechner einschleifen lässt, ohne dass die Belegung einer weiteren Buchse oder die Anschaffung eines Switch nötig wären. Erfolgt die Stromversorgung des Telefons per Power over Ethernet (PoE), entfällt ein zusätzliches Netzteil am Schreibtisch. Statt WLAN kommt für schnurlose VoIP-Telefone meistens eher DECT zum Einsatz. Diese Übertragungstechnik ist für den Transport von Sprache und einen möglichst geringen Energieverbrauch optimiert. DECT-Geräte lassen sich auch in großer Zahl auf engem Raum einsetzen, ohne sich gegenseitig zu stören.

IP-Telefone beherrschen HD-Voice-Standards wie G.722 oder iLBC, die durch eine Audio-Bandbreite von 7 kHz eine deutlich

höhere Tonqualität ermöglichen als ISDN mit dem Standard-Codec G.711. Pro Telefonat muss man lediglich eine Datenrate von 100 kBit/s jeweils in Sende- und Empfangsrichtung bereitstellen. Die erforderliche Bandbreite ist im Vergleich zur verfügbaren Kapazität moderner LANs und Breitbandanbindungen so gering, dass die Sprachverbin-

**IP-Centrex-Angebote sind meistens einfach strukturiert und modular aufgebaut.**

dungen in der Regel ohne zusätzliche Maßnahmen wie Priorisierung der VoIP-Datenpakete störungsfrei laufen.

IP-Telefone sind in vielen Preis- und Leistungsklassen von knapp 100 bis zu mehreren 100 Euro erhältlich. Viele Modelle sind modular aufgebaut und lassen sich durch zusätzliche Kurzwahl-Module oder Anzeigefelder erweitern. Wer auf eine virtuelle Telefonanlage umstellen will, sollte sich aber auf jeden Fall zuerst für einen Anlagenanbieter entscheiden und prüfen, welche Telefone dieser empfiehlt. Zwar kann man grundsätzlich jedes IP-Telefon mit jeder Cloud-Anlage nutzen, der volle Funktionsumfang steht aber in vielen Fällen nur mit den Geräten bestimmter Hersteller zur Verfügung.

Die Hersteller von ISDN-Anlagen spüren diesen Trend schon länger. Beim Traditionshersteller Auerswald beispielsweise verschiebt sich das Gewicht immer mehr weg von herkömmlichen Anlagen hin zu IP-Telefonen, die sich mit Telefonanlagen vor Ort (PBX) genauso einsetzen lassen wie mit einer virtuellen Telefonanlage im Internet.

Bei virtuellen Telefonanlagen kann man auf herkömmliche Telefone auch komplett verzichten. Alle IP-Centrex-Anbieter haben auch ein Softphone im Angebot, das außer der Telefonie oft auch Video-Verbindungen und Kollaborationsfunktionen wie Desktop-Sharing beherrscht. Das Softphone kommt entweder als PC-Programm oder als Browser-Anwendung.

Eine weitere Alternative ist das Smartphone, das sich per App oder SIP-Client in eine Nebenstelle umwandeln lässt. Damit lassen sich Anrufe an die Geschäftsdurchwahl auch unterwegs entgegennehmen. Die Verwendung des SIP-Clients hat allerdings den Nachteil, dass es UMTS, LTE oder WLAN

## Faxen ohne Probleme

Die meisten Unternehmen haben beim Umstieg auf Internet-Telefonie ein ganz bodenständiges Problem: ihr Faxgerät. Das lässt sich nämlich an VoIP-Anschlüssen nicht mehr ohne Weiteres betreiben. Die IP-Centrex-Anbieter bieten hier verschiedene Lösungen an, die sich für ausgehende Faxe auch miteinander kombinieren lassen.

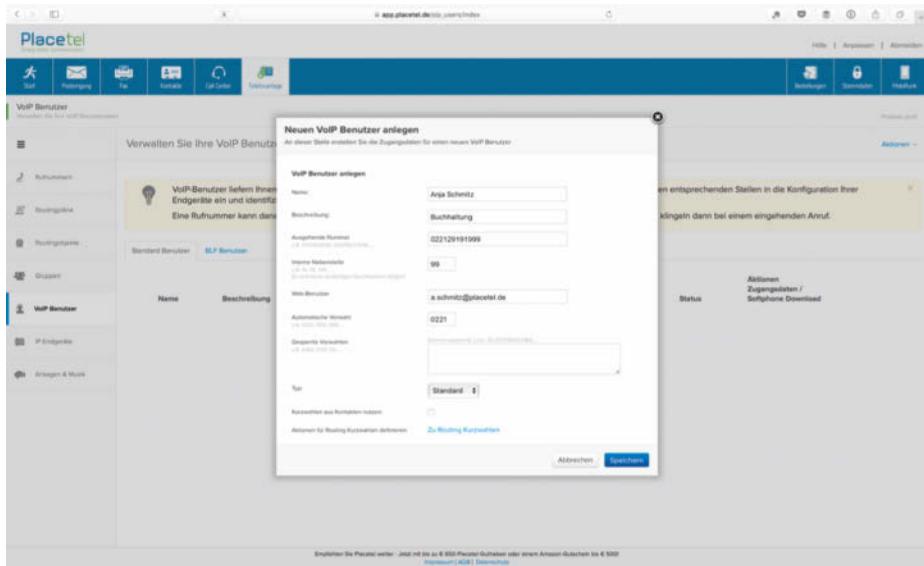
Für den Kunden am einfachsten ist die Anbindung per **T.38**. Wenn der Anbieter dieses Verfahren beherrscht, wird das Faxgerät über einen Analog-Adapter angebunden und kann wie gewohnt benutzt werden. Das T.38-Protokoll stellt anders als G.711 sicher, dass bei der Datenübertragung keine Ausfälle auftreten.

Eine komfortable Alternative für eingehende Faxe ist ein **Fax2Mail-Gateway**. Eingehende Faxe werden in ein PDF gepackt und per E-Mail zugestellt. Anders als bei einem herkömmlichen Fax erfolgt die Ver-

teilung papierlos. Für jeden Mitarbeiter kann auf Wunsch eine eigene Faxnummer vergeben werden.

Der Versand über ein **Mail2Fax-Gateway** ist hingegen deutlich unkomfortabler als über ein herkömmliches Faxgerät, weil ein zusätzlicher Arbeitsschritt erforderlich ist. Zunächst einmal muss der Anwender die Vorlage einscannen oder ausdrucken und ein PDF daraus erstellen. Das muss er einer E-Mail anheften und diese an das Gateway versenden. Die Faxnummer wird im Betreff oder im Text der E-Mail angegeben.

Eine weitere Variante zum Faxversand ist das **E-Fax**. Das ist in der Regel ein Druckertreiber, der den direkten Versand über ein API ermöglicht. Für digitale Vorlagen, die lediglich ausgedruckt werden müssen, ist das ganz praktisch, für Papiervorlagen ist wie beim Mail2Fax-Gateway ein zusätzlicher Arbeitsschritt zum Einscannen erforderlich.



Eine neue Nebenstelle lässt sich in virtuellen Anlagen mit wenigen Mausklicks anlegen.

mit zumindest ausreichender Verbindungsqualität benötigt. Eng werden könnte es in Zügen oder in ländlichen Gegenden ohne UMTS- und LTE-Netze. Hier sollte man stattdessen eine Weiterleitung kommender Anrufe an die Mobilfunknummer vornehmen. Das ist zwar teurer, weil Mobilfunkkosten anfallen, aber auch zuverlässiger als die Nutzung von SIP per mobilem Internet. Sipgate ist einer der wenigen virtuellen Mobilfunkbe-

treiber (MVNO) in Deutschland und bietet VoIP, eine virtuelle Telefonanlage und damit verknüpfte SIM-Karten aus einer Hand.

### Flexibilität ohne Ende

Anders als die alteingesessenen Firmen binden IP-Centrex-Anbieter den Kunden nicht mit langen Vertragslaufzeiten. Üblich ist eine Kündigungsfrist von einem Monat aufs Mo-

natsende, nicht die zwei Jahre oder mehr aus dem klassischen Festnetz- oder Mobilfunkgeschäft. Die am Markt für virtuelle Telefonanlagen aktiven Firmen stammen überwiegend nicht aus dem klassischen Telekommunikationsgeschäft, sondern aus dem Software-Entwicklungs- und -Projektgeschäft. Dadurch werden die Karten am Markt neu gemischt.

Die großen Telefongesellschaften haben diesen Markt bislang stiefmütterlich behandelt. Die Telekom und Telefónica haben keine eigenen Produkte und bedienen sich bei virtuellen Telefonanlagen Vorleistungen des Anbieters Nfon. Vodafone hatte sein Angebot vorübergehend eingestellt und erst zur diesjährigen CeBIT einen Neustart verkündet.

Der Wettbewerb läuft in diesem Markt nicht so sehr über die Kosten. Diese werden üblicherweise pro Nebenstelle abgerechnet, zuzüglich einer Festnetz- oder Allnet-Flatrate. Selbst mit einer Flatrate in alle Netze bleiben die Kosten in den meisten Fällen unter 20 Euro pro Nebenstelle und Monat. Das heißt aber nicht, dass nicht einzelne Angebote deutlich teurer wären als die der Konkurrenz. Eher teuer sind im Vergleich die großen Telefongesellschaften wie Telekom, Vodafone oder O2 und die Marktführer im IP-Centrex-Geschäft wie Nfon. Günstiger sind die kleineren Unternehmen, die von der Leistung her hinter den großen Angeboten aber nicht zurückstehen. Für den professionellen Einsatz treten die Anschluss- und Verbindungspreise gegenüber den Kosten für Einrichtung, Betrieb und Wartung aber oft in den Hintergrund.

## VoIP-Telefonanlagen in der Cloud (Auswahl)

Anbieter	Fonial	Inopla	Mango Office	Nfon	Placetel
Produkt	Plus	virtuTEL	Virtuelle Telefonanlage	Business	Profi
URL	www.fonial.de	www.inopla.de	www.mango-office.com	www.nfon.de	www.placetel.de
<b>Leistungsumfang (Herstellerangaben)</b>					
optionale Sprachverschlüsselung	– (SIPS/SRTP geplant)	SIPS/SRTP	SIPS/SRTP	SIPS/SRTP	SIPS/SRTP
Zahl der Nebenstellen	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt
Zahl der Durchwahlnummern	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	>1000	unbegrenzt
Endgeräte je Nebenstelle	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	5	40
Ortsnetzrufnummern	alle Ortsnetze	alle Ortsnetze	alle Ortsnetze	alle Ortsnetze	alle Ortsnetze
weitere Rufnummern	(Service-Rufnummern, Ausland geplant)	Service-Rufnummern, aus 80 Ländern, weitere	Service-Rufnummern, aus 80 Ländern	Service-Rufnummern, aus >50 Ländern	0800, aus 40 Ländern
Fax	E-Fax, Fax2Mail, Mail2Fax	Fax2Mail, Mail2Fax, T.38	E-Fax, Fax2Mail, Mail2Fax	E-Fax, Fax2Mail, T.38, CAPI <sup>2</sup>	E-Fax, Fax2Mail, Mail2Fax, T.38
Telefonkonferenzen, max. Teilnehmer	unbegrenzt	unbegrenzt	16	unbegrenzt	40
<b>Kosten (inklusive Mehrwertsteuer)</b>					
pro Nebenstelle/Nutzer	3,45 €/Monat	4,17 bis 7,53 €/Monat gestaffelt	7,50 bis 16,66 €/Monat nach Leistungsumfang	10,47 €/Monat	3,45 €/Monat
Flatrate Festnetz	4,76 €/Monat und Nebenstelle	4,64 €/Monat und Nebenstelle	– (nur Minutenpakete)	5,83 €/Monat und Nebenstelle	5,83 €/Monat und Nebenstelle
Flatrate Allnet	11,78 €/Monat und Nebenstelle	11,78 €/Monat und Nebenstelle	– (nur Minutenpakete)	14,16 €/Monat und Nebenstelle <sup>3</sup>	11,78 €/Monat und Nebenstelle
Deutschland Festnetz/Mobilfunk	1,2/11,9 Cent/Min.	1,3/11,8 Cent/Min.	1 bis 2/10,7 bis 21,4 Cent/Min.	1,3/14,2 Cent/Min.	1,2/11,8 Cent/Min.
Schweiz/Österreich/USA Festnetz	2,4/2,4/2,4 Cent/Min.	2,9/2,3/5 Cent/Min.	2,3/2,3/2,3 Cent/Min.	2,3/2,3/2,3 Cent/Min.	2,9/2,3/2,3 Cent/Min.
Schweiz/Österreich mobil Vertragslaufzeit/Kündigungsfrist	39,3/25 Cent/Min. keine/1 Monat	24,9/14,9 Cent/Min. keine	40/17,7 Cent/Min. keine	65,5/24,9 Cent/Min. keine/1 Monat	40/25,7 Cent/Min. keine/1 Monat
kostenlose Testvariante	1 Monat	Demo-Zugang mit 500 Freiminuten	– (geplant)	30 Tage	3 Nebenstellen
Einrichtungsgebühr	kostenlos	58,31 € (inklusive Rufnummern)	kostenlos	41,65 € / Nebenstelle	kostenlos
Grundgebühr pro Anschluss	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos

<sup>1</sup> für ADSL- und VoIP-Anschluss Deutschland/LAN IP Voice/Data

<sup>2</sup> aufpreispflichtige Option

<sup>3</sup> inklusive Auslands-Flatrate für Zone 1

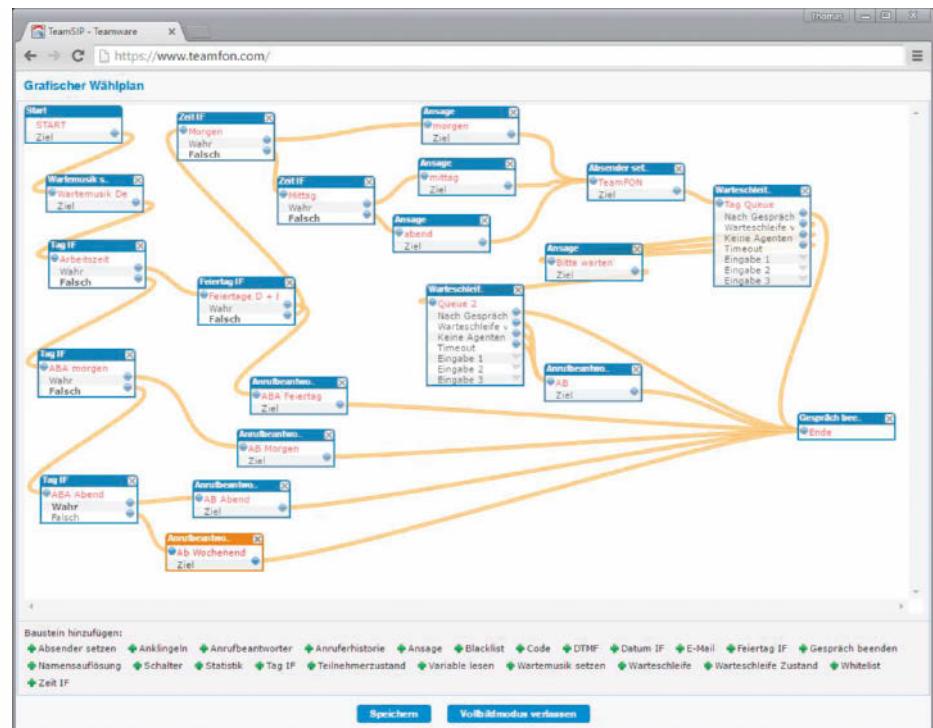
<sup>4</sup> Plus-Paket für 4,52 € je Nebenstelle erforderlich

## Mit einer grafischen Oberfläche kann man bei Bedarf auch komplizierte Wählpläne erstellen.

Die Konfiguration der virtuellen Anlagen läuft über ein Web-Frontend. Solch eine Anlage wächst nicht nur mit, sondern kann bei Bedarf auch schrumpfen. Für Firmen, die schnell auf eine veränderte Auftragslage reagieren müssen oder im Saisongeschäft tätig sind, ist das ideal. Sie können Nebenstellen hinzubuchen oder wieder löschen, wie es gerade nötig ist. Anders als bei herkömmlichen Anlagen gibt es keine Ausbaugrenzen und ist keine zusätzliche Hardware erforderlich, abgesehen von den Telefonen für die Mitarbeiter. Eine virtuelle Anlage mit 3 Teilnehmern lässt sich genauso konfigurieren wie eine mit 30 oder mit 300.

## Umfangreiche Leistungen

Die Funktionslisten von IP-Centrex-Anbietern sind lang. Fast alle Anbieter listen hier 150 Punkte auf; dabei gehen sie aber kreativ vor und zählen Grundleistungen wie Service-Rufnummern oder Funktionen der PC-VoIP-Clients mit. Alle Anbieter beherrschen die Grundfunktionen zum Anruf-Handling, wie sie von konventionellen ISDN-Anlagen bekannt sind, etwa Rufweiterleitung, Rufübernahmen, Nachschaltungen, Gruppenrufe oder Besetztlampenfelder. Einige Features



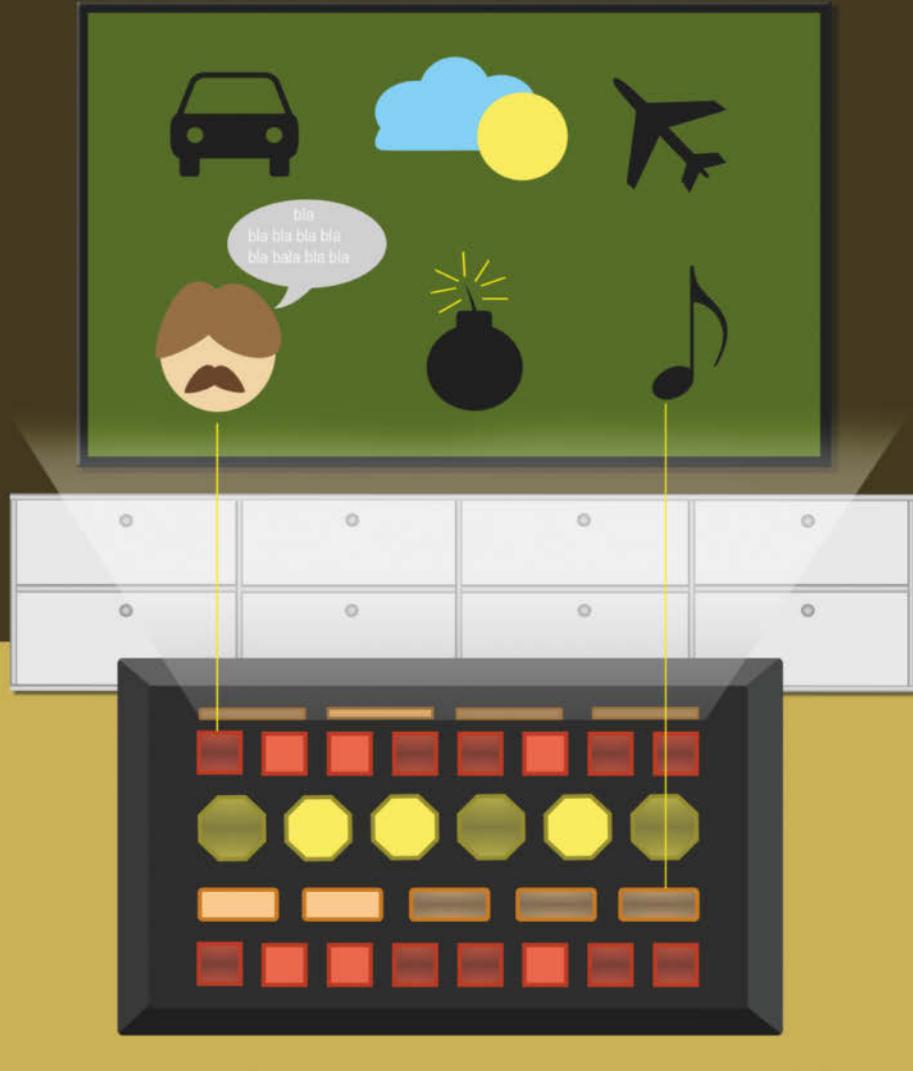
bieten einfache Lösungen für komplexe Problemstellungen. Placetel hat beispielsweise eine sogenannte Hunt-Gruppe: Hier wird ein eingehender Anruf stets an den Mitarbeiter weitergeleitet, der am längsten keinen Anruf geführt hat. Mit den Möglichkeiten der Web-

Oberfläche lassen sich auch komplexe Abläufe übersichtlich strukturieren und programmieren sowie Sonderwünsche einzelner Mitarbeiter berücksichtigen. Hier können IP-Centrex-Anlagen gegenüber älteren ISDN-Anlagen punkten.  
(uma@ct.de)

Sipgate	Teamfon	Telekom	Vionetworks	Vodafone	Wirecloud
sipgate team www.sipgate.de	TeamSIP Centrex www.teamfon.de	DeutschlandLAN Nfon <a href="http://cloud.telekom.de/software/deutschlandlan-nfon/">http://cloud.telekom.de/software/deutschlandlan-nfon/</a>	vio:pbx <a href="http://www.vionetworks.de">www.vionetworks.de</a>	One Net Business <a href="http://www.vodafone.de/onenetbusiness">www.vodafone.de/onenetbusiness</a>	Pro <a href="http://www.wirecloud.de">www.wirecloud.de</a>
–	SIPS/SRTP	SIPS/SRTP	SIPS/SRTP	SIPS/SRTP	SIPS/SRTP, ZRTP
3 bis 750	unbegrenzt	unbegrenzt	3 bis 1000	bis 30 000	bis 5000
10 000	unbegrenzt	unbegrenzt	unbegrenzt	bis 100 000	bis 5000
2 VoIP, 1 SIM, externe Geräte alle Ortsnetze Mobilfunk, aus 34 Ländern	5 alle Ortsnetze 0800, UAC (externe SIP-Trunks)	3 alle Ortsnetze aus 74 Ländern	5 alle Ortsnetze aus 74 Ländern	4 (VoIP, Smartphone, Tablet, PC) alle Ortsnetze Service-Rufnummern	1 alle Ortsnetze Service-Rufnummern, aus 60 Ländern
E-Fax 3 (50 geplant)	Fax2Mail, Mail2Fax, T.38 unbegrenzt	E-Fax, Fax2Mail, T.38 unbegrenzt	E-Fax, Fax2Mail, T.38 30	E-Fax, Fax2Mail, G.711 6 (30 geplant)	E-Fax, Fax2Mail, T.38 unbegrenzt
2 bis 6,65 €/Monat gestaffelt	7,02 bis 8,21 €/Monat gestaffelt	7,08 €/Monat	5,81 bis 7,74 €/Monat gestaffelt	8,27 oder 15,41 €/Monat nach Leistungsumfang	2,98 €/Monat
– 5,20 bis 10 €/Monat und Nebenstelle, gestaffelt	5,83 €/Monat und Nebenstelle –	–	4,76 €/Monat und Nebenstelle 11,90 €/Monat und Nebenstelle	11,84 €/Monat und Sprachkanal 28,50 €/Monat und Sprachkanal	4,75 €/Monat und Nebenstelle 11,89 €/Monat und Nebenstelle
1/12,9 Cent/Min.	1,7/15,4 Cent/Min.	2,9/16,5 Cent/Min.	1,2/10,7 Cent/Min.	2,3/16,1 bis 18,45 Cent/Min.	1,1/10,6 Cent/Min.
2,4/2,4/1,9 Cent/Min.	3,5/3,5/3,5 Cent/Min.	3,5/3,5/3,5	1,8/2,3/1,9 Cent/Min.	5,5/5,4/9 Cent/Min.	2,3/2,3/2,3 Cent/Min.
14,9/14,9 Cent/Min. 1 Monat/1 Tag	30,9/30,9 Cent/Min. keine/4 Wochen	38/38 1 Monat/6 Tage	22,6/16,6/ Cent/Min. keine/30 Tage	35,2/34,8 Cent/Min. 24 bis 60 Monate/4 Wochen	33,2/22,5 Cent/Min. keine/1 Monat
30 Tage kostenlos	1 Monat 82,11 bis 284,41 € / Anschluss gestaffelt	–	14 Tage 23,80 € / Nebenstelle	– 35,64 € / Nebenstelle <sup>5</sup>	3 Nebenstellen kostenlos
kostenlos	kostenlos	17,85 € / Nebenstelle, 59,95 € / Anschluss <sup>1</sup>	kostenlos	kostenlos	kostenlos

<sup>5</sup> entfällt ab einer Vertragslaufzeit von 36 Monaten

– nicht vorhanden



Nico Jurran

# Neue Töne im TV

## Audio-Codecs für das Fernsehen der Zukunft

**Die nächste Generation des Fernsehens soll nicht nur ultrahochauflöste Bilder mit gesteigertem Kontrast bieten, sondern auch ein wesentlich besseres Hörerlebnis, als bislang vom Digital-TV bekannt.**

Leistet man derzeit von aktuellen Entwicklungen bei Audio-Kompressionsverfahren, geht es in der Regel um die Surround-Formate Auro-3D, Dolby Atmos und DTS:X. Bei denen kommen Töne nicht nur aus Lautsprechern auf Ohrhöhe, sondern auch aus Boxen an oder knapp unter der Decke. Da liegt der Gedanke nahe, dass diese auch als mögliche Audio-Codecs für kommende Digital-TV-Standards in Betracht kommen. So diskutiert das Advanced Television Systems Committee (ATSC) als zuständige US-Organisation derzeit über den kommenden Standard „ATSC 3.0“.

Tatsächlich stehen mit „Dolby AC-4“ und „MPEG-H Audio“ zwei Audio-Codecs im

Wettbewerb, von denen außerhalb der Fernsehbranche bislang kaum jemand gehört hat. Das hat einen guten Grund: Sie sind bereits die nächste Generation der Audio-Codecs – und werten im Unterschied zu Dolby Atmos & Co. nicht nur Heimkino-Sound auf, sondern machen auch das gewöhnliche Fernsehgucken angenehmer.

Bei Auro-3D, Atmos und DTS:X war noch Abwärtskompatibilität wichtig: Schließlich werden die Formate auf Blu-ray Disc und von Videostreaming-Diensten genutzt, die bereits vor dem Start der 3D-Tonformate auf dem Markt waren. Für ATSC 3.0 wird man aufgrund weiteren Neuerungen im Videobereich wie HDR aber sowieso neue Settop-Boxen benötigen. Bei Dolby AC-4 und MPEG-H entfallen somit die Fesseln der Abwärtskompatibilität.

Die Codecs könnten so von Grund auf neu entwickelt werden. Das bedeutet allerdings nicht, dass sich die Entwickler keine Gedanken darüber gemacht haben, wie sich etwa aktuelle Geräte weiterverwenden lassen. Wer gerade erst in einen Dolby-Atmos-fähigen AV-

Receiver investiert hat, soll nicht den Eindruck bekommen, der niegelnagelneue Surround-Verstärker sei schon wieder obsolet.

### Neustart

Welchen Standard die ATSC auswählt, ist nicht nur für den US-Markt relevant: Die Entscheidung ist ein Signal an alle Gremien, die TV-Standards festlegen. Das betrifft auch die Spezifikation der nächsten Generation des europäischen Digital-TV-Standards DVB (Digital Video Broadcasting).

Das liegt zum einen daran, dass Fernsehsender immer stärker auf internationaler Ebene agieren: Heute ist es ganz normal, dass Großveranstaltungen live in die ganze Welt übertragen werden. Da erleichtern länderübergreifende Standards die Weitergabe und Verarbeitung von Signalen deutlich. Zum anderen nähern sich die klassische TV-Übertragung und das Videostreaming bezüglich der verwendeten Audio/Video-Codecs immer stärker an. Welche Formate Fernseher und



Settop-Boxen dekodieren können, gewinnt daher zunehmend an Bedeutung.

## Die Kontrahenten

Die beteiligten Entwicklerfirmen sind keine Unbekannten: Das durch seine Kinoton-Verfahren bekannt gewordene Unternehmen Dolby ist auch eine Größe im Wohnzimmer: „Dolby Digital“ alias AC-3 war und ist der Audiostandard beim US-amerikanischen Digitalfernsehen. In Deutschland werden praktisch alle HDTV-Sendungen mit Dolby-Digital-Ton ausgestrahlt. Die meisten VoD-Dienste nutzen Dolby Digital oder die effizientere Variante „Dolby Digital Plus“ (E-AC-3).

Hinter MPEG-H Audio (teilweise „MPEG-H 3D Audio“ genannt) steht die „MPEG-H Audio Alliance“. Sie setzt sich aus dem Fraunhofer IIS, Technicolor und dem Chipsetsteller Qualcomm zusammen. MPEG kennen viele Nutzer beim Digital-TV vor allem von Videokompressionsverfahren wie MPEG-2 der MPEG-4 AVC alias H.264. MPEG ist aber auch beim Ton sehr aktiv: MPEG-1 Audio Layer 2 (MP2) ist der Standard für Stereoton bei der Digital-TV-Übertragung in Standardauflösung; der Nachfolger MPEG-4 High Efficiency Advanced Audio Coding (HE-AAC) wird weltweit für Digitalradio- und (Mobile-)TV-Übertragungen sowie von Streaming-Diensten genutzt – auch als Mehrkanalton-Verfahren.

## Flexiblere Übertragung

Während bisherige Broadcasting-Codecs ausschließlich kanalbasiert arbeiten, können Dolby AC-4 und MPEG-H auch Audio-Objekte

enthalten, die ein passender Decoder im Fernseher oder in der Settop-Box der Zukunft bei der Wiedergabe in Echtzeit auf die Lautsprecher verteilt. Das kennt man bereits von Dolby Atmos und DTS:X, wo als Objekte gespeicherte Töne über verschiedene Setups von unterschiedlich platzierten Höhenlautsprechern wiedergegeben werden können.

MPEG-H kann darüber hinaus sogenannte Ambisonics höherer Ordnung (Higher Order Ambisonics, HOA) transportieren. Der Ambisonics-Ansatz entstand aus der Idee, ein Mikrofon für die Aufzeichnung dreidimensional gerichteter Schallereignisse zu entwickeln. Die Grundversion überträgt den Schalldruck und seine Geschwindigkeit in Bezug auf drei Achsen (X,Y und Z). Verfahren wie die Wellenfeldsynthese oder HOA synthetisieren Schallfelder mit steuerbaren physikalischen Eigenschaften in einem ausgedehnten Bereich. Der Ansatz hat den Vorteil, dass sich Töne für jede beliebige Lautsprecherposition berechnen lassen. Inzwischen sind die nötigen Decoder auf Software-Basis implementierbar; bis heute blieb der kommerzielle Erfolg des Systems jedoch aus.

Größte Bedeutung dürfte bei künftigen Fernsehübertragungen einer Mischung aus kanalbasiertem Klangbett (Bed) oder HOAs und Audio-Objekten zukommen: Der Audio-Datenstrom zu einer Sportübertragung bestünde beispielsweise aus einem 5.1-Mix mit den Geräuschen aus dem Stadium als Bed und der Kommentator-Spur als separates Objekt.

## Bessere Kontrolle

Diese Aufteilung hat gegenüber bisherigen Verfahren für den Zuschauer den großen Vor-

Dolby zeigte auf der CES im Januar AC-4-Decoder-Prototypen von ST Microelectronic, Sigma Designs und Broadcom (von links).

teil, dass sich die Lautstärken der Teile unabhängig voneinander regeln lassen. Der Spielkommentar lässt sich komplett abschalten, leiser oder lauter stellen. Nicht nur Zuschauer mit Hörproblemen dürften das schätzen.

Laut Dolby klappt das mit AC-4 sogar bei alten Aufnahmen, auf denen der Kommentar nicht separat vorliegt. Möglicher machen soll dies ein Algorithmus im Encoder, der Sprachanteile erkennt und – ähnlich einigen Karaoke-Anlagen – herausfiltert, um einen Klangteppich und eine Sprachspur zu erstellen. Das kommt nicht nur den Zuschauern entgegen, sondern auch den TV-Sendern, die nicht ihre gesamte Produktionstechnik auf einen Schlag auf das neue Format umstellen können.

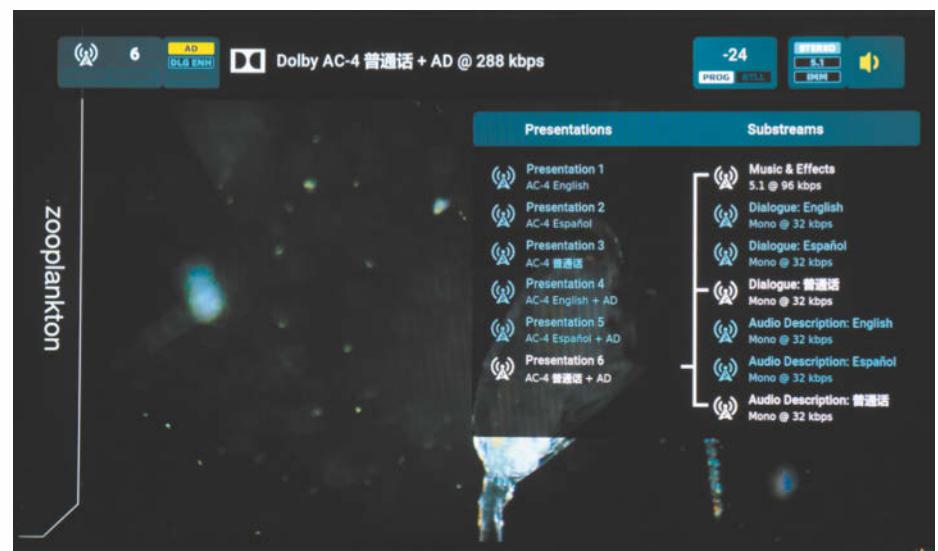
Bei einer Technik-Demo demonstrierten Vertreter der MPEG-H Audio Alliance, dass sich der objektorientierte Ansatz auch nutzen lässt, um eine ganze Reihe von Elementen einzeln zu kodieren – bei einem Football-Spiel beispielsweise die Anfeuerungsrufe der Cheerleader oder Rufe der Trainer. Der Zuschauer könnte sich dann alles nach eigenem Geschmack selbst zusammischen.

Allerdings zeigen Erfahrungen aus dem Bereich des interaktiven Fernsehens, dass viele Zuschauer solche Ansätze eher als Spielerei betrachten oder sich von den Möglichkeiten schlicht überfordert fühlen. Am ehesten hätte wohl ein Ansatz eine Chance, bei dem der Sender eine Reihe von sinnvollen Abmischungen vorgibt und diese den Zuschauern als Presets im Datenstrom mitliefert.

Audio-Objekte müssen bei AC-4 und MPEG-H nicht fest an einer Stelle bleiben, sondern können bei der Wiedergabe nach Willen der Filmemacher auch von einem Lautsprecher



Bei 3D-Klangaufnahmen nach dem HOA-Verfahren kommen Mikrofon-Arrays wie das Eigenmike von MH Acoustics zum Einsatz.



Das Audioformat AC-4 kann mehrere sogenannte „Präsentationen“ parallel übertragen, die beispielsweise verschiedene Sprachfassungen enthalten. In jedem können wiederum verschiedene Substreams unterkommen, die sich einzeln anwählen lassen.

zum anderen wandern. So lassen sich etwa Überflug-Effekte realisieren. Dies kennt man von Dolby Atmos und DTS:X. Tatsächlich verspricht Dolby Settop-Boxen mit AC-4-Decoder, die einen Atmos-kompatiblen Datenstrom ausgeben, damit sich aktuelle AV-Receiver für das Heimkino-Format weiterhin verwenden lassen.

## Effiziente Kodierung

Während auf Blu-ray Disc ganz selbstverständlich verlustfreie Kompressionsformate mit einem Datendurchsatz von 4 MBit/s und höher zum Einsatz kommen, ist beim Fernsehen und Streaming weiterhin eine niedrige Bitrate wichtig. Beide Lager betonen daher vorrangig die enorme Effizienz ihrer Codecs.

AC-4 erreicht diese laut Dolby unter anderem durch zwei getrennte MDCT-Algorithmen (modifizierte diskrete Kosinus-Transformation) für allgemeine Audiosignale und für Sprache. Zwischen denen kann der Encoder nahtlos wechseln, wenn sich die Art des Quellmaterials ändert. Stereo-Aufnahmen sollen sich so in AC-4 in guter Qualität mit 40 kBit/s und in „exzellenter Qualität“ mit 64 kBit/s übertragen lassen, für 5.1-Ton sollen 96 beziehungsweise 160 kBit/s reichen. Zum Vergleich: TV-Sender strahlen 5.1-Ton in Dolby Digital mit bis zu 448 kBit/s aus, VoD-Dienste in Dolby Digital Plus meist mit 384 kBit/s.

MPEG-H setzt auf eine Weiterentwicklung von MPEG-4 High Efficiency Advanced Audio Coding (HE-AAC), das bereits 5.1-Ton mit 160 kBit/s in ordentlicher Qualität überträgt. Mit MPEG-D Part 3 wurde bereits vor einigen Jahren eine „MPEG Unified Speech and Audio Coding (USAC)“ genannte Lösung entwickelt, um einen Mix aus Geräuschen und Sprache in brauchbarer Qualität mit sehr niedrigen Datenraten zu kodieren. MPEG-H Audio will bei gleicher Klangqualität mit der halben Bitrate von AC-3 auskommen.

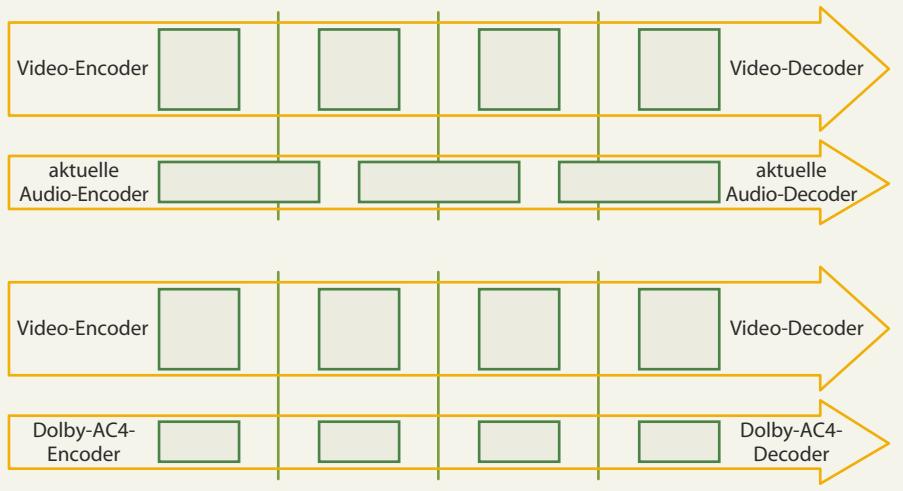
Die Aufteilung in Klangbett und Objekte sorgt für weitere Bandbreiten-Einsparungen – etwa bei internationalen Sportsendern, die Veranstaltungen mit Kommentaren in verschiedenen Sprachen ausstrahlen möchten. Hier würde die Grund-Abmischung mit dem Stadion-Ton nur einmal übertragen; Kommentar-Spuren liefert der Sender kompakt einzeln als Mono-Spuren in Substreams aus.

Wie viel Daten diese Herangehensweise im Vergleich zum aktuellen Verfahren spart, zeigt eine Beispielrechnung von Dolby, bei der davon ausgegangen wird, dass eine einzelne AC-4-kodierte 5.1-Tonspur eine Datenrate von 144 kBit/s beansprucht. Für die Übertragung von vier Sprachversionen (einmal ohne Kommentar, dreimal in verschiedenen Sprachen) mit jeweils sechs Kanälen würden somit insgesamt 576 kBit/s anfallen.

Beim Substream-Verfahren würde nur der kommentarlose 5.1-Grund-Mix mit 144 kBit/s übertragen, die drei Kommentare lägen als monoaurale Audio-Objekte mit einer Bitrate von jeweils nur 40 kBit/s vor (was laut Dolby für exzellente Qualität ausreicht). Die Gesamtdatenrate läge somit bei nur 264 kBit/s (144

## Audio Video Frame Alignment

Da aktuell Audio-Encoder getrennt von Video-Encodern arbeiten, haben Audio- und Video-Frames nicht dieselbe Länge. Wird ein Video geschnitten, kann es daher zu Bild-Ton-Asynchronitäten kommen. AC-4-Encoder sorgen dafür, dass die Audio-Frames dieselbe Länge haben wie die Video-Frames (unten).



kBit/s + 3 × 40 kBit/s) – eine Ersparnis von 54 Prozent gegenüber der konventionellen Methode, und das ohne klangliche Einbußen.

## Optimierte Wiedergabe

Die Entwickler beider Codecs versprechen, dass der Zuhörer bei der Wiedergabe stets die bestmögliche Klangqualität erhält – unabhängig davon, ob er den Fernsehton über ein TV-Gerät, einen Kopfhörer, eine Soundbar oder eine ausgewachsene Heimkino-Anlage ausgibt. Auch an die Wiedergabe über Mobilgeräte wurde gedacht, auf denen Video-on-Demand-Angebote oft genutzt werden.

Die Optimierung des Klangs für verschiedene Gerätetypen machen Metadaten möglich, die zusammen mit den Audioinhalten übertragen werden. Die Zusatzinformationen sollen auch dafür sorgen, dass sich Decoder in mobilen Playern auf die Verarbeitung der Datenströme beschränken, die tatsächlich für sie gedacht sind – und so effizienter und damit stromsparender arbeiten.

Darüber hinaus betonen beide Lager, dass alle aktuell verwendeten Metadaten vollständig erhalten und nutzbar bleiben. Dazu gehören beispielsweise Informationen zur Dynamik- und Loudness-Kontrolle, die Systeme aber auch selbst generieren können.

## Audio/Video-Synchronisation

In den ATSC-3.0-Bewerbungen geht es aber nicht nur um die Fernsehzuschauer, sondern auch um TV-Ausstrahlung als Geschäft. So weisen beide Lager ausführlich aus, wie wenig neue Geräte für die Umrüstung jeweils angekauft werden müssen.

AC-4 soll Sendern darüber hinaus mit „Audio Video Frame Alignment“ schmackhaft gemacht werden. Es begegnet dem Problem, dass Audio- und Video-Frames aktuell nicht unbedingt die identische Länge haben – weshalb es zu Asynchronitäten kommen kann, wenn Video geschnitten oder Werbung eingefügt wird. Dolby verspricht, dass AC-4-Frames hingegen die exakte Länge der Video-

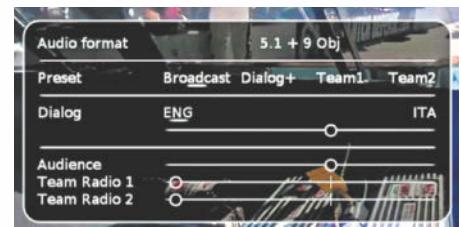
Frames haben. Für die nötige Anpassung sorgt der Audio-Encoder automatisch. Er ist dafür mit einem Eingang ausgestattet, das ein Synchronisationssignal des Video-Encoders entgegennimmt (siehe Grafik oben).

## So geht es weiter

Eine offizielle Erklärung des Advanced Television Systems Committee zu ATSC 3.0 stand zum Redaktionsschluss noch aus. Allerdings erschien vor Kurzem auf einer Branchenseite ein Bericht, wonach die zuständige Audio-Gruppe des Komitees auf einer Fachkonferenz erklärt habe, dass AC-4 zum Audio-Codec von ATSC-3.0 gewählt wurde.

Ob AC-4 auch international das Rennen macht, bleibt allerdings offen. In Deutschland hat das ZDF gerade eine Dokumentation aus der Reihe „Terra X“ in ultrahoher Auflösung und mit MPEG-H-Audio-kodierter Tonspur mit Höhenkanälen produzieren lassen, die ab Mai im Internet abrufbar sein wird.

Momentan ist ungewiss, ob es überhaupt passende Settop-Boxen geben wird, um diese MPEG-H-Tonspur hörbar zu machen – oder ob AC-4 das Rennen macht. Letzteres dürfte mancher Heimkino-Fan mit Dolby-Atmos-Anlage begrüßen. So oder so versprechen die neuen Audio-Codecs im TV-Bereich einen deutlichen Qualitätsanstieg gegenüber den aktuellen Standards. (nij@ct.de)



Beim Audio-Format MPEG-H kann der Sender dem Zuschauer unterschiedliche Presets bereitstellen. Die Lautstärke verschiedener Objekte, etwa von Kommentator-Spuren, lässt sich individuell regeln. 

# Brechen Sie aus!



Jetzt für  
9,90 €  
bestellen.

shop.heise.de/ct-android2016 service@shop.heise.de  
Auch als eMagazin erhältlich unter: shop.heise.de/ct-android2016-pdf



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

 heise shop

[shop.heise.de/ct-android2016](http://shop.heise.de/ct-android2016)



Joerg Heidrich

# Rechtssicher schreddern

## Was tun mit gebrauchten Festplatten?

**Ausrangierte Desktop-Rechner oder Notebooks landen häufig auf dem Gebrauchtgerätemarkt oder werden verschenkt. Für die Daten auf den Festplatten gelten dabei strenge Lösch- und Vernichtungsvorschriften. Beachtet man diese nicht, kann man mit dem Gesetz in Konflikt geraten und sich im Extremfall sogar strafbar machen.**

Wenn personenbezogene Daten in falsche Hände gelangen, ist der Image-Schaden groß. Immer wieder gehen Datenträger verloren oder werden aus Nachlässigkeit nicht gelöscht. So erwarb ein Käufer im Sommer 2015 auf einem Trödelmarkt in Frechen eine Festplatte. Bei näherer Untersuchung entdeckte er darauf Zeugnisse, Gutachten und Klassenfotos von Grundschülern. Auch hochsensible Informationen wie ein Bericht über den sonderpädagogischen Förderbedarf eines Schülers waren mitsamt Namen, Adresse und Telefonnummer der Eltern zu finden. Nachdem die Presse darüber berichtet hatte, stellte sich heraus, dass die Festplatte aus einem Rechner stammte, den der Ehemann einer Grundschullehrerin in den Sperrmüll gegeben hatte. In einem anderen Fall hatte ein Krankenhaus zwei Festplatten mit vertraulichen Patientendaten verloren. Einen der beiden Datenträger fand später zufällig ein Passant in der Iserlohner Innenstadt. Der zweite blieb verschollen.

