



**magazin für  
computer  
technik**

26. 11. 2016 **25**



**Action-Cam-  
Duell:  
GoPro vs.  
Sony**

**Kaufberatung und Bauvorschläge**

# Der optimale PC

**Flüsterleise Rechner von extrasparsam bis rasend schnell**

**Windows mehrsprachig**

**KI bewertet Ihre Fotos**

**Recht: Risiken bei Kickstarter**

**Spielen an PS4, Xbox und PC • 4K-TVs im Test**

## HDR in der Praxis

**Schnelle MicroSD-Karten**

**Noise-Cancelling-Kopfhörer**

**Linux-Notebook: Dell XPS 13**

**WLAN: Erster 60-GHz-Router**

**Sicherer, schlanker, schneller**

## WordPress-Alternativen

**Content-Management-Systeme für Blog, Firma, Fotos ...**



**€ 4,70**

AT € 5,00

LUX, BEL € 5,50

NL € 5,70

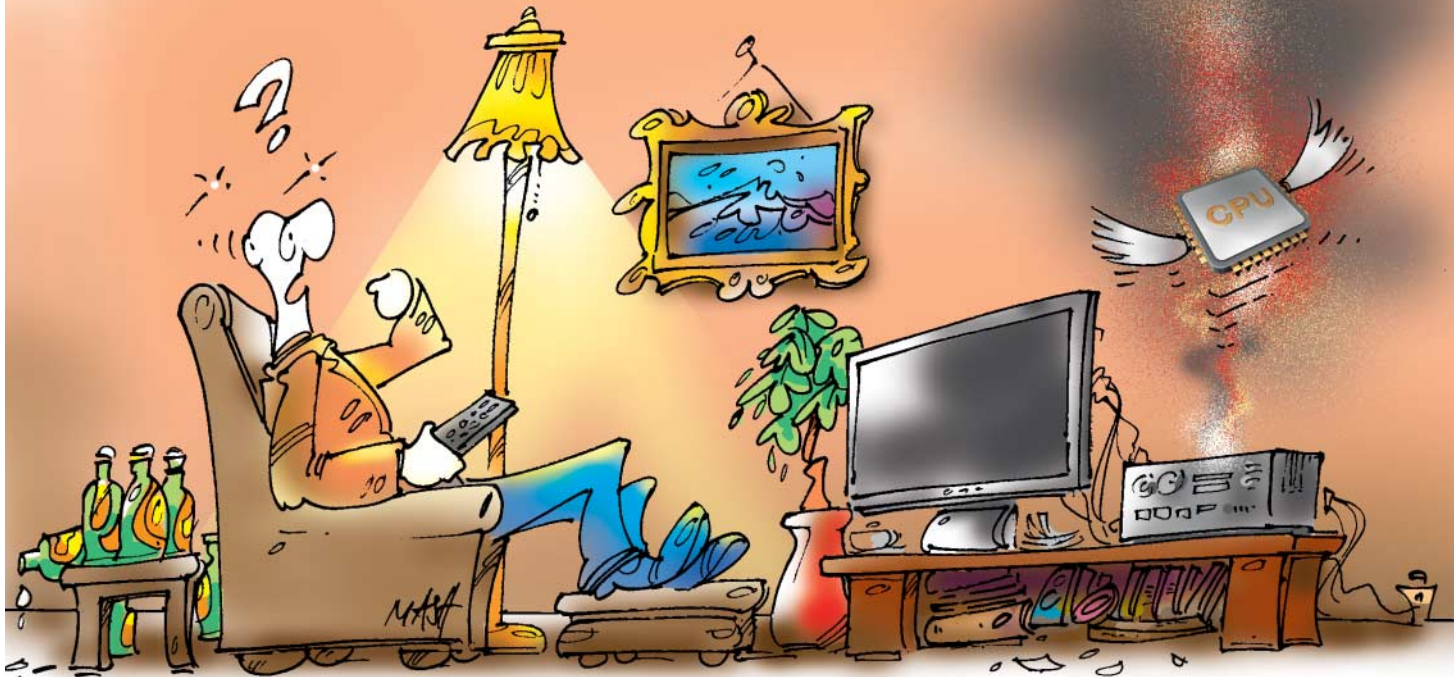
IT, ES € 6,00

CHF 6,90

DKK 52,00



Anzeige



## Der Wohnzimmer-PC ist tot

Liebe Freunde, wir müssen Abschied nehmen: Der Home-Theater PC ist gestorben. Schon lange litt er unter manchem Zipperlein, bis ihn schließlich schwere Schläge niederstreckten.