Doch welche Pflichten zur Löschung von Daten treffen die ehemaligen Eigentümer solcher Datenträger? Entscheidend ist dabei zunächst, ob darauf personenbezogene Daten im Sinne des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) gespeichert sind. Dabei handelt es sich um Informationen, die natürliche Personen eindeutig identifizieren oder identifizierbar machen. Hierunter fallen schon Name, Anschrift oder E-Mail-Adressen. In der Praxis enthalten nahezu alle Datenträger solche Informationen. Außerdem gelten manche Daten als besonders schützenswert. Dazu gehören Informationen über „die rassische und ethnische Herkunft, politische Meinungen, religiöse oder philosophische Überzeugungen, Gewerkschaftszugehörigkeit, Gesundheit oder Sexualleben“, so Paragraf 3, Abs. 9 BDSG. Diese Daten dürfen grundsätzlich nur unter sehr eingeschränkten Voraussetzungen an Dritte weitergegeben werden.

Eine Ausnahme macht das Gesetz für Privatpersonen: Wenn die Datenverarbeitung ausschließlich für persönliche oder familiäre Zwecke erfolgt, greift das BDSG nicht. Dies

gilt beispielsweise für elektronische Adressbücher oder Geburtstagslisten, die nur für persönliche Zwecke genutzt werden. Allerdings sind die Grenzen hier fließend: Auch in diesen Fällen ist dringend zu empfehlen, die Daten als schützenswert zu behandeln.

Welche Maßnahmen konkret nötig sind, um persönliche Informationen sicher zu löschen, legt das Gesetz nicht fest. In Paragraf 3 BDSG ist „Löschen“ lediglich und wenig hilfreich definiert als „das Unkenntlichmachen gespeicherter personenbezogener Daten“. Allerdings gibt es eine ganze Reihe von DIN-Normen und sonstigen Vorgaben, etwa des BSI, die das konkretisieren. Hilfreich ist auch eine sehr ausführliche „Orientationshilfe Datenträgerentsorgung“ des Datenschutzbeauftragten von Bayern.

### Schutzklassen

Werden Datenträger entsorgt, sind die Anforderungen an die technischen und organisatorischen Maßnahmen fürs Löschen und Vernichten umso höher, je sensibler die Daten sind. Die 2012 entstandene DIN 66399 definiert drei Schutzklassen und sieben Sicherheitsstufen. Die Schutzklassen (siehe Kasten) regeln die Einordnung von Inhalten hinsichtlich ihrer Schutzbedürftigkeit. Die Sicherheitsstufen bestimmen ihrerseits den Aufwand, der für eine unberechtigte Wiederherstellung der Daten erforderlich ist. So fallen etwa Arbeitsverträge, oder Steuerunter-

lagen von Personen unter Schutzklasse 2 und Sicherheitsstufe 4. Demnach müssen die Festplatten professionell entsorgt und dabei mehrfach zerteilt und verformt werden. Als „maximale Materialteilchenfläche“ werden 2000 Quadratmillimeter angesetzt. Schutzklasse 3 und Sicherheitsstufe 7 betreffen geheime Hochsicherheitsdaten, beispielsweise aus dem militärischen Bereich. Hier dürfen nach dem Schreddern nur 5 Quadratmillimeter große Stücke übrig bleiben.

Weder die DIN-Anforderungen noch die Ausführungen der Datenschutzbeauftragten sind bindend. Dennoch kann man daraus recht klar ablesen, dass es eine gute Idee ist, Datenträger mit sensiblen personenbezogenen Daten oder gar Unternehmensgeheimnissen dauerhaft zu vernichten. Hier empfiehlt sich die professionelle Entsorgung durch ein spezialisiertes Unternehmen.

Dabei muss man aufpassen, keine Datenträger zu übersehen. Datenspeicher stecken längst nicht nur in Desktop-PCs, sondern auch in Laptops, Tablets oder Smartphones. Auch viele moderne Multifunktionsgeräte, etwa Faxgeräte, Kopierer oder Scanner, enthalten Festplatten oder Flash-Speicher, auf denen Daten eingescannter Schriftstücke gespeichert sein können.

Bei der Datenträgervernichtung durch ein externes Unternehmen handelt es sich um eine Auftragsdatenverarbeitung. Wer dazu einen Dienstleister beauftragt, der muss außer dem normalen Vertrag in jedem Fall zusätzlich einen über eine Auftragsdatenverarbeitung nach Paragraf 11 BDSG abschließen. Einen Mustervertrag speziell für eine solche Vereinbarung über die „Übernahme und Vernichtung von Datenträgern“ bietet zum Beispiel das BSI an. Der Auftraggeber behält dabei die Verantwortung und muss sich davon überzeugen, dass der Auftragnehmer die ihm übertragene Aufgabe technisch und organisatorisch bewältigen kann.

Wer regelmäßig in größerem Umfang Datenträger entsorgt, ist verpflichtet, ein Entsorgungskonzept zu erstellen. Das soll vor allem Pannen bei der Entsorgung von Datenträgern verhindern, etwa durch Leichtsinn und Unwissenheit der Mitarbeiter.

### Otto Normalfestplatte

Privatpersonen oder kleine Unternehmen können alte, ausrangierte Datenträger selbst löschen. Dies gilt zumindest dann, wenn sich keine sensiblen oder sonst besonders geschützten oder wertvollen Daten auf den Platten finden. Es reicht dabei nicht aus, die Datenträger zu löschen oder zu formatieren: Der Inhalt gelöschter Dateien verschwindet



Bild: Resswolf Deutschland GmbH

**Spezialisierte Aktenvernichtungsunternehmen schreddern ausgemusterte Festplatten.**

erst, wenn der von ihnen belegte Speicherbereich komplett überschrieben ist.

Die Orientierungshilfe des Bayerischen Datenschutzbeauftragten empfiehlt unter Berufung auf einen US-Standard (DoD 5220.22-M) zwischen drei und sieben Schreibdurchläufe. Auch nach den BSI-Gehimschutzverfahren soll ein magnetischer Datenträger in sieben Durchgängen überschrieben werden, wobei bei den ersten sechs Durchgängen das Bitmuster des vorherigen Durchgangs umgekehrt wird. Tools für die Datenlöschung mittels Überschreiben sind sehr preisgünstig und lassen sich gezielt und flexibel einsetzen. Die Orientierungshilfe aus Bayern liefert auch eine detaillierte Checkliste zur „Datenträgerentsorgung in Eigenregie“. Wer unter diesen Voraussetzungen seine Platten gründlich löscht, kann sie danach auch guten Gewissens weitergeben.

## Strafbare Schlampelei

Wenn Sie unsauber arbeiten und Datenträger mit wiederherstellbaren Daten weitergeben, können Sie sich damit juristischen Ärger einhandeln. Ein besonderes Risiko gehen Berufsgeheimnisträger ein, darunter Ärzte, Psychologen, Anwälte, Notare, Sozialarbeiter und Steuerberater. Nach Paragraf 203 des Strafgesetzbuchs (StGB) machen sich Vertreter dieser Gruppen strafbar, wenn sie Dritten unbefugt fremde Betriebs- oder Geschäftsgeheimnisse offenbaren. Dies gilt natürlich auch für Informationen, die auf Datenträgern gespeichert sind. Hier droht eine Geldstrafe oder im schlimmsten Fall sogar eine Freiheitsstrafe von bis zu einem Jahr. Wer also in den Bereich des Paragrafen 203 StGB fällt, sollte Datenträger im eigenen Interesse möglichst nicht an Dritte weitergeben, sondern stets auf Basis einer Auftragsdatenverarbeitung von Fachfirmen vernichten lassen.

Firmen und Unternehmern außerhalb dieser Regelung sowie Privatpersonen haben keine derart einschneidenden Sanktionen zu befürchten. Allerdings droht auch ihnen ein Bußgeld nach BDSG. Weitauß unangenehmer dürfte die öffentliche Aufmerksamkeit durch Presseberichterstattung sein. Damit nicht genug, droht in besonders schweren Fällen nach Paragraf 42a BDSG sogar eine Verpflichtung, die Opfer der Datenverluste über mindestens halbseitige Anzeigen in mindestens zwei bundesweit erscheinenden Tageszeitungen zu informieren.

## Käufer nicht betroffen

Diese möglichen Sanktionen drohen allerdings nur denjenigen, die gebrauchte Festplatten verkaufen oder verschenken. Kaum etwas zu befürchten haben in der Praxis die Abnehmer dieser Datenträger, solange sie die Informationen nicht etwa meistbietend verkaufen. Wer nicht gerade Beweise für ein Kapitalverbrechen in den fremden Aufzeichnungen findet, hat auch keine juristische Verpflichtung, die Strafverfolgungsbehörden über seine Erkenntnisse zu informieren.

## Schutzklassen zur Vernichtung von Datenträgern (DIN 66399)

### Schutzklasse 1

Definition: interne Daten mit normalem Schutzbedarf wie Telefonlisten, Lieferanten- dateien, Adressdatenbanken oder Notizen

Gefahren: Personenbezogene Daten von Mitarbeitern und Kunden, deren Bekanntwerden einen Betroffenen in seiner Stellung und seinen wirtschaftlichen Verhältnissen beeinträchtigen würde. Zudem hätte eine Weitergabe negative Auswirkungen für die speichernde Stelle.

Maßnahmen: Löschen der Daten, idealerweise indem der Datenträger unbrauchbar gemacht wird. Wiederherstellung darf nur mit erheblichem Aufwand möglich sein.

### Schutzklasse 2

Definition: Vertrauliche Daten mit erhöhtem Schutzbedarf wie beispielsweise Finanz- oder Gesundheitsdaten

Gefahren: Bei einer Weitergabe könnte ein Betroffener erheblich in seiner gesellschaftlichen Stellung oder in seinen wirtschaftlichen Verhältnissen beeinträchtigt werden. Zudem bestünden erhebliche negative Auswirkungen für die speichernde Stelle, zum Beispiel in Form von Melde- und Veröffentlichungspflichten.

Maßnahmen: Zerstörung der Festplatte durch professionelles Unternehmen. Wiederherstellung darf nur mit außergewöhnlichem Aufwand möglich sein.

### Schutzklasse 3

Definition: Sehr hoher Schutzbedarf für besonders vertrauliche oder geheime Daten wie Forschungs- und Entwicklungsdokumente, Verschlussachen, Unternehmensgeheimnisse

Gefahren: Eine Weitergabe könnte zu einer Gefahr für Leib oder Leben von Personen oder für die Freiheit eines Betroffenen führen. Zudem hätte dies ernsthafte oder gar existenzbedrohende Auswirkungen für die speichernde Stelle und würde gegen Berufsgeheimnisse, Verträge oder Gesetze verstößen.

Maßnahmen: Zerstörung der Festplatte durch professionelles Unternehmen, wobei der Datenträger mehrfach zerteilt werden muss. Eine Wiederherstellung muss soweit technisch möglichst ausgeschlossen sein.

Bei den Datenschutzaufsichtsbehörden beschweren kann man sich natürlich trotzdem. Gerade bei sehr sensiblen Daten oder einer großen Anzahl von Betroffenen sollte man darüber zumindest nachdenken, schon um bei der jeweiligen Einrichtung zukünftige Datenlecks zu verhindern.

Es spricht aus juristischer Sicht nichts dagegen, fremde Festplatten vor der Inbetriebnahme selbst noch einmal zu überschreiben, um unangenehmen Überraschungen aus dem Weg zu gehen. Dies sollte man auch tun, wenn Datenträger als Teil eines Gesamtsystems kostenlos weitergegeben werden, etwa wenn wieder flottgemachte PCs an Schulen oder Flüchtlinge gehen. Notwendig ist das unbedingt, wenn gebrauchte Platten weiterverkauft werden, da nicht völlig auszuschließen ist, dass die Verantwortung für den Inhalt auf den Käufer übergeht.

Als Käufer oder als ehrenamtlich Tätiger sollte man sich nicht dazu verpflichten lassen, selbst das Löschen von übergebenen Festplatten zu übernehmen. Zum einen spricht dies dafür, dass der Käufer elementaren Verpflichtungen des Datenschutzes nicht nachgekommen ist. Vor allem aber kann dies für den neuen Besitzer technisch und juristisch riskant werden. Denn dieser wird oftmals gar nicht selbst in der Lage sein, eine professionelle Entsorgung zu betreiben, die aber

notwendig sein kann. Auch einen Vertrag zur Auftragsdatenverarbeitung, der für eine solche Übertragung von Pflichten notwendig ist, sollte niemand leichtsinnig schließen.

## Zusammengefasst

Da auf nahezu allen Festplatten auch geschützte personenbezogene Daten gespeichert sind, müssen beim Aussortieren dieser Datenträger die Vorgaben der Datenschutzgesetze beachtet werden. Die Anforderung an die Entsorgung und Vernichtung sind dabei umso höher, je sensibler die darauf enthaltenen Daten sind. Festplatten, die besonders geschützte Daten enthalten, sollten daher professionell entsorgt und nicht weitergegeben werden. In allen anderen Fällen steht dem Verkauf oder dem Verschenken dann nichts entgegen, wenn die Platte entsprechend der BSI-Vorgaben mindestens sieben Mal überschrieben wurde. Übernommene Festplatten löschen sollte auch jeder, der sie erwirbt und an Dritte weitergeben will. Eine Pflicht zur Überprüfung erhalten Datenträger oder zur Meldung gefundener personenbezogener Daten besteht dagegen in den meisten Fällen nicht. (uma@ct.de)

 Leitfaden Datenträgerentsorgung:  
[ct.de/y29c](http://ct.de/y29c)

# HOTLINE

## Wir beantworten IHRE 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 **0511/5352-333**.

Die Redaktion behält sich vor, Zuschriften gekürzt zu veröffentlichen.

## Wegwerf-Adressen mit Gmail

**?** Wegen der praktischen Benachrichtigungen von Google Now auf meinem Smartphone nutze ich meine Gmail-Adresse neuerdings bei einigen Dienstleistern und Shops. Doch kaum war die Adresse im Umlauf, bekamme ich Spam. Kann ich verhindern, dass das schlimmer wird?

**!** Mit einem kleinen Trick erstellen Sie aus Ihrer Gmail-Adresse beliebig viele personalisierte E-Mail-Adressen. Google erlaubt nämlich, dass sich die Adresse hinter einem Pluszeichen um nahezu beliebige Zeichen ergänzen lässt.

Lautet Ihre Mail-Adresse beispielsweise Max.Mustermann@gmail.com, dann können Sie sich bei Shops oder Webforen mit Max.Mustermann+Webshop@gmail.com oder Max.Mustermann+Lieblingsforum@gmail.com registrieren. In den Gmail-Einstellungen müssen Sie dafür nichts ändern – die Mails landen automatisch im Ihrem regulären Posteingang.

Nützlicher Nebeneffekt dieser Lösung: Der angehängte Adresszusatz bleibt im Mail-Header erhalten. Sie können deshalb sehr leicht Filter anlegen, die diese Mails in einen gewünschten Ordner verschieben oder mit einem Label markieren.

Falls Sie künftig Spam auf die Adresse Max.Mustermann+Webshop@gmail.com bekommen, wissen Sie auch gleich, dass es dieser Anbieter offenbar mit dem Datenschutz nicht so genau nimmt. Sie können dann den Anbieter wechseln oder dort eine neue Wegwerf-Adresse hinterlegen und die gespammte Adresse per Filter blockieren.

(spo@ct.de)

## Englisch diktieren mit dem iPhone

**?** Ich habe mir angewöhnt, E-Mails auf dem iPhone zu diktieren. Wenn ich aber zwischendurch englischsprachige Nachrichten einspielen möchte, versteht Siri nur Bahnhof. Anscheinend erkennt sie die Wörter gar nicht.

**!** Die Diktierfunktion hat nichts mit Siri zu tun. Sie können aber ohne viel Aufwand auf Englisch diktieren, indem Sie zunächst die Tastatur durch Tippen auf das Weltkugelsymbol auf „Englisch (GB)“ umstellen. Dann werden diktierte Wörter automatisch erkannt und richtig transkribiert. Die englische Tastaturoberlegung müssen Sie zuvor einmalig unter „Einstellungen/Allgemein/Tastatur/Tastaturen/Tastatur hinzufügen ...“ einrichten. Sind mehrere Tastaturoberlegungen konfiguriert, vielleicht noch Emoji oder Extensions, brauchen Sie nicht jedes Mal mühsam alle durchzutippen, sondern halten einfach das Weltkugelsymbol länger gedrückt: Dann poppt ein Auswahlmenü auf.

(Stephan Ehrmann/spo@ct.de)



Stellt man die Tastatur auf „English (GB)“ um, lässt sich auch auf einem deutschen iPhone englischer Text diktieren.

## Alter Canon-Scanner unter Windows 10

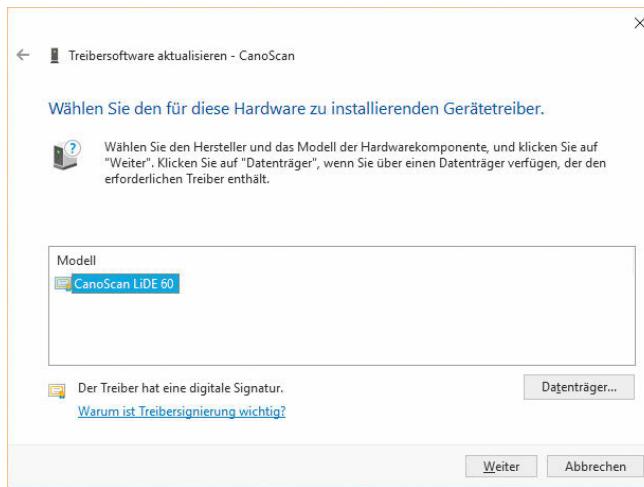
**?** Technisch bin ich mit meinem alten USB-Scanner CanoScan LiDE 35 noch zufrieden, aber seit der Umstellung meines Rechners auf Windows 10 funktioniert er nicht mehr. Laut Geräte-Manager fehlt der Treiber und ich finde keinen. Muss ich einen neuen Scanner kaufen?

**!** Nein. Canon leistet zwar keinen Treiber-Support mehr, stellt aber für den CanoScan LiDE 60 einen Windows-7-Treiber bereit, der auch mit der 64-Bit-Version von Windows 10 und dem LiDE 35 funktioniert. Vermutlich klappts auch noch mit der 32-Bit-Version, das haben wir aber nicht ausprobiert.

Wir sind der Anleitung von Mark Kronsbein (siehe c't-Link unten) gefolgt, der 2009 die Installation für einen CanoScan LiDE 50 unter Windows 7 beschrieben hat. Zunächst haben wir die Datei lide60vst6411111a\_64de.exe heruntergeladen. Sie wird nicht ausgeführt, sondern mit dem kostenlosen Tool 7-zip in ein beliebiges Verzeichnis entpackt. Darin fin-



Bevor man in iOS auf die englische Tastatur umschalten kann, muss man sie in den Einstellungen hinzufügen.



det sich nun die Datei SetupSG.exe. Diese entpacken Sie abermals mit 7-zip. Im so entstehenden Unterverzeichnis finden sich jetzt die Verzeichnisse CNQSG111, CNQL60 und CNQ\_X64 sowie die Dateien CNQL60.INF und CNQL60X.CAT. Merken Sie sich den Speicherort dieser Dateien.

Nun doppelklicken Sie im Geräte-Manager auf das Symbol des Canon-Scanners und klicken in dem Fenster, das sich daraufhin öffnet, auf „Treiber aktualisieren“. Im nächsten Fenster wählen Sie „Auf dem Computer nach Treibersoftware suchen“.

Im folgenden Dialog müssen Sie die Option „Aus einer Liste von Gerätetreibern auf dem Computer auswählen“ anklicken. Sie führt zu einer langen Liste von Gerätetypen, wo Sie den obersten Punkt „Alle Geräte anzeigen“ nehmen.

Ignorieren Sie in der Liste den angebotenen Gerätetreiber und klicken Sie auf „Datenträger“. Danach navigieren Sie zu dem Verzeichnis, in dem die entpackte Treibersoftware liegt. Als einzige passende Hardware wird Ihnen nun der CanoScan LiDE 60 angezeigt. Den wählen Sie aus und bestätigen Ihre Wahl im nächsten Fenster, das Sie vor der Installation des Treibers warnt, weil er angeblich nicht kompatibel sei. Tatsächlich lässt er sich aber problemlos installieren und funktioniert auch mit dem CanoScan LiDE 35.

(ciw@ct.de)

**ct** Canon-Treiber, 7-zip und Anleitung:  
[ct.de/ygr6](http://ct.de/ygr6)

## Unsignierte Firefox-Add-ons installieren

**?** Ich wollte ein Firefox-Add-on von AVM installieren, das die Arbeit mit meiner Fritzbox erleichtert. Doch die Installation bricht mit einer Fehlermeldung ab, dass die Installation nicht signierter Add-ons nicht möglich sei. Was kann ich tun?

**!** Firefox verbietet seit Version 41 die Installation unsignierter Add-ons. Das gilt für alle Add-ons, die Funktionen zu Firefox hinzufügen. Um eine Signatur zu erhalten, müssen Entwickler die von Mozilla vorgegebenen Si-

**Mit dem Windows-7-Treiber für den Flachbett-Scanner CanoScan LiDE 60 funktioniert auch der Vorgänger LiDE 35 unter Windows 10.**

**!** Google hat – wie vor einiger Zeit angekündigt – die 32-Bit-Version des Chrome-Browsers eingestellt. Ist auf Ihrem Ubuntu Chrome installiert und Multiarch-Unterstützung aktiviert, kommt es dann zu dieser Fehlermeldung.

Um Sie zu beseitigen, müssen Sie dem System mitteilen, dass Sie lediglich die 64-Bit-Version benötigen. Dazu müssen Sie den Eintrag für die Update-Quellen in /etc/apt/sources.list.d/google-chrome.list um den Eintrag [arch=amd64] ergänzen zu:

deb [arch=amd64] <http://dl.google.com/linux/chrome/deb/> stable main

Das folgende sudo apt-get update sollte wieder ohne Fehler durchlaufen. (ju@ct.de)

## Die Erreichbarkeit des DynDNS-Dienstes MyFritz testen

**?** Ich habe Probleme, meine Fritzbox von außen über den DynDNS-Dienst MyFritz von AVM zu erreichen. Gibt es eine Möglichkeit, gesichert herauszufinden, ob der Dienst selbst ein Problem hat oder ob ich im Setup meiner Fritzbox auf Fehlersuche gehen muss?

**!** Ob der Service funktioniert, teilt die Fritzbox in der Ereignisanzeige im MyFritz-Bereich zuverlässig mit. Hinweise wie „Ihre Fritzbox ist bei MyFritz registriert, aber das AVM-DynDNS-Update ist gescheitert“ zeigen an, dass der Dienst derzeit gestört ist. Das hilft unterwegs natürlich nur begrenzt, da Ihnen dann der Zugriff aufs interne Menü der Fritzbox fehlt.

Mit einem Workaround schaffen Sie aber auch dann Klarheit: Falls Sie den Push-Service aktiviert haben, können Sie die aktuelle IP-Adresse der Box den Mails entnehmen, die die Fritzbox nach jeder Einwahl versendet. Wenn Sie die aktuelle IP-Adresse per Mail erhalten haben, können Sie die MyFritz-DNS-Auflösung mit den üblichen Werkzeugen „dig“ oder „nslookup“ testen – beispielsweise über den Befehl dig [MeineMyFritzAdresse].myfritz.net.

Der Befehl liefert die IP-Adresse, die aktuell im DNS eingetragen ist. Wenn das dieselbe ist, die die Fritzbox zuletzt per Mail gemeldet hat, dann funktioniert MyFritz, andernfalls nicht. (dz@ct.de)

cherheitsrichtlinien einhalten. Das ist beispielsweise bei allen Add-ons der Fall, die offiziell auf [wwwaddons.mozilla.org](http://wwwaddons.mozilla.org) angeboten werden. Bereits installierte, aber nicht signierte Add-ons deaktiviert Firefox automatisch.

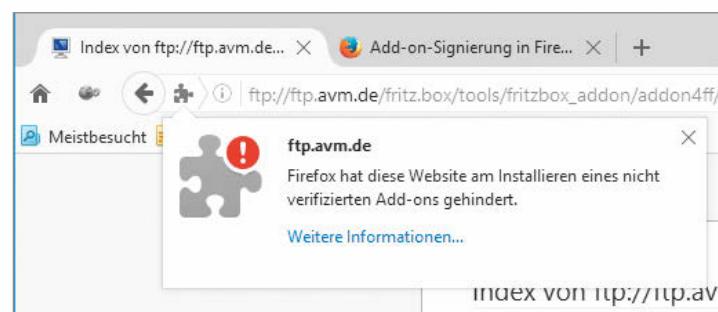
Im Idealfall kontaktieren Sie den Entwickler des Add-on und bitten ihn, seine Erweiterung signieren zu lassen oder Sie suchen nach einer Alternative. Wenn das Add-on aus einer vertrauenswürdigen Quelle stammt und Sie absolut nicht darauf verzichten können, lässt es sich immer noch manuell installieren.

Rufen Sie dafür den Konfigurations-Editor von Firefox auf, indem Sie „about:config“ in die Adressleiste eingeben und anschließend den Sicherheitshinweis bestätigen. Im Firefox-Konfigurations-Editor suchen Sie nun den Schlüssel namens „xpinstall.signatures.required“. Dessen Wert muss von „true“ auf „false“ geändert werden. Fortan akzeptiert der Browser die Installation.

Das sollte allerdings nur die letzte Maßnahme sein, weil damit ein wichtiger Malware-Schutz des Browsers ausgehebelt wird. Zudem sollten Sie darauf achten, dass sie keine Add-Ons von Dritt-Webseiten installieren, falls in Firefox eine entsprechende Anfrage aufpoppt. (spo@ct.de)

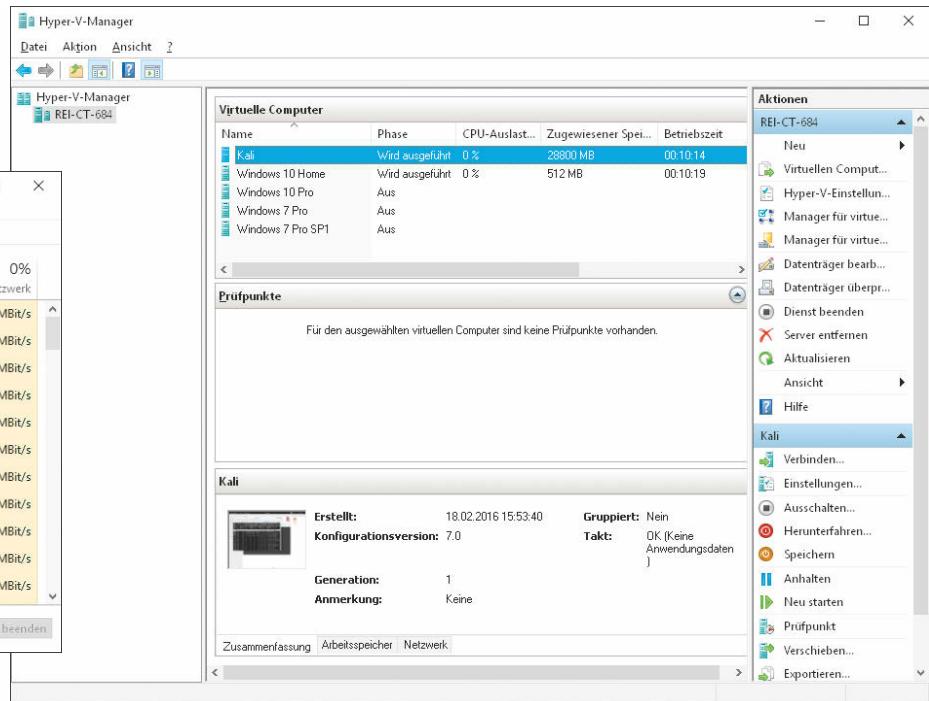
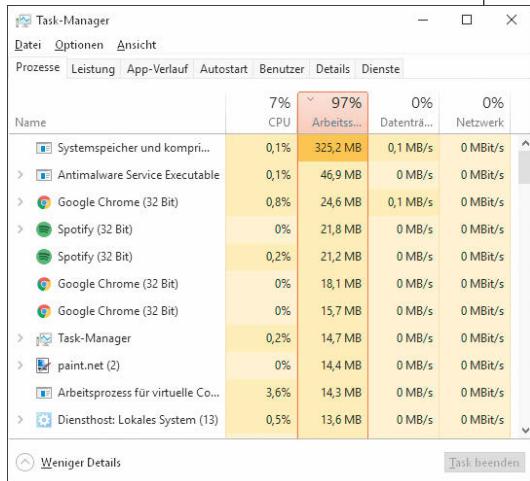
## Ubuntu-Update hakt

**?** Seit heute bekomme ich beim Update meines Ubuntu Linux eine Fehlermeldung: „W: Fehlschlag beim Holen von <http://dl.google.com/linux/chrome/deb/dists/stable/Release ...>“. Wie bekomme ich diesen Fehler weg?



**Die Signaturprüfung bei Add-on lässt sich in Firefox deaktivieren. Das sollten Sie aber nur in Notfällen machen, um den Schutz vor Malware nicht auszuhebeln.**

**Von sich aus stellt der Virtualisierer Hyper-V seinen virtuellen Maschinen bis zu 1048 GByte RAM zur Verfügung. Dadurch kann dem Host schon mal der Speicher ausgehen.**



## Windows-10-Upgrade lässt sich nicht installieren

**?** Beim Versuch, das Upgrade von Windows 10 auf Version 1511 zu installieren, friert mein Rechner reproduzierbar ein. Was kann ich tun?

**!** Schalten Sie den Virenwächter aus. Dann sollte die Installation reibungslos durchlaufen. Manche Scanner lassen sich nur temporär ausschalten und springen nach einigen Minuten oder einem Neustart automatisch wieder an. In diesem Fall müssen sie den Scanner deinstallieren.

Damit das System dabei nicht ungeschützt bleibt, können Sie so lange den Windows Defender aktivieren. Der verursacht laut Microsoft keine Probleme.  
(axv@ct.de)

cher für diesen Computer verwenden“ angelegt haben, schnappt sich das Gast-Betriebssystem bei Bedarf so viel RAM, wie es kann – das voreingestellte und bei der Einrichtung nicht sichtbare Limit beträgt rund 1048 GByte. Erzeugt ein Prozess innerhalb des Gast-Betriebssystems ein Speicherloch, geht auch dem Wirt früher oder später der Speicher aus.

Um die Speicher-Obergrenze der virtuellen Maschine auf einen realistischen Wert herunterzusetzen, starten Sie den Hyper-V-Manager (etwa über eine Suche im Startmenü) und klicken im Kontextmenü der virtuellen Maschine auf „Einstellungen...“. Unter „Hardware“ und „Arbeitsspeicher“ geben Sie unter „Maximaler RAM“ ein, welche Speichermenge Sie beim Host entbehren können.  
(rei@ct.de)

## Rechner schluckt Arbeitsspeicher

**?** Mein Windows-10-Rechner ist mit stattlichen 32 GByte RAM ausgestattet, allerdings verschwindet der Großteil in einem schwarzen Loch. Selbst nach einem Neustart ist der Arbeitsspeicher laut Task-Manager zu 97 Prozent belegt – und das, obwohl die gelisteten Prozesse nur ein Bruchteil davon reserviert haben. Wo ist mein Speicher hin?

**!** Möglicherweise nutzen Sie die Virtualisierungs-Lösung Hyper-V, die seit Windows 8 bei der Pro- und Enterprise-Varianten zu den Bordmitteln gehört. Wenn Sie dort eine virtuelle Maschine mit der Standardeinstellung „Dynamischen Arbeitsspei-

## Ressourcenmonitor unter Windows 10 starten

**?** Ich nutze seit Windows 7 den Ressourcenmonitor. Nun habe ich kürzlich ein neues Update auf Windows 10 aufgespielt. Kann ich den Ressourcenmonitor dort weiter verwenden?

**!** Der Ressourcenmonitor liegt als Perfon.exe auch beim jüngsten Windows 10 wie gewohnt unter „c:\windows\system32“. Im Startmenü taucht er jedoch nicht auf.

Um ihn zu starten, tippen Sie „Ressourcenmonitor“ ins Suchfeld ein, bis er unter den Suchtreffern erscheint. Alternativ können Sie gleichzeitig die Windows-Taste und „R“ drücken und im nun geöffneten Menü „perfmon /res“ eintippen.  
(axv@ct.de)

## Standard-Button in einer Windows Universal App

**?** Ich bastle an meiner ersten Universal App. Sie enthält eine Eingabeseite mit einer TextBox, einer Combobox und einem Button, der die Eingaben abschicken soll.

Ich möchte außerdem, dass die Eingabetaste dasselbe auslöst wie ein Klick auf den Knopf. Früher konnte ich dazu die IsDefault-Eigenschaft des Buttons benutzen. Die gibt es aber in der WPF-Ausgabe für Universal Apps offenbar nicht mehr.

**!** Das stimmt. Um das gewünschte Verhalten zu bauen, fügen Sie Ihrer Page für das Event KeyUp einen Event-Handler hinzu. Visual Studio legt dann für Sie diese Funktion an, die Sie um nur zwei Zeilen ergänzen. In C# sieht das beispielsweise aus:

```
void Page_KeyUp(object sender, KeyRoutedEventArgs e)
{
    if (e.Key == Windows.System.VirtualKey.Enter) {
        Knopf_Click(sender, e);
    }
}
```

sofern Knopf\_Click der Event-Handler für das Click-Event Ihres Buttons ist.

Das KeyUp-Event wird immer beim Loslassen einer Taste ausgelöst; für den Benutzer fühlt es sich natürlicher an, wenn die App auf dieses Ereignis reagiert, statt auf KeyDown. Als sender bekommt Ihr Handler bei dieser Vorgehensweise immer die Page übergeben; welches Element zum Zeitpunkt des Tastendrucks den Tastaturfokus hatte, finden Sie bei Bedarf über den Inhalt von e.OriginalSource heraus.  
(hos@ct.de)

**Wochenend-Seminar:**  
Quadrocopter im Eigenbau

# QUADROCOPTER SELBER BAUEN

inkl.  
**FLUG-  
SCHULE**



Symbolbild

Unter professioneller Anleitung  
bauen Sie ihren eigenen **Race-**  
**Quadrocopter der 250er-Klasse.**

Sämtliche für den Aufbau  
nötigen Teile und Werkzeuge  
werden gestellt.

**Datum**

16. - 17. April 2016

**Ort**

Best Western Premier  
Parkhotel Kronsberg  
Gut Kronsberg 1  
30539 Hannover

Veranstalter:



Infos und Anmeldung:

[www.heise-events.de/quadrocopter\\_selber\\_bauen](http://www.heise-events.de/quadrocopter_selber_bauen)

# PFAQ

Jan Schüßler

## Windows Update

### Antworten auf die häufigsten Fragen

#### Einzelne Patches herunterladen

**?** Die Installation eines Patches schlägt dauernd fehl. Kann ich die Datei auch einzeln bei Microsoft herunterladen?

**!** Möglicherweise. Manche Patches lassen sich direkt über den dazugehörigen Knowledge-Base-Eintrag auf Microsofts Website herunterladen. Diverse weitere stehen im Windows-Update-Katalog bereit. Letzteren finden Sie über eine spezielle URL mit dem Internet Explorer (siehe c't-Link). Bevor der Katalog aufgerufen werden kann, muss ein Plug-in im Browser installiert werden – das geschieht nach einer Rückfrage automatisch. Danach lässt sich die Patch-Bibliothek nach Teilen der Bezeichnung, KB-Nummern und anderen Kriterien durchsuchen.

Auswahl und Download der Patches erfolgen mit einem Warenkorb-artigen System. Zunächst fügen Sie die gewünschten Patches dem „Auswahlkorb“ hinzu; ein Klick auf den Auswahlkorb zeigt die ausgewählten Updates an. Nach einem Klick auf „Herunterladen“ wählen Sie einen Zielordner für den Download aus.

#### Immer wieder der gleiche Patch

**?** Windows Update meldet immer wieder das gleiche, angeblich noch offene Sicherheitsupdate. Es lässt sich zwar erfolgreich installieren, ist aber nach einem Neustart gleich wieder verfügbar.

**!** Das lässt sich meist durch Leeren des Windows-Update-Caches „SoftwareDistribution“ im Windows-Verzeichnis beheben. Dort lagert Windows Update nicht nur heruntergeladene Patches, sondern protokolliert auch die Patch-Installationen und legt Informationen zu bereits installierten Updates und relevanten Eigenschaften des Rechners ab.

Um den Ordner zu löschen, müssen Sie zwei Dienste deaktivieren. Öffnen Sie die Diensteverwaltung, indem Sie die Windows-Taste drücken, „Dienste“ eingeben und mit der Eingabetaste bestätigen. Markieren Sie den Eintrag „Windows

Um den Windows-Update-Cache löschen zu können, müssen Sie zwei Dienste deaktivieren.

Update“ und klicken Sie links der Dienstliste auf „Den Dienst beenden“; erledigen Sie dann das Gleiche für den Eintrag „Intelligenter Hintergrundübertragungsdienst“. Löschen Sie dann via Windows-Explorer den Ordner „SoftwareDistribution“ in C:\Windows. Er wird später automatisch neu angelegt. Starten Sie die beiden Dienste in der Diensteverwaltung wieder, öffnen Sie Windows Update und lassen Sie nach Aktualisierungen suchen.

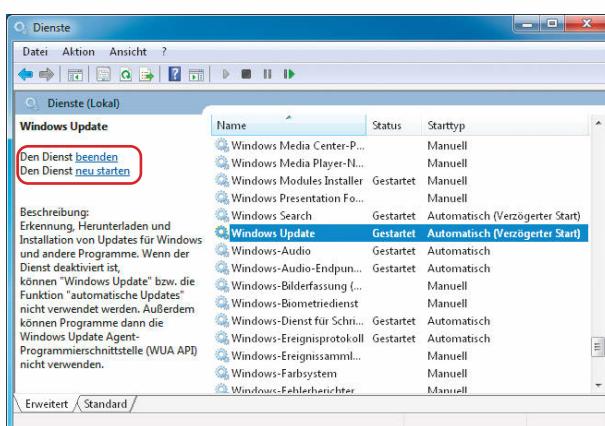
Die erste Suche nach dem Löschen des „SoftwareDistribution“-Ordners kann länger dauern als üblich, weil Windows Update nun alle Informationen über installierte sowie fehlende Updates neu zusammenträgt.

#### Updates ausblenden

**?** Ein bestimmtes Update stört. Kann ich es dauerhaft loswerden?

**!** Zunächst entfernen Sie das fragliche Update: Drücken Sie die Windowstaste und geben Sie „Installierte“ ein. Die Windows-Suche findet daraufhin die Funktion „Installierte Updates anzeigen“; öffnen Sie diese. Das betreffende Update können Sie nun per Doppelklick entfernen; zum Abschluss ist im Regelfall ein Neustart des PC nötig.

Lassen Sie Windows Update dann nach Updates suchen – der problematische Patch taucht wieder in der Liste der verfügbaren Updates auf. Klicken Sie ihn mit der rechten Maustaste an und wählen Sie die Option „Update ausblenden“. Der Patch wird daraufhin nicht mehr zur Installation angeboten, bis Microsoft ihn aktualisiert. Wenn Sie es sich später anders überlegen, können Sie einen Patch auch wieder einblenden. Hierfür klicken Sie in Windows Update auf „Ausgeblendete Updates anzeigen“. Dort markieren Sie das betreffende Update mit einem Häkchen und bestätigen den Dialog per Klick auf „Wiederherstellen“.



#### Ausblenden in Windows 10

**?** Ich möchte unter Windows 10 die Installation eines störenden Updates verhindern. Das Betriebssystem bietet diese Möglichkeit aber nicht an.

**!** Microsoft bietet dafür das Tool „wushow-hide.diagcab“ an (siehe c't-Link). Ist das unerwünschte Update bereits installiert, müssen Sie es zunächst entfernen – wie im vorigen Tipp beschrieben. Starten Sie dann das Tool. Klicken Sie auf „Weiter“ und auf „Hide updates“ und setzen Sie ein Häkchen vor den unerwünschten Patch. Klicken Sie wieder auf „Weiter“ und zum Abschluss auf „Schließen“. Ausgeblendete Updates lassen sich analog dazu mit der Option „Show hidden Updates“ wieder zur Installation freigeben.

Die Methode bietet sich eigentlich für störende Treiber an, denn Windows 10 wird von Microsoft automatisch mit ihnen versorgt. Ausgerechnet bei Treibern ist die Erfolgsquote des Tools aber begrenzt – vor allem bei solchen, die zur vollständigen Deinstallation einen Neustart des PC benötigen. Nach dem Neustart sucht Windows Update sofort erneut, ermittelt den unerwünschten Treiber als offenes Update und installiert ihn abermals.

Womöglich können Sie dieser Automatik ein Schnippchen schlagen, wenn Sie während des PC-Neustarts die Netzwerkverbindung trennen und sie erst unmittelbar vor dem Einsatz des Troubleshooters wieder herstellen. Eine Erfolgsgarantie bringt das aber nicht: Wenn das Treiberpaket schon auf der Festplatte liegt, wird Windows Update es ratzatz wieder neu installieren.

#### Ausgeblendetes Update kommt plötzlich wieder

**?** Wie kann es sein, dass ein einmal ausgeblendetes Update irgendwann aus heiterem Himmel wieder auftaucht?

**!** Jedes ausgeblendete Update wird automatisch wieder eingeblendet, sobald es in einer neuen Version vorliegt. Dieser Mechanismus ist durchaus gewollt: Veröffentlicht Microsoft einmal einen Patch, der aber auf manchen Systemen Abstürze verursacht, wird man ihn auf den betroffenen Rechnern deinstallieren und ausblenden. Sobald eine korrigierte Version vorliegt, blendet Windows Update sie automatisch wieder ein und installiert sie – um die Sicherheitslücke so schnell wie möglich zu schließen. (jss@ct.de)

c't Tools: [ct.de/y73u](http://ct.de/y73u)

Die heise Security Tour 2016

# Security 11.0: Schutz vor Spionen, Dieben und anderen dunklen Mächten

5. April, Wien • 12. April, Köln • 14. April, Hamburg • 19. April, München • 21. April, Stuttgart



100 % unabhängig  
hochkarätig  
praxisrelevant

## Auszug aus der Agenda:

- Von klassischer Malware zu Advanced Persistent Threats (APT) – Bedrohungen und Lösungsansätze  
Andreas Tomek; Leiter Professional Services, SBA Research GmbH
- Rechtliche Möglichkeiten und Grenzen bei der Überwachung von Mitarbeitern  
Joerg Heidrich; Justiziar und Datenschutzbeauftragter, Heise Medien
- Mobile Schädlinge: Von Standard-Malware bis hin zum APT  
Dr. Michael Spreitzenbarth; IT-Security Consultant und Dozent, Siemens CERT
- APTs - gezielte Angriffe in der Praxis.  
Schutzmaßnahmen gegen APT  
Stefan Strobel; Geschäftsführer, cirosec GmbH
- Passwort, Karte oder Gesicht:  
Was leisten moderne Authentifizierungsmechanismen?  
Starbug
- Muss Verschlüsseln weh tun?  
Diskussionsrunde

Sponsoren:



Eine Veranstaltung von:

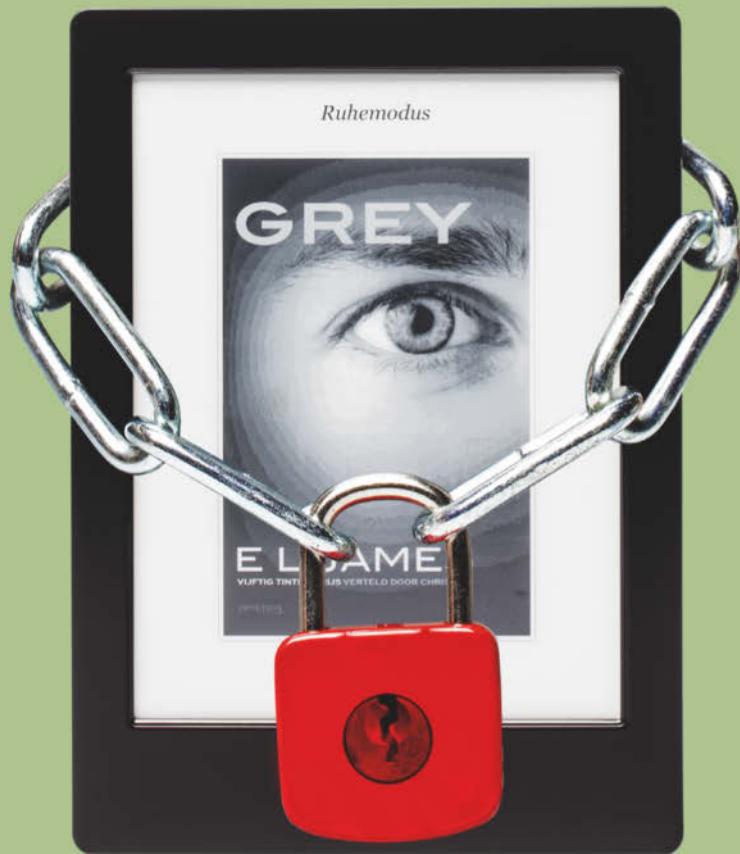


Organisiert von:



Informationen und Anmeldung

[www.heisec.de/tour](http://www.heisec.de/tour)



Achim Barczok

# Schluss mit Schloss

## Schleichende Abkehr von Kopierschutz bei E-Books

Viele Verlage sprechen sich inzwischen gegen harten Kopierschutz aus. Trotzdem sind die meisten ihrer E-Books noch immer mit DRM-Technik verschlüsselt – zumindest wenn man sie bei Amazon, Tolino oder Kobo herunterlädt. Auf anderen Plattformen bekommt man viele Bücher bereits legal auch ohne DRM – komplett ohne Kopierschutz oder mit Wasserzeichen.

**A**ngekündigt haben sie die Revolution. Doch daran mitzumachen fällt vielen Verlagen ein dreiviertel Jahr später immer noch schwer. Im Sommer 2015 entschieden sich die drei großen Verlagshäuser Bonnier, Holtzbrinck und Random House, künftig nicht mehr Adobe DRM einzusetzen zu wollen. Statt dem „harten“ Kopierschutz, der Bücher mit einem Nutzerkonto verknüpft und verschlüsselt, wollten sie in ihre E-Books Wasserzeichen einbauen – eine deutlich „weichere“ und nutzerfreundlichere Kopierschutzmaßnahme. Der Schritt gleicht einem Paukenschlag, denn schließlich zählen zu den drei Konzernen in

Deutschland so prominente Verlage wie Heyne, Rowohlt, Ullstein und Suhrkamp.

Tatsächlich: In unseren Stichproben aus 50 aktuellen Bestsellern und Klassikern sind 70 Prozent auch ohne DRM verfügbar – ein Riesenschritt gegenüber den 20 Prozent in unseren Test-Warenkörben vor eineinhalb Jahren. Doch der Markt ist fragmentiert. Nur im Ciando-Shop konnten wir tatsächlich den Großteil unseres Test-Warenkorbs ohne DRM einkaufen, Shops der Tolino-Allianz wie ebook.de und Osiander bieten gerade mal 28 Prozent DRM-frei an. Wer die gleichen Bücher bei Amazon oder Kobo kauft, bekommt noch weniger davon ohne harten Kopier-

schutz. Während die Verlage überall gleiche Preise durchsetzen, kommt es beim Kopierschutz also ganz darauf an, wo man das Buch herunterlädt.

Schuld an dieser Fragmentierung hat vor allem ein Streit zwischen Verlagen, Händlern und E-Book-Dienstleistern, der im Hintergrund tobts. Die meisten Verlage haben zwar eingesehen, dass harte Kopierschutzmaßnahmen wenig nützen und nur ehrliche Käufer gängeln. Doch weil die Verlagshäuser ihre Bücher wenigstens ein bisschen vor Raubkopierern schützen wollen, sollen die Wasserzeichen möglichst schwer zu löschen sein – und das ist nicht in jedem Shop der Fall. Deshalb arbeiten die Verlage bei unterschiedlichen Händlern mit unterschiedlichen Systemen.

Wer seine E-Books ohne DRM kaufen möchte, muss genau hinschauen, wo er sie kauft und was er dafür bekommt. Erschwert wird das von Anbietern wie Amazon, die kaum oder gar nicht kennzeichnen, ob ein Buch mit Kopierschutz ausgeliefert wird.

## DRM, Wasserzeichen, E-Books

Eines vorweg: Jede der nach unserem Kenntnisstand in deutschen E-Book-Shops im Einsatz befindlichen Kopierschutzmaßnahmen ist geknackt und lässt sich über frei im Netz verfügbare Tools von jedermann mit wenigen Klicks entfernen – ob DRM oder Wasser-

zeichen. Das ist zwar illegal, hat aber längst dazu geführt, dass alle populäreren E-Books genauso wie Musik oder Filme in breitem Maße auf Tauschbörsen zu finden sind.

Im Prinzip haben sich fünf „harte“ Kopierschutzsysteme auf dem Markt etabliert. Amazon nutzt sein proprietäres E-Book-Format AZW und verschlüsselt die meisten für den Kindle verfügbaren E-Books. Solche kopiergeschützten E-Books kann man nur mit Kindle-Readern oder -Programmen lesen, die mit dem Nutzerkonto des Käufers verknüpft sind. Apple, Kobo und die Tolino-Allianz haben eigene DRM-Lösungen aufgebaut, die zwar alle auf demselben E-Book-Format Epub basieren, aber nur im jeweiligen Ökosystem genutzt werden können. Adobe hat mit seinem Adobe DRM ein Geräte- und Shop-übergreifendes DRM-System auf Basis von Epub. Um das Wirrwarr perfekt zumachen, kann man auf Kobo- und Tolino-Readern zusätzlich einen Adobe-DRM-Account einrichten, um Bücher aus anderen Shops lesen zu können. Außerdem lassen sich alle bei Kobo oder Tolino-Partnern wie ebook.de oder Thalia gekauften E-Books auch mit Adobe DRM herunterladen – so kann man sie auch auf anderen Lesegeräten nutzen – nur nicht auf Apple-Geräten oder Kindle.

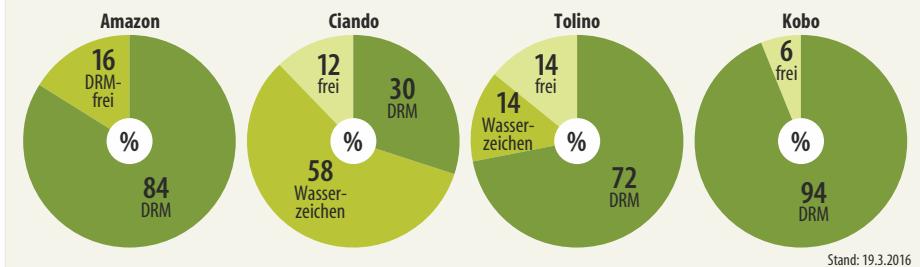
All diese Kopierschutzsysteme sind nicht bloß kompliziert und selbst für technisch versierte Leser unüberschaubar. Sie schränken außerdem die Nutzung ein: In der Regel darf man sein Konto nur auf fünf bis sechs Geräten freischalten, nicht weitergeben und viele Funktionen wie Drucken sind deaktiviert. Neue Geräte müssen über die Online-Infrastruktur von Amazon, Adobe, Apple, Kobo oder Tolino autorisiert werden – stampft einer von ihnen irgendwann seine Dienste ein, kann man keine neuen Lesegeräte mehr freischalten.

Zunehmend setzen Verlage Wasserzeichen statt DRM ein: Dann sind die Bücher uneingeschränkt nutzbar, enthalten aber sichtbare oder unsichtbare Hinweise auf den Besitzer. Sind solche Wasserzeichen in illegalen Kopien vorhanden, kann der Verlag auf den ursprünglichen Käufer schließen.

Warum man als Leser lieber Wasserzeichen haben möchte, liegt auf der Hand: Sie

## DRM-Wirrwarr in den unterschiedlichen E-Book-Shops

Beim Kauf einer Auswahl aus 50 aktuellen und früheren Bestsellern fanden wir je nach Shop große Unterschiede bei der Art des Kopierschutzes vor. Bei Amazon konnten wir nicht feststellen, ob die E-Books ein Wasserzeichen enthalten oder komplett kopierschutzfrei sind.



haben den Riesenvorteil, dass man Anbieter-unabhängige Sicherheitskopien erstellen kann und nicht gleich alle Bücher verliert, wenn man einen alten Kindle durch einen neuen Tolino ersetzen möchte. DRM-freie Epub- und AZW-Dateien lassen sich mit Konvertierungswerzeugen wie Calibre oder KindleGen in wenigen Schritten auf beliebige Reader-Modelle übertragen (siehe Kas ten). Einen Nachteil hat diese Methode allerdings: Komfortfunktionen auf dem Kindle wie eingebundene Zusatzinfos fallen bei solchen importierten E-Books weg.

### Unterschiedliche Wasserzeichen

Der jüngst ausgebrochene Streit zwischen Verlagen, Dienstleistern und Shops betrifft vor allem den Umgang mit Wasserzeichen. Sie werden von Dienstleistern wie Tolino Media oder knv beim Ausliefern an den Kunden in die E-Book-Dateien hineingeschrieben und fallen sehr unterschiedlich aus. Tolino Media beispielsweise baut bei wasserzeichengeschützten E-Books in den Epub-Container eine Datei mit Shop-Name und Bestellnummer ein. Überprüfen kann man das ganz einfach, indem man die Erweiterung der Epub-Datei in „Zip“ umbennt und danach den Inhalt extrahiert. Findet man in den darin enthaltenen Dateien nur unleserliches Geschwurbel vor, ist

das Buch DRM-geschützt. Wasserzeichengeschützte Tolino-Epubs sind dagegen voll lesbar und enthalten im Ordner „META-INF“ eine zusätzliche Datei „cdp.info“, die eine Kennung für den jeweiligen Shop enthält sowie die einzigartige Bestellnummer, etwa: SHEB00KDE.L-123456789012345-0. Weitere Unterschiede konnten wir beim Vergleichen mehrerer mit unterschiedlichen Nutzerkonten gekauften Epub-Dateien aus verschiedenen Tolino-Shops nicht finden. Unseren Untersuchungen zufolge ist der Käufer also nicht mehr nachvollziebar, sobald die cdp.info fehlt.

Das einfach zu entfernde Wasserzeichen von Tolino Media reicht den Verlagen der Holtzbrinck-Gruppe als Maßnahme nicht aus – entsprechende Berichte der Branchenseite lesen.net bestätigte uns ein Sprecher des Holtzbrinck-Verlags Rowohlt. Deshalb sind deren Titel weiterhin auf ebook.de, Hugendubel, Osiander, Thalia, Weltbild und anderen Tolino-Shops mit Adobe DRM versehen – bis Tolino Media eine bessere Lösung implementiert.

Im E-Book-Shop Ciando hat Holtzbrinck seine Titel dagegen bereits auf Wasserzeichen umgestellt, weil Ciando-Kooperationspartner knv auf komplexere Wasserzeichen setzt. Im Epub-Container enthalten hier alle Kapitel-Dateien im Ordner „OEBS/Text“ ein für den Leser unsichtbares div-Element <div style='margin:0; padding:0'></div>, das eine einzigartige Kennung beinhaltet. Bei zwei Ciando-Käufen mit unterschiedlichen Nutzerkonten fanden wir im Container außerdem unterschiedliche Dateinamen und Binärgrößen bei Bildern vor – möglicherweise sind also weitere Identifikationsmerkmale enthalten.

### Zögerliche Konzerne, mutige Verlage

Holtzbrinck-Titel sind auch bei Kobo und im Kindle-Shop weiterhin mit DRM-Maßnahmen verschlüsselt. Rowohlt erklärte dazu gegenüber c't, dass in manchen Shops der „weiche Kopierschutz“ von Holtzbrinck nicht weitergegeben werde, weil „die Händler ihr eigenes Ökosystem beibehalten“ wollen.

### Unterschiedliche Kopierschutzmechanismen in den Shops

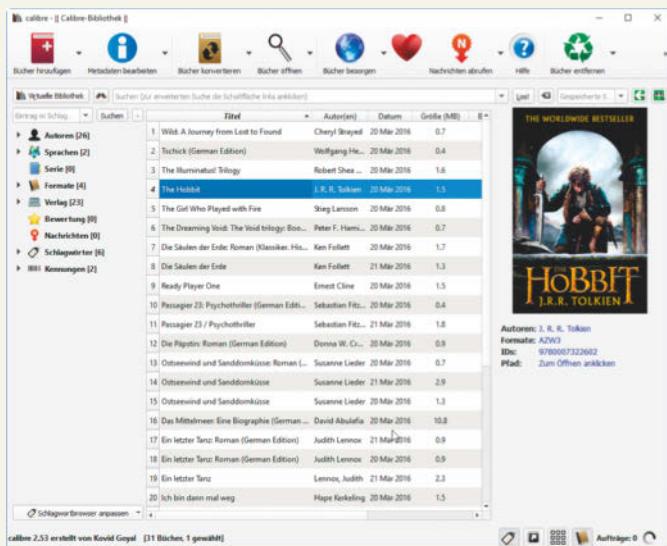
Verlagsgruppen	Verlage	Amazon	Tolino-Shops	Ciando	Kobo
Bonnier	u.a. Carlsen, Piper, Ullstein	ohne DRM <sup>1</sup>	Wasserzeichen	Wasserzeichen	DRM (Adobe od. Kobo)
Holtzbrinck	u.a. Droemer Knaur, Kiepenheuer & Witsch, Kindler, S.Fischer, Rowohlt	DRM (Amazon)	DRM (Adobe od. Tolino)	Wasserzeichen	DRM (Adobe od. Kobo)
Random House	u. a. Blanvalet, C. Bertelsmann, Goldmann, Heyne, Knaus, Luchterhand	DRM (Amazon)	DRM (Adobe od. Tolino)	DRM (Adobe)	DRM (Adobe od. Kobo)
	Aufbau Verlag	teilweise DRM (Amazon), teilweise ohne DRM <sup>1</sup>	kopierschutzfrei	kopierschutzfrei	DRM (Adobe od. Kobo)
	Bastei Lübbe	ohne DRM <sup>1</sup>	kopierschutzfrei	kopierschutzfrei	kopierschutzfrei
	Suhrkamp	DRM (Amazon) <sup>2</sup>	DRM (Adobe od. Tolino) <sup>2</sup>	DRM (Adobe) <sup>2</sup>	DRM (Adobe od. Kobo)

<sup>1</sup>keine Wasserzeichen nachweisbar

<sup>2</sup>einzelne Titel auch mit Wasserzeichen od. kopierschutzfrei

## E-Books im Format Epub für den Kindle konvertieren

Wer sich ein E-Book im Format Epub ohne harte DRM-Maßnahmen gekauft hat, kann es – ganz legal – in wenigen Schritten auch für den Kindle konvertieren. Am einfachsten geht das mit den beiden von Amazon bereitgestellten Windows-Werkzeugen Kindle Previewer und KindleGen. Legen Sie einfach die gewünschten Epub-Dateien ins selbe Verzeichnis wie kindlegen.exe und führen sie auf der Kommandozeile kindlegen.epub -o Dateiname.mobi aus. Die so erstellte Mobipocket-Datei kann per USB auf den Kindle geladen werden. Meist warnt der Konverter vor Problemen mit Layout-Vorgaben im Epub; Sie müssen damit rechnen, dass die erzeugten Dateien auf dem Kindle an einigen Stellen optisch vom Original abweichen. Der Kindle Previewer basiert auf KindleGen, bietet aber zusätzlich eine grafische Oberfläche und einen Vorschaumodus für die konvertierten Bücher.



Wer mehr Eingriffsmöglichkeiten haben möchte, greift besser zum Allround-Werkzeug Calibre. Das ist zwar nicht gerade benutzerfreundlich, beherrscht aber Dutzende Formate, enthält einen E-Book-Viewer und erlaubt beim Konvertieren, Stile anzupassen oder unnötige Elemente per Suchen & Ersetzen aus dem Buch zu entfernen. Sogar das Synchronisieren einer lokalen Bibliothek mit dem E-Book-Reader ist damit möglich. Importieren Sie einfach das gewünschte E-Book in Calibre und wählen Sie dort nach Rechtsklick auf das Buch „Bücher konvertieren/Einzeln konvertieren“ aus. Im folgenden Dialog nehmen Sie als Zielformat „Mobi“ oder „AZW3“. In der linken Leiste können Sie noch Anpassungen bei Metadaten oder Formatierungen vornehmen. Das fertige Buch liegt im Dokumentenordner von Calibre; am schnellsten finden Sie es, wenn Sie im Rechtsklickdialog auf „Speicherort öffnen“ klicken. Oder Sie übertragen das Buch gleich über Calibre auf den Kindle. Calibre kann auch andersrum: Kopierschutzfreie Mobi- und AZW3-Dateien sind genauso schnell in Epub umgewandelt.

**Calibre konvertiert, synchronisiert und öffnet gängige E-Book-Formate.**

So einen Zickzack-Kurs wollte die Verlagsgruppe Random House (u. a. Heyne, Bertelsmann, Knaus) wohl gar nicht erst gehen. Ihre Bücher sind weiterhin überall mit DRM versehen. Von offizieller Seite schiebt man die Schuld auf die Händler: Man liefere seit Oktober 2015 E-Books auch mit Wasserzeichen aus. Doch mit einigen Shops sei man noch in der „finalen Abstimmung bezüglich der technischen Umsetzung“, manche würden vielleicht gar nicht umstellen.

Dass es auch anders geht, zeigt Bonnier mit ihren Verlagen Carlsen, Piper und Ullstein. Die schwedische Verlagsgruppe hat zwischen fast komplett umgestellt: Nicht nur in den Tolino-Shops und bei Ciando, sondern sogar bei Amazon sind E-Books ohne DRM und mit Wasserzeichen verfügbar – nur bei Kobo sind sie noch verschlüsselt. Einige kleine Verlage wie Bastei Lübbe und der Aufbau Verlag verzichten sogar schon länger komplett auf Kopierschutz.

### Wo ist was drin?

Von dem Chaos bekommt der Leser nichts mit, solange er im Ökosystem seines Anbieters bleibt, Bücher alleine liest und sich nicht um den Kopierschutz kümmert. Für Nutzer, die DRM meiden wollen, sind die unterschiedlichen Strategien der Verlage aber eine Katastrophe. Sie müssen vor jedem Kauf genau überprüfen, was für einen Kopierschutz ein Buch enthält. Das ist jedoch bei vielen Shops gar nicht klar erkennbar. Gut

schnieden dabei die E-Book-Händler Ciando, Hugendubel und Thalia ab. In deren Buchübersicht ist immer gekennzeichnet, um welche Kopierschutzmaßnahme es sich handelt.

Ziemlich versteckt und missverständlich sind die Hinweise dagegen bei Osiander und bucher.de: Hier steht grundsätzlich bei allen DRM-freien Büchern, sie „können ein Wasserzeichen enthalten“. Bei DRM-E-Books heißt es irritierenderweise, man könne sie „uneingeschränkt auf allen Geräten der Tolino-Familie lesen“; aber natürlich gelten hier dieselben Einschränkungen wie bei anderen DRM-Maßnahmen, etwa bei der Anzahl der Geräte oder bei der Weitergabe an anderen Konten.

Bei Kobo sind die wenigen kopierschutzfreien E-Books auf der Webseite entsprechend gekennzeichnet, jedoch nicht, wenn man sie direkt auf einem Kobo-Lesegerät kauft.

### Kindle-Katastrophe

Im Kindle-Shop findet sich überhaupt kein Hinweis darauf, ob ein E-Book mit DRM, Wasserzeichen oder ohne Kopierschutz verkauft wird. Vereinzelt versteckt Amazon zwar in den Details den Hinweis „Gleichzeitige Verwendung von Geräten: Keine Einschränkung“, der auf ein kopierschutzfreies Werk hindeutet. Tatsächlich fanden wir aber auch diverse E-Books ohne DRM bei Amazon vor, denen dieser Vermerk fehlte. Wie bei Kobo bleibt in solchen Fällen nur, nach dem Kauf

die Bücher vom Kindle auf den Rechner zu ziehen und dort in einem E-Book-Viewer wie Calibre zu öffnen. Sind sie hier lesbar, hat der Verlag auf DRM verzichtet.

Kindle-Nutzer müssen deshalb ihre E-Books nach erfolgtem Kauf direkt auf dem PC auf Kopierschutzmaßnahmen untersuchen. Haben sie ein DRM-geschütztes Buch bekommen, können sie es immerhin im Rahmen des 14-tägigen Widerrufsrechts zurückgeben – bei Amazon klappt das über ein Formular. Bei anderen Shops muss man häufig den Support per E-Mail bemühen, bei einigen wie Thalia erlischt das Widerrufsrecht mit dem Download. (acb@ct.de)

**ct Konvertierungs-Tools: [ct.de/yf9z](http://ct.de/yf9z)**

**Wasserzeichen**

**Der goldene Handschuh**

von: Heinz Strunk  
Rowohlt Verlag GmbH, 2016  
ISBN: 978344050815, 256 Seiten  
Format: ePUB  
Kopierschutz: Wasserzeichen

**Preis: 16,99 EUR**

Exemplaranzahl:

**eBook anfordern ▶**

**Vorbildlich:** Auf ciando.de sieht man sofort, ob ein Buch mit Wasserzeichen oder DRM geschützt ist.

146

c't 2016, Heft 8

# SOA Days 2016

## BAUSTEINE FÜR DIGITALE BUSINESS TRANSFORMATION



TRANSFORMATION NOT COMPLETED

OFF

14. - 15. April 2016

Cologne Marriott Hotel

Auf den SOA Days 2016 in Köln teilen Top Speaker ihre Best Practices zur **Digitalen Business Transformation** untereinander und mit Ihnen.

Im Vordergrund des anwendergetriebenen Forums stehen dabei ein hochkarätiges Programm sowie ein vertiefter Erfahrungsaustausch mit Referenten, **CIOs und Top-IT-Entscheidern**.

Die SOA Days sind seit mehreren Jahren ein etablierter Treffpunkt rund um die Themen IT- und Business-Transformation, Enterprise Architecture Management, EAM und SOA.

### Auszug aus dem Vortragsprogramm

- **Die Digitale Transformation der Bundesverwaltung**  
*Klaus Vitt, Staatssekretär im Bundesministerium des Innern und Beauftragter der Bundesregierung für Informatstechnik*
- **Legacy und die Digitale Transformation – Freude oder Last?**  
*Prof. Dr. Helmut Krcmar, Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik TU München*
- **Architekturen für die Digitalisierung in der Industrie**  
*Martin Hankel, Bosch Rexroth AG, Dr. Michael Hoffmeister, Festo AG & Co. KG, Dr. Karsten Schweichhart, Deutsche Telekom AG*
- **Von Big Data zu intelligenten Diensten und vernetzten Geschäftsmodellen**  
*Prof. Dr. Stefan Wrobel, Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems*

Teilnahmegebühr: 1.350,- Euro für Nichtmitglieder  
750,- Euro für Mitglieder des SOA Innovation Lab

Infos und Anmeldung

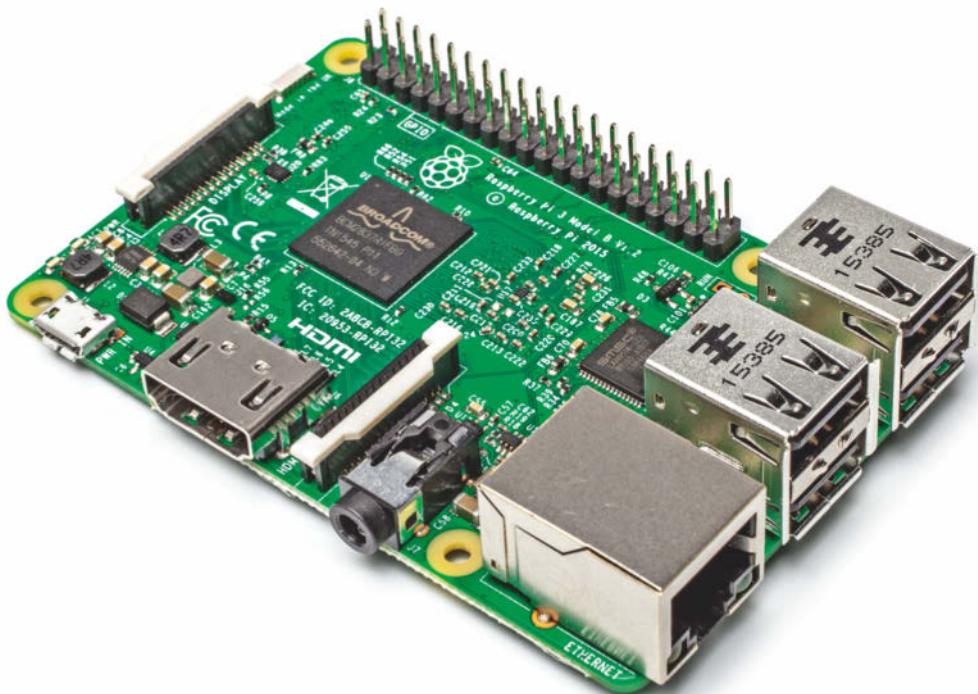
[www.soa-days.com](http://www.soa-days.com)

Veranstalter:

**SOA innovation lab**  
BUSINESS · TRANSFORMATION · MANAGEMENT

Organisation:

**heise Events**  
Conferences, Seminars, Workshops



Maik Merten

# Überreife Himbeere

## Wie es mit dem Raspberry Pi weitergeht

Pünktlich zum vierten Geburtstag hat die Raspberry Pi Foundation den bisher schnellsten Raspberry Pi herausgebracht. Der ist zwar 64-bittig und hat WLAN sowie Bluetooth an Bord, ansonsten hat sich aber wenig geändert. Warum eigentlich?

Vom neuen Raspberry Pi 3 hatten sich viele Anwender mehr RAM, endlich Gigabit-Ethernet oder wenigstens USB-3.0- oder SATA-Ports erhofft. Doch neben dem offensichtlichen Kostenfaktor gibt es weitere Gründe, die dem entgegenstehen. Er soll nicht nur kompatibel zu den bisherigen Versionen sein, auch die Systemarchitektur selbst ist recht speziell.

### Architekturschau

Das wird bei einem Blick auf das System on a Chip (SoC) klar. Anders als man erwarten würde, handelt es sich bei den Broadcom SoCs des Raspberry Pi (BCM2835 bis BCM2837) um Multimediacoprozessoren mit angeflanschten ARM-CPUs und etwas Peripherie. Den Kern des SoC bildet der VideoCore IV, der an erster Stelle die Vector Processing Unit (VPU) enthält. Die VPU verfügt neben einer Vektoreinheit über zwei Skalar-Einheiten und spricht einen RISC-artigen Befehlssatz. Zur VPU gesellt sich ein 3D-Komplex für die Grafikkarte OpenGL ES, eine Verarbeitungseinheit für Kameradaten (Image Sensor Pipeline, ISP) sowie Hardware-

Unterstützung für Medienformate wie H.264 und JPEG (jeweils De- und Encoder) oder VC-1 und MPEG-1/-2/-4 (jeweils nur Decode). Formate, die nicht direkt in Hardware unterstützt werden (wie Theora, VP6 und VP8), können zumindest bis 720p von der VPU in Software dekodiert werden.

### Zentrale VideoCore

Der VideoCore enthält wesentliche Systembestandteile wie den Speicher-Controller oder den L2-Cache (128 KByte, 4-fach assoziativ). Letzterer dient hierbei fast ausschließlich den Einheiten des VideoCore und wird bei CPU-Zugriffen in der Regel umgangen. Die ARM-CPUs wirken wie „danebengestellt“ – ein Eindruck, der sich durch den Ablauf des Bootprozesses bestätigt: Beim Systemstart sind weder RAM noch der ARM-Komplex initialisiert. Stattdessen arbeitet die VPU einen ersten Bootloader aus einem ROM ab, welches fest in das SoC „gebrannt“ ist.

Danach wird ein zweiter Bootloader von SD-Karte (bootcode.bin) in den L2-Cache geladen und gestartet. Er initialisiert den Arbeitsspeicher und lädt die VideoCore-Firm-

ware, die einen dritten (!) Bootloader enthält (start.elf). Dieser teilt wiederum den Arbeitsspeicher zwischen VideoCore und ARM-Komplex auf und startet die ARM-Kerne, die dann das eigentliche Betriebssystem ausführen. So schrullig dieser Bootprozess aussieht – zur Entwicklungszeit des BCM2835-SoC gab es im ARM-Bereich keinen standardisierten Bootablauf oder gar eine normierte Systemarchitektur. Erst mit den Server-Ambitionen der ARMv8-Architektur entwickeln sich solche Standards.

Auch nach dem Bootprozess hat der VideoCore einiges zu tun: Dort läuft ein eigenes Betriebssystem (VideoCore OS, VCOS), das parallel zur ARM-Welt läuft. Hier befindet sich unter anderem ein OpenGL-ES-Treiber für den 3D-Teil des VideoCore inklusive dazugehörigem Shader-Compiler. Die Kommunikation zwischen VideoCore und ARM-Welt wird über eine „Mailbox“ realisiert, über die beispielsweise Befehle für den 3D-Treiber abgesetzt werden können. Ein auf den ARM-Kernen laufendes Linux benötigt also keinen vollständigen 3D-Treiber, um beschleunigte Grafik auszugeben, sondern lediglich eine Fassade, um Aufrufe an OpenGL ES über die Mailbox an den VideoCore weiterzureichen. So werden auch andere Funktionen, wie etwa die Video-Decoder, angesprochen.

Von den Eigenheiten des Broadcom-SoC bemerkt der Endanwender nichts. Die enge Verbindung mit der VideoCore-Architektur hat jedoch unmittelbare Auswirkungen auf die weitere Produktentwicklung des Raspberry Pi: Man kann den VideoCore zwar wie im Falle des Raspberry Pi 3 etwas höher takten, doch ohne Hilfe von Broadcom wird es keine Raspis mit größerem Hauptspeicher geben, weil der VideoCore IV nur 1 GByte ansteuern kann.

### Broadcom im Wandel

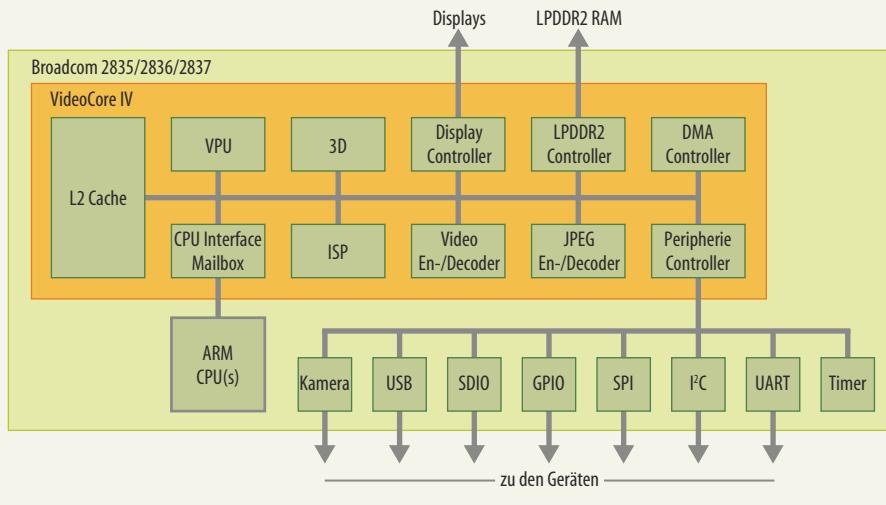
In neue Videocores sollte man jedoch keine allzu großen Hoffnungen setzen, denn Broadcom hat das VideoCore-Team aufgelöst. Das hängt mit der Entscheidung zusammen, sich ebenso wie etwa Texas Instruments oder Nvidia aus dem Smartphone-Markt zurückzuziehen, weshalb kein Bedarf für eine eigene Grafiktechnologie mehr besteht. Hinzu kommt, dass die SoC-Entwicklung umso teurer wird, je fortgeschritten der verwendete Fertigungsprozess ist.

Da wundert es nicht, dass auch der neue BCM2837 noch in einem betagten 40-nm-Prozess hergestellt wird: Es mangelt nicht nur an einem Team, das einen Shrink der VideoCore-Architektur auf 28 nm betreuen könnte – auch sind mit dem Rückzug aus dem Massenmarkt die zu erwartenden Stückzahlen nicht groß genug, um die Kosten wieder einzuspielen.

Im Vergleich dazu ließen sich das Update auf den ARM Cortex-A53 des Raspberry Pi 3 vergleichsweise einfach und günstig realisieren. Als Lizenznehmer der ARM-Architektur stehen Broadcom Blaupausen für moderne ARM-Kerne zur Verfügung.

## Schematischer Aufbau des Raspberry Pi

Anders als man erwarten könnte, führt bei den Raspis nicht die ARM-CPU, sondern der Multimediaprozessor VideoCore das Regiment – und ist gleichzeitig der limitierende Faktor.



man sich in der Regel mit älteren Linux-Versionen oder rudimentären Android-Ports zufrieden geben muss, sofern man die Grafik-Hardware ausreizt.

Es ist bisher nicht abzusehen, ob ARM oder Imagination künftig einen offeneren Ansatz anstreben. Eher das Gegenteil scheint der Fall zu sein: Nach Aussagen von Luc Verhaegen, der die Entwicklung des freien „lima“-Treivers für Mali-Einheiten gestartet hat, hat ARM sich nach Kräften bemüht, diese Entwicklung zu unterminieren [2].

Weitere Stolpersteine beim Wechsel der SoC-Architektur lauern dort, wo Software die Spezialeinheiten des bisherigen SoC nutzt. Auf der Image Sensor Pipeline (ISP) können beispielsweise Operationen wie Weißabgleich, Rauschentfernung und Skalierung „nebenher“ auf Kameradaten durchgeführt werden. Software, die dies nutzt, müsste angepasst oder ausgetauscht werden. Auch greifen einige Anwendungen direkt über die Speicheradressen auf die GPIO-Ports zu. Deren Lage im Speicher und die Interpretation der Datenwerte würde sich mit hoher Wahrscheinlichkeit ändern, sodass einige Software direkt inkompatibel würde.

## Blick nach vorne

Unterm Strich würde eine neue SoC-Architektur zwangsläufig zu einer Fragmentierung der Software-Landschaft auf dem Raspberry Pi führen. Das hat die Raspberry Pi Foundation bisher vermieden und auch für die neueren Raspis keine separaten Ausgaben des offiziellen Betriebssystems Raspbian bereitgestellt, die von erweiterten Befehlsätzen der neueren ARM-Kerne profitieren. Stattdessen läuft Raspbian auch in der neuesten Version auf jedem beliebigen Raspi gleichermaßen, was sicherlich Anwender freut, die mehrere Gerätenerationen nutzen.

Um den Raspberry Pi auch für die nächsten Jahre attraktiv zu halten, wird sich die Foundation voraussichtlich noch stärker als zuvor im Software-Bereich engagieren. Hierzu gehört, alle zum Betrieb notwendigen Treiber im Hauptzweig des Linux-Kernels unterzubringen und sich so weit wie möglich von den VideoCore-Blobs unabhängig zu machen. Durch den neuen offenen 3D-Treiber erweitert sich die Auswahl an 3D-Software; selbst weitreichende Desktop-Beschleunigung rückt in greifbare Nähe.

Auch neue Hardware wird es geben: Neuauflagen des Model A und des Compute Module auf Basis des BCM2837 sind angekündigt. Bevor die Raspberry Pi Foundation mit einem gänzlich neuen SoC in die nächste Runde geht, dürfte der BCM2837 also noch für einige Zeit aktuell bleiben. (vza@ct.de)

## Literatur

- [1] MagPi Magazine 43, S. 10: [www.raspberrypi.org/magpi-issues/MagPi43.pdf](http://www.raspberrypi.org/magpi-issues/MagPi43.pdf)
- [2] Luc Verhaegens Erfahrungen mit ARM: <http://libv.livejournal.com/27461.html>

## Beziehungsspiele

Dass die Auffrischung für den Raspberry Pi 3 überhaupt erfolgte, dürfte an der sehr innigen Beziehung zwischen Broadcom und der Raspberry Pi Foundation liegen. Der Gründer der Raspberry Pi Foundation, Eben Upton, hatte zuvor bei Broadcom an der VideoCore-Architektur mitgearbeitet. Die Entscheidung, beim Raspberry Pi auf Broadcom-Technologie zu setzen, lag also auf der Hand.

Da der BCM2836 und der BCM2837 (im Unterschied zum ursprünglichen BCM2835) bisher nur auf Raspis gesichtet wurden, kann man durchaus von Maßanfertigungen sprechen. Upton zufolge brauchte es jedoch einige Überzeugungsarbeit, damit Broadcom sie fertigte [1]. Grundlegend neue SoCs lassen sich alleine mit den Absatzzahlen des Raspberry Pi nicht finanzieren, zumal die Raspberry Pi Foundation noch nicht mal der größte Abnehmer der bisherigen Technologie ist.

## Nachbars Garten

Der Raspberry Pi behauptet sich gegenüber anderen kostengünstigen ARM-Computern vor allem durch seine gute Software-Unterstützung und die verfügbare Zusatz-Hardware. Die Stabilität der Plattform ist für viele Nutzer (gerade auch im angepeilten Bildungsbereich) der entscheidende Grund, einen Raspi einzusetzen. Entsprechend ist die Raspberry Pi Foundation sehr darauf bedacht, die Kompatibilität zu bestehender Soft- und Hardware zu erhalten.

Weiterhin hat die Raspberry Pi Foundation erklärt, eine zunehmende Öffnung der Plattform anzustreben. Dies bezieht sich insbesondere auf den Code, der auf dem VideoCore läuft. Hierbei handelt es sich um Broadcom-Software, zu der kein Quelltext vorliegt

(hier wird gerne von „Blobs“, also undurchsichtigen Binärdaten, geredet). Dass sich Betriebssysteme auf dem Raspberry Pi auf Funktionen stützen müssen, die von proprietärer Software bereitgestellt werden, wird insbesondere im Linux-Umfeld mit Argwohn betrachtet.

## Offene Treiber?

Als Reaktion hat Broadcom die Dokumentation zur Programmierung der Peripheriegeräte und der 3D-Einheit im VideoCore freigegeben. Broadcom finanziert auch die Entwicklung eines quelloffenen 3D-Treibers, der in das Mesa-Framework für Grafiktreiber integriert wurde und auch Kompatibilität zu OpenGL für Desktops herstellt, während der geschlossene Broadcom-Treiber nur das mobile OpenGL ES unterstützt. Der offene Treiber wird auf den ARM-Kernen ausgeführt und greift direkt auf die 3D-Pipeline des VideoCore zu, womit die Abhängigkeit von der VideoCore-Software bereits stark reduziert wird.

Ein Wechsel auf eine SoC-Architektur, die nicht auf VideoCore-Technologie aufbaut, wäre ein Rückschritt: Die Platzhirsche der lizenzierten Grafiktechnologien für ARM-SoCs sind Mali von ARM sowie PowerVR von Imagination Technologies. Treiber gibt es hier nur in binärer Form; Quellcode bekommt man von den Herstellern nicht. Im Unterschied zu den VideoCore-Blobs, die auf einem eigenständigen Co-System laufen, arbeiten diese auf den ARM-Kernen selbst und müssen deshalb an das jeweilige Betriebssystem angepasst werden. Wenn Linux eingesetzt werden soll, so ist man bei schlechterer Treiberpflege durch den Hersteller deshalb schnell von der Linux-Entwicklung abhängig. Darunter leiden einige der durchaus interessanten Raspi-Alternativen, sodass



Herbert Braun

# Fastbook

## Instant Articles auf Facebook publizieren

Mit „Instant Articles“ bietet Facebook Website-Betreibern die Möglichkeit, ihre Inhalte innerhalb seines sozialen Netzwerks zu publizieren. Die Inhalte laden blitzartig in Facebooks Apps. Der Weg zu den Instant-Seiten ist aber nicht ganz einfach und das Konzept selbst kontrovers.

**D**as Web leidet an schwerer Adipositas: Es dauert qualvolle 40 Sekunden, bis ein Mobilfunknutzer mit Edge-Verbindung eine Website durchschnittlicher Größe – zweieinviertel Megabyte – geladen hat, falls der Browser nicht zuvor kapituliert. Kein Wunder, dass viele das Surfen im mobilen Web als Notlösung begreifen. Facebook will sich dieses Problems mit seinem Projekt „Instant Articles“ annehmen. Damit können Website-Betreiber für ihre Artikel oder Blog-Posts spezielle Versionen anbieten, die Facebook mit seinen Apps deutlich schneller auslieft als klassische mobile Webseiten.

Facebooks Angebot unterstützt die üblichen Erlösmodelle der Website-Betreiber: Sie dürfen in den Instant Articles Werbung schalten und müssen von den Einnahmen nichts abgeben. Nutzer, die sich erst einmal an praktisch ohne Verzögerung ladende Seiten gewöhnt haben, werden viel eher bereit sein, Seiten zu öffnen. Wer ein Webangebot betreibt und häufig neue Artikel publiziert, sollte sich daher unbedingt mit Instant Articles (FRIA) auseinandersetzen.

### Mobile Ungeduld

Facebook und Google haben fast gleichzeitig viel beachtete Initiativen zur Beschleunigung des (vor allem) mobilen Web gestartet. Dabei gehen sie unterschiedliche Wege: Google will mit AMP einen offenen Webstandard unter die Leute bringen, Facebook versucht mit Instant Articles hingegen, Inhalte in die eigene Plattform hineinzuziehen [1].

Derzeit befindet sich das Projekt noch in der geschlossenen Betaphase, an der sich nur wenige große Nachrichtenangebote beteiligen durften. Die Öffnung steht aber unmittelbar bevor: Im Rahmen seiner f8-Konferenz will Facebook am 12. April grünes Licht für alle geben.

Instant Articles erscheinen nur in aktuellen Versionen der Facebook-App auf An-

droid- und iOS-Geräten (ab Version 4.1 „Jelly Bean“ beziehungsweise iOS 7). Dort erkennt man sie an einem dezenten Blitz-Symbol auf dem Vorschaubild – pikantweise fast das gleiche Icon, das Google für AMP gewählt hat.

Ausprobieren können Sie FRIA etwa auf der Facebook-Seite von Spiegel online, einem von zwei deutschen Vorabnutzern. Tatsächlich hält Facebook das „Instant“-Versprechen: Bereits bei mittelmäßiger Mobilfunkverbindung dauert es vom Antippen bis zum Erscheinen des Artikels nicht länger als einen Wimpernschlag.

Anders dagegen die normalen Links auf das Angebot von spiegel.de, bei denen die App eine deutliche Denkpause einlegt – und das, obwohl Spiegel online diese Inhalte von einer speziellen Mobil-Website herbeischafft. Noch verblüffender: Im Erscheinungsbild unterscheiden sich Instant Article und normale Website nur gering; die Facebook-Variante sieht sogar besser aus.

### Einrichtung

Voraussetzungen für FRIA sind eine eigene Website sowie eine Facebook-Seite. Diese müssen Sie über den „Business Manager“ (<https://business.facebook.com>) verwalten, einem 2014 für Geschäfts- und Werbekunden eingeführten Online-Werkzeug.

Hier navigieren Sie über den „Use Page“-Button zu den „Settings“, wo Sie unten zwischen „Featured“ und „Page Support“ einen Eintrag „Instant Articles“ finden sollten, sobald Facebooks Schnellartikel öffentlich zugänglich sind. Dort tragen Sie ein, von welcher URL Facebook die Artikel beziehen soll, und legen die Gestaltung fest.

Bei der Gestaltung gibt Facebook einen engen Rahmen vor: Auf eine optionale Header-Grafik im 4:3-Format folgen Logo und Like-Button, die Überschrift (auf Wunsch mit Dachzeile und Untertitel), Autor und Publika-

tionsdatum, der Artikel selbst und zuletzt ein optionaler Footer. Der Style Editor erlaubt FBIA-Nutzern, an 19 Schräubchen zu drehen – im Wesentlichen Farben und zwei verschiedene Schriftarten für die einzelnen Elemente. Sie dürfen mehrere Templates anlegen, um Rubriken voneinander abzuheben.

Facebook ermöglicht Testläufe, deren Ergebnis die „Seitenmanager“-App anzeigen. Sind mindestens 50 Artikel zur Publikation vorbereitet, reichen Sie diese zur Begutachtung bei Facebook ein, das bei Wohlgefallen schließlich Ihre Instant Articles freischaltet.