Ach, einst begann es so hoffnungsvoll: Im schlanken Gehäuse vereinte er nicht bloß TV-Tuner samt Recording und Timeshifting mit einem Blu-ray-Laufwerk, sondern glänzte obendrein noch mit Audioplayer, Streaming-Funktionen, Diaschau und 3D-Spielen. Geschmeidig folgte er den Befehlen der Fernbedienung, gerne ließ er sich mit Plug-ins erweitern.

Ein paar Kinderkrankheiten überwand der HTPC jedoch nie. So manches Mal überhörte er den Wecker und wachte zu spät aus dem Standby auf, um Fernsehsendungen aufzunehmen. Seine Windows Media Center Edition brachte Kanallisten für den Satellitenempfang durcheinander. Auf den Anschluss von CI+-Modulen für Pay-TV-Sender reagierte er allergisch. Und immer wieder war er zu schwach für neue Codecs; erst teure Hardware-Kuren brachten ihn auf Trab für HEVC und VP9.

In seinen letzten Jahren kamen die Einschläge näher. Microsoft verlor die Geduld und wendete sich mit Windows 8 von MCE ab. Als er jetzt endlich fit ist für 4K-Auflösungen per HDMI 2.0 (siehe S. 62), drehen die Filmhändler den Hahn zu. Legales 4K-Material gibt es für seinesgleichen bloß als Schnipsel von YouTube & Co. Für Ultra HD Blu-ray verweigert man ihm Decoder-Software. Amazon Prime Video und Netflix schicken ihm höchstens HD-Auflösung. Sie bevorzugen längst andere: Lediglich

ausgewählte Smart-TVs, Settop-Boxen und Smartphones dürfen UHD/4K und HDR in ganzer Schönheit abspielen. Sogar YouTube wird untreu und bringt HDR zuerst auf wenige Fernsehgeräte.

Allerdings wollte der HTPC der Gefahr auch nicht ins Auge sehen: Andere waren jünger, schlanker, billiger. Ein Raspberry Pi 3 mit OpenELEC schafft locker Full HD, der Fire TV Stick für 40 Euro sogar 4K. Für den Preis gabs beim HTPC gerade mal einen USB-Tuner für DVB-T2. Wer mehr wollte, als der Raspi schafft, musste beim Windows-HTPC mindestens das Fünffache auf den Tisch legen. Und dann benahm er sich auch noch daneben mit Zicken bei der Konfiguration und ständigen Updates. Unter Linux war er unausstehlich: Er akzeptierte bloß wenige Codecs und Tuner - meistens sogar erst, wenn man ihn per Kommandozeile dazu überredete.

So vergraulte er seine letzten Freunde. Das große Publikum vergaß ihn allmählich, nur wenige Getreue mit lahem Internet kennen ihn noch. Die anderen mit schnellem DSL gewöhnten sich in der Zwischenzeit an Smart-TV-Apps und mehrere Zuspäher. Solche Leute scheren sich nicht mehr ums Aufnehmen, sie streamen, wann es ihnen passt. Dazu braucht es keinen Wohnzimmer-PC: Möge er in Frieden ruhen!