### Instant-Feed

Das Publizieren läuft im Wesentlichen so ab wie immer: Sie veröffentlichen einen Artikel auf Ihrer Website und schreiben danach einen Post auf der eigenen Facebook-Seite, der diesen Artikel verlinkt. Bei den Instant Articles kommt eine dritte Komponente hinzu, die den Verweis auf den Artikel durch einen Instant Article ersetzt. Diese Komponente ist ein RSS-Feed, der die kompletten Instant Articles enthält. Mit ihren Web-Gegenstücken sind sie über deren URLs verknüpft, den „kanonischen“ URLs. Damit können Website-Betreiber ihre Inhalte automatisiert bei Facebook anliefern:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<rss version="2.0" xmlns:content="http://purl.org/rss/1.0/modules/content/">
  <channel>
    <title>Mein Blog</title>
    <link>http://woerter.de/blog/</link>
    <description>Über dies, + jenes</description>
    <item>
      <title>Hey, ein Post</title>
      <link>http://woerter.de/blog/hey</link>
      <guid>42</guid>
      <author>Herbert Braun</author>
      <description>Das steht drin im Post.</description>
      <content:encoded><![CDATA[ ... Facebook-Instant-HTML ... ]]></content:encoded>
      <pubDate>2016-03-07T22:27:25+00:00</pubDate>
      <modDate>2016-03-08T15:06:28+00:00</modDate>
    </item>
  </channel>
</rss>
```



```

<item>...</item>
<lastBuildDate>2016-03-
  08T15:06:28+00:00</lastBuildDate>
</channel>
</rss>
```

Es wirkt ein bisschen ironisch, dass Facebook hier ausgerechnet jene Technik einsetzt, die wegen des Aufstiegs der Social Media immer wieder totgesagt wurde. Das Newsfeed-Format RSS eignet sich aber perfekt für solche Synchronisierungsaufgaben.

Der Feed (<rss>) enthält einen <channel> mit Metainformationen zur Publikation (<title>, <link> zur Startseite, <description>) und das Datum der letzten Feed-Aktualisierung (<lastBuildDate>).

Jedes <item> besitzt ebenfalls einen <link> und eine <description>, außerdem ein Publikations- und Änderungsdatum (<pubDate> und <modDate>), einen <author> sowie eine vom Inhaltseanbieter vergebene eindeutige ID (<guid>). Der Instant Article selbst steht in <content:encoded>. Dabei wird der komplette Quelltext in einen <![CDATA[...]]>-Wrapper eingewickelt, damit die HTML-Fracht nicht mit der XML-Verpackung aneinandergerät.

In der Facebook-App ersetzen diese Inhalte den per Item-Link adressierten Artikel. Wichtig ist dabei: Das Einspeisen eines Artikels in den Feed bewirkt noch keine Veröffentlichung – dazu müssen Sie weiterhin den Artikel-Link auf der Facebook-Seite posten.

## Instant-HTML

Die Instant Articles selbst bestehen aus ziemlich normalem HTML5. Während Google versucht, HTML mit Custom Elements neu zu erfinden, überlässt Facebook die interaktiven Widgets und die Performance-Tricks seiner App. Diese fordert die Instant Articles schon vor dem Öffnen von den schnellen Facebook-Servern an, wo sie hinterlegt sind.

Das Auffallendste an der Instant-Article-Syntax sind deren Klassennamen, die mit op- beginnen. Ansonsten regelt FBIA die Verwendung von HTML sehr streng und nötigt ebenso wie AMP zum Verzicht auf vieles, was aus dem Web kaum wegzudenken scheint. Konkret heißt das: keine Skripte, kein CSS. Die Gestaltung beschränkt sich auf die Theme-Einstellungen. Ein simpler Blogpost

in Instant-Article-Form sieht ungefähr so aus wie im Kasten unten.

Dieser HTML-Code enthält ein paar ungewöhnliche Elemente, entspricht aber nach Ansicht des W3C-Validators dem Standard – abgesehen davon, dass das erforderliche <title>-Element fehlt, welches der umgebende RSS-Feed überflüssig gemacht hat.

Das prefix-Attribut im Kopf des Dokuments ist ein RDFa-Attribut. Die üblichen Webentwickler-Nachschlagewerke können damit ebenso wenig anfangen wie die Browser, aber es ist legitim, die Semantic-Web-Technologie RDF (Resource Description Framework) in Attributform in den HTML-Quelltext einzubauen. Der Host, der den op-Namensraum auflöst, ist allerdings von außen nicht erreichbar, für den Namensraum fb ist keine zugehörige URL bekannt – offenbar ist hier vieles noch nicht fertig.

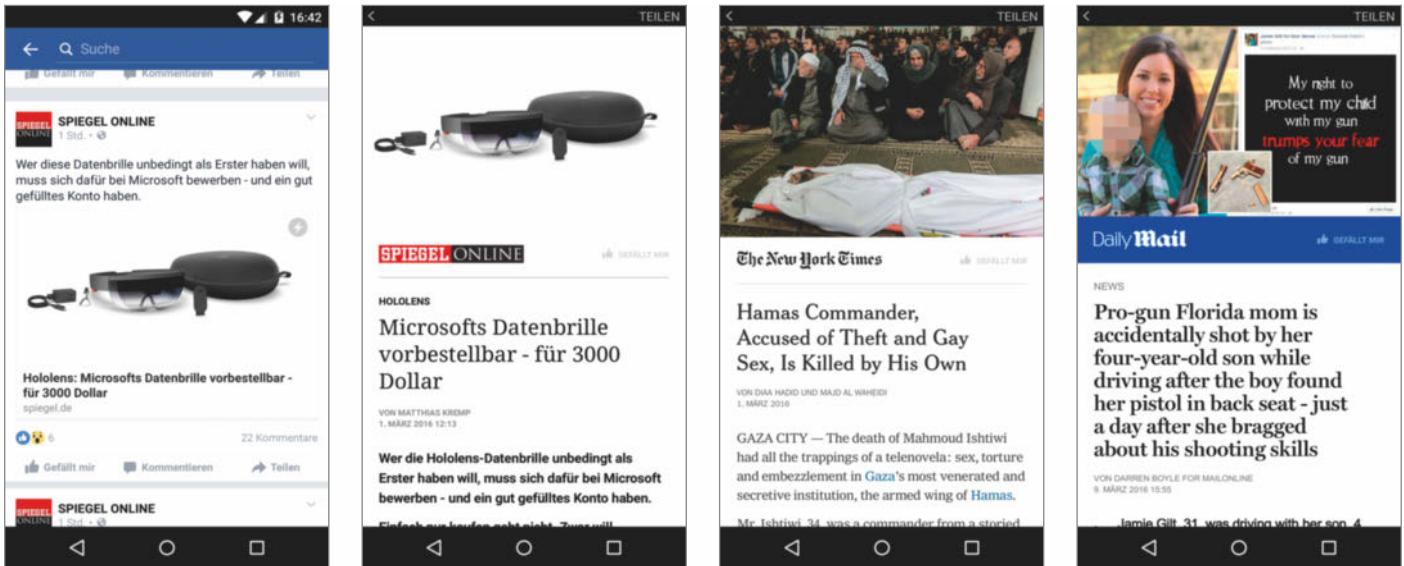
Der <head> beginnt mit der kanonischen URL des Artikels, die – soweit sich Facebooks konfuse Dokumentation deuten lässt – wohl erforderlich ist, auch wenn sie im Item-<link> des umgebenden RSS ein zweites Mal vorkommt. Das <meta>-Tag op:markup\_version bezieht sich auf die Version des Facebook-Standards, fb:article\_style auf das Standard-Theme.

Der <header>-Abschnitt des Body enthält ein Aufmacherbild, den Titel des Artikels sowie einige Metadaten. Alle URLs müssen (wahrscheinlich, auch hier ist die Dokumentation unklar) absolut angegeben werden. Jedes Bild steckt in einem <figure>-Element. Facebook zeigt nur einen Ausschnitt der Header-Grafik im 4:3-Format an, der etwa ein Drittel des Bildschirms füllt. Dennoch lohnt sich ein großes Bild: Beim Antippen erscheint es als Vollbild und lässt sich durch Neigen des Geräts erkunden – eine nette Spielerei.

## Blogpost als Instant Article

```

<!doctype html>
<html lang="de" prefix="op: http://media.facebook.com/op#">
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <link rel="canonical" href="http://woerter.de/blog/hey">
    <meta property="op:markup_version" content="v1.0">
    <meta property="fb:article_style" content="default">
  </head>
  <body>
    <article>
      <header>
        <figure>
          
          <figcaption>Ein großes Bild</figcaption>
        </figure>
        <h1>Hey, ein Post</h1>
        <h3 class="op-kicker">>Jetzt neu!</h3>
        <time class="op-published" datetime="2016-03-07T22:27:25+00:00">7. März 2016</time>
        <address>
          <a rel="facebook" href="http://facebook.com/wortwart">Herbert Braun</a>
          Schreibt für c't und heise online.
        </address>
      </header>
      <p>... hier steht ein toller Artikel.</p>
      <footer>
        <ul class="op-related-articles">
          <li><a href="#">Monster von Loch Ness heiratet</a></li>
          <li><a href="#">Google kauft Apple</a></li>
          <li><a href="#">Promi-News, Kriege, Fußball</a></li>
        </ul>
        <small>&copy; Woerter-Verlag</small>
      </footer>
    </article>
  </body>
</html>
```



Schnell ladende Instant Articles kennzeichnen die Facebook-Apps mit einem kleinen Blitz-Icon.

Für den Leser ist der Unterschied der Instant Articles zu Mobil-Websites kaum zu erkennen – außer an ultrakurzen Ladezeiten.

Die Auftritte der New York Times ...

... und Daily Mail zeigen den gestalterischen Spielraum.

Auch ein Video oder eine Bildergalerie kann als Aufmacher dienen.

Eine `<h1>` ist vorgeschrieben; die `<h3>` mit der Klasse `op-kicker` fügt eine Dachzeile hinzu. Der Autor steht in einem `<address>`-Block mit optionaler Kurzbiografie. Das Veröffentlichungsdatum lässt sich entsprechend der Template-Einstellungen ausgeben.

Ein optionaler `<footer>` schließt den Artikel ab. Er kann Copyright-Hinweise (`<small>`) und eine Liste ähnlicher Artikel (`op-related-articles`) enthalten.

Der Artikel selbst besteht aus Textabsätzen (`<p>`), die sich durch Zitatblöcke (`<blockquote>`) und Pullquotes („Seitenansprachen“, `<aside>`) auflockern lassen. Grafische und interaktive Elemente stecken in `<figure>`-Elementen. Darin lassen sich zum Beispiel Bildergalerien mit der Klasse `op-slideshow` umsetzen:

```
<figure class="op-slideshow">
  <figure>...</figure>
  <figure>...</figure>
  <figcaption>Eine tolle Diaschau.</figcaption>
</figure>
```

Facebook untersagt übrigens, dasselbe Bild mehrfach auf der Seite einzubinden (also beispielsweise als Header und normales Bild). Auch Audio- und Videoinhalte müssen in einer `<figure>` stecken:

```
<figure data-feedback="fb:likes, fb:comments">
  <video>
    <source src="..." type="video/mp4">
  </video>
</figure>
```

Das Attribut `data-feedback` sorgt dafür, dass der Leser das Video direkt bewerten und kommentieren kann. Landkarten lassen sich über die Klassen `op-map` und `op-geotag` einbauen:

```
<figure class="op-map">
  <script type="application/json" class="op-geotag">
    {
      "type": "Feature",
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [52.5243700, 13.4105300]
      },
      "properties": {
        "title": "Berlin, Deutschland",
        "radius": 200,
        "style": "satellite"
      }
    </script>
  </figure>
```

Die JSON-Daten folgen dem Format GeoJSON (<http://geojson.org>). Es ist auch möglich, Bilder mit Geo-Informationen auszuzeichnen – in diesem Fall packen Sie den GeoJSON-Block einfach zusammen mit dem `<img>` ins `<figure>`-Element.

Interaktive Extras lassen sich ähnlich wie bei AMP über Iframes einbinden. Dabei soll der Entwickler darauf achten, dass die angegebenen Dimensionen zu den Inhalten passen.

```
<figure class="op-interactive">
  <iframe src="..." height="..." width="..."></iframe>
</figure>
```

Mit Hilfe des HTML5-Attributs `srcdoc` lässt sich der Code auch direkt in den Iframe einbauen:

```
<figure class="op-interactive">
  <iframe srcdoc=">
    <p>Hallo!</p>">
  </iframe>
</figure>
```

Im Widerspruch zu den HTML-Regeln verlangt FBIA nicht, Tag-Klammern mit Escape-

Zeichen zu versehen, wohl aber die Anführungszeichen. Zum Debuggen solcher Iframes empfiehlt Facebook Dienste wie [jsconsole.com](https://jsconsole.com) – mit normalen Browser-Entwicklerwerkzeugen lassen sich die App-Inhalte ja nicht testen.

Mit `<figure>` und `<iframe>` lassen sich auch Tracker (Klasse `op-tracker`) und Bannerwerbung (`op-ad`) einbauen. Mehrere Banner können auch in einem `<section>`-Element mit der Klasse `op-ad-template` zusammengefasst werden, um Facebook die Platzierung der Anzeigen im Artikel zu überlassen. Das Tracker-Feature ist wichtig, weil die Aufrufe von Instant Articles nicht auf dem eigenen Server aufschlägen. Im Business Manager stellt Facebook deshalb eigene Auswertungen der Besuchsdaten bereit und arbeitet außerdem mit dem Anbieter comScore zusammen.

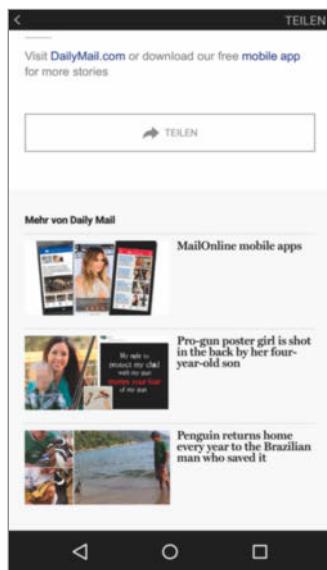
Die FAQ lassen ahnen, dass das Thema Werbung zu einigen Reibereien zwischen Facebook und den Betatestern geführt hat. Im Ergebnis sind klassische Banner von Facebook oder Drittanbietern erlaubt, nicht dagegen gesponserte oder mit Bannern vollgestopfte Artikel (Facebook verlangt mindestens 350 Worte pro Banner).

Kritischer ist das Verbot programmatischer Werbung durch Drittanbieter, da dies in der Werbewirtschaft ein großer Wachstumsmarkt ist. Dabei werden die Werbeplätze auf Grundlage von Targeting automatisiert und individuell befüllt – also genau so, wie Facebook es selbst macht. Tatsächlich fanden wir auf allen Instant Articles bisher ausschließlich von Facebook vermittelte Werbung.

Übrigens arbeitet Facebook laut FAQ an einer Lösung für Websites hinter einer Paywall. Und falls jemand gehofft hatte, mit Instant Articles sein Ranking in der Facebook-Timeline zu steigern: Nein, sagen die FAQ.



Die Werbeanzeigen müssen nicht von Facebook kommen, tun es aber bisher meistens.



Die meisten Instant Articles verlinken im Footer zu verwandten Themen.



Beim Öffnen des Artikels füllen die Header-Grafiken etwa ein Drittel des Bildschirms, ...



... aber beim Anklicken vergrößern sie sich und lassen sich erkunden, indem man das Smartphone kippt.

## Instant-Impact

Instant Articles sind eine große Versuchung für Publisher. „Wir müssen dahin, wo unsere Leser sind“, heißt es etwa auf der Website mobilegeeks.de – nachdem zwei Absätze vorher noch von „Bauchschmerzen“ die Rede war (siehe c’t-Link).

Viele Nachrichten-Sites und Blogger dürfen das genauso empfinden – vor allem, nachdem der WordPress-Hersteller Automattic angekündigt hat, die technischen Hürden bei der Einlieferung von WordPress-Posts bei Facebook zu minimieren. Das Plug-in facebook-instant-articles-wp wirkt noch unfertig, erstellt aber bereits jetzt anscheinend funktionsfähige Instant Articles. WordPress, das nach eigenen Angaben hinter jedem vierten Webangebot steckt, hatte wenige Wochen zuvor dem konkurrierenden AMP-Projekt einen ähnlichen Schub erteilt. Klar, dass andere CMS-Anbieter schnell nachziehen werden.

Doch die Publisher begeben sich damit in eine gefährliche Abhängigkeit. Facebook hat große Zugeständnisse gemacht, um die Verlage zu überzeugen – aber wenn FBIA als Königsweg im mobilen Web angenommen würde und die Nutzer danach verlangen, gibt dies Facebook eine gefährlich starke Marktstellung. Es kann externe Werbeanbieter vom Hof jagen, es kann willkürlich Zensur ausüben und es verstärkt die problematische Rolle von Facebook als Informationsquelle, die nach geheimnisvollen Richtlinien bewertet, filtriert und sortiert.

FBIA ist interessant für die Publisher, lockt sie allerdings hinter den Zaun von Facebooks Netzwerk. Das zeigt sich gerade im Vergleich zu Google AMP, mit dem es ansonsten viel gemeinsam hat. Entscheidend ist jedoch: Google AMP gehört zum Lager des freien Web, Instant Articles ist Teil einer geschlossenen

Plattform. Die Vorgaben von AMP sind rein technischer Natur, und abgesehen von der problematischen Bindung an Googles Content Delivery Network ist die Technologie unabhängig von dem Suchmaschinenbetreiber.

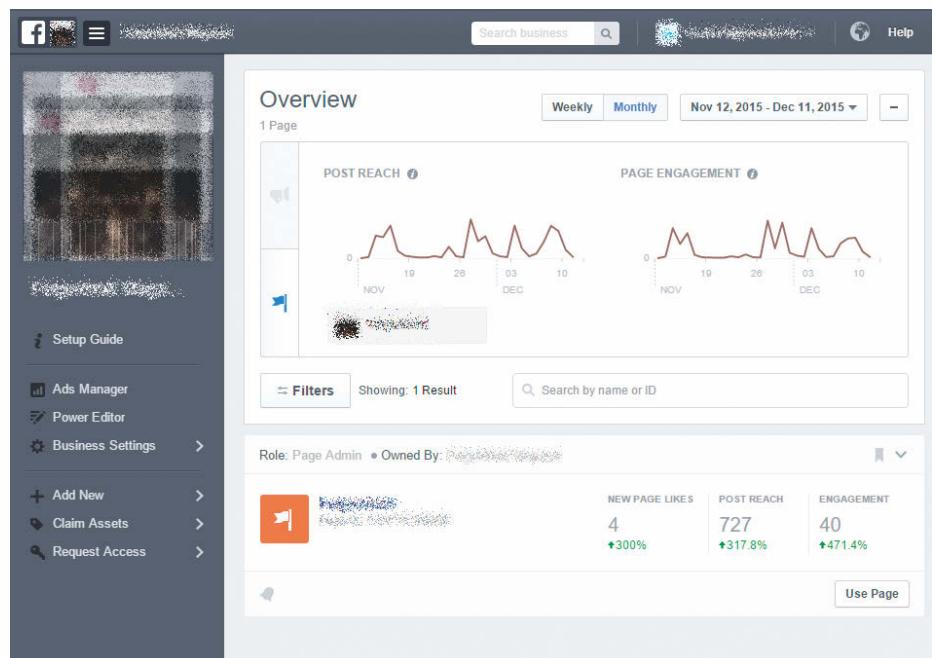
Facebook Instant Articles löst ein echtes Problem, das aber größtenteils hausgemacht ist. Nutzer erwarten heute, dass die Inhalte mehr oder weniger sofort da sind – schließlich wachsen die Bandbreiten im Fest- wie auch im Mobilfunknetz stetig. Dafür sind aber viele Webseiten schlack zu fett. Kein Wunder, dass FBIA mit Geschwindigkeit auftrumpft, wenn es den ganzen Overhead

wegwirft und den Rest per geschicktem Pre-loading rechtzeitig im Hintergrund anfordert. Facebooks Diätpillen kurieren die Symptome, aber sie haben Nebenwirkungen – und machen Publisher vollends vom sozialen Netzwerk abhängig. (jo@ct.de)

## Literatur

[1] Herbert Braun, Web-Diät, Wie Google mit AMP das offene Web retten will, c’t 3/16, S. 158

**ct** Downloads und weiterführende Informationen: [ct.de/y553](http://ct.de/y553)



In Facebooks Business Manager werden die Instant Articles eingerichtet.

Harald Bögeholz

# Clipboard-Verhüterli

## Rechtssicheres Kopieren von Texten

**Wissenschaftliches Arbeiten im Internet ist gefährlich: Nur allzu leicht fängt man sich über die Zwischenablage eine Textpassage ein, die später zum Verlust des hart erarbeiteten Doktorstitels führt. Neuronale Netze können vor solchen Missgeschicken schützen.**

Getreu dem Motto „Es ist alles schon geschrieben worden, nur noch nicht von jedem“ wiederholen Online-Artikel, Schul- und Studienarbeiten oder Dissertationen fast zwangsläufig Gedanken, die andere zuvor aufgeschrieben haben. Doch wenn man anderer Leute Texte einfach wörtlich kopiert, sieht man sich schnell dem Vorwurf der Urheberrechtsverletzung oder des Plagiats ausgesetzt.

Für dieses Problem gibt es zwei Lösungen: das wörtliche Zitat mit Nennung des Urhebers oder das Umformulieren mit eigenen Worten. Letzteres macht mehr Arbeit, Erstere kann man leicht vergessen. Bei beidem kann der Computer helfen.

Seit einiger Zeit wird unter Textschaffenden unter der Hand ein Tool namens CopyRight herumgereicht. Es ist technisch recht ausführlich dokumentiert, aber der Urheber zieht es vor, anonym zu bleiben. Über Google kann man es praktisch nicht finden, weil eine Suche nach CopyRight die Nadel mit einem Heuhaufen aus irrelevanten Treffern zuschüttet. Eine Download-Adresse finden Sie am Ende dieses Artikels.

### Clever oder smart

CopyRight klinkt sich unter Windows in die Zwischenablage ein und sorgt bei allen kopierten Textpassagen dafür, dass man sie gefahrlos in die eigene Arbeit einfügen und weiterverwenden kann. Dazu kennt es zwei

Betriebsarten: Im Modus „einfach“ fügt es vor und nach jedem kopierten Text Anführungszeichen ein sowie dahinter den Text „[!!!]“. So kann man beim Zusammenstellen einer Arbeit zügig vorankommen und nicht versehentlich vergessen, Zitate zu kennzeichnen und die Quelle anzugeben.

Interessanter ist aber der Modus „intelligent“. Er gibt den kopierten Text beim Einfügen nicht wörtlich wieder aus, sondern formuliert ihn sinngemäß um. So kann man sich die lästigen Anführungszeichen und Quellenangaben sparen und muss sich auch nicht umständlich merken, welche Aussagen woher kommen. Dadurch ist CopyRight ideal für die schnelle Produktion von Online-Nachrichten: Einfach Informationen aus verschiedenen Quellen zusammenkopieren, ein paar überleitende Sätze spendieren und die Anschlüsse redigieren, fertig.

### Künstliche Intelligenz

Technisch steckt hinter CopyRight ein tiefes neuronales Netz mit Long Short Term Memory (LSTM). Für eine ausführliche Erklärung neuronaler Netze siehe [1], hier nur so viel: LSTM-Netze werden unter anderem zur Übersetzung eingesetzt. Sie haben ein Kurzzeitgedächtnis und können daher nicht nur einzelne Wörter erkennen, sondern erinnern sich Wort für Wort an den Kontext. So entsteht beim Einlesen eines Satzes im neuronalen

Netz eine interne Repräsentation des Gesagten. Der zweite Schritt einer Übersetzung ist nun eine Art Gedächtnistransplantation in ein neuronales Netz der Zielsprache, das gespiegelt wird und in umgekehrter Richtung wieder einen Satz ausgibt.

So funktioniert Google Translate, und es war wohl eine naheliegende Idee, bei CopyRight für Quell- und Zielsprache ein und dieselbe Sprache zu verwenden und das ausgebende LSTM-Netz lediglich so zu trainieren, dass es sich an die gewünschte Ausdrucksweise anpasst und eben nicht exakt dasselbe ausgibt, was das Erkennungsnetz als Eingabe bekommen hat.

Das Ganze klingt wesentlich komplizierter, als es in der Praxis ist: Um wissenschaftlich mit CopyRight zu arbeiten, müssen Sie das neuronale Netz zunächst trainieren, damit es über das Thema Ihrer Arbeit und Ihren persönlichen Schreibstil Bescheid weiß. Dazu genügt es, relevante Textmengen aus Ihrem Werk in die Zwischenablage zu kopieren. CopyRight analysiert alle Texte, die in der Zwischenablage vorbeikommen, und lernt so im Laufe der Zeit, Texte mit ähnlichem Duktus zu formulieren. Wichtig für die Lernphase ist es, dass in den gelernten Texten genügend Fachbegriffe und lange Sätze vorkommen. Andernfalls kann es passieren, dass sich CopyRight zu unwissenschaftlich ausdrückt.

### Ausblick und Gefahren

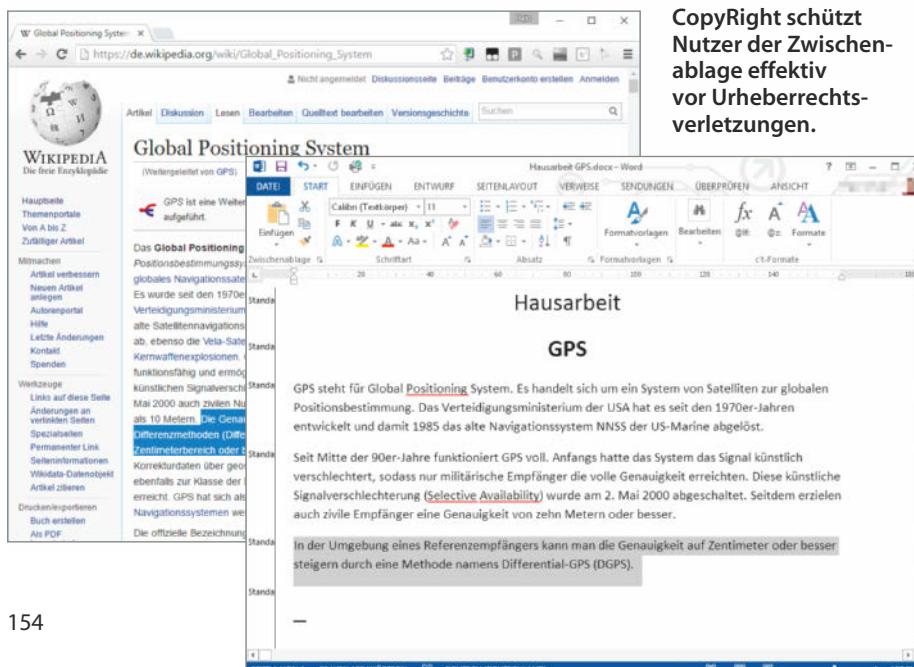
Im Augenblick ist CopyRight ein ideales Werkzeug, um die Kulturtechnik des Kopierens rechtssicher anzuwenden. Vor allem bei Texten wie Online-Artikeln, die ohnehin wenig Bestand haben, bedeutet es für den Autor eine erhebliche Zeiterparnis. Wenn man einen gewissen Qualitätsanspruch hat, muss man über die erzeugten Texte noch einmal drüberlesen und hier und da nachbessern, aber das Resultat ist jedenfalls hinreichend weit von etwaigen Originalen entfernt, als dass man Urheberrechtsverletzungen befürchten müsste.

Auch die Plagiatsjäger, die in letzter Zeit immer mehr Doktorarbeiten von Prominenten ins Visier nehmen, laufen ins Leere. Doch Vorsicht: Das könnte sich mit fortschreitender technischer Entwicklung ändern. Denn ein LSTM-Netz kann nicht nur Text generieren, sondern umgekehrt auch sehr zuverlässig selbst geschriebenen Text erkennen (Autokorrelation). Im Moment ist CopyRight ein Closed-Source-Tool und das neuronale Netz nicht zugänglich. Doch sollte der Autor eines Tages beschließen, mit derselben Technik ein Werkzeug für die Suche nach Plagiaten zu programmieren, könnte es für so manche Dissertation brenzlig werden. (bo@ct.de)

### Literatur

- [1] Andrea Trinkwalder, Netzgespinste, Die Mathematik neuronaler Netze: einfache Mechanismen, komplexe Konstruktion, c't 6/16, S. 130

 Download CopyRight: [ct.de/yu5u](http://ct.de/yu5u)



Gewachsen auf Costa Ricas  
Vulkanerde, in München geröstet.  
Kaffeegenuss mit Verstand!



Die Telepolis Cafe-Edition macht so unverfälscht und qualitätsstark munter, nüchtern und aufmerksam wie Telepolis, das Magazin von Heise Medien, in die Welt blickt.

Nur für kurze Zeit: Spezialangebot für unsere Leser.

#### Naranjo Arabica-Kaffee

aus dem Westzentral Tal von Costa Rica. Wächst auf 1200 m Höhe unmittelbar am Poas Vulkan, aromatisch und duftend, auf fruchtbaren Vulkanerde.

**Geschmack:** Fruchtig, Schokolade, ausgewogene Säure  
100% Arabica, Single Origin Coffee

500 g (inkl. Porto + Handling) ..... statt 15,- € nur **11,99 €**

Zur Bestellung mit dem Sonderrabatt im Shop bitte bei Gutschein „Telepolis1“ eingeben, dann „Gutschein einlösen“ anklicken und „aktualisieren“.

Jetzt bestellen unter: [www.costa-rica.cafe/telepolis](http://www.costa-rica.cafe/telepolis)

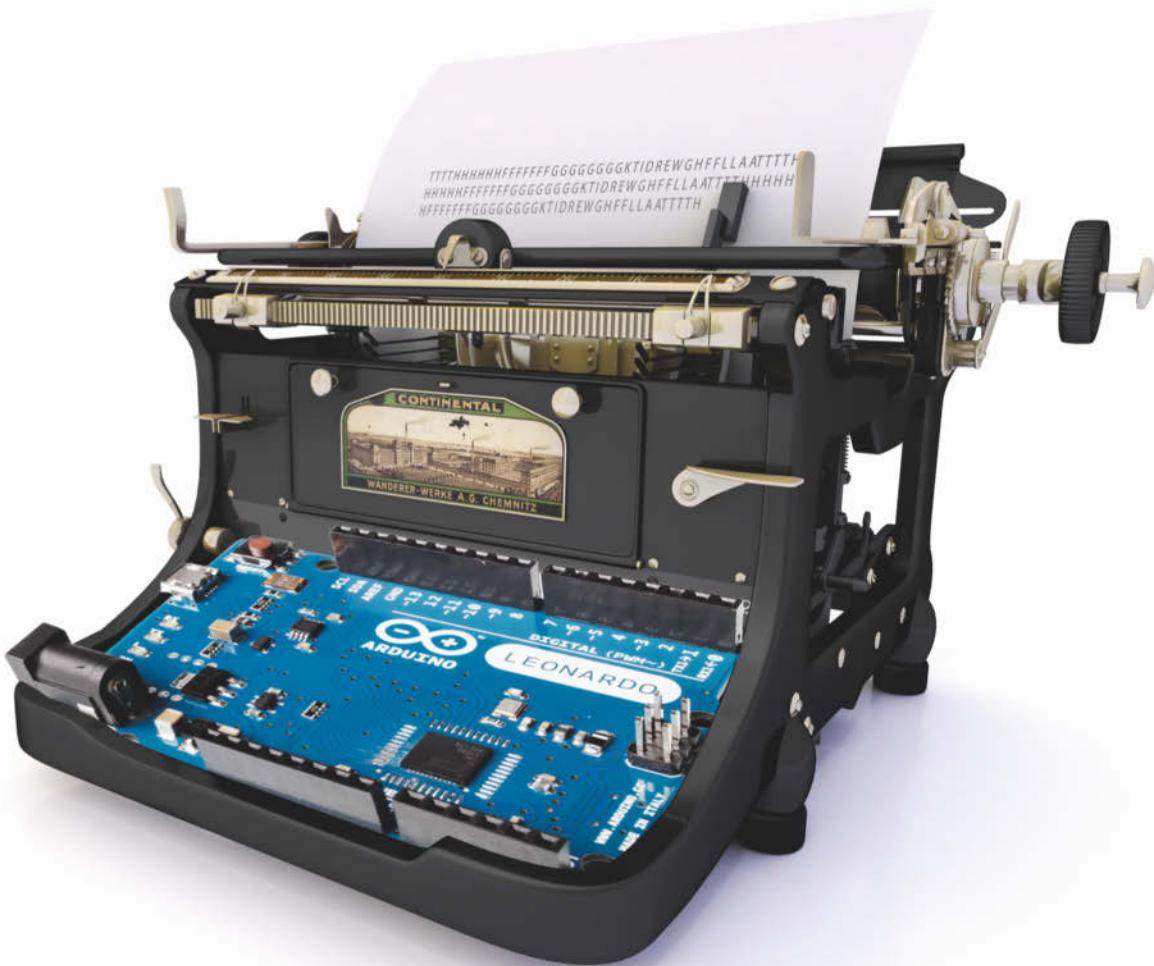


Die hochwertigen Arabica-Bohnen von vulkanischen Hochlandböden in Costa Rica stammen von der Hacienda Pilas, die mit 100-jähriger Tradition Kaffee in der Region Naranjo anbaut. Das Siegel der „Rainforest Alliance“ garantiert wichtige ökologische und soziale Standards bei Herstellung und Verarbeitung: **keine Chemie, kein Raubbau am Regenwald, keine Kinderarbeit und Ausbeutung von Arbeitskräften, faire Bezahlung.**

Die Bohnen werden direkt von der Finca in eine Münchener Manufaktur geliefert und dort jederzeit frisch nach Bestellung geröstet. Der Bio-Espresso und der Bio-Kaffee stammen derzeit aus Mexiko. Crema Rica Espresso ist eine 70/30-Mischung aus Costa Rica Espresso und Robusta Parchmant Balehonour aus Indien.



Sparen Sie  
**20%**  
Nur bis 16. 4.



Tim Gerber

# Anschläge

## PC-Programme mit Arduino steuern

Einige preiswerte Arduino-Boards können am PC oder Mac Maus und Tastatur spielen. So können sie die Steuerung von Programmen und Funktionen beispielsweise in Fahr- oder Flugsimulationen übernehmen.

**A**rgern Sie sich auch immer wieder, dass die Scheibenwischer der ICE-Lok keine Intervallschaltung haben? Jedenfalls nicht in Microsofts Train Simulator und seinen aktuellen Nachfolgern bei Steam. Das ist Ihnen noch gar nicht aufgefallen? Macht nichts. Denn anhand der kleinen Schaltung und Arduino-Programmierung, mit der ich dieses Manövo an meinem Spielrechner behoben habe, will ich lediglich das Prinzip zeigen, wie man den Arduino zum Steuern von Spielen oder anderen Anwendungen oder sogar fürs Einloggen am PC nutzen kann.

Grundsätzlich kann ein Arduino alles, was auch eine Tastatur kann, mit dem wesentlichen Unterschied, dass er auf der Eingabeseite sehr viel mehr Möglichkeiten bietet als das Drücken einer Taste. Man kann Beschleunigungssensoren oder Temperaturfühler nutzen, Potenziometer oder Drehimpulsgeber. Und in der Reaktion auf eine bestimmte Eingabe oder ein Programmereignis ist man

nicht nur auf eine bestimmte Taste beschränkt, sondern kann komplexe Befehlsfolgen abfeuern, den Arduino auch komplett Texte tippen lassen, wenn das denn gefragt sein sollte.

### Eignungstest

Geeignet für diesen Einsatz sind alle Arduino-Boards und Nachahmungen, deren Controller einen nativen USB-Port mitbringen und darüber direkt ohne weitere Elektronik an die Datenleitungen eines USB-Ports an einem PC oder Mac angeschlossen werden können. Sehr verbreitet ist der ATmega 32U4 von Atmel, der auf Boards wie dem Arduino Leonardo, Micro oder auch dem Yún verbaut ist. Der verbreitete ATmega 328P des Arduino Uno und auch der ATmega 2560 des Arduino Mega verfügen nicht über einen nativen USB-Port und sind deshalb für die Simulation einer USB-Tastatur ungeeignet. Die Kommunikation mit dem USB übernimmt

auf diesen Boards ein zusätzlicher ATmega 16U2, der zwar einen nativen USB-Port hat, sich aber nicht ohne Weiteres zur Tastatur umprogrammieren lässt wie die zuvor genannten Boards, deren Hauptchip dieses Feature bereits mitbringt.

Der ATmega 32U4 ist einzeln im Elektronikhandel relativ schlecht zu bekommen und mit an die 10 Euro auch recht teuer. Gemesen daran ist ein Arduino-Board, das diesen Chip enthält, wie der Leonardo mit einem Preis zwischen 20 und 25 Euro recht günstig. Das Löten eigener Elektronik lohnt deshalb kaum, zumal das auch sehr anspruchsvoll wäre, weil es den ATmega 32U4 nicht in Stecksockelgröße gibt.

Neben dem erwähnten ATmega 32U4 bringen auch diverse ARM-Prozessoren native USB-Ports mit. Die Arduino-Versionen Due und M0 mit ARM-Prozessoren eignen sich deshalb grundsätzlich auch, wären aber Kanonen zum Beschuss von Spatzen, wollte man mit ihnen lediglich ein paar Tastaturan-

schläge für einfache Steuerungen auslösen wie für meine Scheibenwischer-Intervall-schaltung

## Software-Fundament

Der USB-Port allein macht den Arduino für einen PC aber noch nicht zur Tastatur. Dazu muss er sich beim Betriebssystem auch als Standard-Tastatur anmelden und die zugehörigen Kommunikationsstandards des HID-Protokolls erfüllen. HID steht für Human Interface Devices, also Tastaturen, Mäuse, Joysticks und Ähnliches.

Arduino-typisch muss sich der Anwender darum aber nicht bis in alle Tiefe selbst kümmern. Dies erledigt eine Bibliothek namens Keyboard.h. Sie wird mit der Arduino-IDE geliefert, muss also nicht eigens heruntergeladen und ins Arduino-Verzeichnis installiert werden. Sie gehört aber auch nicht zu den Kern-Bibliotheken, die automatisch Bestandteil jedes Arduino-Programms (Sketch) sind. Der Programmierer muss sie mit dem Menü-Befehl Sketch/Bibliothek oder mit der Zeile #include <Keyboard.h> am Anfang ausdrücklich in sein Programm einbinden.

Der Befehl Keyboard.begin(); sorgt dann für die erforderliche Anmeldung als Tastatur und macht sich unter Windows in Standard-Einstellung bei erfolgreicher Anmeldung mit einem Ton bemerkbar. Mit dem Pendant Keyboard.end(); kann man den Arduino als Tastatur wieder abmelden. Ein praktischer Grund, dies zu tun, ist mir bislang allerdings nicht eingefallen.

Analog zur Keyboard-Bibliothek gibt es auch eine für Maussteuerungen. Der HID-Standard sieht aber nur eine Übertragung relativer Mausbewegungen vor, und da man die aktuelle Position des Mauszeigers nicht kennt, ist das Steuern per Maus deutlich schwieriger als das per Tastatur. Deshalb bleibt die Maus hier außen vor.

## Sicherheitsvorkehrungen

Bei Experimenten mit der Keyboard-Library muss man sich im Klaren darüber sein, dass der Arduino gnadenlos die programmierten Tastenanschläge versendet und damit faktisch die Kontrolle über den angeschlossenen PC übernimmt oder jedenfalls unvorhergesehene Aktionen dort ausführen kann, insbesondere wenn man wie in den folgenden Beispielen Steuerungs- und Funktionstasten verwendet. Dabei bleibt die eigentliche Tastatur des PC parallel zwar funktionsfähig. Über sie einzugreifen, wenn der Arduino unerwünschte Aktionen auslösen sollte, dürfte schon aufgrund der langsameren Reaktionsgeschwindigkeiten des Bedieners schwierig werden. Am ehesten dürfte ein rasches Abstecken der USB-Verbindung Schlimmeres verhindern und darauf sollte man gefasst sein.

Hat man einmal ein Programm (Sketch) auf den Arduino geladen, das Tastenanschläge mit unerwünschten Effekten versendet, kann es schwierig werden, dieses Programm wieder vom Arduino zu löschen. Im Editor der

Entwicklungsumgebung (IDE) können schon kleine Programme, die alle Sekunde einen Buchstaben senden, recht nervenraubend sein. Denn für die Programmierung muss man den Arduino über USB mit dem PC verbinden, was sofortiges Aktivieren der programmierten Tastenanschläge zur Folge hat. Man kann sich dann aber meist helfen, indem man den Cursor in eine mit // beginnende Kommentarzeile setzt, wo Buchstaben nichts ausrichten, und mittels Maus das Hochladen eines anderen Sketches startet.

Ist die programmierte Anschlagsfrequenz aber zu hoch, gelingt auch das in der Praxis kaum. In der Dokumentation zur Bibliothek wird empfohlen, an einen freien Pin des Arduino einen Schalter gegen Masse anzuschließen und vor jedem Senden eines Tastenanschlags abzufragen. So kann man die Tastaturfunktion bei Bedarf abschalten.

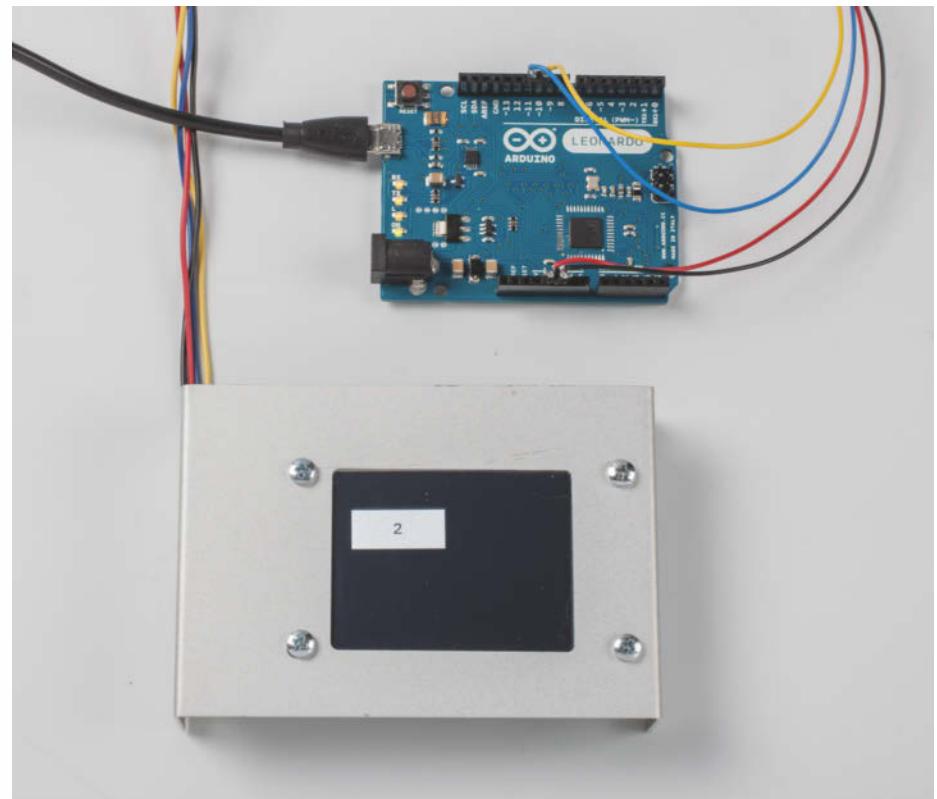
In der Praxis kann das Hochladen von Programmen über USB aber auch schon daran scheitern, dass der Arduino als Tastatur angemeldet ist. Dann hilft nur eine Programmierung über den 6-poligen ICSP-Anschluss am hinteren Ende des Arduino-Boards. Das Kürzel steht für In-Circuit Serial Programming [1]. Den dafür notwendigen USB-Adapter zum Aufstecken auf den ICSP-Pfostenstecker gibt es für etwa 15 Euro im Fachhandel [2]. Auf diese Weise kann der Arduino selbst offline bleiben und keine Tastenanschläge mehr verschicken. Zum Hochladen des Sketches

über den ICSP-Port muss man nur die Shift-Taste während des Klicks auf den Upload-Button der Arduino-IDE gedrückt halten. Diese Version ist die bequemste Art, Experimente mit der Keyboard-Bibliothek der Arduino-Familie zu unternehmen.

## Losschlagen

Nach erfolgreicher Anmeldung via Keyboard.begin(); kann man das Keyboard-Objekt mit einer Hand voll Befehlen wie write(), print() oder println() ähnlich einer seriellen Schnittstelle zum Ausgeben von Zeichen oder Zeichenketten verwenden. Für meine eingangs erwähnte Intervallschaltung genügt das bereits völlig: Der Scheibenwischer der ICE-Lok im Train Simulator wird mit der Taste 'v' eingeschaltet. Ich habe mir also der Einfachheit halber einen kleinen Nextion-Touchscreen [3] geschnappt und mit dem zugehörigen Editor so programmiert, dass ich mit einem Button einen Timer konfigurieren kann, der je nach Einstellung alle 2, 4 oder 6 Sekunden über die serielle Schnittstelle ein 'v' an den Arduino Leonardo sendet.

Da der USB-Port des Leonardo dieselben Pins (Nummer 0 und 1) nutzt wie sein serieller Port (UART), erfolgt der Anschluss des Displays über zwei andere Pins und die Steuerung über die Bibliothek SoftSerial. Sie erlaubt es, auch andere Pins zu benutzen, be-



Mit einem kleinen Nextion-Touchscreen ist eine schlichte Bedienoberfläche für den Lok-Scheibenwischer in drei Intervallen schnell gestrickt. Sogar der Timer läuft auf der Display-Elektronik, der Arduino Leonardo muss nur noch auf dessen Ticks reagieren und die notwendigen Tastatur-Kommandos an den PC schicken.

lastet dadurch aber den Prozessor stärker als mit dem Hardware-implementierten Seriellport. Bei der kleinen Schaltung ist das aber getrost zu vernachlässigen.

Auf den Eingang eines 'v' an der seriellen Verbindung mit dem Display reagiert der Arduino, in dem er zwei Mal ein 'v' an den PC schickt und damit den Scheibenwischer ein- und gleich wieder ausschaltet, der somit genau eine Wischbewegung ausführt.

In vielen Szenarien des Train Simulator herrscht nämlich Schnee oder Nieselwetter und sind deshalb alle paar Sekunden Tropfen von der Scheibe zu wischen. Ständiges Wischen ist aber zu viel und nervt durch das dazugehörige Geräusch. Die Intervallsschaltung macht das Fahren bei solchem Wetter viel angenehmer.

Die nötigen Programmzeilen sind schnell geschrieben und lauten im Detail:

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Keyboard.h>
SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    mySerial.begin(9600);
    Keyboard.begin();
}
void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    if (mySerial.available())
    {
```

```
        char a = (char)mySerial.read();
        Keyboard.print(a);
    }
```

Die hier verwendete Routine `print()` aus der Keyboard-Bibliothek nimmt nur Zeichen (`char`) oder Zeichenketten (`string`) als Argument.

### Anschlagssteuerung

Das Scheibenwischer-Beispiel ist natürlich nur der Anfang. Gerade Simulator-Fans wollen ihre eigene Hardware, um Flugzeuge oder in diesem Fall Lokomotiven zu steuern. Ich habe mir dazu ein komplettes Steuerpult mit zwei Fahr- und zwei Bremshebeln gebaut. Die Stellung der Hebel liest der Arduino über Potenziometer an seinen Analog-Ports aus und sendet bei Veränderungen die jeweiligen Tastenanschläge an den Simulator.

Die `print()`-Routine, die nur ASCII-Zeichen senden kann, reicht für viele Aufgaben aber nicht aus. Das erste Problem hat man damit bereits, wenn man versucht, Umlaute zu senden. Im Train-Simulator etwa werden die Zugbremsen über 'ö' angezogen und über 'ü' gelöst. Versuche mit diesen Buchstaben und der Routine `Keyboard.print('ö');` schlagen jedoch fehl. Der Train Simulator reagiert nicht wie erwartet und in einem Texteditor kommen statt 'ö' und 'ü' ein Akzent und ein 'ä' an. Das

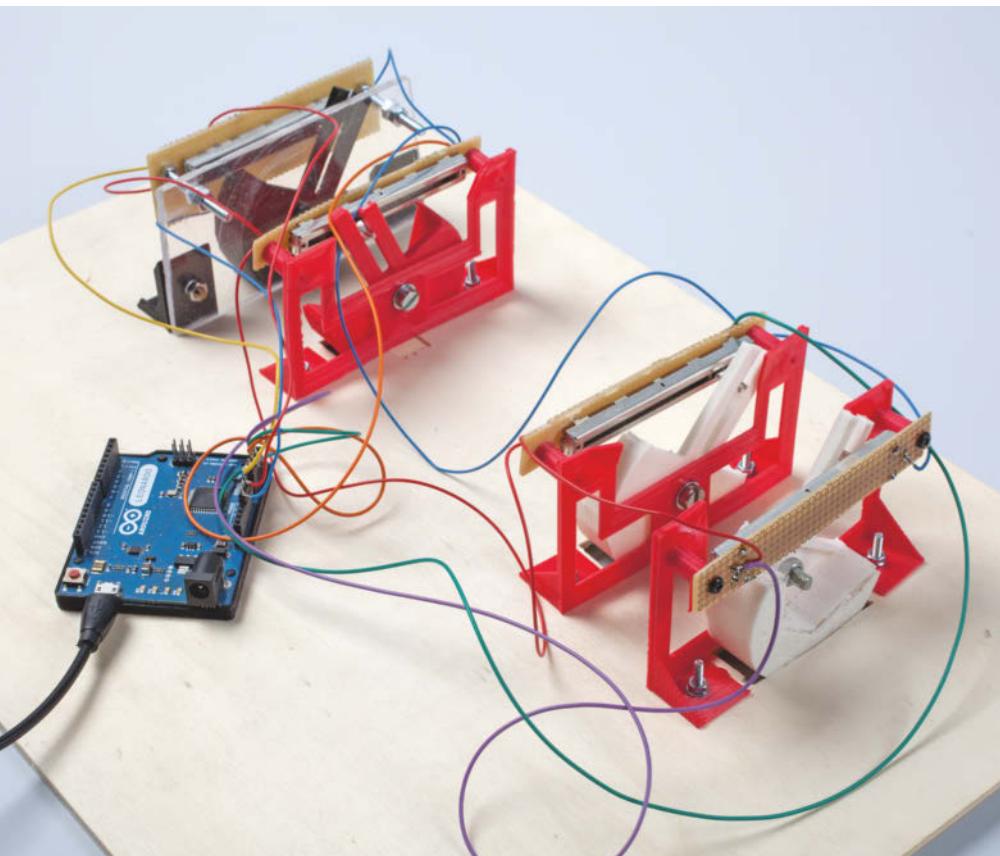
liegt daran, dass die Keyboard-Library ein amerikanisches Tastaturlayout simuliert und einen Weg, dies zu ändern, habe ich auch in einschlägigen Arduino-Foren nicht aufspüren können. Im Falle der Umlaute kann man sich aber recht einfach helfen, indem man stattdessen die auf amerikanischen Tastaturen an selber Stelle liegenden Zeichen verwendet, statt dem 'ö' also ein Semikolon und statt dem 'ü' eine öffnende, eckige Klammer sendet.

Das hilft allerdings auch nur weiter, so lange es um druckbare Zeichen geht, die als Tastenanschläge an den PC gesendet werden sollen. Bei Pfeiltasten, Funktionstasten und vor allem auch Tastenkombinationen, hilft die bequeme `print()`-Routine nicht mehr weiter. Für solche Aktionen muss man die Prozedur `press()` und ihr Pendant `release()` verwenden. Wie der Name nahelegt, sendet die eine die Information an den PC, dass eine bestimmte Taste gedrückt, die andere, dass sie wieder losgelassen wurde. Solange eine Taste nur als gedrückt gemeldet wurde, wiederholt das System seine Reaktion in dem über die Systemsteuerung eingestellten Anschlagsintervall, fügt beispielsweise einen Buchstaben wiederholt in einen Text ein. Es entspricht also dem Festhalten einer Taste. Um eine Tastenkombination zu senden, gibt man also zunächst für jede Taste einen Befehl `press()` und am Ende ein `releaseAll()`. Der HID-Standard erlaubt bis zu 6 Tasten zuzüglich eines sogenannten Modifizierers wie Shift, Alt oder Strg.

Solche gängigen Sondertasten sind in der Bibliothek als ganzzahlige Konstanten kodiert, die an die beiden Routinen statt Buchstaben als Argumente übergeben werden können. Um die Zahlen selbst muss sich der Programmierer nicht kümmern, sondern kann stattdessen die Konstanten-Bezeichner der Bibliothek verwenden, die nach dem Schema: `KEY_LEFT_SHIFT`, `KEY_LEFT_ALT`, `KEY_LEFT_CTRL` und so weiter vergeben sind. Nachzulesen sind sie in der Header-Datei der Bibliothek (`keyboard.h`), die sich unter Windows im Verzeichnis Programme (x86)\Arduino\libraries\Keyboard\src\ findet.

Vordefiniert sind aber nur die gebräuchlichsten Steuertasten, viele gerade in Spielen oft benötigte Tasten des Ziffern- oder Pfeiltastenblocks etwa oder auch die Windows-Tasten fehlen und das Schema der bibliotheksinternen Kodierung entspricht nicht dem Standard der HID-Kodierung und ist auch nicht dokumentiert. Um es zu verstehen, muss man sich ein wenig durch ihren Code wühlen. Um sowohl ASCII-Zeichen als auch Sondertasten über dieselben Bibliotheks Routinen übertragen zu können, addieren die Programmierer intern auf die Scancodes des HID-Standards den Wert 136. Werte darunter interpretiert die Bibliothek als druckbare Zeichen, Zahlen darüber als sogenannte Modifizierer, sprich Steuertasten.

Im Train Simulator etwa benötige ich zum Aktivieren und Deaktivieren der Linearen Zugbeeinflussung (LZB, eine Art Autopilot für Lokomotiven) die Tastenkombination



Die Schiebepotis im selbstgebauten Lokführerstand melden Bewegungen an den Fahr- und Bremshebeln an den Arduino Leonardo, der entsprechende Tastaturbefehle an den Train Simulator sendet.



Mit einem Arduino-Leonardo oder kompatiblen Boards kann man recht einfach komplett Steuerhardware für Simulatoren realisieren und je nach Detailverliebtheit und handwerklichem Geschick die Realitätstreue auf die Spitze treiben.

Strg, Shift und Plus auf dem Ziffernblock. Die ersten beiden Tasten sind in der Keyboard-Bibliothek definiert, für die letzte hilft kein Pluszeichen. Die HID-Scancodes sind im Internet schlecht zu finden, wir haben die Tabelle deshalb selbst über den c't-Link am Ende des Artikels zum Download bereitgestellt. Die Plus-Taste auf dem Ziffernblock hat den Scancode dezimal 87, der resultierende Wert für die press()-Routine ist also 223. Sinnvollerweise definiert man den Wert als Konstante mit dem Bezeichner KEY\_NUM\_PLUS am Anfang des Sketches.

Der komplette Code für einen L2B-Schalter wäre demnach

```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Keyboard.h>
#define KEY_NUM_PLUS 223
SoftwareSerial mySerial(10, 11); // RX, TX
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
```

```
mySerial.begin(9600);
Keyboard.begin();
}
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  if(mySerial.available()) {
    char a = (char)mySerial.read();
    if (a=='L') //ein L als Zeichen von meinem
      //Touchscreen gesendet
    {
      Keyboard.press(KEY_LEFT_CTRL);
      Keyboard.press(KEY_LEFT_SHIFT);
      Keyboard.press(KEY_NUM_PLUS);
      Keyboard.releaseAll();
    }
  }
}
```

Theoretisch kann man die Keyboard.h-Datei einfach um die zusätzlich benötigten Scancodes erweitern. Das ist aber nicht sehr praktisch,

besonders wenn der Sketch an andere weitergegeben werden soll. Er funktioniert dann nur, wenn der jeweilige Nutzer seine zur Arduino-IDE gehörende Datei ebenfalls bearbeitet. Eleganter ist es, eine eigene Header-Datei anzulegen, die die zusätzlichen Scancodes enthält und die man ebenfalls per #include-Befehl in den Sketch einbindet. Wir haben das bereits erledigt und bieten eine Header-Datei mit allen Scancodes des HID-Standards zum Download an. (tig@ct.de)

#### Literatur

- [1] Tim Gerber, Arduino-Grundlagen, Aufbau und Funktionsweise von Arduino-Boards, c't 1/16, S. 172
- [2] Arduino-ISP, c't 18/14, S. 56
- [3] Tim Gerber, Zwischenmenschliches, Intelligente Touchscreens für Arduino & Co., c't 6/16, S. 76

**c't** Beispielcode: [ct.de/y932](http://ct.de/y932)



Justus Zenker, Gerald Erdmann

# Time-Machine-Spezialitäten

## Backups individuell einrichten und Probleme beheben

Mit Time Machine hat Apple eine Backup-Software mit der denkbar einfachsten Bedienoberfläche in OS X integriert. Doch wenn es mal hakt oder ein Backup auf ein neues Medium umziehen soll, lässt einen das Betriebssystem im Stich. Wir zeigen die wichtigsten Handgriffe und geben Tipps für das perfekte Time-Machine-Backup.

**A**ktiviert man Time Machine in den Systemeinstellungen, erstellt OS X im Hintergrund und nahezu unbemerkt eine komplette Sicherungskopie des Rechners. Anschließende Änderungen sichert Time Machine stündlich. Ist das Zielmedium mal nicht angeschlossen, holt Time Machine die Sicherung nach, sobald es wieder verfügbar ist. Läuft das Zielmedium voll, schafft es selbstständig Platz, indem es älteste Backups löscht. Dabei versucht es, maximal 24 der stündlichen Backups sowie tägliche Sicherungen des letzten Monats und wöchentliche Kopien der vorherigen Monate vorzuhalten. Erst wenn das Backup-Volume voll ist, löscht es die jeweils ältesten wöchentlichen Kopien.

Mit dem kostenlosen Tool TimeMachine-Editor lässt sich anstatt des Stundentakts ein individuelles Intervall einrichten, zum Beispiel alle 24 Stunden, montags um 12:30 Uhr oder immer dann, wenn man den Mac gerade nicht benutzt. Die Links zu allen genannten Tools finden Sie wie üblich über den c't-Link am Ende des Artikels.

Anders als Backup-Tools wie SuperDuper oder Carbon Copy Cloner erzeugt Time Machine keine startfähige Kopie des Mac-Betriebssystems. Auf dem Backup-Volume ist jedoch eine bootfähige Partition zur Wiederherstellung enthalten (Recovery). Diese setzt man aber normalerweise erst dann ein, wenn weder die auf der Startfestplatte eingerichtete Recovery-Partition – beispielsweise auf-

grund eines Festplattentauschs – noch die Internet-Wiederherstellung verfügbar sind. Details zur Wiederherstellung finden Sie weiter unten, zunächst geht es um die Einrichtung von Time Machine.

Time Machine nutzt aus dem Stand eine als „Mac OS Extended (Journalized)“ formatierte und per USB, FireWire oder Thunderbolt angeschlossene Festplatte für Backups. Für drahtlose Sicherungen via WLAN hat Apple die AirPort Time Capsule entwickelt. Zudem koppelt Time Machine über Apples hauseigenes Protokoll AFP an Netzwerkfestplatten an. Dabei setzt die Software das mit OS X 10.6 eingeführte Apple Filing Protocol 3.3 voraus.

Alle so angebundenen Medien lassen sich auch für alternierende Backups kombinieren (rollende oder rotierende Backups). Die Einstellungen, etwa nicht zu sichernde Ordner, sind für alle Zielmedien gleich.

Mit rotierenden Backups unterschiedlicher Intervalle kann man auch die Sicherheit bei befürchteten Angriffen von Erpressungs-trojanern erhöhen. Beispielsweise könnte

**Abwechselnde (rotierende) Backups auf mehrere Medien sind mit Time Machine kein Problem. Jedoch gelten für alle Laufwerke dieselben Optionen.**

man ein Backup-Medium für häufig wiederkehrende Backups nutzen und ein zweites zum Beispiel nur alle drei Monate anschließen. Bei Befall mit einem verschlüsselnden Erpressungstrojaner, der prinzipiell auch Backups angreifen kann, stehen die Chancen besser, dass die älteren Daten vom Backup mit dem langen Intervall unversehrt sind.

## Verschlüsselung einschalten

Time-Machine-Backups kann man ohne Weiteres von einem anderen Mac und, sofern darauf HFS-Treiber installiert sind, auch von einem Windows-PC aus durchsuchen. Deshalb empfiehlt es sich, Backups zu verschlüsseln. Die Time-Machine-Verschlüsselung nutzt ebenso wie FileVault 2, die Partitionsverschlüsselung von OS X, das XTS-AES-128-Verfahren und erfordert nur wenig zusätzlichen Rechenaufwand. Sie setzt eine HFS+-Partition auf einer Festplatte mit GUID-Partitionstabellen voraus.

Man aktiviert sie beim Auswählen oder Hinzufügen eines externen Time-Machine-Volumes über die Option „Backups verschlüsseln“ unten links im Auswahldialog. Bereits begonnene Backups kann man im Finder über das Kontextmenü des Laufwerk-Icons auch nachträglich verschlüsseln. Das dauert dann zwar einige Stunden, läuft aber im Hintergrund ab, sodass Sie unterdessen weiterarbeiten können.

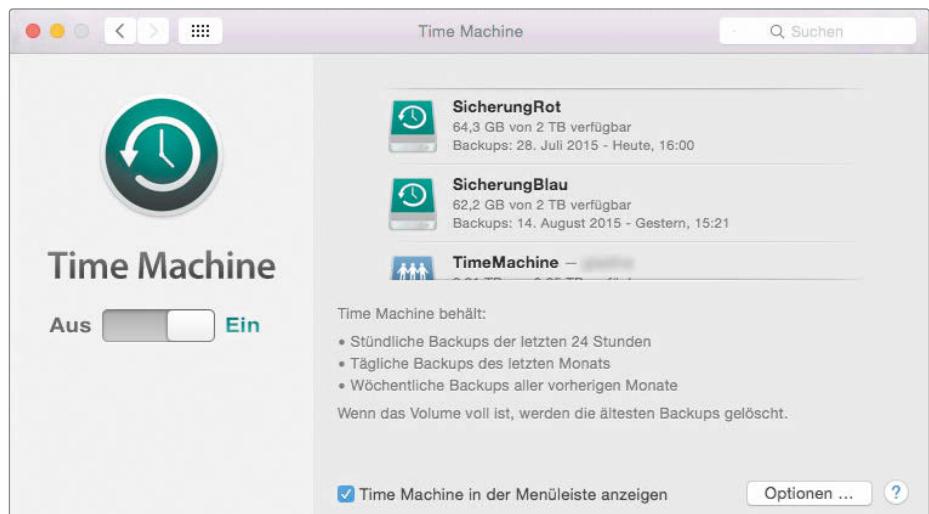
Merken Sie sich unbedingt das Verschlüsselungspasswort. Es wird zwar im Schlüsselbund des Systems gespeichert. Aber wenn Sie dieses System aus einem Time-Machine-Backup wiederherstellen, ist der Schlüsselbund nicht verfügbar und Sie müssen das Kennwort manuell angeben. Haben Sie es vergessen, ist Ihr Backup wertlos.

## Fremde Netzwerkspeicher verwenden

Apple hat das zwar nicht vorgesehen, aber mit einem Trick lassen sich auch NAS-Freigaben nutzen, die nur über die Netzprotokolle SMB oder NFS eingebunden werden. Bis OS X 10.7 konnte man dazu eine versteckte Option mit dem Kommando defaults einschalten. Seit Mountain Lion ist dafür mehr Handarbeit erforderlich.

Time Machine speichert Backups auf Netzwerkeigaben grundsätzlich in einem mitwachsenden, HFS+-formatierten Disk-Image (Sparse-Bundle). Das ist eine virtuelle Festplatte, die nur so viel Platz belegt, wie Daten darin gespeichert sind. Wenn Sie die SMB-Freigabe gemountet haben, legen Sie ein solches Image mit diesem Terminal-Befehl an:

```
hdutil create -size 1500g -fs HFS+J -encryption AES-128 \
-volname "TM-Backup" \
~Desktop/TM-Backup.sparsebundle
```



Die Datei belegt etwa 1 GByte auf Ihrem Mac. Der Wert 1500g steht für die maximale Kapazität des Time-Machine-Images in GByte, „TM-Backup“ ist dessen Volume-Name und „TM-Backup.sparsebundle“ der Dateiname des Sparse-Bundles, den der Finder anzeigt. Ist hdiutil fertig, meldet es „created“ und liefert Dateiname und Pfad des Sparse-Bundles. Kopieren Sie nun das SparseBundle auf die SMB-Freigabe und öffnen Sie es per Doppelklick.

Legen Sie das geöffnete SparseBundle als Speicherort fest:

```
sudo tmutil setdestination /Volumes/TM-Backup
```

Falls Sie weitere Medien für ein rotierendes Backup hinzufügen möchten, wiederholen Sie den Befehl und fügen Sie den Parameter -a hinzu:

```
sudo tmutil setdestination -a /Volumes/TM-Backup1
```

Falls Sie ein Backup auf einer SMB- oder NFS-Freigabe ohne Verschlüsselung angelegt haben, schalten Sie die Verschlüsselung nachträglich so ein:

```
hdiutil convert -format UDSB -encryption \
AES-128 -o TM-Backup-verschluesselt.sparsebundle \
TM-Backup.sparsebundle
```

Da der Befehl eine Kopie mit dem Namen „TM-Backup-verschluesselt“ erzeugt, benötigen Sie für die Umwandlung mindestens so viel freien Platz wie das Original belegt. Die ursprüngliche Version können Sie anschließend löschen.

## Automatische SMB-Backups

Backups auf SMB-Freigaben lassen sich automatisieren, indem man die Freigabe sowie das SparseBundle automatisch mounten lässt. Fügen Sie dafür beide nacheinander zu Ihren Anmeldeobjekten im Bereich „Systemeinstellungen“, „Benutzer“, „eigenes Benutzerkonto“ hinzu und lassen Sie bei der Anmeldung am SMB-Server das zugehörige Passwort im Schlüsselbund speichern.

Um ein System von einem Backup zu restaurieren, das auf einer SMB- oder NFS-Freigabe liegt, sind mehr Handgriffe als normalerweise erforderlich, denn auf der Wieder-

herstellungs-Partition fehlen diverse Software-Komponenten für die SMB- und NFS-Kommunikation. In einem solchen Fall installiert man zunächst ein nacktes System, bootet es und bindet von dort aus das entsprechende Netzlaufwerk ein. Anschließend startet man die Wiederherstellung per Time-Machine-Software oder mit dem Migrationsassistenten (siehe Abschnitt „Wiederherstellen von Daten“).

## Mehrere Backups auf einem Medium

Mehrere Macs sollten im Prinzip auch ein einziges Volume für Backups nutzen können. Dafür legt jeder Mac im Backups.backupdb-Ordner einer Time-Machine-Partition automatisch seinen eigenen Ordner mit seinem Namen an. Dafür müssen alle Macs unterschiedliche Gerätenamen haben. Ob das der Fall ist, sehen Sie in der Systemeinstellung im Bereich „Freigabe“. Wir raten aber dennoch ab von solchen Backup-Wohngemeinschaften, denn obwohl Time Machine nicht nur den Namen zur Identifizierung eines Mac heranzieht, kam es schon vor, dass zwei Computer denselben Backup-Ordner verwendeten und die Sicherungen somit kaum brauchbar waren.

Ein weiterer Nachteil der Plattenteilung ist, dass jeder Mac normalerweise nur sein eigenes Backup verwaltet. Wird der Speicherplatz knapp, kann er nur durch Löschen seiner eigenen älteren Backups Platz schaffen. Deshalb veranschlagt man die Kapazität des Backup-Volumes so, dass die Speichersumme aller Geräte darauf passt und ein Drittel als Reserve für die inkrementellen Backups frei bleibt. Bei zwei Macs mit 1-TByte-Festplatten empfiehlt sich also ein 3-TByte-Medium.

Bei stationären Macs ist der ständige Kabelwechsel unpraktisch. Binden Sie die Zielfestplatte besser an nur einem Mac an und geben Sie anschließend die Time-Machine-Partition im Netzwerk für die übrigen Macs frei, die ihre Sicherungen ebenfalls darauf ablegen sollen. Alternativ eignen sich auch Apples drahtlose Backup-Lösung Time Capsule, ein Mac mit OS X Server oder auch NAS-Laufwerke mit Time-Machine-Server.

## Lokale Schnappschüsse

Weil MacBooks üblicherweise nicht dauerhaft mit einem Time-Machine-Medium verbunden sind, nutzen sie lokale Schnappschüsse als Zwischenlager. Dafür muss mindestens eine Sicherung auf einem üblichen externen Zielmedium gelaufen sein. Falls das Backup-Medium später fehlt, legt OS X alle 24 Stunden ab dem Einschalten oder ab dem Neustart des Geräts und mindestens jede Woche einen Schnappschuss auf seinem eigenen Startvolume an. In der Systemeinstellung steht dann unterhalb von „Time Machine behält“ der Satz „Lokale Schnappschüsse, solange Speicherplatz vorhanden ist“.

Die Zwischenspeicherung erfolgt nur dann, wenn mehr als 20 Prozent der Plattenkapazität übrig sind. Sinkt der freie Platz darunter, löscht Time Machine automatisch Schnappschüsse ab dem ältesten. Unter zehn Prozent oder fünf GByte Kapazität bleibt nur noch ein Schnappschuss zurück.

Der Finder gibt die freie Plattenkapazität nur abzüglich der Speicherbelegung lokaler Backups an. Eine genaue Angabe erhalten Sie über die Option „Über diesen Mac“ im Apfel-Menü; die Plattenbelegung finden Sie unter dem Reiter „Festplatten“.

So lässt sich die Funktion bei Bedarf deaktivieren (Administratorpasswort erforderlich):

```
sudo tmutil disablelocal
```

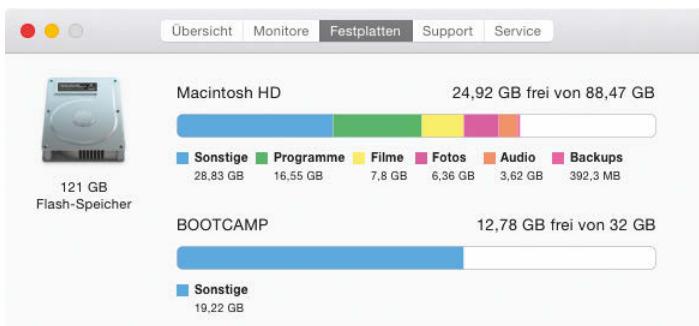
Da Apple davon ausgeht, dass stationäre Macs regelmäßig gesichert werden, ist das lokale Backup auf solchen Macs deaktiviert. Wer die Sicherungsplatte nicht ständig laufen lassen möchte oder diese oft wechselt, kann lokale Backups so aktivieren:

```
sudo tmutil enablelocal
```

Schließt man die Time-Machine-Platte wieder an, kopiert OS X alle Schnappschüsse dorthin.

## Wiederherstellung

Um einzelne Dateien bei laufendem Betrieb wiederherzustellen, klicken Sie auf die Time-



Wie viel Speicherplatz lokale Schnappschüsse einnehmen, zeigt OS X mit dem Punkt „Backups“ in den Systeminformationen an.

Machine-App im Ordner Programme. Abhängig vom aktuellen Kontext stellt Time Machine links die aktuelle Version eines Ordners oder eines Dokuments dar. Rechts ist eine Navigation zur Auswahl gesicherter Dateiversionen angebracht. In der Zeitleiste sind umgehend verfügbare Backups dunkelgrau dargestellt. Falls Dateiversionen auf einer nicht angeschlossenen Time Machine liegen, sind die zugehörigen Einträge hellgrau. Die aktuell ausgewählte Version ist rot gekennzeichnet.

Holt man eine Datei aus dem Backup zurück, legt sie Time Machine normalerweise am Originalspeicherort ab. Über das Kontextmenü einer Backup-Datei lässt sich auch ein anderer Speicherort bestimmen. Ist am Zielort bereits eine Version vorhanden, fragt das Programm, ob es diese ersetzen oder eine weitere Version hinzufügen soll.

Zur Wiederherstellung eines Systems bietet Apple zwei Optionen an. Über die Wiederherstellungs-Partition (beim Starten des Mac Cmd+R gedrückt halten) können Sie ein komplettes System samt aller Treiber und Modifikationen einspielen. Dabei ist weder eine Internetverbindung noch ein vorinstalliertes System vorausgesetzt. Im Backup müssen jedoch die Systemdateien enthalten sein und das Backup muss vom selben Mac-Modell stammen.

Ist das nicht der Fall, muss man zunächst ein frisches System installieren und dann zum Migrationsassistenten greifen. Der

Migrationsassistent richtet auf dem Zielsystem nur Programme und ausgewählte Benutzerkonten samt der darin enthaltenen Daten und Einstellungen ein.

Klickt man bei gedrückter Alt-Taste auf das Time-Machine-Symbol in der Menüleiste, lassen sich über den Menübefehl „Andere Backup-Volumes durchsuchen“ auch Time-Machine-Sicherungen anderer Macs durchforsten. Jedoch ist Apples Lösung wenig komfortabel, wenn man das Richtige in einer langen Backup-Historie sucht. In diesem Fall hilft das Tool Back-In-Time (30 Euro). Es stellt mehrere Time-Machine-Backups in eigenen Fenstern dar. Zudem gibt es Aufschluss über die Anzahl der Versionen eines Dokuments, wann diese gespeichert und ob diese auf dem ursprünglichen Medium gelöscht wurden sind.

## Time-Machine-Backups reparieren

In den meisten Fällen funktioniert das Zurückholen einzelner Dateien oder des kompletten Systems problemlos. Zudem überprüft und repariert sich Time Machine mittels des integrierten „file system consistency check“ (Datensystem-Konsistenzüberprüfung), kurz fsck, selbst. Das hilft aber nicht immer.

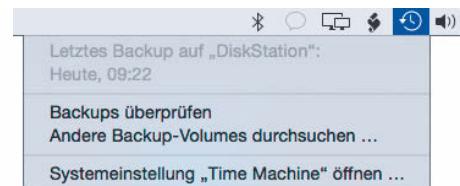
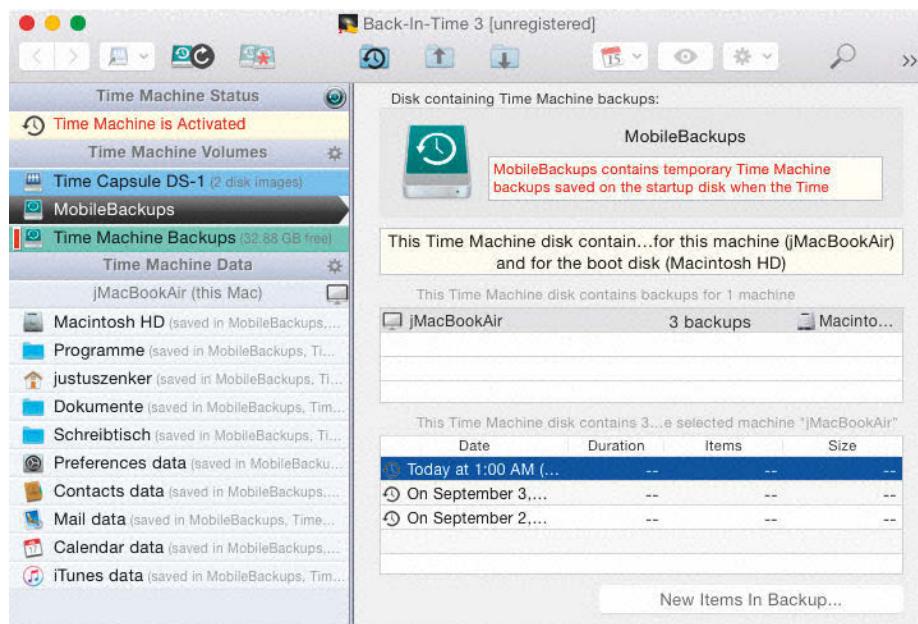
Bei Sicherungen auf einem Netzwerkspeicher kann ein besonders störender Fehler auftreten: Time Machine verweigert weitere Backups mit der Fehlermeldung, keine Schreibrechte mehr zu haben (Read Only).



Ein System lässt sich nicht nur über die Recovery-Partition eines Mac wiederherstellen, sondern auch nach dem Booten von einer Time-Machine-Sicherung.



Mit dem Migrationsassistenten lässt sich ein Mac auch von einer verschlüsselten Sicherung wiederherstellen.



Bei gedrückter Alt-Taste kann man per Menü-Klick auf das Time-Machine-Symbol auch auf andere Backup-Medien zugreifen.

Zu Backup-Versionen und -Inhalten gibt das Tool Back-In-Time deutlich mehr Informationen als die Werkzeuge von OS X.

Ursache sind oft durch Netzwerkfehler abgebrochene Backups. Diese treten unter anderem auf, wenn man MacBooks während der Sicherung zuklappt.

Abhilfe schafft die Reparatur des Disk-Images. Binden Sie zunächst das Netzwerk-Volume mit dem SparseBundle im Finder über den Menübefehl „Gehe zu/Netzwerk“ ein. Wechseln Sie im Terminal in das Verzeichnis des Bundles:

```
cd /Volumes/Netzwerksicherung
```

Entfernen Sie dann den Schreibschutz des Bundles:

```
sudo chflags nouchg TM-Backup.sparsebundle
sudo chflags nouchg TM-Backup.sparsebundle/token
```

Hat das geklappt, binden Sie das Sparse-Bundle zunächst so ein, dass es nicht aktiviert wird:

```
sudo hdiutil attach -nomount -noverify -noautofsck \
TM-Backup.sparsebundle
```

War der Befehl erfolgreich, liefert das Terminal eine Reihe von Gerätenamen. Notieren Sie sich den, dessen Zeile mit „Apple\_HFS“ endet, beispielsweise /dev/disk3s2. Reparieren

Sie nun die Sicherung mit fsck und melden Sie sie wieder ab:

```
sudo fsck_hfs -rf /dev/disk3s2
sudo hdiutil detach -force /dev/disk3s2
```

ersetzen Sie disk3s2 mit dem Gerätamen Ihrer Sicherung. Heben Sie schließlich die Sperre im SparseBundle auf:

```
defaults write TM-Backup.sparsebundle/ \
com.apple.TimeMachine.MachineID \
VerificationState -int 0
defaults delete TM-Backup.sparsebundle/ \
com.apple.TimeMachine.MachineID \
RecoveryBackupDeclinedDate
```

Falls die manuelle Reparatur nicht gelingt, kann das Festplatten-Reparaturprogramm DiskWarrior ab Version 5 weiterhelfen. Es analysiert und repariert oft noch stark beschädigte Dateisysteme, bei denen andere Tools aufgeben. Da DiskWarrior mit 130 Euro kein Schnäppchen ist, investiert man das Geld freilich nur dann, wenn die verlorenen Backup-Daten wertvoller sind. Die preisgünstigeren Vorgängerversionen sind mangels 64-Bit-Auslegung nicht in der Lage, größere Time-Machine-Backups zu reparieren.

Zu den häufigen Fehlern gehören auch festgelaufene Backups. Time Machine blendet dann im Menüleisten-Symbol stundenlang den Hinweis „Vorbereiten“ ein. Falls die letzte Sicherung lange her ist oder Time Machine auf einem vollen Volume Platz schaffen muss, ist eine längere Vorbereitungszeit zwar nichts Ungewöhnliches. Doch mehrere Stunden sollte die Überprüfung nicht dauern.

Ob das Backup tatsächlich stockt, verrät das Dienstprogramm Aktivitätsanzeige. Wenn dort für den Prozess backupd keine Prozessor-Auslastung angezeigt wird, gilt das als ein erstes Anzeichen für einen ungewollt abgebrochenen Backup-Prozess. In diesem Fall empfiehlt es sich, das Dienstprogramm „Konsole“ zu öffnen und Fehlermeldungen zum Suchbegriff „backupd“ zu analysieren. Falls keine vorhanden sind und der Prozess dennoch längere Zeit keine neuen Einträge in das Log notiert, geht man davon aus, dass er klemmt.

Eine mögliche und schnelle Lösung, das Backup wieder in Gang zu bekommen, ist der Neustart des Spotlight-Dienstes, da Time Machine von diesem Prozess abhängt. Been-

## Wie Time Machine funktioniert

Time Machine erzeugt inkrementelle Backups, sichert also lediglich jene Ordner und Dateien, die sich seit der letzten Sicherung geändert haben. Welche das sind, verrät ein auf HFS+-formatierten Partitionen enthaltenes Log namens File System Event Store, kurz FSEvents. So muss die Backup-Software nicht das gesamte System auf Änderungen abklopfen, sondern nur anhand des Protokolls die richtigen Dateien herauspicken.

Das geht auch bei vielen geänderten Dateien meist so flink, dass Time Machine stündlich neue Backups anlegen kann. Längere Time-Machine-Pausen mit vielen Änderungen und neue File-System-Logs, beispielsweise nach System-Abstürzen oder OS-X-Upgrade, zwingen Time Machine aber gelegentlich zu einem detaillierteren Scan des gesamten Systems – das ist ein Prozess, der im Menüleisten-Symbol mit „Vorbereiten“ signalisiert wird.

Time Machine nutzt harte Verknüpfungen (Hard Links), um Mehrfachkopien von unveränderten Dateien zu vermeiden. So lässt sich jeder Sicherungszeitpunkt trotz der inkrementellen Vorgehensweise wie eine 1:1-Kopie der Festplatte(n) durchsuchen und auch wiederherstellen. Anders als beispielsweise Aliase, die auf einen Dateipfad verweisen, handelt es sich bei den Hard Links um Dateisystemeinträge, die auf den Inode-Eintrag des HFS+-Filesystems zeigen. Dabei können zwei oder mehr Einträge mit unterschiedlichen Namen oder Pfad auf denselben Inhalt verweisen.

Nach dem ersten vollständigen Backup erstellt OS X für jede weitere Sicherung einen eigenen Ordner, der Datum und Zeit des Backups im Namen enthält. Diesen Ordner befüllt das System anschließend mit Hard Links zu den Dateien des Original-Backups. Lediglich per FSEvents identifizierte Dateien mit Änderungen landen tatsächlich im neuen Sicherungsordner.

```
gerald - ssh - 79x16
Noxos:TimeMachine gerald$ sudo hdutil attach -nomount -noverify -noautofsck iM
oc.sparsebundle
/dev/disk9
GUID_partition_scheme
/dev/disk9s1
EFI
/dev/disk9s2
Apple_HFS
Noxos:TimeMachine gerald$ sudo fsck_hfs -rf /dev/disk9s2
** /dev/disk9s2
Executing fsck_hfs (version hfs-285).
** Checking Journaled HFS Plus volume.
Invalid extent entry
(4, 0)
** The volume could not be verified completely.
Noxos:TimeMachine gerald$ hdutil detach -force /dev/disk9s2
"disk9" unmounted.
"disk9" ejected.
Noxos:TimeMachine gerald$
```

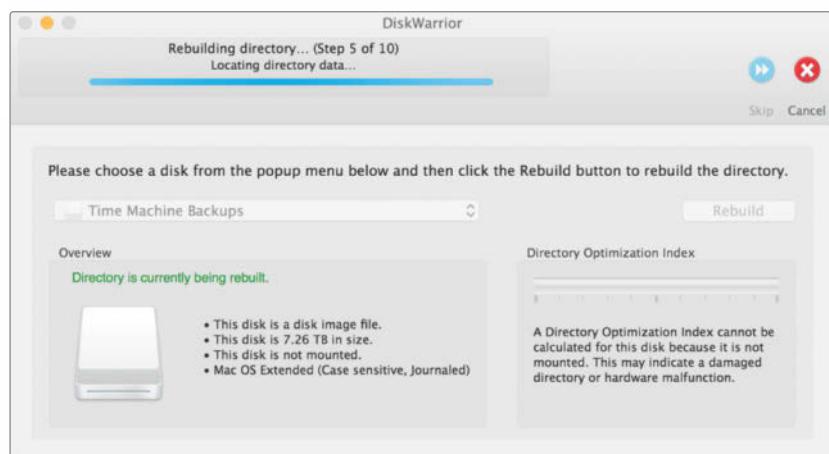
Nicht immer klappt die Reparatur eines Backups mit dem Terminal-Befehl fsck, aber ...

den Sie dazu in der Aktivitätsanzeige den Prozess mds. Das Betriebssystem startet mds dann automatisch neu.

Zeigt der Spotlight-Neustart keine Wirkung, hilft unter Umständen der erneute Aufbau des Spotlight-Index. Brechen Sie dafür zuerst das aktuelle Backup in der Time-Machine-Systemeinstellung ab. Öffnen Sie dann auf dem Backup-Volume im Ordner „Backups.backupd“ den Unterordner des betreffenden Mac. Löschen Sie dort die Datei mit der Endung „.InProgress“. Der Name setzt sich aus dem aktuellen Datum sowie acht Ziffern zusammen. Weisen Sie im letzten Schritt Spotlight an, alle Metadaten der indexierten Festplatten zu löschen:

`sudo mdutil -Ea`

Hat das geklappt, starten Sie den Mac mit angeschlossener Time-Machine-Festplatte neu.



... lässt sich ein Backup nicht mehr reparieren, kann Disk Warrior 5 die letzte Rettung sein.

Dann indexiert Spotlight die Sicherung erneut. Die Aktivitätsanzeige signalisiert dies durch eine hohe CPU-Auslastung des Dienstes mdworker. Sobald die Aktivität wieder sinkt, ist die Indexierung beendet und Sie können das Backup neu anstoßen.

### Backups am neuen Mac

Wenn Sie einen neuen Mac mit zuvor angelegten Daten bestückt haben, sollen Backups nahtlos weiterlaufen. Das lässt sich je nach Einspielvorgang auf dem neuen Mac auf verschiedene Weise gewährleisten.

Haben Sie Inhalte eines alten Mac mit dem Migrationsassistenten auf den neuen übertragen, fragt OS X beim ersten Anschließen der Time-Machine-Festplatte, ob es die Partition für neue Backups verwenden oder den aktuellen Backup-Ordner wiederverwen-

den soll. Das möchte man normalerweise. Aber falls das nicht klappt oder die Option gar nicht erst eingeblendet wird, greifen Sie zur Option „Neues Backup“. Backups des alten Mac kann der neue so zunächst nicht verwalten, also weder löschen, falls er Platz schaffen muss, noch Dateien wiederherstellen.

So lassen sich aber das aktuelle und das alte Backup zusammenführen:

`sudo tmutil inheritbackup /Pfad/zum/Backup`

Ersetzen Sie /Pfad/zum/Backup durch den Pfad zum SparseBundle oder zum Ordner, der sich

## Erweiterte Einstellungen

Apple bietet in der Systemeinstellung „Time Machine“ unter „Optionen“ nur eine Handvoll Einstellungen an. Dort können Sie Ordner vom Backup ausschließen und entscheiden, ob Backups auch bei Batteriebetrieb laufen sollen. Zudem lässt sich konfigurieren, ob OS X benachrichtigt, wenn sich der Speicher dem Ende zu neigt.

Über die Einstellungsdatei /Library/Preferences/com.apple.Time-Machine.plist hat man jedoch Zugriff auf weitere, versteckte Optionen, die man mit dem defaults-Befehl im Terminal setzt. Time Machine lässt sich so komplett per Kommandozeile steuern, was für die Administration mehrerer Macs nützlich sein kann. Das Befehlsmuster sieht so aus:

```
sudo defaults write \
/Library/Preferences/com.apple.TimeMachine \
Option -bool Wert
```

Ersetzen Sie Option durch den Namen der Einstellung und Wert durch yes oder no.

**AutoBackup:** Diese Einstellung aktiviert (yes) oder deaktiviert (no) Time Machine wie der Schalter in der Systemeinstellung. Das ist nützlich, wenn die Sicherung über

ein Skript oder von einem anderen Rechner aus deaktiviert werden soll.

**RequiresACPower:** Ist hier der Wert „no“ angegeben, erzeugt Time Machine auch dann Backups, wenn der Mac nicht an eine externe Stromversorgung angeschlossen ist. Bei „yes“ ist der Netzstecker Voraussetzung. Auf lokale Backups hat diese Einstellung keinen Einfluss. Sie entspricht der Option „Backup während Batteriebetrieb“ in den Systemeinstellungen.

**AlwaysShowDeletedBackupsWarning** ist die Entsprechung für den Schalter „Benachrichtigung nach dem Löschen von alten Backups“.

**DoNotOfferNewDisksForBackup:** Wer oft mit verschiedenen Festplatten arbeitet, muss bei jeder dem Mac unbekannten Festplatte beantworten, ob sie als Time Machine verwendet werden soll. Diese Nachfragen schalten Sie mit „yes“ ab.

**MobileBackups:** Analog zu sudo tmutil disablelocal definiert diese Einstellung, ob Time Machine lokale Snapshots erstellt oder nicht.

**ExcludedByPath und IncludesByPath:** Über diese Werte kann man Time Machine

befehlen, bestimmte Ordner explizit in die Sicherung aufzunehmen oder sie auszuschließen. Exclude hat Vorrang vor Include. Ist also ein Ordner sowohl von Exclude als auch von Include erfasst, wird dieser nicht gesichert. Die Einträge kann man zwar auch mit dem defaults-Befehl setzen, aber einfacher geht es mit einem Plist-Editor wie dem von Xcode (kostenlos).

Dafür empfiehlt es sich, die originale Datei, also /Library/Preferences/com.apple.Time-Machine.plist, zum Beispiel auf den Schreibtisch zu kopieren und die Kopie zu bearbeiten. Bringen Sie sie danach an den Ursprungsort; das Betriebssystem fragt dann selbstständig nach dem Administrator-Passwort und setzt auch die Zugriffsrechte passend.

ExcludedByPath kann man immerhin auch mit tmutil bearbeiten:

```
sudo tmutil addexclusion -p /Pfad/zum/Ordner
sudo tmutil removeexclusion -p /Pfad/zum/Ordner
sudo tmutil isexcluded /Pfad/zum/Ordner
```

Der Befehl in der zweiten Zeile entfernt eine Ausnahme. Mit der dritten Zeile lassen Sie anzeigen, ob ein Pfad von Time Machine gesichert wird.

```
admin - bash - 80x24
Last login: Tue Sep  8 23:20:57 on ttys001
iMac:~ admin$ tmutil calculatedrift /Volumes/Sicherung/Backups.backupdb/iMac\ Yo
semite

2015-07-13-134512 - 2015-07-22-231347
-----  

Added: 586.0M  

Removed: 57.2M  

Changed: 50.1M  

-----  

2015-07-22-231347 - 2015-08-14-093756
-----  

Added: 9.2K  

Removed: 99.1M  

Changed: 4.7M  

Drift Averages
-----  

Added: 195.3M  

Removed: 52.1M  

Changed: 18.2M
iMac:~ admin$
```

**Der Terminal-Befehl „tmutil calculatedrift“ zeigt, wie viele Daten sich zwischen zwei Backups geändert haben.**

**In der Konsole listet eine Suche nach backupd sämtliche Log-Einträge einer Time-Machine-Sicherung auf.**

auf der Time-Machine-Partition im Verzeichnis „Backups.backupdb“ befindet. Der Befehl ersetzt die im Backup hinterlegte Geräte-ID des alten Mac mit der des neuen. Anhand der ID legt Time Machine fest, welche Sicherung zu welchem Rechner gehört.

## Backups übertragen

Will man für einen Mac eine neue Time-Machine-Festplatte einsetzen, dort aber das alte Backup weiternutzen, muss man das Archiv zunächst auf die neue Platte kopieren. Aufgrund der harten Verlinkungen lässt es sich aber nicht mit dem Finder kopieren. Stattdessen muss man es über die Wiederherstellungsoption des Festplattendienstprogramms an das Ziel bringen.

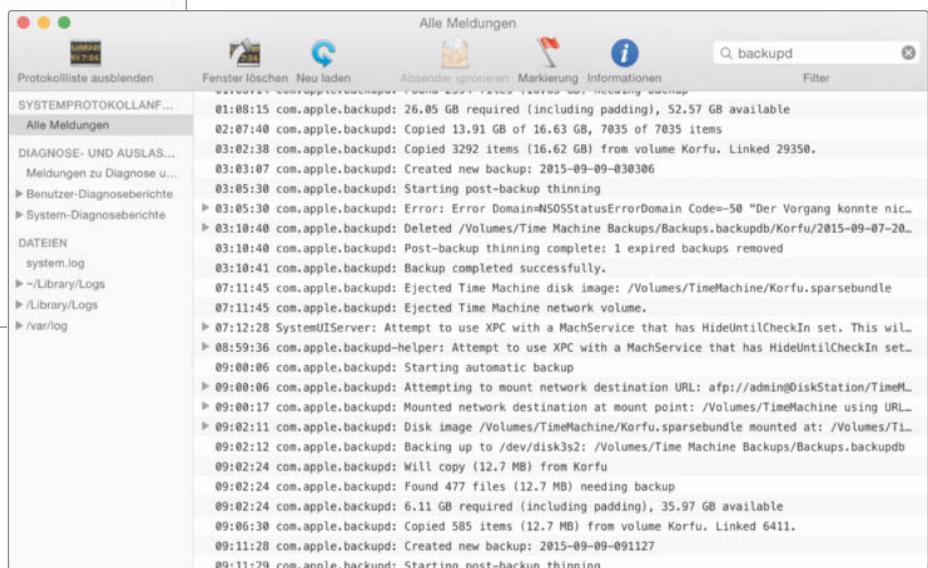
Für den Umzug muss die Zielpartitionen der Time-Machine-Platte HFS+-formatiert sein. Im Festplattendienstprogramm schaltet man diese Option über „Mac OS Extended (Journaled)“ ein. Stellen Sie sicher, dass das Laufwerk die GUID-Partitionstabelle nutzt (Reiter „Partition“, Bereich „Optionen“).

Falls Sie eine OS-X-Version vor El Capitan einsetzen, klicken Sie links in der Liste der Partitionen auf die alte Time-Machine-Partition und anschließend auf den Reiter „Wiederherstellen“. Damit ist sie im Feld „Quelle“ eingetragen. Ziehen Sie dann die neue Partition in das Feld „Zielmedium“ und klicken Sie auf „Wiederherstellen“.

Im Festplattendienstprogramm von El Capitan müssen Sie die neue Zielpartition in der Seitenleiste auswählen und dann den Befehl „Wiederherstellen“ im Bearbeiten-Menü ausführen. Dort wählen Sie das alte Time-Machine-Volume aus und starten den Vorgang über die Wiederherstellen-Schaltfläche.

Falls Sie eine alte gegen eine neue Netzwerkplatte austauschen wollen, ist der Vorgang einfacher. Es genügt, das SparseBundle auf die neue Platte zu verschieben und Time Machine über das Terminal den neuen Pfad mitzuteilen:

```
sudo tmutil setdestination /Volumes/TM-Backup-neu
```



Wurde auf dem Server nur die Platte ausgetauscht und bleibt somit der Name der Freigabe gleich, brauchen Sie nicht einzutragen.

Damit die Time-Machine-Sicherung vom zusätzlichen Speicherplatz profitiert, muss das SparseBundle vergrößert werden. Achten Sie darauf, das Bundle zuvor auszuwerfen, etwa über den Auswurfknopf in der Seitenleiste des Finders oder durch Ziehen des Volumes auf den Papierkorb. Geben Sie dann dieses Kommando im Terminal ein:

```
sudo hdiutil resize -size 3000g \
/Volumes/Netzwerkf freigabe/ TM-Backup.sparsebundle
```

Ersetzen Sie „3000g“ durch den gewünschten Wert in GByte und „Netzwerkf freigabe/TM-Backup.sparsebundle“ durch den Namen und Speicherort Ihrer Sicherung.

Der Umzug von einer Netzwerksicherung auf eine USB-Festplatte funktioniert grundsätzlich nicht zuverlässig, sodass wir davon abraten. Im Prinzip würde man dafür das SparseBundle-Image auf die USB-Festplatte kopieren, dann das Image per Doppelklick öffnen und wie weiter oben gezeigt, per Kommandozeile als Ziellaufwerk festlegen. Doch Apple hat auch diesen Weg nicht vorgesehen, weshalb er oft zu Problemen führt. Starten Sie daher am besten ein neues Backup auf der neuen USB-Festplatte.

## Vollgeschrieben

Time Machine sichert auch Daten, die nur vorübergehend auf dem Rechner landen und eigentlich nicht gesichert werden brauchen. Heruntergeladene Videos oder Installationsdateien belegen so unnötig viel Speicherplatz auf dem Backup-Volume. Der Terminal-Befehl tmutil kann mit der Option calculatedrift besonders große Sicherungen ausfindig machen. Er berechnet die Größe der Veränderung zwischen zwei Backups und zeigt so dicke Brocken an:

```
tmutil calculatedrift \
/Volumes/TM-Backup/Backups.backupdb/Mac\ mini
```

Sind große Einzel-Backups dabei, die Sie nicht benötigen, löschen Sie diese:

```
sudo tmutil delete /Pfad/zum/Backup
```

Der Pfad enthält neben dem Namen der Time-Machine-Sicherung einen eindeutigen Ordnernamen. Er besteht aus dem Datum der Sicherung, gefolgt von einer sechsstelligen Zahl. Diese entnehmen Sie der calculatedrift-Analyse oberhalb der gestrichelten Linie. Links findet sich das alte Backup, beispielsweise „2015-07-03-123456“, rechts das neue („2015-07-03-654321“), dessen Größe calculatedrift berechnet. Verwenden Sie diesen zweiten Namen im oben genannten Befehl. In unserem Beispiel sieht das so aus:

```
sudo tmutil delete \
/Volumes/TM-Backup/Backups.backupdb \
Mac\mini/2015-07-03-654321
```

Damit ein SparseBundle auf einer Netzwerkf freigabe von dem gesunkenen Speicherbedarf profitiert und die Größe sinkt, werfen Sie das Image über den Finder aus und komprimieren Sie es:

```
hdutil compact \
/Volumes/Netzwerkf freigabe/TM-Backup.sparsebundle
```

Eine Alternative für alle, die lieber per Mausklick arbeiten, ist BackupLoupe (9 Euro). Das Programm beantwortet nicht nur Fragen zur Konfiguration von Time Machine, sondern hilft auch dabei, besonders große Dateien ausfindig zu machen und zu löschen.

Um dem schnellen Anwachsen der Backups durch kurzfristig vorgehaltene Dateien vorzubeugen, fügen Sie nicht zu sichernde Ordner in den Time-Machine-Einstellungen hinzu. Ein Kandidat ist beispielsweise der Download-Ordner. Alternativ kann man einen separaten Ordner anlegen, beispielsweise auf dem Schreibtisch, und dort gezielt große Arbeitsdateien und Downloads ablegen, die nicht gesichert werden sollen.

(dz@ct.de)

**ct Software: ct.de/yzpe**



Daniel Berger

# Extra einfach

## Website-Prototypen mit Axure RP erstellen

Mit Axure RP gestalten Designer den Look von Websites mit grafischen Werkzeugen so pixelgenau wie mit Photoshop. Ohne HTML-Kenntnisse erzeugt man interaktive Wireframes und Prototypen, die direkt im Browser laufen. Änderungswünsche eines Kunden sind mit der Software ebenso leicht umgesetzt wie eine mobile Variante aus bereits definierten Elementen.

Eine komplexe Website will gut geplant sein: Wo soll die Navigation hin, welche Menüpunkte muss sie aufnehmen und wie groß sollte die Schrift ausfallen, damit sie auch auf dem Smartphone gut lesbar ist? Bei der Gestaltung und Konzeption sind viele Entscheidungen zu treffen. Noch komplizierter wird es, wenn mehrere Teammitglieder diese Entscheidungen gemeinsam treffen sollen.

Ähnlich wie in einem Grafikprogramm lassen sich mit Proto-

typing-Tools schnell und einfach Skizzen (Wireframes) und ausfeilte Prototypen von Websites erstellen. So können Designer und UX-Experten unkompliziert verschiedene Ideen ausprobieren und das Aussehen der einzelnen Seitenelemente verändern. Auch spontane Kundenwünsche sind problemlos umsetzbar – viel schneller, als wenn jede Idee und jeder Sonderwunsch als fertiger HTML- und CSS-Code umgesetzt werden muss.

Eines der populärsten Programme fürs „Wireframing“ und „Prototyping“ ist Axure RP 7, das sich an professionelle Web-Arbeiter richtet. Das schlägt sich in Funktionsumfang und Preis nieder: Die Standardvariante kostet 290, die Pro-Fassung 590 US-Dollar (ca. 260 bzw. 520 Euro). Axure Pro bietet zusätzliche Funktionen, die vor allem Teamarbeit und die Kommunikation mit anderen erleichtern. Für Studenten und Lehrer bietet Axure kostenlose Lizenzen an, die eine nichtkommerzielle Nutzung erlauben. Für alle gibt es auf [www.axure.com](http://www.axure.com) eine 30-tägige Testversion des komplett englischsprachigen Programms für Windows und Mac OS.

Im Unterschied zu einem Grafikprogramm erzeugt Axure einen interaktiven HTML-Prototyp. Auch die Mobilversion liefert Axure gleich mit: Darin müssen Designer die Elemente nur verkleinern und passend anordnen – schon macht der Prototyp auch auf dem Smartphone eine gute Figur. Axure ersetzt allerdings keinen Homepage-Baukasten oder HTML-Editor, generiert also keine schlüsselfertigen Websites: Die Prototypen laufen zwar im Browser, doch ein Blick in den Quellcode zeigt umständliche Verschachtelungen und viele kryptische CSS-Klassen. Axure gestattet zudem keinen Zugriff auf den Code; es lassen sich also keine Zusatzelemente einbinden wie etwa Google Analytics oder JavaScript-Bibliotheken. Die Macher von Axure empfehlen den exportierten Code maximal für kleine, statische Websites – doch selbst da ist

etwas „Code Swapping“ nötig, bevor sie in den Live-Betrieb gehen können.

## Von der Skizze zur Website

Zuerst machen Sie sich grundsätzliche Gedanken zum Aufbau Ihrer Website und bringen vielleicht schon Skizzen zu Papier. Dann erstellen Sie mit Axure grobe Seiten, sogenannte Wireframes (Drahtgittermodelle). Sie setzen sich aus Platzhaltern, Blindtexten und einfachen HTML-Elementen zusammen. Im zweiten Schritt entsteht ein detailliert gestalteter Prototyp, der schon richtige Inhalte enthält. Axure bietet für beide Entwicklungsstufen die passenden Seitelemente sowie Importmöglichkeiten für eigene Bilder.

Änderungen sind schnell umgesetzt: Wenn Sie einem Kunden einen Prototypen vorführen und dieser die grünen Buttons grässlich findet, reichen wenige Klicks zur Anpassung der Farbe. Per Druck auf F5 erzeugt Axure fix einen neuen Prototypen, der im Browser läuft. Über einen solchen Klick-Dummy kann man durch die Seiten navigieren und den Weg durch die Website optimieren. Axure unterstützt sogar interaktive Dummies: Besucher können Formulare ausfüllen und erhalten Rückmeldungen auf Eingaben. Animationen

sorgen für Bewegung, Buttons wechseln die Farben und Menüs poppen auf. Sogar ein einfaches „Foto-Karussell“ und weitere Bildergalerien gehören zum Funktionsumfang – ganz ohne JavaScript-Kenntnisse. Der Fantasie von Designern sind kaum Grenzen gesetzt. Mit einem Augenzwinkern warnt Axure deshalb, dass es für die Entwickler später nicht immer leicht sei, die Ideen auch umzusetzen.

## Projektstart

Die Bedienoberfläche teilt sich in drei Bereiche auf: In der Mitte befindet sich der Design-Bereich, in dem zunächst weiße Leere herrscht – hier gestalten Sie Webseiten, fügen Elemente ein und verschieben diese. Sind mehrere Seiten geöffnet, erscheinen Tabs am oberen Rand. Links und rechts flankieren Seitenleisten den Hauptbereich. In der linken Leiste steht in der „Sitemap“ ein Strukturabaum, der alle Haupt- und Unterseiten des Projekts auflistet. Vier vorgegebene Seiten bilden das Grundgerüst: Der Startseite „Home“ sind drei Seiten untergeordnet, die wiederum eigene Unterseiten haben können. „Siblings“ (Geschwister) teilen sich eine gemeinsame hierarchische Ebene; eine „Child Page“ ist die Unterseite einer Seite. Die blauen Pfeil-Icons ändern die Reihenfol-

ge der „Siblings“, die grünen Pfeilen verschieben Seiten in der Hierarchie des Strukturaums. Außerdem können Sie über das Icon mit der blauen Verzeichnismappe Seiten in Ordner gruppieren, um große Projekt besser zu organisieren. Die integrierte Suche hilft beim Aufstöbern einer bestimmten Unterseite.

Obwohl Axure sehr stabil läuft, sollten Sie unter „File/Backup Settings“ automatische Sicherungen einrichten. Wenn Axure einmal abgestürzt ist, stellt die Option „File/Recover File from Backup“ ältere Versionen wieder her.

Der Design-Bereich wird mit Seitenelementen gefüllt, die Axure „Widgets“ nennt. Unter dem „Sitemap“-Panel stehen unter „Widgets“ alle verfügbaren Elemente. Dazu gehören Überschriften, Textabsätze, Bilder, Platzhalter und viele weitere Basiselemente. Für mehr Nachschub sorgt der Axure-Katalog: Ein Klick auf „Download Libraries“ führt zu exotischeren Widgets, Designs, Fonts, Icons sowie Spezialvorlagen für Mobilseiten und Apps.

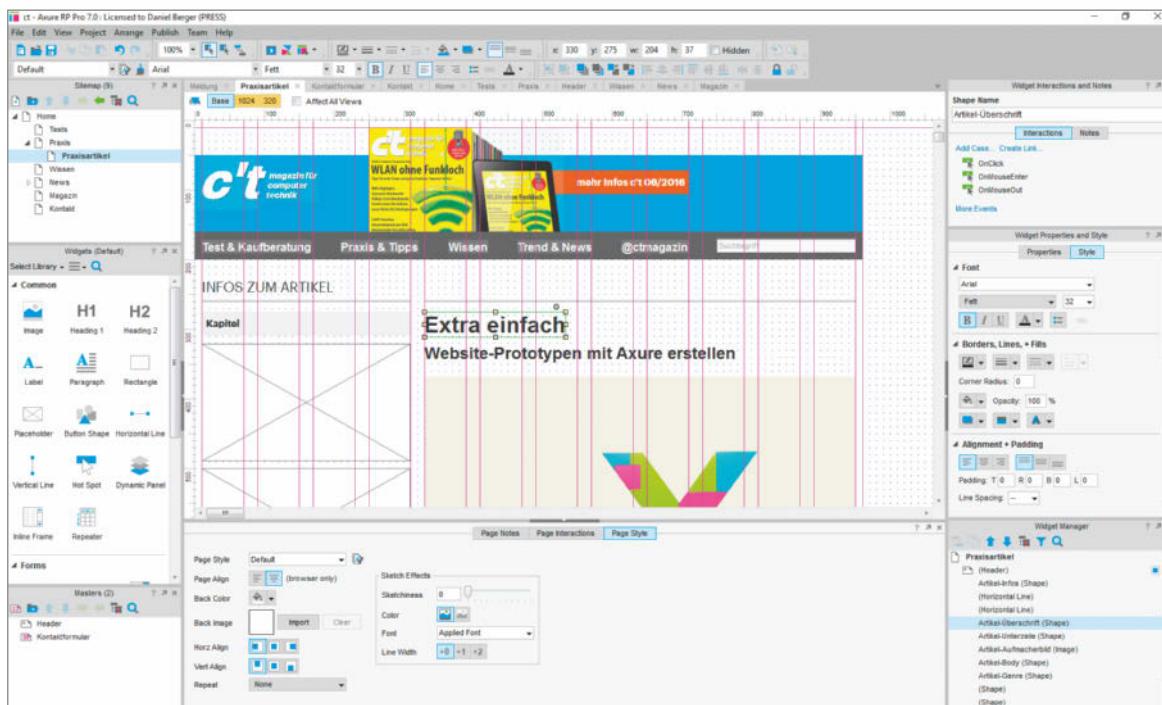
Einige Widgets liegen in zusätzlichen Variationen vor: Neben der Überschrift H1 etwa gibt es auch H2 bis H6 – auch wenn die Widget-Übersicht nur H1 und H2 aufführt. Ziehen Sie eines der beiden Widgets auf

Ihre Seite und klicken auf den grauen Kreis über dem Element, um die zusätzlichen Varianten auszuwählen. Auf diese Weise ändern Sie beispielsweise auch die Form der Buttons und „Shapes“ (Formen).

Weitere Einstellungsmöglichkeiten zu den Widgets stehen in der rechten Seitenleiste: „Widget Properties and Style“ bestimmt Farben, Schriften und das weitere Aussehen einzelner Widgets. Welche Optionen verfügbar sind, hängt vom jeweiligen Element ab – die von Axure bereitgestellten Gestaltungsmöglichkeiten umfassen nicht die volle Vielfalt von CSS. So lässt sich etwa die Hintergrundfarbe eines Senden-Buttons nicht ändern; er kommt immer im Standard-Look des Betriebssystems daher. Für eigene Kreationen muss man auf das „Button Shape“-Widget zurückgreifen. Der „Widget Manager“ listet alle verwendeten Elemente auf, die Sie beliebig sortieren können. Der besseren Ansicht halber sollten Sie für jedes eingesetzte Widget einen sprechenden Namen vergeben, um es im Manager später schnell wiederzufinden.

## Raster und Linien

Bei der Anordnung der Widgets hilft ein Koordinatensystem. Wenn Sie ein Widget positionieren, informiert eine kleine Anzei-



Mit Axure RP erstellen Designer auch ohne HTML-Kenntnisse schnell komplexe Website-Prototypen. Seitenelemente lassen sich einfach per Drag & Drop in den Design-Bereich ziehen und anordnen (Mitte). Linien und Raster helfen bei der pixelgenauen Ausrichtung.

ge über den Abstand zu den Rändern (x und y). Die Zahlen bei w und h geben die Abmessungen eines Widgets wieder. Zur pixelgenauen Positionierung vergrößern Sie die Seite mit gedrückter Strg-Taste und dem Mausrad. Die Pfeiltasten schieben Widgets pixelweise über die Seite.

Beim Hantieren mit Widgets helfen zusätzlich Raster (Grids) und Hilfslinien (Guides). Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eine freie Stelle des Hauptfensters und wählen im Kontextmenü „Grid and Guides“ den Punkt „Grid Settings“, der wiederum den „Grid Dialog“ öffnet. Hier konfigurieren Sie die Raster nach eigenen Wünschen. „Spacing“ bestimmt die Feinheit des Rasters – empfehlenswert ist hier ein Wert von 10 Pixeln. Einfache Hilfslinien (türkis) sind nur auf der aktiven Seite zu sehen, globale Linien (magenta) hingegen auf allen Seiten. Um eine einfache Linie einzufügen, ziehen Sie diese aus dem Lineal am Rand des Hauptfensters von oben oder von links in den Design-Bereich. Für die globalen Linien halten Sie beim Hineinziehen zusätzlich die Strg-Taste gedrückt. Axure bietet auch fertige Vorlagen für globale Hilfslinien: Klicken Sie im Kontextmenü unter „Grids and Guides“ auf „Create Guides“. Unter „Presets“ sind die populären 960er- und 1020er-Raster zu finden, die Webseiten in 12 oder 16 Spalten aufteilen. Die Einträge bei „Columns“ und

„Rows“ dienen zur Definition eines eigenen Gitters.

Im „Grid Dialog“ lässt sich die Farbe der Hilfslinien anpassen; außerdem lassen sich die Linien per „Lock Guides“ auf der Seite festtackern. Dann lassen sich einmal positionierte Hilfslinien nicht mehr verschieben. Das ist praktisch, wenn Sie beim Hantieren mit den Widgets immer wieder versehentlich Hilfslinien erwischen – statt des gewünschten Bildes oder Platzhalters. Die Option „Snap To Guides“ sorgt dafür, dass Linien die Widgets wie Magnete anziehen. Wenn Kreuzungen aus Hilfslinien die Arbeit behindern, blenden Sie die globalen Hilfslinien temporär mit Strg+ (Punkt) aus; die einfachen Linien verschwinden mit Strg+ (Komma). Sämtliche Linien inklusive der globalen Raster löschen Sie ohne Zwischenabstand über das Kontextmenü mit „Delete All Guides“. Strg+Z macht diesen Schritt wieder rückgängig.

## Wie gemalt

Für jede Seite gelten allgemeine Einstellungen, die unterhalb des Design-Bereichs bei „Page Style“ festgelegt werden. „Page Align“ bestimmt, wie die Webseite im Browser angeordnet sein soll: links oder zentriert. In Axure selbst macht die Auswahl keinen Unterschied, dort klebt der Inhalt immer am linken Fensterrahmen. Bei „Back Color“ suchen Sie eine Hintergrundfarbe der

Seite aus oder bestimmen unter „Back Image“ ein Hintergrundbild. Dessen Position legen „Horz Align“ und „Vert Align“ fest. Soll ein Bild das gesamte Browser-Fenster füllen, wählen Sie im Drop-Down-Menü „Repeat“ die Option „Stretch to Cover“. Unter Umständen beschneidet der Browser das skalierte Bild. Bei „Stretch to Contain“ hingegen können weiße Ränder entstehen – dafür ist immer der gesamte Bildinhalt zu sehen.

Wenn Sie ein grobes Wireframe-Konzept der Site bauen, sorgen die „Sketch Effects“ für ein skizzenhaftes Aussehen. Je höher der Wert bei „Sketchiness“, desto mehr wirken die Widgets wie gezeichnet. Die Ränder der Buttons sehen dann weniger aus. Zusätzlich können Sie die Schrift in eine simulierte Handschrift umwandeln; dazu stellen Sie den „Font“ auf „Axure Handwriting“ um. Wenn Sie den Wert auf „Applied Font“ zurücksetzen, sind wieder die zuvor bestimmten Schriftarten zu sehen. Die „Sketch Effects“ gelten global für alle Seiten; der restliche „Page Style“ bezieht sich nur auf die aktive Seite.

Wenn Sie mehreren Seiten einen gemeinsamen Look geben wollen, können Sie diesen als „Page Style“ abspeichern. Klicken Sie auf das Papier-Symbol im unteren Panel, um den „Page Style Editor“ zu öffnen. Ein Klick auf das grüne Plus-Icon legt einen neuen Stil an. Dabei lässt sich festlegen, welche Eigenschaften gespeichert werden sollen.

## Was man im Kopf hat

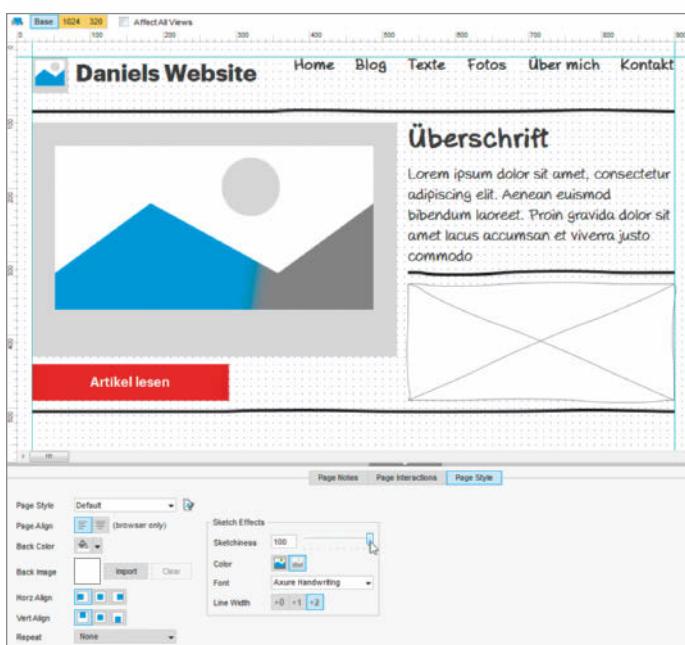
Jede Webseite beginnt oben mit einem Header-Bereich, der meist ein Logo, Navigationslinks sowie eine Suchfunktion enthält. Für das Logo eignen sich der Textbaustein „Label“, das „Heading“-Widget oder eine Grafik. Bilddateien können Sie entweder aus dem Windows Explorer in den Design-Bereich ziehen oder durch einen Doppelklick auf

**Für erste Entwürfe einer Website bietet Axure einen „Sketchiness“-Regler: Je höher der eingestellte Wert, desto skizzenhafter sieht die Website aus (rechte Seite).** Daran erkennt der Kunde, dass es sich nicht um das finale Produkt handelt.

einen bereits positionierten Bildplatzhalter importieren. Für die Links in der Navigationsleiste eignen sich ebenfalls Labels oder Menü-Widgets, die sich für komplexe Navigationsmenüs mit Unterpunkten eignen. Vielfältige Beispiele finden Sie auf der Axure-Website (siehe c't-Link am Ende des Artikels).

Für eine einfache Navigation tut es das Label-Widget: Ändern Sie seine Beschriftung etwa in „Home“ und stellen in der rechten Leiste unter „Widget Properties and Style“ die Schriftart, Schriftgröße und die Farbe ein. Ein aussagekräftiger Name bei „Shape Name“ erleichtert die Konfiguration von Interaktionen – sonst müssen Sie später zwischen (Shape), (Shape) und (Shape) wählen. Per Copy and Paste vervielfältigen Sie das Widget so oft, wie es Links in der Navigationsleiste geben soll. Passen Sie die Beschriftungen und die Namen an, bevor Sie die Labels grob anordnen. Das muss nicht pixelgenau sein; Axure hat praktische Ausrichtungsfunktionen an Bord: Markieren Sie alle Label-Elemente und wählen in der oberen Bedienleiste „Align Middle“, um die Elemente untereinander auf eine Linie zu bringen. „Distribute Horizontally“ verteilt die Links gleichmäßig. Der Befehl verteilt die Labels zwischen dem ersten und dem letzten Widget in der Reihe. Das Vorhängeschloss in der Bedienleiste pinnt die ausgewählten Elemente an ihrer derzeitigen Position fest. Mit den Anordnungsfunktionen können Sie Widgets außerdem in verschiedene Ebenen sortieren: Soll ein eingefügtes Bild dem Header als Hintergrund dienen, verschiebt es ein Klick auf „Send Back“ in die unterste Ebene.

Damit die gesetzten Links im Browser anklickbar sind, müssen die Seiten existieren, auf welche die Navigationsleiste verlinken soll. Das sind beispielsweise eine Artikel-Übersicht und weitere Hauptrubriken. Diese Seiten legen Sie in der „Sitemap“ an. Anschließend markieren Sie das erste Label-Widget; es soll auf die Startseite verweisen. Wählen Sie rechts in den „Widgets Interactions“ die Option „Create Link“ und wählen die zu verlinkende Seite aus (Home). Das Label ist nun mit einer blauen Box und einer „1“ markiert. Wiederholen Sie den Vorgang mit den ande-



ren Label-Elementen, bis alle gewünschten Seiten verlinkt sind.

## Wiederverwertbar

Ist der Header-Bereich komplett, können Sie ihn als „Master“ definieren. Dabei handelt es sich um eine Sammlung von Widgets, die auf mehreren Seiten erscheint. Alle Änderungen nehmen Sie zentral am Master vor.

Um aus dem Header-Bereich einen neuen Master zu erzeugen, markieren Sie alle dazugehörigen Widgets – also Logo, Links und Suchleiste. Wählen Sie dann im Kontextmenü „Convert to Master“ und vergeben einen Namen, etwa „Header“ oder „Seitenkopf“. Das „Drop Behaviour“ legt fest, ob sich der Master immer an derselben Position befinden soll. Da der Kopf der Seite stets an deren Anfang gehört, wählen Sie „Lock to Master Location“. „Place Anywhere“ erlaubt eine freie Platzierung auf den Seiten, was sinnvoll für Formulare oder den Seitenfuß ist, der sich wegen unterschiedlicher Seitenlängen nicht pixelgenau positionieren lässt. Wählen Sie „Break Away“, wenn das Widget nach der Platzierung auf der Seite die Änderungen im Master nicht mehr übernehmen soll.

Alle angelegten Master sind in der linken Seitenleiste unter „Masters“ aufgeführt. Sie lassen sich in Ordnern organisieren und dürfen auch untergeordnete Master haben. Im Kontextmenü können Sie jederzeit das festgelegte „Drop Behaviour“ für einzelne Master ändern. Ein Doppelklick öffnet den Master im Design-Bereich, um ihn zu bearbeiten. Master lassen sich auch verschachteln.

Um den im Beispiel erzeugten Seitenkopf-Master in eine neue Seite einzufügen, ziehen Sie ihn aus der Master-Übersicht in den Design-Bereich. Um den Master auf einen Schlag in mehrere Seiten einzufügen, rechtsklicken Sie in der Übersicht auf den Master und wählen im Kontextmenü „Add to Pages“ aus. Setzen Sie Häkchen für die gewünschten Seiten oder klicken Sie auf „Check All“, um alle Seiten auszuwählen. „Check All Children“ markiert alle Unterseiten. Standardmäßig fügt Axure den Master nur auf Seiten ein, die ihn noch nicht enthalten. Im Design-Bereich kennzeichnet die Master ein roter Rahmen. Wenn der stört, klicken Sie in der Hauptmenüleiste auf „View/Masks“ und entfernen das Häkchen bei „Mask Masters“.

## Schöner schreiben

Axure bindet auch Webfonts ein. So können Sie schon im Klick-Dummy die Hausschrift eines Kunden verwenden. Auch WebFonts werden unterstützt, etwa die von Google Fonts. Dazu benötigen Sie lediglich die Font-URL, die auf google.com/fonts in der Schriften-Auswahl unter „Quick Use“ steht. Kopieren Sie diese Adresse und klicken Sie in Axure auf „Publish/Generate HTML“ (F8). Im Dialog kopieren Sie bei „Web Fonts“ die URL in das Feld „Link to .css file“.

Ein Manko hat die Sache: Wenn Sie im Design-Bereich danach einen Text markieren und im Feld „Font Family“ den eingebundenen Font-Namen eintragen, erscheint die neue Schrift nur in der erzeugten Vorschau-Version im Browser, aber nicht

im Design-Bereich von Axure. Um das zu ändern, müssen Sie den Webfont als lokale Systemschrift installieren und Axure neu starten. Bei Googles Schriften ist das kein Problem, sie lassen sich alle herunterladen und sind quelloffen. Bei anderen Dienstleistern wie TypeKit geht das jedoch nicht, weshalb deren Schriften nur im Browser erscheinen.

Wünscht sich der Kunde spät in der Entwicklung einen anderen Font, können Sie die Schrift via Font-Mapping global überschreiben. Auf diesem Weg lässt sich auch unkompliziert die Wirkung eines Schriftwechsels ausprobieren. Wählen Sie dazu im „Generate HTML“-Dialog bei „Font Mapping“ aus, welcher Font welche Schrift überschreiben soll. Sie haben dabei auch die Möglichkeit, die Schriftstärke und den Schriftstil zu verändern. In Axure erscheint weiterhin der ursprüngliche Font.

## Farbwechsel

Interaktionen bringen Leben in Ihre Website-Prototypen. Als simpelste Maßnahme können Sie für Widgets einstellen, dass sie bei Berührung mit dem Mauszeiger die Farbe wechseln. Klicken Sie dazu ein Element wie das „Button Shape“-Widget mit der rechten Maustaste an und wählen im Kontextmenü „Interaction Styles“. Im Bereich „MouseOver“ aktivieren Sie alle Änderungen, die der Mauszeiger auslösen soll, und legen als „Fill Color“ eine neue Hintergrundfarbe fest. Die Änderung zeigt der Design-Bereich sofort an. „MouseDown“ bestimmt Veränderungen, die ein Mausklick auslöst.

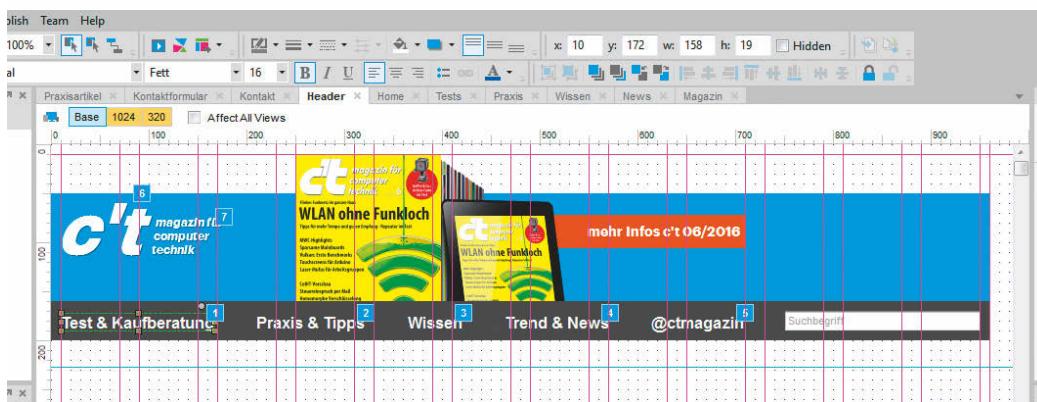
Der bei „Selected“ festgelegte Stil wird aktiv, wenn eine Seite einem Widget den „Selected“-Status zuweist. So sieht beispielsweise ein Besucher sofort, in welcher Rubrik er sich gerade befindet: Im Artikel-Archiv erhält der Archiv-Link in der Navigationsleiste den „Selected“-Status und damit eine rote Farbe. Um das umzusetzen, definieren Sie zunächst für den Link einen „Selected“-Stil; also eine rote Farbe bei „Font Color“. Dann öffnen Sie im Design-Bereich die Seite, welche den „Selected“-Status an das Widget vergeben soll – hier das Artikel-Archiv. Sie müssen nun in den „Page Interactions“ unterhalb des Design-Bereichs einen „Case“ einfügen. Klicken Sie dazu auf „OnPageLoad“, damit der „Case“ direkt beim Seitenaufruf eintritt. Im „Case Editor“ wählen Sie „Set Selected“ und wählen das Widget aus; in diesem Fall den Archiv-Link. Wenn Sie nun die Seite aufrufen, vergibt Axure dem Link einen „Selected“-Status und damit eine rote Farbe.

Für dieses simple Beispiel mag das Vorgehen unnötig komplex wirken, doch mit dem „Case Editor“ lassen sich auch wesentlich komplexere Interaktionen mit einer Vielzahl von „Events“ (Auslösern) erzeugen. Um die Auswirkungen auf das Aussehen eines Widgets zu sehen, fahren Sie im Design-Bereich mit dem Mauszeiger über das schwarz-weiße Quadrat, das am oberen Rand des markierten Elements schwiebt. Unter „Widget Interactions“ führt die Seitenleiste alle festgelegten Interaktionen einer Seite auf. Die „Interaction Styles“ stehen im Fenster darunter bei den „Widget Properties“.

## Dynamische Container

Mehr Interaktionsmöglichkeiten bieten die „Dynamic Panels“. Ein Panel fungiert als Container, der gestapelte „States“ (Zustände) aufnimmt. Jeder State enthält ein oder mehrere Widgets, die man nur sieht, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Ein Dynamic Panel dient beispielsweise zur interaktiven Artikelauswahl auf einer Homepage, die zu drei besonders lesenswerten Texten führt. Bei einem Klick auf die Überschrift soll das zum Artikel gehörende Bild erscheinen.

Fügen Sie in die „Home“-Seite zunächst ein Bild sowie drei



Seitelemente lassen sich zu einem „Master“ zusammenführen, den man auf vielen Seiten verwendet. Änderungen im Master wirken sich auf alle Seiten aus.



Mit Axure lassen sich Varianten eines Layouts für unterschiedliche Geräte basteln. Auf diese Weise können Webdesigner unkompliziert Mobilansichten (rechts) ableiten.

„Headings“ (Überschriften) ein. Anschließend wählen Sie das Bild aus und klicken im Kontextmenü auf „Convert to Dynamic Panel“, damit Axure aus dem Bild einen Container erzeugt. In der rechten Seitenleiste sehen Sie im „Widget Manager“ das soeben angelegte Panel; geben Sie ihm den Namen „Bilderauswahl“. Das Widget (das Bild) ist bereits automatisch in „State 1“ eingesortiert. Kopieren Sie diesen State mit einem Rechtsklick und „Duplicate State“ zweimal. Ein Doppelklick auf „State 2“ öffnet diesen im Design-Bereich, wo Sie das Ursprungsbild ersetzen – am besten per Doppelklick. Wiederholen Sie den Vorgang mit „State 3“, damit jeder „State“ sein eigenes Bild enthält.

Kehren Sie zur „Home“-Seite zurück, um die erste Überschrift auszuwählen. Fügen Sie über das Fenster „Widgets Interactions“ einen neuen Case hinzu, indem Sie auf „OnClick“ doppelklicken. Im Case-Editor wählen Sie unter „Dynamic Panels“ den Punkt „Set Panel State“. Setzen Sie beim Dynamic Panel „Bilderauswahl“ ein Häkchen. Bei „Select the state“ ist der erste State vorausgewählt. Wenn Sie den Case für die zweite Überschrift anlegen, wählen Sie dafür „State 2“ aus und für die dritte „State 3“. Wenn Sie sich den Prototypen im Browser anschauen und dort die zweite Überschrift anklicken, ändert sich das Bild.

Ähnlich lässt sich mit einem Dynamic Panel ein Foto-Karussell umsetzen. Der Besucher soll einen Button anklicken, um das nächste Bild in der Galerie zu sehen. Definieren Sie für den Button per „OnClick“ einen neuen Case. Wie im Beispiel oben wählen Sie im Case-Editor

wieder „Set Panel State“ aus. Bei „Select the state“ klicken Sie diesmal nicht auf „State 1“, sondern auf „Next“. Damit die Bilder endlos durch das Karussell laufen, setzen Sie ein Häkchen bei „Wrap last to first“. Die Übergänge sehen schöner aus, wenn Sie bei „Animate In“ und „Animate Out“ jeweils eine Animation bestimmen. „Slide right“ etwa lässt das Bild rechts herausfahren und das nächste hereinfahren, wie es bei einem typischen JavaScript-Foto-Slider üblich ist. Einem zweiten Button können Sie bei „Select the state“ die Option „Previous“ zuweisen, damit dieser zum vorigen Bild führt. Fertig

ist ein voll funktionsfähiger Foto-Slider. Auf seiner Produkt-Website zeigt Axure diverse andere Beispiele für die Verwendung von „Dynamic Panels“.

## Mobile Ansichten

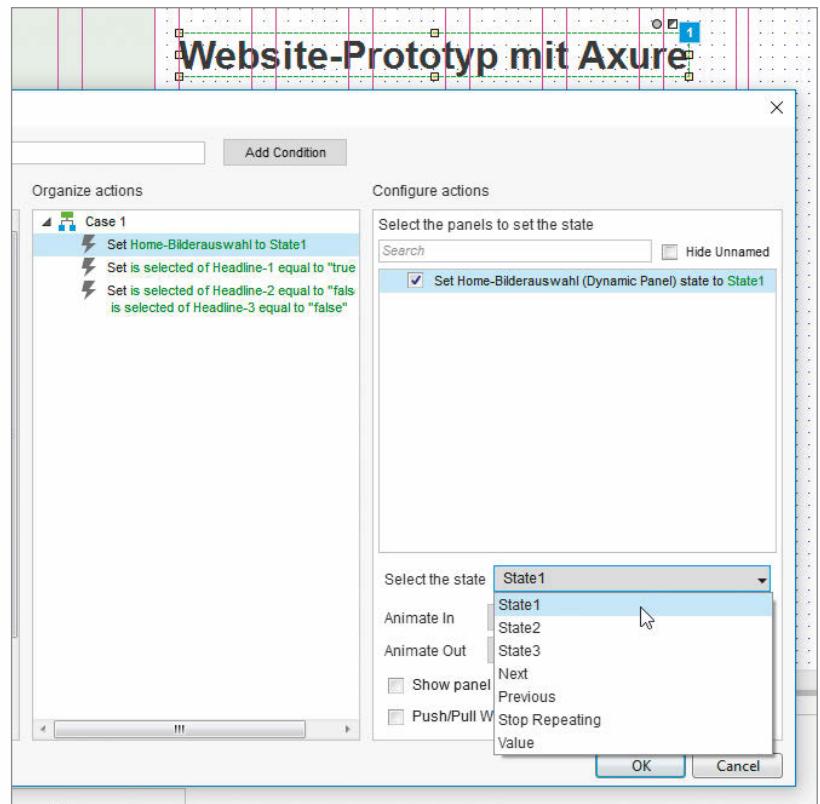
Die bisher erstellte Website ist für Desktop-Browser gedacht und passt sich nicht an kleinere Bildschirme an. Für Mobilversionen des Prototypen sieht Axure zusätzliche „Views“ (Ansichten) vor. Um eine „View“ anzulegen, klicken Sie in der Design-Ansicht auf das kleine, blaue Gerätesymbol (Manage Adaptive Views) neben der Tab-Leiste. Das grüne

Plus-Symbol in der „Views“-Verwaltung fügt eine neue Ansicht hinzu. Axure bietet als Starthilfe fünf Vorlagen, darunter gängige Größen für Smartphones und Tablets. Sie können bei „Width“ aber auch eigene Breiten festlegen; die Vorgabe der Höhe ist optional.

Die erste Ansicht soll ein Tablet simulieren, die zweite Ansicht ein Smartphone. Dafür eignen sich die Vorlagen „Landscape Tablet“ (1024 Pixel breit) und „Smartphone Portrait“ (320 Pixel breit). Die Auflösungen sind so niedrig, weil Mobilgeräte mit hohen Pixeldichten die Webseiten nicht mit der vollen Auflösung anzeigen, damit die Inhalte lesbar bleiben. Der Browser skaliert den Text hoch, zeigt ihn aber mit voller Auflösung an – so bleiben alle Kanten scharf.

Die zusätzlichen Ansichten finden Sie in der Tab-Leiste als „1024“ und „320“ wieder. „Base“ ist die Desktop-Version, die als Grundlage dient. Klicken Sie auf „1024“, um die Tablet-Ansicht zu bearbeiten. Eine globale Hilfslinie kennzeichnet die verfügbare Breite. Die Tablet-Ansicht erbt alle Widgets und deren Anordnung von der Base-Ansicht. Die dritte Ansicht „320“ übernimmt ihrerseits die Anordnung der

Mit nur ein paar Klicks und ganz ohne JavaScript-Kenntnisse bauen Sie in Axure eine funktionsfähige Fotogalerie. In diesem Fall zeigt ein Klick auf die Artikelüberschrift das dazu passende Artikelbild an.



„1024“-Ansicht. Fügen Sie in der Base-Ansicht ein neues Bild hinzu, findet es sich in allen anderen Ansichten wieder. Dort müssen Sie nur noch die Größe der Widgets anpassen. Wenn Sie in der 320er-Ansicht ein Widget hinzufügen, erscheint es hingegen nicht in den anderen beiden Ansichten – denn diese erben keine Eigenschaften von der kleinsten Ansicht. Soll ein in der kleinsten Mobilansicht eingefügtes Element auch in den anderen Ansichten erscheinen, setzen Sie in der Ansichten-Bedienleiste ein Häkchen bei „Affect All Views“.

Die Vererbung kann unerwartet Folgen haben: Wenn Sie Texte und Beschriftungen eines Widgets in einer Ansicht ändern, ist die Anpassung überall zu sehen. Das gilt auch für die Textfarbe, Schriftart und -größe. Sie können eine Beschriftung in der Mobilansicht also nicht einfach von „c’t Magazin“ zu „c’t“ verkürzen, ohne dass sich diese Änderung überall niederschlägt. Widgets lassen sich aber in den einzelnen Ansichten verbergen: Setzen Sie dazu ein Häkchen bei „Hidden“. So können Sie in der Base-Ansicht ein Widget mit „c’t Magazin“ beschriften, es in der „320“-Ansicht verstecken und dort ein eigenes Widget mit „c’t“ anlegen.

Es gibt zwei Arten, Website-Designs für mehrere Gerätetypen umzusetzen: Beim „Desktop First“-Ansatz gestaltet man zunächst die Desktop-Website und anschließend die Mobilversion. In den „Views“ fürs Tablet und Smartphone müssen Sie die Widgets der Seite deshalb neu sortieren und verkleinern, da weniger Platz zur Verfügung steht. Wenn Sie Ihre Seite hingegen nach dem „Mobile First“-Ansatz aufbauen und sich zunächst um die Mobilfassung kümmern, müssen Sie die „Conditions“ für die anderen Views anpassen: Statt „is less than or equals“ wählen Sie „is greater than or equals“.

Die von Axure erzeugten Webseiten-Dummys sind übrigens weder responsive noch flexibel: Wenn Sie in der Vorschau das Browser-Fenster schmäler ziehen, um die Mobilansicht zu testen, sehen Sie, wie das Design an bestimmten Punkten (Breaking Points) umspringt. Man spricht von einem „adaptiven Layout“, das zwar nicht mehr

zeitgemäß ist, für einen Prototypen jedoch ausreicht.

## Vorschau und Export

Den fertigen Prototypen können Sie als HTML-Website samt Bilder, Logos, CSS- und JavaScript-Dateien exportieren. Der Prototyp dient als Vorlage für die fertige Website oder ein CMS-Template. Ihr Projekt exportieren Sie über „Publish/Generate HTML Files“. In einem Dialog nehmen Sie vorher die gewünschten Einstellungen vor. Standardmäßig ergänzt Axure die Website um eine Sitemap, die alle Haupt- und Unterseiten auflistet – bei „General“ lässt sich das abschalten. Wenn Sie planen, die Seite im Smartphone anzuschauen, ist es wichtig, bei „Mobile/Device“ die Viewport-Tags zu aktivieren – sonst wird die Seite im Mobilbrowser unlesbar klein. Über die anderen Optionen klammern Sie bestimmte Seiten und Ansichten aus. Nach einem Klick auf „Generate“ liegt die Site im Dokumenten-Ordner des Betriebssystems unter „Axure/HTML“.

Damit Sie die Site schnell online kriegen, um sie einem Kunden zu zeigen oder mit dem Mobilgerät aufzurufen, betreibt Axure einen eigenen Cloud-Dienst. Klicken Sie auf „Publish to Axure Share“ (F6) und legen einen Account an, wenn Sie noch keinen haben. Sie können Ihr Projekt mit einem Passwort absichern. Für Zwischenstände bietet Axure alternativ die Möglichkeit, Screenshots der Seiten zu erzeugen: Klicken Sie auf „File/Export ... to Image“.

In der Pro-Version spuckt Axure außer Bildern und Webseiten auch das dazugehörige Konzeptpapier für die Weiterentwicklung aus. Klicken Sie dazu auf „Publish/Generate Word Documentation“. Das Dokument enthält Screenshots der einzelnen Seiten, ergänzt um Fußnoten und Anmerkungen vom Designer an den Entwickler. Wenn Sie auch die Mobilansichten als Screenshot verewigt haben wollen, wählen Sie bei „Adaptive Views“ die gewünschten Ansichten aus. All diese Informationen erleichtern den Web-Entwicklern die Arbeit an der eigentlichen Website. (dbe@ct.de)

**ct** Mehr Informationen zu Axure: [ct.de/yj66](http://ct.de/yj66)

Köln, KOMED Veranstaltungszentrum.

10. – 12. Mai 2016

building



Die neue Softwareentwicklerkonferenz zu Internet of Things und Industrie 4.0

EINTAUCHEN INS INTERNET DER DINGE

Jetzt registrieren!

## AUS DEM PROGRAMM

- Das Internet der Dinge aus Architekturperspektive
- Boards für das IoT-Prototyping
- IoT-Protokolle: Grundlagen und Vergleich
- IoT in der Cloud – ein Vergleich verschiedener Plattformen
- Attacken auf IoT-Geräte – Trends und Prognosen für die Zukunft
- Testen von IoT-Produkten
- Software-Updates im Internet der Dinge
- Wem gehören die IoT-Daten?
- BeeData – Wie das Internet Imkern und Bienen hilft

## KEYNOTES

- Andy Stanford-Clark (IBM): Innovation Begins at Home
- Joshua Corman (I am The Cavalry/Sonatype): CyberSafety for the Internet of Everything: Bits & Bytes meet Flesh & Blood

Gold-Sponsoren:

**adesso**

business.  
people.  
technology.

**SAP**

Silber-Sponsoren:

**appliedinformatics**

e-codecentric

**OPTIZ CONSULTING**

**ThoughtWorks**

Bronze-Sponsoren:

**hoCOMPUTER**

intel Software Elite Reseller

**intel**  
Software

Veranstalter:



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

## Wikipedia-Bilder nutzen

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

Bisweilen fällt es schwer, die Website oder den Blog-Beitrag passend zu illustrieren. Einen riesigen Bilderschatz hält Wikipedia bereit. Die Bilder aus der Wikimedia-Commons-Datenbank darf man kostenfrei nutzen, sofern der Quellen- und Lizenzhinweis korrekt ist. Dies vereinfacht Wikimedia jetzt mit dem Online-Tool **Lizenzhinweisgenerator**.

Nachdem man dem Generator die URL der Bilddatei gegeben hat, führt er durch einen kurzen Dialog und ermittelt die Nutzungsart. Nach Beantwortung der Fragen serviert das Tool den passenden Lizenzhinweis als Text oder HTML-Code. Bisher deckt der Generator Nutzungen in digitalen und gedruckten Medien ab. Dr. Till Jaeger, Fachanwalt für Urheber- und Medienrecht und Experte in Sachen freie Lizenzen, stand Wikimedia beratend zur Seite. (hob@ct.de)



## Städels Kultur-Kurs

<https://onlinekurs.staedelmuseum.de>

Mit seinen rund 3000 Gemälden zählt das Städels Museum in Frankfurt zu den wichtigsten deutschen Kunstsammlungen. Ein Besuch reicht bei Weitem nicht, um sich intensiv damit auseinanderzusetzen. Mehr Zeit kann man sich beim abwechslungsreichen **Städels-Kurs zur Moderne** nehmen. Er baut auf 250 ausgewählten Werken auf und bietet Arbeitsmaterial für etwa 40 Stunden. Teilnehmer müssen sich registrieren, damit sie nach Unterbrechungen wieder am zuletzt besuchten Punkt weitermachen können.

Das Programm setzt sich aus Videos, Bildern, Texten und Aufgaben zusammen. Die

## Hype-Videos

Aus Drohnen-Rennen sind mittlerweile anspruchsvolle Sportereignisse geworden. Von einem solchen berichtet das spektakuläre Video **The Final Race of the biggest drone race, the World Drone Prix**: Ein 15-jähriger Brite sichert sich 250 000 US-Dollar Preisgeld.

<https://youtu.be/0wrx86oeBn4> (10:25, Englisch)

„Der Monitor ist ja größer als der Computer selbst.“ Setzt man Jugendliche vor einen alten PC mit Windows 95, wird schnell deutlich, wie sehr sich die Computer in den letzten 20 Jahren verändert haben: **Teens react to Windows 95**

<https://youtu.be/8ucCxtgN6sc> (8:26, Englisch)

filmischen Einlagen mit dem Grimme-Preisträger Sebastian Blomberg ziehen selbst Kunstmuffel in den Kurs: „Ich habe den Eindruck, das will erforscht werden.“ Bemerkenswert ist auch das Sound-Design des Berliner Musikers Boys Noize. In textlastigen Passagen mag sich auch mal Langeweile einstellen, doch dann fesseln einen spielerische Einlagen wieder. Der Kurs ist in fünf Module eingeteilt und muss Schritt für Schritt absolviert werden. Über einen Zeitstrahl von 1750 bis heute erreicht man Epochen oder einzelne Werke auch direkt. (ad@ct.de)

## Nebenjob-Suchmaschine

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

Nebenjobber halten Deutschland am Laufen, meinen die Betreiber von **Jobino**. Sie haben vor rund einem Jahr ein Portal gestartet, auf dem Firmen freie Stellen für Teilzeit-Beschäftigte ausschreiben können. Da inzwischen einige große Einzelhandelsketten den Dienst bestücken, ist das Angebot schon ganz beachtlich. Arbeitssuchende können darin ohne Registrierung und kostenlos nach Standort, Bezahlung und Stundenzahl su-

chen. Das Ergebnis enthält die passenden Stellenanzeigen mit allen Informationen, die für eine Bewerbung nötig sind. (ad@ct.de)

## ASCII-Wetterbericht

<http://wttr.in>

Ja, Websites mit Wettervorhersagen gibt es viele. Doch **wttr.in** nutzt zur Anzeige nur ASCII-Zeichen. Das sieht im Browser zwar wenig schmuck aus, lässt sich aber etwa mit Curl im Terminal nutzen. So bekommt man auch ohne grafische Oberfläche das Wetter von heute, morgen und übermorgen übersichtlich in vier Tageszeiten eingeteilt dargestellt. Den Standort des Besuchers erkennt der Webserver an der IP-Adresse. (ad@ct.de)

## Atom-Uhr im Browser

[https://uhr.ptb.de](http://uhr.ptb.de)

Hat das Smartphone Sie mal wieder zu spät für den Bus geweckt, weil das Mobilfunknetz eine falsche Uhrzeit verbreitete? Der



Browser-Blick auf die Quelle der gesetzlichen Zeit klärt die Frage. Die **Physikalisch Technische Bundesanstalt** in Braunschweig gibt schon seit Jahrzehnten die Zeit für Bahnhofsuhr, Telefon-Zeitansagen und auch über das Internet-Protokoll NTP vor. Seit Kurzem gibt es auch eine animierte JavaScript-Anwendung. Sie zeigt nicht nur die aktuelle Zeit an, sondern weist auf Wunsch auch die lokale Abweichung aus. Die typischen 0,04 Sekunden reichen aber gewiss nicht, um den Bus noch einzuholen. (ea@ct.de)

**ct** Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/yc9f](http://ct.de/yc9f)

# Ihre Kamera kann mehr!

Der heise Foto-Club hilft dabei.



- Fotoakademie mit tiefgehenden Praxisartikeln und Workshops
- Video-Tutorials mit Profi-Tipps zur Bildbearbeitung
- Kameras, Objektive im kritischen Vergleichstest
- Unabhängige Laborwerte, Beispielbilder und Empfehlungen
- Rabatte, Sonderaktionen und Gutscheine exklusiv für Mitglieder

Ab  
**2,08 €**  
im Monat

Werden Sie jetzt Mitglied im **heise Foto-Club** und genießen Sie ein komplettes Jahr wertvollen Content für nur **2,08 € im Monat**.

(Preis für eine Jahresmitgliedschaft; automatische Verlängerung; jederzeit kündbar)

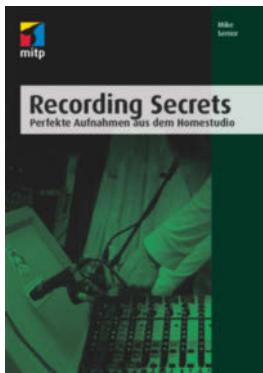
Sie sind Abonnent von **c't Digitale Fotografie**?  
Dann freuen Sie sich auf **20 % Rabatt** für Ihre  
Mitgliedschaft im heise Foto-Club.

JETZT MITGLIED WERDEN! ▶

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



heise Foto-Club



Mike Senior

## Recording Secrets

Perfekte Aufnahmen  
aus dem Homestudio

Im Original lautet der Titel „Recording Secrets for the Small Studio“, was das Buch deutlich besser beschreibt als der deutsche Titel. Mike Senior schreibt nicht das übliche Handbuch mit ersten Schritten zum Einrichten einer Aufnahme-Umgebung im eigenen Wohnzimmer; er hat ein größeres Blickfeld.

Der Leser taucht von der ersten Seite in die sehr komplexe Studiowelt eines Ton-technikers ein. Gleich zu Anfang stellt der Autor klar, dass er physikalisches Basiswissen und Grundlagen zum Umgang mit Aufnahmetechnik voraussetzt. So wird dem blutigen Anfänger hier und da der Kopf rauchen. Ihm sei Carsten Kaisers „Home-recording“ aus dem gleichen Verlag empfohlen – Kaiser setzt deutlich niedrigschwelliger an und geht systematischer vor (c’t 5/16, S. 185).

Den Löwenanteil des Buchs nimmt die Aufnahme von Gesang und akustischen Instrumenten ein. Von der Wahl des Mikrofons über dessen sinnvolle Positionierung bis hin zur Raumakustik gibt der Autor zahlreiche Tipps und untermauert sie mit Zitaten großer Produzenten über deren Arbeit mit noch größeren Stars.

Ein Kapitel behandelt ausschließlich die Aufnahme einer einzigen Stereoquelle, ein anderes die Aufzeichnung von Instrumenten mit Tonabnehmern. Der Leser lernt dabei viel über Kabel-, Stecker- und Signaltypen und erfährt, wie er die vielfältigen Geräte im Studio beziehungsweise deren digitale Entsprechungen in Form von Plugins miteinander verheiratet, um das optimale Signal herauszuholen.

Das nur spärlich in Schwarzweiß bebilderte Buch kann ermüdend wirken. Der Autor kommt zudem nur schwer auf den Punkt. Hier steht nicht der lockere Schreibstil, sondern das Wissen im Vordergrund und davon teilt Mike Senior eine Menge. Wer sich ambitioniert mit Aufnahmetechnik auseinandersetzen möchte, kommt an diesem Buch nicht vorbei. (akr@ct.de)

Frechen 2016  
mitp  
480 Seiten  
35 €  
(Kindle-/E-Book 30 €)  
ISBN 978-3-9584-5078-3



Berlin 2015  
De Gruyter  
818 Seiten  
120 €  
(PDF-/Epub-/E-Book:  
gleicher Preis)  
ISBN 978-3-1103-7547-3



Bielefeld 2015  
transcript  
398 Seiten  
30 €  
(Mobi-/Epub-/PDF-/E-Book: 27 €)  
ISBN 978-3-8376-3046-6

Herbert Bruderer

## Meilensteine der Rechentechnik

Zur Geschichte der Mathematik und der Informatik

Seit Menschen mit Zahlen hantieren, sind sie stets auf der Suche nach Hilfsmitteln dafür gewesen. Der Weg führte von primitiven Rechenhilfen wie Kerbhölzern über die Schiebekugeln des Abakus bis zu Maschinen. Die arbeiteten zunächst mechanisch, später elektromechanisch und schließlich elektronisch. Parallel entwickelte sich die apparategestützte Informationsverarbeitung, von deren Anfängen vieles nebelhaft erscheint. Bisweilen hat das mit militärischer Geheimhaltung zu tun, oft auch mit widersprüchlicher Geschichtsinterpretation.

Bruderer wirft Lichtkegel ins Dunkel und nimmt sich unter anderem Fragen vor, die nicht so einfach zu beantworten sind, wie sie sich anhören: Wer baute den ersten Computer? Wer schuf den ersten programmierbaren Speicherrechner? Wer entwickelte den ersten Compiler? Schon die bloße Suche nach den Antworten wirft eine Menge historischer Erkenntnisse ab.

Den Schwerpunkt legt der Autor auf Rechenmaschinen im deutschsprachigen Raum; seine Forschungen haben in diesem Bereich und in Bezug auf die Entwicklung der Informationstechnik viel Interessantes ans Tageslicht geholt. Die beschriebenen Geräte stammen aus drei Jahrhunderten; ihr Spektrum reicht von Exoten wie Planimetern und Pantografen über frühe Prozessrechner (Vorläufer von CNC-Fräsen) bis hin zu Rechenwalzen, Addiermaschinen und den ersten Röhrenrechnern. Besonders reizvoll sind die zahlreichen Abbildungen sowie die Kopien historischer Dokumente, die neben Produktbroschüren und Preislisten auch viel Korrespondenz zeigen.

Über 200 Seiten Literaturnachweise untermauern den wissenschaftlichen Anspruch des Buchs. Etliche listenartige Faktenaufzählungen sowie Tabellen hemmen streckenweise den Lesefluss, eignen sich aber gut zum Nachschlagen.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

Florian Sprenger,  
Christoph Engemann (Hrsg.)

## Internet der Dinge

Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt

Das viel beschworene „Internet der Dinge“ umfasst weitaus mehr als die Vernetzung von Gebrauchsgegenständen. Vielfach steht der Begriff für eine Vision, in der Digitaltechnik und Kommunikationsnetzwerke nahezu alle Lebensbereiche durchdringen.

Was für Auswirkungen hat die Digitalisierung auf die Gesellschaft, welche Chancen und welche Risiken birgt sie und wie sieht ein Leben in einer derartigen Welt aus? Florian Sprenger und Christoph Engemann präsentieren eine Auswahl unterschiedlicher Vorstellungen zu diesem gesellschaftlich kontroversen Thema. Vertreten sind Erstübersetzungen englischer Publikationen ebenso wie Analysen aus der Feder deutschsprachiger Autoren.

Die Beiträge decken ein weites literarisches Spektrum ab – von der philosophischen, schwer verdaulichen Charakterisierung eines kommenden Zeitalters bis zum locker geschriebenen Artikel über „Das Internet der Dinge, die wir nicht brauchen“.

Schlaglichter beleuchten Aspekte der „Industrie 4.0“ ebenso wie den Weg vom Smart Home zur Smart City. Die Fragestellungen reichen bis in die Tiefen der Ethik – wenn etwa davon die Rede ist, dass die vernetzten Dinge keine Schuld tragen. Nur ein Absatz trennt die lockere Lesegeschichte zur Urbanität smarter Tiere von einer sozialwissenschaftlichen Abhandlung, die einen begrenzten Aspekt des „Internet der Dinge“ in den Blick nimmt und für ungeübte Leser nur mühsam zu entschlüsseln ist.

Alle Beiträge haben aber gemeinsam, dass sie fundiert und auf ihre je eigene Weise lesenswert sind. Und bei allem Visionären verschafft die Lektüre dem Interessierten zudem auch noch einen Eindruck davon, wie der Stand der Technik denn nun tatsächlich aussieht. (Ulrich Schmitz/psz@ct.de)

# Vorsprung reloaded.

Neue Erfolge entstehen aus dem Wissen der Vergangenheit. Bestellen Sie deshalb jetzt das gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine: Die wichtigsten Informationen und Inspirationen kompakt auf den neuen Archiv-DVDs – Vorsprung wie bestellt, einfach online unter [shop.heise.de/archiv15](http://shop.heise.de/archiv15)



## Bessere Aussichten mit dem Blick zurück:

Die Volltextsuche führt Sie offline sekundenschnell zu Fakten, Meinungen, Tests oder Hintergrundwissen.

Jahresarchiv 2015 mit allen Beiträgen aus 27 c't-Heften

auf DVD **24,50 €**

auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,50 €**

## c't-Know-how XL:

Der Inhalt der letzten 16 Jahre c't, 2001 bis 2015

auf DVD **79,- €**

## c't-Know-how XXL:

Alle Artikel von 1983 bis 2015

auf Blu-ray Disc **99,- €**

auf 64 GByte USB 3.0-Stick **139,- €**

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



## Ein Jahr iX-Know-how für IT-Experten:

Nachlesen, vergleichen, absichern – mit der integrierten Suchfunktion finden Sie schnell die gesuchten Informationen

auf DVD **24,50 €**

auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,50 €**

## iX-Know-how XL:

Die Archiv-DVD mit allen Beiträgen von 1994 bis 2015

auf DVD **69,- €**

## iX-Know-how XXL:

Alle Beiträge von 1988 bis 2015

auf 64 GByte USB 3.0-Stick **99,- €**

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



## Neues baut auf Altem auf:

Ihr Blick in wichtige Fakten und Hintergrundinfos des Archives 2015. Nutzen Sie offline das gesammelte Wissen aus Deutschlands einzigem Innovationsmagazin

auf DVD **24,50 €**

## Technology Review-Know-how XL:

Alle Artikel von 2003 bis 2015

auf DVD **59,- €**

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



Bestellen Sie ganz einfach online unter [shop.heise.de/archiv15](http://shop.heise.de/archiv15)  
oder per E-Mail: [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

 **heise shop**

[shop.heise.de/archiv15](http://shop.heise.de/archiv15)

## Ordner des Chaos

Am verkaufsstärksten Tag des Jahres, dem „Schwarzen Freitag“, bricht in New York eine unheilbare Seuche aus. Die Behörden riegeln die Stadt ab und überlassen die Bewohner sich selbst. In **Tom Clancy's The Division** werden Schläfer-Agenten einer hoch geheimen Spezialorganisation zur letzten Hoffnung der Metropole.

Den Spieleraugen bietet das reichlich verschrammte New York ein wahres Fest. Die große, detailfreudig dargestellte Stadt ge-

reicht mit dynamischem Wetter und lebendig wirkenden Lichteffekten jedem Monitor zur Ehre. Der Held steht mit seiner Organisation in Funkkontakt; frei läuft er durch die vor Verbprechern wimmelnde offene Spielwelt, die laufend Straßenkämpfe und Nebenmissionen bietet. Dabei sieht man ihn aus der Verfolgerperspektive. Im Kampf ist Schutz wichtiger als Feuerkraft, und das automatische Deckungssystem leistet gute Arbeit.

Eine zentrale Aufgabe besteht darin, ein improvisiertes Hauptquartier zu errichten und auszubauen. Drei Gebäudeflügel sind nötig – je einer für Medizin, Technik und Sicherheit. In Nebenmissionen erbeutete Ressourcen kommen dem Ausbau zugute; jeder Bauerfolg macht neue nützliche Talente oder Gegenstände verfügbar. Echolate, Haftbomben und Drohnen sorgen für taktische Abwechslung.

Im größten Teil der Stadt kämpft man allein oder im Vierer-Team gegen computergesteuerte Gegner. In der „Dark



Zone“ ist das anders: Ab Level 10 erhält man Zugang zu dem verseuchten Areal, in dem es die besten Schätze und härtesten Gegner gibt. Hier kämpfen auch Spieler gegen Spieler, verbünden sich und hintergehen einander. Einzelgänger haben dort keine Chance, zumal es keinen Schleichmodus gibt.

Alle in der Dark Zone gefundenen Gegenstände müssen per Helikopter ausgeflogen und dekontaminiert werden. Wer den Heli per Leuchtrakete

ruft, steht zwei Minuten lang auf dem Präsentierteller.

Im Test traten noch vereinzelt Grafikfehler auf, aber die können den guten Gesamteindruck nicht trüben. Die solide Spielmechanik, die abwechslungsreichen Missionen und die gnadenlose „Dark Zone“ sorgen für ein rundum bombastisches Spielerlebnis. Zu technischen Details und Hardwareanforderungen gibt der Artikel „Manhattan aufpoliert“ in c't 7/16, S. 22, Auskunft.  
(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)



## Erbin des Fluchs

Die junge Sarah erbte von ihrem exzentrischen Großonkel ein großes, verwinkeltes Landhaus. An einem schönen Herbstnachmittag beginnt sie damit, ihr Erbe in Augenschein zu nehmen. Dabei konfrontiert das Haus sie nach und nach mit seinen Geheimnissen, und die Angst wird zu ihrem ständigen Begleiter.

Von Anfang an weckt das deutsche Horror-Adventure **Obscuritas** Erinnerungen an „The Vanishing of Ethan Carter“. Der

Spieler erlebt Sarahs alptraumhafte Hausbesichtigung aus der First-Person-Perspektive; er bewegt sich durch eine Welt fantastischer Farben, erkundet stimmungsvoll gestaltete Räume und setzt sich einer furchteinflößenden Klangkulisse aus. Es gibt Dutzende von Rätseln unterschiedlicher Schwierigkeit zu lösen, während man tiefer in das unübersichtliche Innere des Gebäudes vordringt.

Die Heldenin kann immer nur ein Objekt tragen – das bedeutet bisweilen viel Lauferei. Zudem mangelt es an Licht – Streichhölzer und Taschenlampenbatterien werden ungemein wichtig. Aus dem Lichtproblem hätte man spieltechnisch mehr machen können; nur am Anfang gibt es Rätsel, die bei Kerzenschein gelöst werden wollen.

Das Spukhaus bietet abwechslungsreiche Schauplätze vom kleinen Salon bis zum botanischen Garten. Tagebuchseiten des Onkels bilden einen rudi-



mentären roten Faden, der von Kulisse zu Kulisse führt.

Leider vollzieht Obscuritas, nachdem die Handlung etwa zur Hälfte abgelaufen ist, einen ähnlich unglücklichen Paradigmenwechsel wie Ethan Carter: Stimmung und Spielanmutung ändern sich abrupt. Plötzlich wird es übernatürlich – und tödlich. Erscheinungen, Geisterstimmen und mörderische Fallen verwandeln angenehmes Gruseln in knallharten Survival-Horror. Der kommt hier zwar mit wenig Blut aus, es bleibt jedoch ein unange-

nehmer Bruch. Der Spielstand wird an Speicherpunkten automatisch festgehalten. Da bereits ein Treffer tödlich ist, muss man viele Wege mehrfach gehen.

Obscuritas erreicht nicht die visuelle Qualität von Ethan Carter oder Layers of Fear. Die Spielstory wirkt grob gestrickt, was schade ist. Dank gelungener Grafik, schöner Details und stimmungsvollem Ambiente bekommt man dennoch rund acht Stunden gediegenen Gruselstoff serviert.  
(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## Obscuritas

Vertrieb	Koch Media, www.vis-games.de/projects_pc.html
Betriebssystem	Windows 10, 8, 7, Vista; außerdem PS4, Xbox One
Hardware-anforderungen	2,8-GHz-Mehrkerndaten, 4 GB RAM, 2-GB-Grafik
Kopierschutz	Online-Registrierung und -Aktivierung über Steam
Idee	○
Spaß	⊕
Umsetzung	⊕
Dauermotivation	⊕
1 Spieler • Deutsch • USK 12 • 20 €	
⊕ sehr gut	⊕ gut
⊖ schlecht	⊖ sehr schlecht

# Tausche Leute gegen Luft

Das gewaltige Fluchtschiff „Ark 13“ ist die letzte Hoffnung der Menschen. Die Reise dieser Raum-Arche führt vorbei an fremden Planeten, feindlichen Flotten und den Wracks ihrer Vorgängerschiffe einer neuen Heimat entgegen. **Into the Stars** lautet ihr Schlachtruf: den Sternen entgegen.

Und was für Sterne das sind! Die Unreal Engine 4 zaubert eine fantastische Galaxie auf den Bildschirm, an der man sich kaum sattsehen kann. Der größte Teil des Spielgeschehens findet allerdings auf der Kommandobrücke statt, denn im Zentrum der

Spielmechanik steht das Ressourcen-Management.

Als Kapitän der Arche wählt man für die Crew sechs Offiziere mit unterschiedlichen Talenten aus. Nachdem man Kurs auf einen Planeten gesetzt hat, muss man sich um die drei wichtigsten Bereiche kümmern: Vorräte, Technik – und die Passagiere, denn das riesige Raumschiff beherbergt die letzte Menschenstadt.

Die Zivilisten verbrauchen so schnell Nahrung und Sauerstoff, dass man die Reiseroute von Planet zu Planet planen muss. Wenn man im Orbit eines Himmelskörpers parkt, heißt es: so schnell wie möglich Ressourcen abbauen und dann gleich weiter. Vor allem muss man die Materialien im Auge behalten, die man für den Bergbau braucht. Wer keine Außenmissionen mehr starten kann, ist de facto aus dem Spiel. Dann bleibt nur noch die kleine Chance, Scorn-Jäger anzulocken und zu besiegen, um die Wracks ihrer Schiffe zu plündern.



Die erstaunlich spannenden Kämpfe erfolgen in Echtzeit. Laser, Torpedos, Schilder und Lenkung müssen bemannt werden. Jedes Modul hat eine Abklingzeit und drei farbig dargestellte „Frequenzen“. Blaue Schilder heben blaue Laser auf, lassen aber rote und gelbe durch. So muss man sich laufend auf die Farbveränderungen der Feinde einstellen, die gern mal im Trio erscheinen.

Wird es mal wirklich knapp mit Nahrung oder Atemluft, kann man ein freundliches Glubdon-Schiff treffen und dort einen

Teil der eigenen Bevölkerung gegen Sauerstoff eintauschen. Immer wieder gilt es harte Entscheidungen zu treffen, vor allem in den Außenmissionen, die tödlich enden können.

Auf der Habenseite verbucht „Into the Stars“ prächtige Grafik, tolle Musik und eine gute Spielmechanik. Leider stößt die mangelnde Stabilität sauer auf. Statt nach beendetem Spielsession zum Hauptmenü zurückzukehren, stürzt das Spiel gern mal ab und macht einen Neustart des Rechners nötig.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## Into the Stars

Vertrieb	Iceberg Interactive/Koch Media, <a href="http://www.fugitive-games.com">www.fugitive-games.com</a>
Betriebssystem	Windows 10, 8, 7
Hardwareanforderungen	5-GHz-PC, 10 GByte RAM, 1-GByte-Grafik
Kopierschutz	DRM-frei über gog.com
Idee	⊕⊕
Spaß	⊕
Umsetzung	⊕
Dauermotivation	⊕
1 Spieler • Deutsch • USK 6 • 20 €	

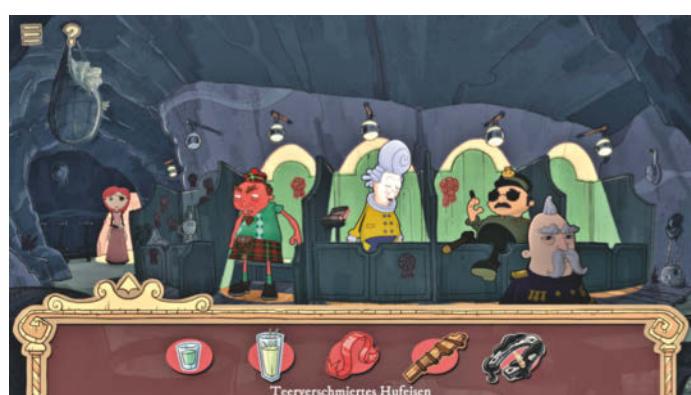
# Keine Chance den Vogelfängern

Der böse Käpt'n Breitbart verschafft sich eine fliegende Armee, indem er massenhaft Vögel hypnotisiert. Allerdings hat er nicht mit der vogelverrückten Nelly gerechnet: Die einäugige Seeräuberin will ihre gefiederten Freunde um jeden Preis befreien.

In **Nelly Cootalot: The Fowl Fleet** hat sie bereits ihren zweiten Auftritt. 2007 machte der englische Stand-up-Komiker Alasdair

Beckett-King seiner Freundin Nelly ein außergewöhnliches Geschenk: Er schuf ihr zu Ehren eine gleichnamige Computerspiel-Heldin. Der Freeware-Titel „Nelly Cootalot: Spoonbeaks Ahoy!“ gewann mehrere Preise und eine kleine Fangemeinde, die mehr von Nelly sehen wollte.

Mit Hilfe des deutschen Publishers Application Systems Heidelberg und rund 1000 Kickstarter-Unterstützern ist nun ein handelstaugliches Adventure entstanden. Handgezeichnete Hintergründe erfreuen das Auge; 45 skurrile Zeichentrickfiguren bevölkern Nellys 2D-Welt. Nach dem Point-and-Click-Verfahren lenkt man die Piratin durch Gespräche, Minispiele und Rätsel. Meist erreicht Nelly ihr Ziel, indem sie anderen Figuren hilft. Orte wollen genau abgesucht, Objekte im Inventar kombiniert werden.



Mehrfaches Probieren lohnt sich, denn manchmal muss man für Problem B die Lösung von Problem A verwenden – nur einen Meter höher als zuvor.

Bisweilen wirkt die streng vorgegebene Reihenfolge der Handlungsschritte wie ein unangenehmes Korsett für den Spieler. Will er Nelly vorzeitig etwas tun lassen, weigert die sich strikt. Die Story schreitet insgesamt eher gemächlich fort. Figuren und Situationen sind hübsch, aber etwa im Vergleich zu

Daedalics „Deponia“-Serie doch eher unspektakulär. Der Humor bedient eine große Bandbreite: Bisweilen typisch englisch und streckenweise kindgerecht, driftet er gelegentlich zu Kifferwitzzen ab.

Trotz der namhaften deutschen Synchronsprecher werden Englischkundige die Sprachausgabe in der Originalfassung bevorzugen. Darin hat der aus der britischen Kult-Serie „Doctor Who“ bekannte Tom Baker einen Gastauftritt – als alleinerziehender Tölpel.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## Nelly Cootalot: The Fowl Fleet

Vertrieb	Application Systems Heidelberg (ASH), <a href="http://www.nellycootalot.com/de">www.nellycootalot.com/de</a>
Betriebssystem	Windows 10, 8, 7, Vista; OS X ab 10.8; Linux
Hardwareanforderungen	1,2-GHz-PC, 2 GByte RAM, 256-MByte-Grafik
Kopierschutz	Online-Registrierung und -Aktivierung über Steam, DRM-frei über den ASH-Webshop
Idee	○
Spaß	⊕
Umsetzung	○
Dauermotivation	○
1 Spieler • Deutsch • USK 6 • 20 €	

## Bad in der Menge

Unter dem schlichten Titel **Hitman** meldet sich der genetisch optimierte glatzköpfige Auftragskiller „47“ zurück, Held der traditionsreichen Serie von Square Enix. Das aktuelle Spiel erscheint in Form einer Startfolge und insgesamt sechs nacheinander per Download erhältlichen Fortsetzungsepisoden.

Im vorliegenden ersten Teil, der den Prolog sowie Ereignisse in Paris enthält, erlebt der Spieler den Killer als jungen Mann, der zunächst eine Aufnahmeprüfung bei der Killer-Agentur ICA absolviert, bevor er echte Einsätze in Angriff nimmt.

Agent 47 tritt dabei nicht wie gewohnt vorrangig als Meister des unauffälligen Annäherns in Erscheinung, vielmehr bewährt

er sich als Verkleidungskünstler. Für jeden Einsatz steht eine Vielzahl von Verkleidungen zur Verfügung. Der Spieler kann den Agenten zum Polizisten machen, zum Mechaniker und gar zum Laufsteg-Model. Das Bad in der Menge erweist sich als beste Tarnung, denn ein allein herumstehender Agent 47 in Polizeiuniform erregt leicht Verdacht bei echten Polizisten.

Der Spieler verfolgt primäre und sekundäre Missionsziele, wobei er gewohnte Mittel einsetzt. So versteckt er Leichen hinterrücks ermordeter Menschen, öffnet Türen mit dem Dietrich und lenkt Wachen ab. Bei Bedarf setzt er Gift ein, nutzt ein Scharfschützengewehr oder erdrosselt ein Opfer mit den sattsam bekannten Klaviersaiten. Durch die Vielfalt der Möglichkeiten ist das neue Spiel interessanter als der linear gestaltete Vorgänger „Hitman: Absolution“.



Der Spieler tut gut daran, pro Mission mehrere Taktiken auszuprobieren. Die Wiederholung bestandener Missionen empfiehlt sich, weil sie aus dem nicht allzu inhaltsreichen Paket mehr herauszuholen vermag – anderenfalls hat man nach zwei Stunden alles gesehen. Als Boni stehen Live-Inhalte sowie Online-Herausforderungen zur Verfügung; jeder Spieler darf eigene Szenarien hochladen.

Die Spielwelt wirkt ein wenig steril, die Figuren bewegen sich steif und handeln vielfach vorhersehbar. Immerhin wirkt insbesondere der Schauplatz Paris origi-

nell, und die erste Trainingsmission bestreitet man auf einem höllischen Dampfer. Die englische Sprachausgabe klingt markant, der Soundtrack ist in seiner Dramatik gut an die verschiedenen Spielsituationen angepasst. Beim Test auf der PS4 fielen uns ungewöhnlich lange Ladezeiten auf.

Bereits im April soll die zweite Episode zu haben sein. Abgesehen von dem etwas bemüht wirkenden Episodenformat wirkt der neue „Hitman“ gelungen. Die packenden Aufträge beziehen ihren besonderen Reiz aus der Handlungsfreiheit des Spielers. (Peter Kusenberg/psz@ct.de)

### Hitman

Vertrieb	Square Enix
Systeme	PS4, Xbox One, Windows
Idee	⊕
Spaß	⊕
1 Spieler • Englisch • USK 18 • 15–60 €	(episodenweise)
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht

## Traditionsverband

Das taktische 3DS-Rollenspiel **Bravely Second: End Layer** setzt die bewegte Geschichte des Vorgängers aus dem Jahre 2013 fort.

Der Spieler steuert ein Heldenquartett auf einer Abenteuerreise – Auslöser dafür ist die Entführung von Agnés Oblige durch den fiesen Kaiser Oblivion.

Die edle Magierin Agnés trat im ersten Spiel „Bravely Default“ als Heldin auf. Ihr leidenschaftlicher Bodyguard Yew heuert für die Rettungsmission drei wehrhafte Mitstreiter an.

Das Viererteam erkundet Städte und deren Umland. Dank der Übersichtskarte, die dabei auf dem unteren Display erscheint, findet der Spieler sich gut zurecht. Die Figuren wirken nicht übermäßig originell, allerdings sind die (englischsprachigen) Dialoge weniger steif ausgefallen als beim Vorgänger. Gelegentlich lässt sich sogar Humor erkennen.

Die Kämpfe bilden das Herzstück des Spiels, sie wirken deutlich geschmeidiger als bei Bravely Default. Der Spieler darf die Häufigkeit der Zufallskämpfe bestimmen. Ganz aussparen sollte er sie nicht, denn sie verschaffen den Helden dringend benötigte Erfahrungspunkte.

Wie in Genre-Klassikern à la Dragon Quest finden die Kampf-

szenen rundenweise statt. Per Standardbefehl kann man Aktionspunkte aufsparen und in der folgenden Runde mit doppelter Wucht zuschlagen. Alternativ legt der Spieler die Kraft zweier Runden gleich in einen Schlag und hofft, dass er die Gegner damit bereits zerbröselt – denn auf den zweiten Hieb muss er dann verzichten.

Im Notfall hilft der Bravely-Second-Befehl, um den Spielablauf anzuhalten und für Münzen Zusatzaktionen zu kaufen. Neue Münzen gibt es nur alle paar Stunden; Ungeduldige kaufen sie für reales Geld in Nintendos E-Shop.

Nötig sind solche Käufe nicht, denn man darf den Schwierigkeitsgrad senken und fleißig gründen, um sich für härtere Kämpfe zu wappnen. Das kann die Spielzeit auf bis zu 60 Stunden dehnen, was in Anbetracht der minder komplexen Story bei manchem Spieler zu Ermüdungserscheinungen führen mag.

Das umfangreiche Klassen- und Berufssystem erlaubt eine

Spezialisierung der Helden. Es motiviert dazu, neue Fähigkeiten zu erlernen und gleich im Kampf auszuprobieren. Auf der Reise gibt es eine Menge Schätze und Geheimnisse zu entdecken, wobei die Spielwelt nicht allzu detailliert gestaltet ist.

Der Soundtrack stammt von der Pop-Band Supercell und passt ziemlich gut zur peppigen Handlung. Gelungen ist auch die Sprachausgabe; solide deutsche Untertitel helfen Englisch-Muffeln.

Vor allem wegen des pfiffigen Kampfsystems finden Fans rasch Gefallen an diesem Werk, das zum Schluss hin allerdings spannungsmäßig nachlässt. (Peter Kusenberg/psz)



### Bravely Second: End Layer

Vertrieb	Nintendo
System	3DS
Idee	⊖
Spaß	⊕
1 Spieler • Englisch • USK 12 • 40 €	

# DIE VOLLE LADUNG

ALTI!

260 SEITEN ULTIMATIVER RETRO-SPASS

## retro\* GAMER

SPEZIAL 1/2016

MEGA-SPECIAL

30  
JAHRE  
AMIGA

### DAS JAHRBUCH

BALLBLAZER # DEFENDER # DOOM # DRIVER # ELDER SCROLLS # FEUD # FINAL FANTASY 6 # GABRIEL KNIGHT #



GAUNTLET # GOLD RUNNER # HALF-LIFE #



KNIGHT LORE # KNIGHTS OF THE SKY # LEMMINGS #

MONKEY ISLAND 2 # PAC-MAN # POLICE QUEST 2 #



PUZZLE BOBBLE # ROBOTRON 2084 # SHANNARA #

SUPER CARS # SYNDICATE # TAU CETI #



ULTIMA UNDERWORLD # WING COMMANDER #

WIZBALL # ZACKMCKRACKEN # ZYNAPS #



#### GENRE-SPECIALS

Echtes-Strategie, Point-&-Click-Adventures, Ego-Shooter, Fußball-Spiele, Maze Games

#### REPORTS

Lost in Translation, DDR-Computerspiele, Die größten Underdogs, Die besten Cheats

#### RETRO-SYSTEME

C128, Amiga 500, Amiga 1000, Amiga 1200, Dragon 32, Colecovision, TRS-80, VC20

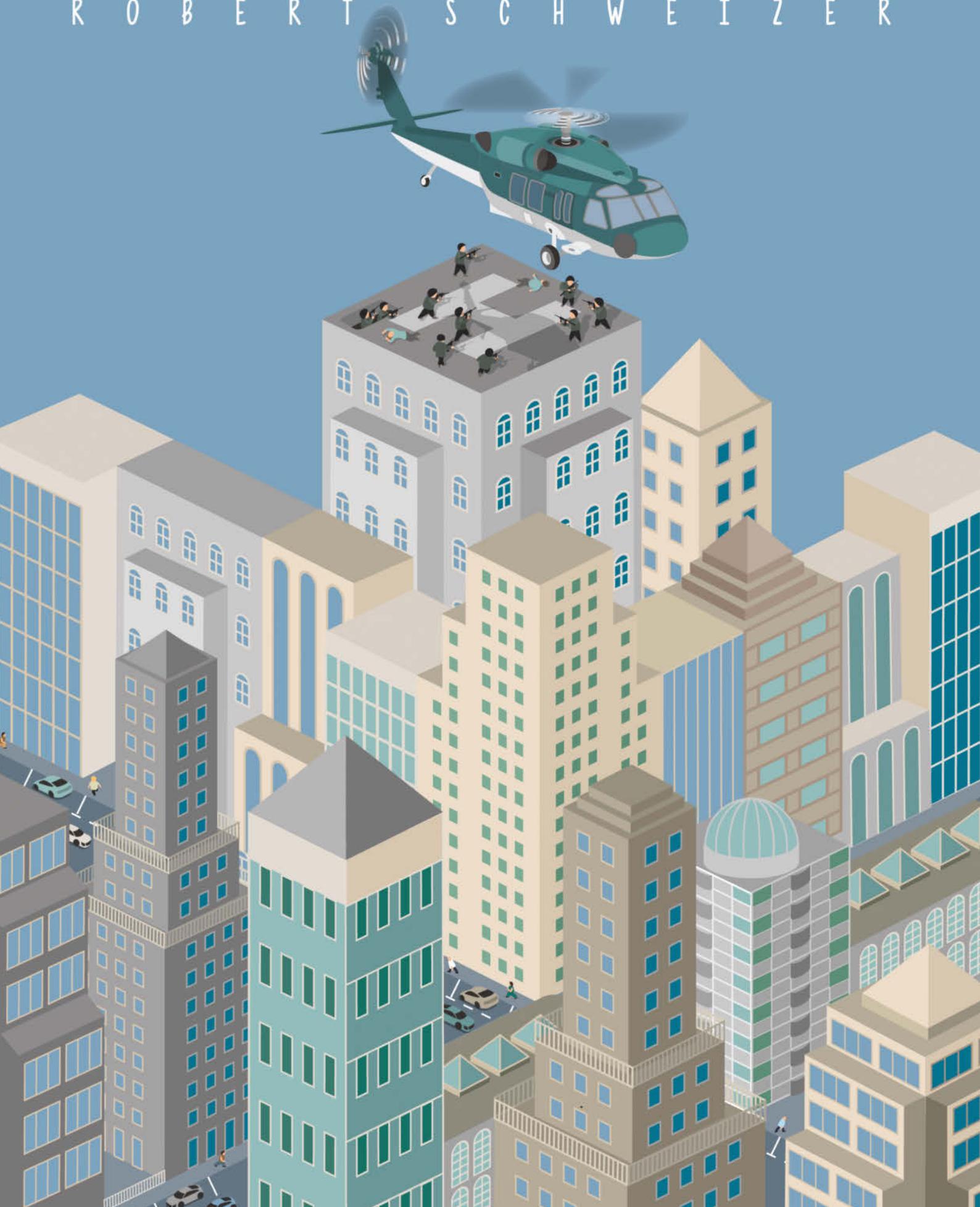
Jetzt im Zeitschriftenhandel erhältlich oder  
gleich für 14,95 € versandkostenfrei bestellen unter:

**shop.heise.de/retro-gamer-jahrbuch**

# STELLVERTRETER

---

ROBERT SCHWEIZER



## 24. 11. 2034

„Achtung! Gefährdungsniveau steigt auf 4.“ Mark unterbrach die Lektüre seiner Unterlagen und sah zu seiner Schutzdrohne auf.

„Warum?“

„Eine Gruppe von sechs nicht identifizierten Personen hat einen Häuser-Block entfernt einen Lieferwagen verlassen. Sie bewegen sich auf direktem Weg in unsere Richtung. Es ist möglich, dass sie bewaffnet sind.“

Die Schutzdrohne klinkte sich natürlich auch in die umliegenden Verkehrsüberwachungskameras ein. Ihr strategischer Prozessor kalkulierte kontinuierlich auf Basis aller verfügbaren Informationen aus der Umgebung, um eine potenzielle Gefährdung der Schutzperson frühestmöglich zu erkennen. Mark glaubte noch nicht an eine unmittelbare Bedrohung und beschäftigte sich erst einmal wieder mit seiner Arbeit. Es geschah bestimmt einmal im Monat, dass die Drohne das Gefährdungsniveau auf 4 setzte. Meistens dauerte es nur ein paar Minuten, bevor sie auf einen niedrigeren Wert korrigierte. Diesmal nicht.

„Achtung! Gefährdungsniveau steigt auf 6. Eine weitere Gruppe von acht nicht identifizierten Personen bewegt sich aus entgegengesetzter Richtung auf uns zu. Die Wahrscheinlichkeit eines zufälligen Ereignisses wird mit unter 8 Prozent bewertet. Die umgehende Evakuierung wird empfohlen!“

Mark war alarmiert. Das Einzige, was jetzt noch gegen die Wahrscheinlichkeit eines kurz bevorstehenden Angriffs sprach, war dessen Offensichtlichkeit. Seine Gegner mussten doch wissen, dass ihre plumpen Vorgehensweise sofort auffallen würde. Und schon deswegen hatten sie keine Aussicht auf Erfolg. Es war kein Geheimnis, dass er von einer PDD-7-Schutzdrohne beschützt wurde. Im Gegenteil: Die Abschreckung war Teil der Schutzwirkung. Das war jedoch auch kein Grund, ein unnötiges Risiko einzugehen. Mark sprang auf, griff seine Unterlagen und rief: „Evakuierungsprotokoll Alpha aktivieren!“

Während Mark zur Garderobe ging und seine Jacke überzog, bewegte sich die Drohne bereits auf ihren hunderten fraktal angeordneten Beinchen lautlos auf die Tür zu.

Die Tür zu seinem Büro öffnete sich gleichzeitig mit dem einsetzenden Heulton der Sirene. Die Drohne hatte den Alarm ausgelöst. Sein Assistent saß am Schreibtisch und schaute erschrocken auf.

„David, sehen Sie zu, dass Sie mit mir hier rauskommen!“

Die Tür zu einem Nebenzimmer flog auf. Seine Leibwächter stürzten herein. Die vier nahmen Mark und David in die Mitte. Die Drohne bewegte sich vorneweg Richtung Lift, der sie vom 50. Stockwerk in die Tiefgarage bringen sollte.

Die Drohne meldete sich erneut. „Achtung! Gefährdungsniveau steigt auf 7. Erfolgreicher Hacker-Angriff auf Haustechnik entdeckt. Der Lift ist nicht mehr unter meiner Kontrolle. Evakuierungsprotokoll Alpha wird durch Beta ersetzt.“

Mark spürte Panik in sich aufsteigen. Also jetzt 10 Stockwerke auf der Treppe nach oben. Dort wurde in diesem Moment ein getarnter Leichtbau-Helikopter aktiviert, der ihn – gesteuert durch die Schutzdrohne – zu einem nahe gelegenen Schutzhause bringen würde.

Allerdings konnte er dorthin weder David mitnehmen noch konnten ihn seine Leibwächter begleiten.

„David, es tut mir leid. Unsere Wege trennen sich hier. Zwei meiner Leibwächter bringen Sie über das Treppenhaus nach unten.“

David blickte ihn unsicher an, blieb unschlüssig stehen, bis ihn einer der Leibwächter am Arm ergriff und mit sich zog.

Während Mark gemeinsam mit den beiden anderen Leibwächtern die Treppe hoch hechtete, klinkte sich die Drohne in die eigens für sie in die Wand eingelassene Schiene ein und fuhr ein paar Meter vor ihm nach oben. Marks Gedanken überschlugen sich. Wer war hinter ihm her? Ein Geschäftsgegner? Eine der zahlreichen Terror-Gruppen, die die USA jetzt schon seit einigen Jahren in einen permanenten Kriegszustand versetzen?

Als sie den siebenundvierzigsten Stock erreichten, wurden seine Beine schwer. Er fing an zu keuchen, wurde langsamer. Die Drohne passte ihre Geschwindigkeit an.

Von unten war lautes Krachen zu hören.

„Achtung! Gefährdungsniveau steigt auf 8! Das erste Angreifer-Team hat eine Sprengladung gezündet und dringt mit gezogenen Waffen in die Eingangshalle ein.“

Es schien Mark unwahrscheinlich, dass David die weitere Flucht in Richtung Tiefgarage gelingen konnte. Er musste kurz an Davids Frau und die beiden Kinder denken. Vor ein paar Wochen waren sie abends zusammen essen gewesen. Mark konnte mit Kindern nicht viel anfangen. Aber er erinnerte sich daran, wie es gewesen war, als er mit sieben seinen Vater verloren hatte.

Angetrieben vom steigenden Adrenalin-Spiegel wurde Mark wieder schneller. Sie näherten sich dem Dach. Die Drohne hatte bereits die Kuppel zur Seite fahren lassen, unter der sich der kleine Sikorsky befand. Der Platz in dem Flucht-Helikopter reichte nur für eine Person. Die Drohne würde sich an der Unterseite befestigen und den Flug von dort aus steuern.

Mark sah durch die verglaste Front des Treppenschachtausgangs, wie die PDD-7 ein paar Mini-Drohnen aus ihrem Rumpf abschoss. Sie hatten Form und Größe von Zigarren und bewegten sich mit hoher Geschwindigkeit auf ihre Beobachtungspositionen zu. Von dort würden sie die PDD-7 mit Video-Feeds versorgen, um auf den umliegenden Hochhaus-Dächern möglicherweise positionierte Scharfschützen ausmachen zu können. Mark und die beiden Leibwächter warteten ein paar Sekunden im Schutz der kugelsicheren Scheibe am Treppenausgang, bis die Drohne Entwarnung gab.

Sie traten auf das Dach. Die beiden Wachen sicherten mit ihren automatischen Waffen in alle Richtungen – überflüssigerweise. Eine PDD-7 würde jede feindliche Annäherung entdecken und ausschalten, bevor die Leibwächter sie überhaupt wahrnehmen könnten.

Mark suchte den Himmel nach Überwachungs-Drohnen des Militärs ab. Es beunruhigte ihn außerordentlich, dass er keine sehen konnte. Kurz bevor er seine Schutzdrohne dazu befragen konnte, gab sie eine erneute Warnmeldung aus.

„Achtung! Nicht identifiziertes Flugobjekt in schnellem Anflug. Ankunft in 30 Sekunden.“

Solange das Evakuierungsprotokoll in Kraft war, agierte die Drohne autonom. Sie brauchte keine gesonderten Anweisungen, um geeignete Verteidigungsmaßnahmen ergreifen zu können. Noch während sie sprach, öffneten sich zwei Klappen an ihrer Oberfläche. Sie feuerte eine Salve Nano-Boden-Luft-Raketen ab und raste ohne weitere Verzögerung auf Mark zu. Aus einer Ausbuchtung an ihrem Heck entfaltete sich explosionsartig eine golden schimmernde Folie. Sie formte eine schussfeste Schutzkuppel, die sich über Mark und die Drohne legte.

Die Kuppel konnte ihre Struktur wegen des hierfür notwendigen Stromaufwandes nur wenige Sekunden aufrechterhalten. Das musste reichen. Mark hörte das infernale Krachen einer Explosion. Kurz darauf prasselten Gegenstände gegen den Schirm, der kurz danach in sich zusammenfiel und von der Drohne abgeworfen wurde.

Auf dem Dach lagen überall brennende Trümmerreste des abgeschossenen Angreifers. Seine Leibwächter hatten keine Chance gehabt. Sie lagen regungslos auf dem Boden.

„Achtung! Gefährdungsniveau 10! Evakuierungsprotokoll Beta muss ohne Verzögerung fortgesetzt werden. Bewaffnete Eindringlinge befinden sich mit dem Lift auf dem Weg zum Dach. Erwartete Ankunft in 40 Sekunden. Energilevel dieser Einheit nur noch bei 38 Prozent. Erfolgswahrscheinlichkeit für den Verteidigungsfall aktuell bei 69 Prozent.“

Mark rannte auf den Heli zu. Im Schutz einiger Dachaufbauten schien er unbeschadet geblieben zu sein. Die Drohne überholte ihn auf ihren schnellen Fraktalbeinchen und klinkte sich an der Unterseite in die für sie vorgesehene Halterung. Der Rotor lief bereits. Mark hechtete auf den einzigen Sitz. Die kugelförmige Panzerglas-Kanzel schloss sich schmatzend über ihm. Ohne weitere Verzögerung heulte der Motor des Sikorski auf. Mark wurde in den harten Sitz gepresst. Mit hohen Beschleunigungswerten ließen sie seinen Firmensitz hinter sich zurück.

Ein Blick nach unten zeigte schwarz gekleidete Gestalten aus der Treppenhausöffnung quellen. Sie wurden schnell kleiner. Lichtblitze waren zu sehen. Sie feuerten auf ihn. Die Schüsse konnten sie jedoch nicht mehr erreichen.

**Marks Puls raste.** Er versuchte sich zu beruhigen. Die akute Gefahr sollte jetzt überstanden sein. Gemäß Sicherheitsprotokoll hatte seine Schutz-Drohne bei Erhöhung des Gefährdungsniveaus über fünf Polizei- und Rettungskräfte alarmiert. Der Spuk würde bald sein Ende finden. Wie war es den Angreifern überhaupt gelungen, mit einer Angriffsdrohne bis in den Luftraum über der Stadt einzudringen? Und wo waren eigentlich die Jäger-Drohnen des Militärs geblieben? Er hatte ein paar verdammt unangenehme Fragen zu stellen, wenn das hier vorbei war.

Er dachte an David und die beiden toten Leibwächter. Sein Magen zog sich zusammen. Hoffentlich hatte es wenigstens David geschafft. Sobald er im Safe-House war, würde er ihn anrufen. Er schaute aus der Kanzel. Der Heli schickte sich an, mit ihm und der Schutz-Drohne das Stadtgebiet zu verlassen.

Mark aktivierte den Kommunikationskanal zur Drohne.

„Status bitte!“

„Gefährdungsniveau 7. Wir sind außerhalb der Waffenreichweite der Angreifer. Es sind keine weiteren Gefahrenquellen am Boden oder im Luftraum erkennbar. Polizei und Rettungskräfte sind alarmiert. David und die beiden Leibwächter konnten die Tiefgarage erreichen und werden diese in Kürze verlassen. Wir setzen unsere Flucht zur Emergency-Site One fort. Erwartete Ankunftszeit in 12 Minuten.“

Mark wurde ruhiger. Seine Gedanken kreisten um die Frage, wer hinter dem Anschlag steckte. Die Drahtzieher waren potent genug, in die Systeme des Militärs einzudringen und den Luftraum von Jäger-Drohnen freizuhalten. Auch war es ihnen gelungen, die Security seines Towers zu hacken. Ein terroristischer Hintergrund wäre denkbar.

Was nicht so recht passen wollte, war die geradezu plumpe Vorgehensweise der beiden Überfallkommandos. Auch der Einsatz nur eines Flugkörpers machte keinen Sinn. Seinen Angreifern musste klar gewesen sein, dass das für einen Erfolg gegen eine von einer PDD-7 geschützten Zielperson nicht ausreichen würde. Warum also der hohe Aufwand beim Hack des Militärsystems und der vergleichsweise geringe Ressourcen-Einsatz beim eigentlichen Attentat?

Das Motiv des Anschlags gab hingegen weniger Rätsel auf. Marks Firma, die CyberTact Inc., stellte Software für viele militärische Steuerungssysteme her – unter anderem auch für die PDD-7. Würde es einer Terror-Organisation gelingen, ihn zu beseitigen, würde das nicht nur propagandatechnisch hervorragend wirken, sondern auch die effektive Verteidigungsfähigkeit der USA schwächen. Und wie die Dinge derzeit standen, konnte die nicht hoch genug sein.

Man hatte sich in den letzten Jahrzehnten bei der geopolitischen Durchsetzung der eigenen Interessen zu viele Feinde gemacht. Inzwischen befanden sich die USA in einem permanenten Guerilla-/Cyber-Krieg auf eigenem Boden. Die technische Überlegenheit gegenüber den Verfolgern war kaum noch vorhanden. Die Zahl der täglichen Opfer stieg stetig an. Die Regierung um Präsidentin Farinfevre betonte es bei jeder Gelegenheit – die USA befanden sich bereits seit mehreren Jahren im Kriegszustand.

Mark sah aus der Kanzel nach unten. Die Stadt lag hinter ihnen. Brooklyn hatten sie überflogen und bewegten sich jetzt weiter in Richtung Hampton Bays. Er sah nach vorne. Blauer Himmel lag über einer friedlich wirkenden Landschaft. Die Erinnerung an das eben Erlebte wirkte jetzt schon surreal.

„Wie lange noch bis zum Ziel?“, fragte Mark die Schutzdrohne.

Er bekam keine Antwort.

„Drohne?“

Erneut keine Reaktion.

Hatte sie beim Gefecht Schaden genommen?

Ohne Vorwarnung ging der Heli in eine scharfe Rechtskurve. Unter sich sah Mark den Atlantik näher kommen.

„Verdammt! Was machst Du? Warum hast Du das Ziel geändert?“

Mark fummelte an seinem Funkgerät und versuchte die Drohne über einen der anderen Kanäle zu erreichen – ohne Erfolg. Er überlegte, einen Notruf abzusetzen. Damit lief er aber Gefahr, eventuelle Verfolger auf seinen Standort aufmerksam zu machen. Egal, weit draußen über dem Atlantik ohne Rettungsausrüstung abzustürzen, wenn der kleine Tank des Helis irgendwann leer war, war auch keine Alternative.

Mark drückte auf den Signalknopf für den Hilferuf. Es tat sich nichts.

Die Wahrscheinlichkeit, dass sowohl die Drohne als auch der redundant ausgelegte Notfallsender gleichzeitig ausfielen, ging gegen null. War Zufall ausgeschlossen, bestand ein kausaler Zusammenhang. Mark schluckte schwer. Die Puzzle-Stücke, die eben noch nicht recht zusammenpassen wollten, fügten sich jetzt zu einem bedrohlichen Bild zusammen. Das vermeintlich gescheiterte Attentat stellte sich jetzt als möglicherweise erfolgreiche Entführung dar.

Der dilettantische Angriff der beiden Kampfteams, die einzelne Jagd-Drohne, die vom Anfang an zum Scheitern verurteilt war, und die erzwungene Flucht mit dem Heli. Erneut bewiesen die Angreifer ihre Überlegenheit im Cyber-Kampf. Es war ihnen nicht nur gelungen, die Security seines Towers und die der Steuerung der militärischen Jäger-Drohnen zu überwinden; offensichtlich kontrollierten sie jetzt auch seine Schutzdrohne. Sie entführte ihn und blockierte den Notfallsender.

Mark bekam erneut Panik. Er war im Heli gefangen. Niemand wusste, wo er war. Die Drohne steuerte inzwischen flach über das Wasser, unterließ jedes Radar. Mark schrie auf die Drohne ein, bellte Befehle und Override-Codes. Nichts zeigte einen Effekt. Hilflos schlug er mit seinen Fäusten gegen die Kanzel aus Panzerglas – bis seine Knöchel bluteten und er keuchend aufgab.

Beim Blick auf das Meer sah er, wie sie sich rasch einem Frachtschiff näherten. Der Heli verlangsamte und setzte zur Landung auf einer kleinen Plattform an.

Der Motor ging aus, die Rotorblätter wurden langsamer und schwangen aus. Niemand war zu sehen. Mark war erschöpft. Er hatte Angst. Ein paar Meter von der kleinen Landeplattform entfernt öffnete sich eine Tür im Boden. Aus der Öffnung kamen bewaffnete Männer, deren schwarze Anzüge an die Angreifer auf seinen Tower erinnerten.

Unter ihnen befanden sich zwei Männer in Zivilkleidung. Sie kamen näher. Mark keuchte ungläublich, als er einen von ihnen erkannte. Er blickte in sein eigenes Gesicht! Er hatte eine Kopie seiner selbst vor sich – einen Klon.

Für ein paar Minuten hatte sich die Welt in Zeitlupe bewegt, jetzt ging alles ganz schnell. Die Kanzel wurde geöffnet, zwei der bewaffneten Männer zerrten Mark heraus, brachten ihn an die Reling des Schiffes. Einer von ihnen legte die Waffe an seinen Hinterkopf. Das letzte, was Mark aus den Augenwinkeln sehen konnte, war, wie sich sein Klon auf den Sitz des Helikopters schwang und sich die Rotorblätter wieder drehten.

## 17. 3. 2035

Präsidentin Farinfevre fühlte sich jetzt sicherer. Der Secret Service hatte auf ihre Bitte zwei PDD-7 zu ihrem Schutz abgestellt. Vor ein paar Wochen hatte Mark Temple, der kluge Kopf von CyberTact Inc., sie letztendlich doch noch überzeugt. Er hatte ihr berichtet, wie ihn selbst eine solche Schutzdrohne vor einem Attentat gerettet hatte. Der Secret Service hatte das bestätigt.

Eine der beiden Drohnen meldete sich: „Achtung! Gefährdungsniveau steigt auf 4.“

Farinfevre wandte den Kopf und starre die Drohne an.

(bb@ct.de) ct

Karlsruhe, IHK.  
5. - 7. Oktober 2016

# data2day/2016

Tools und Methoden für Big, Smart und Secure Data

## DATA-PROJEKTE TECHNISCH UMSETZEN

### Call for Papers bis 9. Mai 2016

#### ZIELGRUPPE

- Softwareentwickler
- Softwarearchitekten
- Data-Warehouse- und Business-Intelligence-Spezialisten
- Data Scientists und Data Analysts
- Data Architects
- Datenstrategen
- Administratoren
- Datenschützer
- Security-Beauftragte

#### THEMEN (Auszug)

- Smart, Fast und Secure Data
- Big-Data-Architekturen
- Hadoop, Spark & Ökosystem sowie weitere Plattformen, Frameworks, Werkzeuge
- Data Science und Machine Learning
- Programmiersprachen und Werkzeuge für die Datenanalyse
- Kognitives Computing (Sprach-, Text- und Datenanalyse)
- Event Processing
- Big Data und IoT
- Data Visualisation
- NoSQL, NewSQL und In-Memory Stores
- Datendienste in der Cloud

Silber-Sponsoren:



Veranstalter:



[www.data2day.de](http://www.data2day.de)

# Fernstudium IT-Security



Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit. Vorbereitung auf das SSCP- und CISSP-Zertifikat. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgelehrtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker, Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV, Linux-Administrator LPI, PC-Techniker

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Informappe gleich anfordern!

FERN SCHULE WEBER - seit 1959  
Neerstedter Str. 8 · 26197 Großenkneten - Abt. C14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

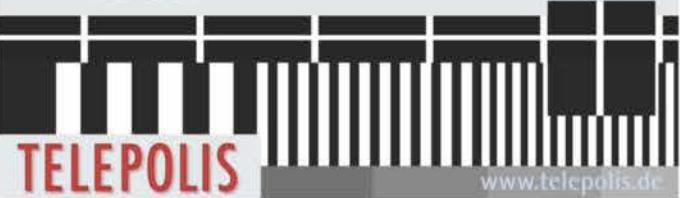
[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)



## FERNSEHPROGRAMM



Gibt's bei TELEPOLIS nicht:  
dafür spannende Einblicke in die  
unterschiedlichsten Weltraumaktivitäten.  
Telepolis.de: unverwechselbarer  
Online-Journalismus.



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

Lust auf eine  
Veränderung?

Nutze jetzt deine  
Chance auf Erfolg!

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

heise  
**Jobs**



**409,-**

## Dell PowerEdge T20-3708 Minitower-Server

- PC-System • Intel® Xeon® Prozessor E3-1225 v3 (3.2 GHz)
- Intel® HD Graphics P4600 • 4 GB DDR3-RAM
- 1.000-GB-HDD • Gigabit-LAN
- 290-Watt-Netzteil

SV2D0E



**259,90**  
Skylake-S

### Intel® Core i5-6600K

- Sockel-1151-Prozessor • Skylake-S
- 4 Kerne • 3,50 GHz Basistakt
- 3,90 GHz max. Turbo • 6 MB Cache

HK510B



Make It Yours.



**169,90**

### GIGABYTE™



**149,90**

### GIGABYTE GA-Z170X-Gaming 3-EU

- ATX-Mainboard • Sockel 1151
- Intel® Z170 Chipset • CPU-abhängige Grafik
- Gigabit-LAN • USB 3.1 • 4x DDR4-RAM
- 6x SATA 6Gb/s, 2x M.2, 3x SATAe
- 3x PCIe 3.0 x16, 3x PCIe 3.0 x1

GKEG10



**99,90**

### Fractal Design Node 804

- Midi-Tower
- Einbauschächte extern: 3x 5,25"
- Einbauschächte intern: 3x 3,5", 3x 2,5"
- inkl. drei Lüfter
- Front: 2x USB 3.0, 2x Audio
- für Mainboard bis Micro-ATX-Bauform

TQKHFT

### CORSAIR



**74,90**

### Corsair VENGEANCE 650M 650W

- Netzteil • 650 Watt Dauerleistung
- 10x Laufwerksanschlüsse
- 4x PCIe-Stromanschlüsse
- Kabel-Management • 1x 120-mm-Lüfter
- ATX12V 2.2, ATX 2.03, EPS, EPS12V 2.92, ATX12V 2.4, ATX12V 2.31

TN6V6V00

### COOLER MASTER



**59,99**

### Cooler Master G450M 450W

- Netzteil • 450 Watt Dauerleistung
- Effizienz bis zu 88% • 10x Laufwerksanschlüsse
- 2x PCIe-Stromanschlüsse • Kabel-Management
- 1x 120-mm-Lüfter
- ATX 2.03, EPS, ATX12V 2.31

TN4M40

### msi



**369,-**

### MSI GTX 970 Gaming 4G

- Grafikkarte • NVIDIA GeForce GTX 970
- 1.140 MHz (Boost: 1.279 MHz)
- 4 GB GDDR5-RAM (7 GHz) • 1.664 Shadereln.
- DirectX 12 und OpenGL 4.4 • NVENC H.264
- DisplayPort, HDMI, 2x DVI • PCIe 3.0 x16

JEXN0A08

### msi



**369,-**

### MSI AMD Radeon R9 390 Gaming 8G

- Grafikkarte • AMD Radeon R9 390
- 1.060 MHz Chiptakt
- 8 GB GDDR5-RAM (6,1 GHz)
- 2.560 Shadereinheiten • DirectX 12 und OpenGL 4.4 • DisplayPort, HDMI, 2x DVI
- PCIe 3.0 x16

JFXN0B01

### HYPERX



**66,90**

### Kingston HyperX Fury

- Arbeitsspeicher-Kit • HX421C14FBK2/16
- Timing: 14-14-14
- DIMM DDR4-2.133 (PC4-17.000)
- Kit: 2x 8 GB

IG7H40



**64,90**

### ADATA Premier SP550 SSD

- Solid-State-Drive • ASPP50S3-240GM-C
- 240 GB Kapazität • 560 MB/s lesen
- 510 MB/s schreiben • SMI-Controller
- 75.000/75.000 IOPS • SATA 6Gb/s
- 2,5"-Bauform

IMIMV1



**KYOCERA**  
Document Solutions

**489,-****Kyocera ECOSYS M6526cdn**

- Multifunktionsdrucker
- bis zu 600x600 dpi Druckauflösung
- bis zu 26 Seiten/min Farbdruck
- Kopier-, Scan- und Faxfunktion
- LAN, USB

WL#KP7

**2 TB****83,90****Western Digital Elements**

- Festplatte • WDBU6Y0020BBK
- 2 TB Kapazität
- Abmessungen: 82x21x11 mm
- vorformatiert mit NTFS
- USB 3.0

A/WQ8

**219,90****Samsung S27E500C LED**

- LED-Monitor • 68,6 cm (27") Bildschirmdiagonale
- 1.920x1.080 Pixel (Full HD)
- 4 ms Reaktionszeit (GtG) • Kontrast: 3.000:1 (fest)
- Energieeffizienz A • Curved Design
- Helligkeit: 250 cd/m<sup>2</sup> • HDMI, VGA
- Eye-Saver-Modus, Flicker Free-Technologie

V6LU0022

**Lenovo.****599,-****Lenovo U41-70 (80JV00CXGE)**

- 35,6 cm (14") • FullHD LED TFT, (1.920x 1.080)
- Intel® Core™ i5-5200U Prozessor (2,2 GHz)
- 4 GB DDR3-RAM • 500 GB SSHD mit 8 GB Flash
- Intel® HD Graphics 5500
- USB 3.0, Bluetooth 4.0
- Microsoft® Windows® 10 Home (OEM)

PL4140

(Intenso)<sup>®</sup>**114,90****Intenso Memory Center 3,5" USB 3.0**

- Externe Festplatte • 6031512
- 4 TB Kapazität • Ein-/Aus-Schalter
- blaue LED-Anzeige
- USB3.0

AHUN01

**SanDisk****128 GB****128GB micro**

@

**44,99****Sandisk microSDXC**

- microSDXC-Speicherkarte
- 128 GB Speicher
- max. 80 MB/s lesen
- UHS I, Class 10 • inkl. Adapter
- für Android-Geräte

IMHT65

**89,90****AOC E2270SWHN**

- LED-Monitor, TN-Panel • 54,6 cm (21,5") Bildschirmdiagonale • 1.920x1.080 Pixel (Full HD)
- 5 ms Reaktionszeit (GtG) • Energieeffizienz A
- Kontrast: 20.000.000:1 (dynamisch)
- neigbarer Standfuß • Helligkeit: 200 cd/m<sup>2</sup>
- HDMI, VGA, Vesa 100x100

V5LM2N

**Lenovo.****499,-****Lenovo Yoga 500-15IBD (80N600GNQE)**

- 39,6 cm (15,6") • Touch LED TFT (1.920 x 1.080)
- Intel® Pentium® Prozessor 3825U (1,9 GHz)
- 4 GB DDR3L-RAM • 500 GB SATA (5400 U/min.)
- Intel® HD Graphics • USB 3.0, Bluetooth 4.0
- Microsoft® Windows® 10 Home 64-Bit (OEM)

PL61DP

**229,-****Acer Liquid Z630S**

- Touchscreen-Handy • Standards: 3G/UMTS, GPRS, EDGE, 4G/LTE, HSPA+
- 8,0-Megapixel-Kamera (Rückseite) • 8,0-Megapixel-Kamera (Front)
- microSD-Slot 14-cm-Display • WLAN, Bluetooth 4.0 • Micro-USB
- kapazitiver Multi-Touchscreen • Dual-SIM • ohne SIM-Lock

OCB119

**Microsoft****127,90****Microsoft Lumia 640**

- Touchscreen-Handy • Standards: LTE (2.100/1.800/2.600/900/800 MHz), GSM (850/900/1.800/1.900 MHz)
- 8,0-Megapixel-Kamera (Rückseite)
- 0,9-Megapixel-Kamera (Front) • microSD-Slot
- 12,7-cm-Display • WLAN, BT 4.0 • micro-USB

OCBXAS

**acer****acer**

Auch in anderen Farben erhältlich

**279,-****Acer Aspire Switch 10E**

- 25,7 cm (10,1")
- WXGA LCD LED IPS Touch-Display (1.280 x 800)
- Intel® Atom Z3735F (1,33 GHz)
- 2 GB DDR3L-RAM • 32 GB Flash-Speicher
- Intel® HD Graphics • Bluetooth 4.0
- Microsoft® Windows® 10 Home (OEM)

PLOC14

**1.099,-****XMG A506**

- 39,6 cm (15,6") • Full-HD LED TFT (1.920 x 1.080)
- Intel® Core™ i7-6700HQ (2,6 - 3,5 GHz)
- 8 GB DDR3L-RAM • 1 TB ATA
- NVIDIA GeForce GTX 960M 2 GB VRAM
- USB 3.0, Bluetooth 4.0 • ohne Betriebssystem
- inklusive NBA 2K16-Steam Code

PL6X12

**1.149,-****Acer Aspire VN7-592G-79U**

- 39,6 cm (15,6")
- Acer ComfyView LED TFT, (1.920 x 1.080)
- Intel Core i7-6700HQ Prozessor (2,60 GHz)
- 8 GB DDR4-RAM • 1 TB SSD (8 GB NAND)
- NVIDIA GeForce GTX 960M 4 GB RAM
- Microsoft Windows 10 Home 64-Bit (OEM)

PL6CS3

**ALTERNATE**  
*bequem online*

# Auf Herz und Nieren geprüft:

**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

**MOBILE**  
Smartphone-Vergleich  
Androids  
Belos laden  
Smartwatches

**STORAGE**  
SSD und Festplatten-Tests  
Gehäuse • USB-Boxen  
Ruste externe HDDs

**GRAFIKKARTEN**  
High-End-Gaming  
Grafikkarten für Kompaktrechner  
Spielen in 4K-Auflösung  
60 Grafikkarten im Vergleich

**PRINTING**  
Preiswerte Tintendrucker  
Büro-Laser-Farldrucker  
A3-Fotodrucker

**NETZWERKE**  
Gigabit-Powerline-Adapter  
Fritzbox & Co.  
Überwachungskameras

**LAPTOPS**  
Kompakte Laptops  
Hybrid-Laptops  
Tablets klein und groß

**MONITORE**  
21:9-Monitore im Vergleich  
Hochauflösende Displays  
4K-Monitore

www.ctspecial.de

Jetzt für  
nur **12,90 €**  
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)



ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de)

xxs-kurze Daten- & Stromkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de)

[WWW.LASERSHOP.DE](http://WWW.LASERSHOP.DE) Linienlaser Module Dioden

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%  
[www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-0738836

Antennenfreak.de – Antennen und Zubehör für UMTS  
HSPA+ LTE GSM EDGE, kompetente Beratung

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt  
EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-  
besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-  
nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +  
Fax: 05130/37085

>>>> Profis entwickeln Ihre Software <<<<<  
Professionelle Softwareentwicklung unter UNIX  
und Windows zu Festpreisen. Delta Datentechnik  
GmbH, 73084 Salach, Tel. 07162/931770, Fax  
931772, [www.deltadatentechnik.de](http://www.deltadatentechnik.de)

Fachhändler gesucht (50% Marge)! Adress- und  
Kundenverwaltung für Microsoft Office. Success-  
Control® CRM – [www.successcontrol.de](http://www.successcontrol.de)

EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3d-buchstabe.com](http://www.3d-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V-: [www.3d-hausnummer.de](http://www.3d-hausnummer.de)

WLL-Breitband Netz Rufgebiet – [schneeweiss.de](http://schneeweiss.de)

JAVA: [www.TQG.de/unternehmen/Karriere](http://www.TQG.de/unternehmen/Karriere)

[www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de)

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,  
Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,  
Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-  
rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.  
Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,  
Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de)

Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:

10/2016: 12.04.2016

11/2016: 25.04.2016

12/2016: 09.05.2016

## c't – Kleinanzeigen

**Private Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 10,-; jede weitere Zeile € 8,-

**Gewerbliche Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

**Chiffre-Anzeige:** € 5,- Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach  
Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der  
nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Sparkasse Hannover,  
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den ange-  
botenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im  
Fließsatz  privat  gewerblich\* (werden in c't mit @ gekennzeichnet)  Chiffre

€ 10,-	(10,-)	
€ 18,-	(36,-)	
€ 26,-	(52,-)	
€ 34,-	(68,-)	
€ 42,-	(84,-)	
€ 50,-	(100,-)	
€ 58,-	(116,-)	
€ 66,-	(132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen, Wörter, die  
**fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis  
können Sie so selbst ablesen. \*Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die  
Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG  
c't-Magazin, Anzeigenabteilung  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

→ Weiterlesen, wo andere aufhören.



# DENKEN SIE WEITER.



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

## 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.

## WÄHLEN SIE IHR GESCHENK!

Zum Beispiel:  
**koziol Kaffeebereiter**

**GRATIS**

Mit UNPLUGGED von Koziol wird die Kaffeezubereitung wieder richtig zelebriert und jede Tasse kann nach eigenem Gusto zubereitet werden.



Technology  
Review

## 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**

# HIER KÖNNTE IHR SEMINAR STEHEN

Seminar-Angebot viele Hunderttausend wissenshungrige Leser erreichen.  
Dazu müsste an dieser Stelle nur Ihr

Und das zu außergewöhnlich günstigen Konditionen.

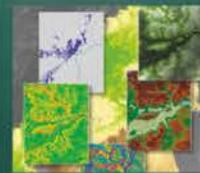
Mehr Infos gibt es unter +49 (0) 511 53 52-165 oder -221.

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.



EVERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN

ZENTRALE VERWALTUNG  
II – STUDIUM UND LEHRE



Berufsbegleitend  
studieren?

CERTIFICATE OF ADVANCED STUDIES (CAS)  
FERNERKUNDUNG

- Einführung in die Fernerkundung
- Fernerkundung für Fortgeschrittene
- Kartographie
- Luftbildauswertung

Präsenzveranstaltung & Onlinephase 50:50

Nächster  
Kursstart:  
**15.04.2016**

Nähre Informationen unter:  
[www.uni-tuebingen.de/wb/geodatenmanager](http://www.uni-tuebingen.de/wb/geodatenmanager)

Universität Tübingen · Dezernat II – Studium und Lehre  
Tübinger Zentrum für Wissenschaftliche Weiterbildung  
Wilhelmstraße 11 · 72074 Tübingen · Telefon 07071 29-76837  
[www.uni-tuebingen.de/wb/terbildung](http://www.uni-tuebingen.de/wb/terbildung)



iX-Workshop

## SLES 12

Jetzt  
anmelden  
und Plätze  
sichern!

### Neue Features in SUSE Linux Enterprise Server 12

In SUSE Linux Enterprise Server 12 halten viele Änderungen Einzug. SUSE setzt seit diesem Release auf einen komplett neuen Bootablauf mit Grub2 und Systemd. Eine weitere Neuerung sind die so genannten Module, in denen nun spezielle Services wie z. B. Puppet oder der Pacemaker-Clusterstack zu finden sind. Die nun standardmäßig verwendeten Dateisysteme btrfs und XFS bieten neue Möglichkeiten, was Snapshots und die Online-Wiederherstellung von Änderungen angeht.

Auch im Bereich Virtualisierung und Netzwerk gab es bahnbrechende Veränderungen. Im Bereich der Container-virtualisierung setzt SUSE auf die so genannten LXC-Container, zusätzlich können auch Docker-Container verwendet werden.

Dieser Workshop vermittelt einen Überblick über den neuen SUSE Linux Enterprise Server 12 und zeigt die administrativen Unterschiede zu vorherigen Versionen auf.

### Voraussetzungen:

Als Teilnehmer des Workshops sollten Sie ein grundlegendes Verständnis für die System- und Netzwerkadministration unter Linux mitbringen. Kenntnisse der vorherigen SUSE Linux Enterprise Server Versionen sind wünschenswert.

**Termin: 12. - 13. April 2016, Hannover**

**Teilnahmegebühr: 1.190,00 Euro (inkl. MwSt.)**



Weitere Infos unter:

[www.heise-events.de/sles12](http://www.heise-events.de/sles12)

[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)

Ihr Referent wird  
gestellt von:



Eine Veranstaltung von:



Organisiert von:



## VIELFALT

Sie entwickeln Anwendungen rund um die Gestaltung und den Vertrieb von Anzeigen im Bereich Verzeichnismedien mit Java (J2SE) inklusive Graphical User Interface. Dabei gehören Anforderungsanalyse, Konzeption sowie auch Test der Anwendungen zu Ihren Aufgaben.

## FREUDE

Die Arbeit in einem qualifizierten und engagierten Team macht Ihnen Freude? Als Java-Anwendungsentwickler (m/w) bei Heise agieren Sie als Schnittstelle zwischen der IT und den Kunden bzw. Fachabteilungen.



## VERANTWORTUNG

Eigenverantwortliches Arbeiten und ein konstruktives Kommunikationsverhalten zählen zu Ihren Stärken? Wir suchen Menschen, die stets die Interessen von Kunden und den jeweiligen Fachabteilungen im Blick haben und entsprechend darauf reagieren.

## FREIRÄUM

Wir bieten Ihnen den Freiraum, sich beruflich zu entfalten. Unsere flexiblen Arbeitszeiten sorgen dafür, dass Ihr Privatleben dabei nicht zu kurz kommt.

### Werden Sie JAVA-Anwendungsentwickler (m/w) bei Heise!

Sie haben ein Studium der Naturwissenschaften (z.B. Mathematik oder Informatik) oder eine Ausbildung zum Fachinformatiker (m/w) im Bereich Anwendungsentwicklung erfolgreich abgeschlossen. Sie bringen mindestens zwei Jahre einschlägige Berufserfahrung und fundierte Kenntnisse im Bereich Relationale Datenbanken und in der GUI-Entwicklung mit Swing mit. Kenntnisse in SAP R/3 sind darüber hinaus wünschenswert.

### Heise Gruppe

Die Heise Gruppe steht für hochwertige Medien und Informationen im Online-, Mobil- und Printbereich. Zu unseren Medienangeboten gehören renommierte Computertitel wie c't und iX, innovative Apps und informative Internetauftritte wie heise online, eines der meistbesuchten deutschen Special-Interest-Angebote. Im Bereich Verzeichnismedien geben wir 99 Ausgaben von Das Örtliche und elf Ausgaben von Das Telefonbuch heraus – als gedrucktes Medium, im Web sowie als App für Smartphones und Tablets.

Unser Produktpotfolio umfasst ebenso die neuen Medien: von der Erstellung von Homepages, Apps und Videos, über den professionellen Facebook-Auftritt bis zur erstklassigen Platzierung bei Google.

### Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Bitte geben Sie bei Ihrer Bewerbung Ihren frühestmöglichen Einstiegstermin und Ihre Gehaltsvorstellungen an.

#### Ihre Ansprechpartnerin

Anika Otten  
Teamleiterin Java Anwendungsentwicklung  
Tel.: 0511 / 5352-264  
karriere@heise.de

Bitte bewerben Sie sich online über  
[www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)

Bewerbungen von Menschen mit Behinderung sind erwünscht.

## Max-Planck-Institut für Biophysik



Das Max-Planck-Institut für Biophysik ist ein international führendes Forschungsinstitut, in dem mit verschiedenen physikalischen und biochemischen Methoden die Struktur und Funktionen von Membranproteinen untersucht werden.

Für unsere Top-level IT-Technik suchen wir eine/einen

### Informatiker/in für System-administration und -entwicklung

Die Stelle ist zunächst auf zwei Jahre befristet. Im Anschluss daran wird eine Erneuerung angestrebt.

Sie arbeiten im Team der Zentralen IT und unterstützen speziell unsere Abteilung Theoretische Biophysik im Bereich HPC, betreuen unsere Clustersysteme, unser Petabyte-Speichersystem, Mac OS/X Computer und Linux Workstations.

Zur Planung und Installation sowie im Betrieb neuer Computer- und Netzwerksysteme werden Sie intensiv mit andern Max-Planck-Instituten und Groß-Rechenzentren unserer Gesellschaft zusammenarbeiten. Gute Kommunikations- und Teamfähigkeiten, sowie die Bereitschaft zur Fortbildung sind deshalb unverzichtbar.

Wir erwarten eine abgeschlossene Hochschulbildung in der Fachrichtung Informatik oder eine vergleichbare Qualifikation mit fundierten Kenntnissen von IT-Systemen und Anwendungen in Linux. Interdisziplinäres Denken und Teamfähigkeit sowie eine sehr gute Kommunikationsfähigkeit sind für diese anspruchsvolle und vielseitige Tätigkeit unabdingbar. UPC Level 3 Zertifizierung und die Kenntnis gängiger Programmiersprachen wie C/C++, Python und FORTRAN sind wünschenswert. Unverzichtbar sind sehr gute mündliche und schriftliche Sprachkenntnisse in Deutsch und Englisch.

Wir bieten Ihnen eine interessante Tätigkeit in einem internationalen wissenschaftlichen Umfeld, eine Bezahlung nach TVöD (Bund) und die im öffentlichen Dienst üblichen Sozialleistungen.

Die Max-Planck-Gesellschaft will den Anteil von Frauen in den Bereichen erhöhen, in denen sie unterrepräsentiert sind. Frauen werden deshalb ausdrücklich aufgefordert, sich zu bewerben. Die Max-Planck-Gesellschaft ist bemüht, mehr schwerbehinderte Personen zu beschäftigen. Bewerbungen von Schwerbehinderten sind ausdrücklich erwünscht.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen senden Sie bitte vorzugsweise als eine PDF-Datei bis 27.05.2016 an folgende Adresse:



[personal61@biophys.mpg.de](mailto:personal61@biophys.mpg.de) oder an das  
Max-Planck-Institut für Biophysik  
Verwaltung und Allgemeine Services  
Max-von-Laue-Straße 3, 60438 Frankfurt am Main



**WIR SUCHEN  
SIE !**

KREATIVE TEAMS

SPANNENDE IT-PROJEKTE

MODERNE TECHNOLOGIEN

E-Government-Gesetz, Open Source Angebot IsyFact,  
Digitalisierung des Asylverfahrens, Deutsche Schulen im Ausland,  
Smart Borders, Nationales Waffenregister II, Fluggastdatenspeicherung,  
und vieles mehr:

Unterstützen Sie uns, als den zentralen Dienstleister des Bundes,  
bei der Entwicklung innovativer IT-Lösungen.

Interessiert?

Unsere Aufgaben und das aktuelle Stellenangebot finden Sie unter:

[www.bva.bund.de/jobs](http://www.bva.bund.de/jobs)



Wir freuen uns auf Ihre Online-Bewerbung

## Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW

Der BLB NRW ist das Immobilienunternehmen des Landes Nordrhein-Westfalen. Mit einem Anlagevermögen von rund 9,5 Mrd. Euro und ca. 10.5 Mio. m<sup>2</sup> Mietfläche gehören wir zu den großen europäischen Immobilienunternehmen. Mit unseren rund 2.000 Beschäftigten bewirtschaften wir rund 1.300 Liegenschaften mit ca. 4.100 Gebäuden. Wir suchen für das Jahr 2016 engagierte Auszubildende. In den folgenden Studiengängen/Berufen bieten wir eine abwechslungsreiche und praxisorientierte Ausbildung:

## Ausbildung / Studium 2016

### Studium mit Praxisteilen im Betrieb (Praxisintegriertes Studium)

- Bachelor of Engineering Elektrotechnik
- Bachelor of Science Wirtschaftsinformatik
- Bachelor of Science Informationstechnik
- Bachelor of Engineering Technisches Facility Management

### Studium + Ausbildung (Duales Studium)

- Bachelor of Arts Schwerpunkt Business Administration + Ausbildung Kauffrau/Kaufmann für Büromanagement
- Bachelor of Engineering Ver- und Entsorgungstechnik + Ausbildung Technische Systemplaner/innén



Nähere Informationen erhalten Sie unter [> Karriere](http://www.blb.nrw.de)  
oder über unsere Facebook-Seite.



Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW

# Inserentenverzeichnis\*

1&1 Internet AG, Montabaur .....	27
1&1 Telecommunication GmbH, Montabaur .....	196
1blu AG, Berlin .....	19
ALTERNATE Computerversand GmbH, Linden .....	184, 185
AVM GmbH, Berlin .....	33
Bundesministerium der Verteidigung, Berlin .....	25
c.a.p.e. IT GmbH, Chemnitz .....	21
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	87
eco - Verband der Internettwirtschaft e.V., Köln .....	39
ESET Deutschland GmbH, Jena .....	51
Fernschule Weber, Großenkneten .....	183
LeaseWeb Deutschland GmbH, Frankfurt .....	29
Microsoft Deutschland GmbH, Unterschleißheim .....	4, 5
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp .....	13
myLoc managed IT AG, Düsseldorf .....	11
QualityHosting AG, Gelnhausen .....	37, 49
Reichelt Elektronik GmbH & Co., Sande .....	35
Siemens AG, Nürnberg .....	2
TDT GmbH, Essbach .....	23
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe .....	83
www.webtropia.com, Düsseldorf .....	47

## Seminare

Universität Tübingen, Tübingen .....	189
--------------------------------------	-----

## Stellenanzeigen

Bau- und Liegenschaftsbetrieb des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf .....	191
Bundesverwaltungsamt, Köln .....	191
Heise Gruppe GmbH & Co KG, Hannover .....	190
Max-Planck-Institut für Biophysik, Frankfurt am Main .....	191

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der Unitymedia KabelBW 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](http://www.ct.de)

E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

### Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe

„VR-Technik im Test“: Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)),

„Der optimale Heim-Server“: Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de))

**Chefredakteur:** Detlef Grell ([gr@ct.de](mailto:gr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil),  
Johannes Endres ([je@ct.de](mailto:je@ct.de))

**Stellv. Chefredakteure:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de)), Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de)),  
Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de)), Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

### Textredaktion & Qualitätssicherung

Harald Bögeholz ([bo@ct.de](mailto:bo@ct.de)), Gerald Himmlein ([ghi@ct.de](mailto:ghi@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

### Ressort Software & Medien (software-medien@ct.de)

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Redaktion:** Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)), Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgerfort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurran ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Martin Reche ([mre@ct.de](mailto:mre@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüler ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Peter-Michael Ziegler ([pmz@ct.de](mailto:pmz@ct.de))

### Ressort Systeme & Sicherheit (systeme-sicherheit@ct.de)

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Dr. Oliver Diedrich ([odi@ct.de](mailto:odi@ct.de)), Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Johannes Merkert ([jme@ct.de](mailto:jme@ct.de)), Fabian A. Scherschel ([fab@ct.de](mailto:fab@ct.de)), Dennis Schirrmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Axel Vahldeik ([avx@ct.de](mailto:avx@ct.de))

### Ressort Hardware (hardware@ct.de)

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Andreas Stiller ([as@ct.de](mailto:as@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Anke Poimann ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de))

### Ressort Internet & Mobiles (internet-mobiles@ct.de)

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de))

**Redaktion:** Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)), Bernd Behr ([bb@ct.de](mailto:bb@ct.de)), Daniel Berger ([dbe@ct.de](mailto:dbe@ct.de)), Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hc@ct.de](mailto:hc@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Florian Müsing ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Alexander Spier ([asp@ct.de](mailto:asp@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

### Newsroom/heise online:

Jürgen Kuri (Ltg., [jk@ct.de](mailto:jk@ct.de))

**Redaktion:** Kristina Beer ([kbe@ct.de](mailto:kbe@ct.de)), Volker Briegleb ([vbr@ct.de](mailto:vbr@ct.de)), Martin Holland ([mho@ct.de](mailto:mho@ct.de)), Axel Kannenberg ([akk@ct.de](mailto:akk@ct.de)), Andreas Wilkens ([anw@ct.de](mailto:anw@ct.de))

### Koordination Social Media:

Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

### Koordination:

Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

### Redaktionsassistent:

Mariama Baldé ([mbl@ct.de](mailto:mbl@ct.de)), Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

### Software-Entwicklung:

Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (Ltg., [rs@ct.de](mailto:rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([df@ct.de](mailto:df@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

### Dokumentation:

Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

### Korrespondenten

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,

Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Frankfurt:** Volker Weber ([vowe@ct.de](mailto:vowe@ct.de)), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8, 64285 Darmstadt,

Tel.: 0 61 51/2 26 18

**Nordamerika:** Daniel AJ Sokolov ([ds@ct.de](mailto:ds@ct.de)), 91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Canada, Tel.: +1 77 83 00 36 37

**Ständige Mitarbeiter:** Ralph Altmann, Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Prof. Dr. Noogie C. Kaufmann, Dr. M. Michael König, Stefan Krempel, Prof. Dr. Jörn Loviscach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peeck, Prof. Dr. Thomas J. Schult, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Wolfgang Otto (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Ines Gehre, Jörg Gottschalk, Birgit Graff, Angela Hilberg, Anja Kreft, Martin Kreft, Astrid Seifert, Edith Tötches, Dieter Wahner, Dirk Wolschläger, Brigitta Zurheiden

**Art Direction:** Bettina Keim (Layout), Thomas Saur (Illustration)

**Junior Art Director und Layout-Konzeption:** Martina Bruns, Hea-Kyong 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](http://ct.de/pgpCA). Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB00

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](http://pgpCA@ct.heise.de)>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](http://pgpCA@ct.heise.de)>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG

Postfach 61 04 07, 30604 Hannover

Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

Telefon: 05 11/53 52-0

Telefax: 05 11/53 52-129

Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühl

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167) (verantwortlich für den Anzeigenteil), [www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 33 vom 1. Januar 2016.

### Anzeigen-Auslandsvertretungen (Asien):

CyberMedia Communications Inc., 9F-2, No.89, Sec. 1, Beixin Rd., Xindian Dist., New Taipei City 23147, Taiwan (R.O.C.), Tel: +886-(0)2-8911-0960, Fax: +886-(0)2-8911-0940, E-Mail: [fc@cybermedia.com.tw](mailto:fc@cybermedia.com.tw)

### Leiter Vertrieb und Marketing:

Julia Conrades (-156)

### Service Sonderdrucke:

Julia Conrades (-156)

### Druck:

Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

### Kundenkonto in der Schweiz:

PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4, BIC: POFICHBEXXX,

IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

### Vertrieb Einzelverkauf:

VU Verlagsunion KG

Am Klingenweg 10

65396 Walluf

Tel.: 0 61 23/62 01 32, Fax: 0 61 23/62 01 332

E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

### c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,50 €; Österreich 4,70 €; Schweiz 6,90 CHF;

Belgien, Luxemburg 5,30 €; Niederlande, Italien, Spanien 5,50 €

### Abonnement-Preise:

Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 104,00 €, Österreich 107,90 €, Europa 122,20 €, restl. Ausland 149,50 € (Schweiz 151,50 CHF); ermäßigtes 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., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 78,00 €, Österreich 81,90 €, Europa 96,20 €, restl. Ausland 123,50 € (Schweiz 114,40 CHF). Luftpost auf Anfrage.

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo)) oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsbereich des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2016 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679

AWA ACTA LAC/2011



# Das bringt c't 9/16

Ab 16. April 2016 am Kiosk

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



## Weg von Windows 10

Beim Stichwort „Windows 10“ denken immer mehr Menschen zuerst an nervige Werbung, Zwangs-Updates und Datenschutzprobleme. Eigentlich ist das die ideale Gelegenheit, endlich das Betriebssystem zu wechseln. c't hilft Ihnen beim Ausprobieren, ob es auch ohne Windows geht – ohne Risiko für die bestehende Windows-Installation.



## Preiswerte Full-HD-Beamer

Fernseh-Displays erreichen zwar schon beachtliche Größen, aber für ordentlich große Bilder sorgt erst ein Projektor. c't testet Full-HD-Beamer ab 450 Euro und prüft, wie gut sie für den Kinoabend im heimischen Wohnzimmer taugen.

## Einmal extrascharf, bitte

Die Ultra HD Blu-ray verspricht endlich adäquates Videofutter für die UHD-Fernseher. Doch liefern die neuen Player und 4K-Discs tatsächlich merklich bessere Bilder als hochskalierte Blu-ray Discs und 4K-Video-on-Demand-Streams?

## Voller Klang für TV und WLAN

So flach wie der neue Fernseher ist meist auch der Klang seiner Lautsprecher. Erst Soundbars und Sounddecks untermauern den üppigen Bildeindruck mit einem passenden Sound-Erlebnis. Einige lassen sich per WLAN zu einem kabellosen Surround-System aufmotzen oder als Netzwerkspieler für Spotify & Co. verwenden.

## Schlaue Fahrräder

Drahtesel war vorgestern: Moderne Fahrräder strotzen vor Technik; mittlerweile hält auch Elektronik Einzug – in Form von Bluetooth-Schlössern, Radarrückspiegeln und Smartphone-gekoppelten Fitnesstrackern. Wir zeigen, wie man sein Fahrrad zum Smartbike macht und welches Zubehör Sinn ergibt.

 **heise online** Ständiger Service auf [www.heise.de](http://www.heise.de)

**TechStage:** Im Gadget-Blog [www.techstage.de](http://www.techstage.de) finden Sie News und Tests zu Smartphones und Tablets, dazu eine Produktdatenbank, Ratgeber und eine engagierte Community.

**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)

**c't-Schlagseite:** Auch den Cartoon gibt es online – [www.ct.de/schlagseite](http://www.ct.de/schlagseite)



Heft 4/2016 jetzt am Kiosk



Heft 4/2016 jetzt am Kiosk



Lesen Sie c't 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

# Fotos, die auffallen!

**ct Fotografie SPEZIAL**  
Meisterklasse  
Bilder gestalten • Ideen verwirklichen

+ DVD

**9 Workshops für besondere Fotos**

Motive neu entdecken  
Eigenen Look entwickeln  
Fotoregeln durchbrechen

Entschleunigt fotografieren  
Gestalten in Schwarzweiss  
Landschaften mit Graufiltern

In Fotoserien denken  
Kreativ Sehen lernen  
Schönheit der Unschärfe

Aktion: Leinwand-Druck  
90 x 60 cm für nur 24,- €

Jetzt für  
12,90 €  
bestellen.

shop.heise.de/df-bildgestaltung service@shop.heise.de

Auch als eMagazin erhältlich unter: shop.heise.de/df-bildgestaltung-pdf



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

heise shop

shop.heise.de/df-bildgestaltung



# NUR BEI 1&1!

Virtual Reality Brille zu jedem SAMSUNG Galaxy S7!

SAMSUNG  
Galaxy S7



## 1&1 ALL-NET-FLAT

✓ FLAT FESTNETZ

✓ FLAT ALLE DEUTSCHEN HANDY-NETZE

✓ FLAT INTERNET

**9,99** ~~14,99~~  
€/Monat\*  
Vorre 12 Monate,  
danach 14,99 €/Monat

SAMSUNG Gear VR



Kostenlos dazu  
bis 30. April!



02602/9696

**1&1**

1und1.de

\*24 Monate Vertragslaufzeit. Einmaliger Bereitstellungspreis 29,90 €, keine Versandkosten. Auf Wunsch mit Smartphone für 10,- € mehr pro Monat, ggf. zzgl. einmaligem Gerätepreis (Höhe geräteabhängig). Lieferung im April 2016. Tarifpreis im E-Netz. Preise inkl. MwSt. Weitere Tarife ohne einmaligen Gerätepreis (Smartphone für 0,- €), sowie in D-Netz Qualität verfügbar. 1&1 Telecom GmbH, Elgendorfer Straße 57, 56410 Mönchengladbach