*Christof Windeck*

Christof Windeck

Anzeige



Anzeige

## Trends & News

- 16** Medica 2016: Wearables und Health Games
- 20** Prozessorgeflüster: AMD Zen, OpenCAPI, Gen-Z
- 22** Hardware
- 23** Embedded Systems
- 24** Server & Storage
- 25** Spitzen-Handy unter 500 Euro: OnePlus 3T
- 26** Notebooks
- 28** NSA-Skandal: Bürgerrechtlerin Cindy Cohn über ihren Kampf gegen Überwachung
- 30** SHA-1-Zertifikate vor dem endgültigen Aus
- 32** WLAN-Standardisierung: Wie Firmen versuchen, IEEE-Normen in ihre Richtung zu biegen
- 34** Internet
- 36** Anwendungen
- 37** Linux
- 38** Apple
- 40** Unternehmens-Anwendungen
- 41** Schnellladetechnik QuickCharge 4.0
- 42** Stringente Kontrollen für den Datenschutz
- 44** 3D-Audio für Musik, Spiele und VR
- 46** Peripherie
- 47** Amazon startet Musik-Flatrate
- 48** Sicherere Nutzerkonten bei WhatsApp
- 48** Netze
- 49** Technische Software
- 50** Supercomputer-Konferenz SC16 und die 48. Top500-Liste
- 190** Web-Tipps

## Test & Kaufberatung

- 54** E-Book-Reader: Tolino vision 4 HD
- 54** Bewegungsmelder: Philips Hue Motion Sensor
- 55** IoT-Durchlauferhitzer: Stiebel Smart Home
- 56** Thunderbolt-3-Gehäuse: Akitio Thunder3
- 56** 10-TByte-Festplatte mit Helium-Füllung: Seagate BarraCuda Pro

- 57** M.2-SSD mit NVMe-Schnittstelle: Samsung 960Evo
- 57** Midi-Tower-Gehäuse: Corsair Carbide 270R
- 58** Audio-Interface und Stand-alone-Mixer: Keith McMillen K-Mix
- 58** Transkriptions-Tool für den Browser: oTranscribe beta
- 60** Virtual Reality: Google Daydream
- 62** Billigprozessor Intel Celeron J3455 mit HDMI-2.0-Adapter
- 64** **WLAN: Erster 60-GHz-Router**
- 70** **Der optimale PC: Attraktive Komponenten für Desktop-PCs**
- 102** 15,6"-Notebook mit vernünftiger Ausstattung: HP 15
- 104** **Action-Cam-Duell: GoPro Hero 5 Black versus Sony FDR-X 3000R**
- 110** **Schnelle MicroSD-Karten**
- 122** Acht beliebte Content-Management-Systeme im Vergleich
- 138** **Linux-Notebook: Dell XPS 13**
- 142** **Noise-Cancelling-Kopfhörer**
- 148** **HDR in der Praxis: PS4, PS4 Pro und Xbox One S**
- 154** Sechs HDR-fähige Smart-TVs von 950 bis 2900 Euro



### HDR in der Praxis

High Dynamic Range hat bislang nur Filme mit größeren Kontrasten und knalligeren Farben aufgepeppt. Nun erreicht HDR auch die Spiele-Welt – in Gaming-Konsolen von Sony und Microsoft. Außerdem: sechs HDR-fähige Smart-TVs von 950 bis 2900 Euro zum Fernsehen und Zocken.



## Der optimale PC

Ob günstiger Bürorechner, effizienter Allrounder oder rasante Workstation – wir geben Tipps für die Auswahl der passenden Hardware und zeigen anhand von drei konkreten Bauvorschlägen in mehreren Varianten, wie Sie sich Ihren individuellen Wunsch-PC zusammenstellen.

**162** HDR-Gaming am PC

**176** **KI bewertet Ihre Fotos**

**182** Spielzeug mit App-Unterstützung

**192** Spielekritik

**198** Buchkritik

## Wissen

**66** Vorsicht, Kunde: Service-Panne bei Lenovo

**68** Virtual Reality: Die Spielhallen kommen

**116** **WordPress-Alternativen**

**164** **Recht: Risiken bei Kickstarter**

## Praxis & Tipps

**76** Der optimale PC: Bauvorschlag für einen effizienten Allround-Rechner

**80** Bauvorschlag für einen leistungsfähigen Workstation-PC

**97** Bauvorschlag für einen sparsamen, leisen Mini-STX-PC

**100** FAQ: PC-Bauvorschläge

**132** WordPress-Alternativen kostenlos und unverbindlich ausprobieren

**170** FAQ: Steam

**172** Tipps & Tricks

**188** **Windows mehrsprachig**

## Rubriken

**3** Editorial: Der Wohnzimmer-PC ist tot

**10** Leserforum

**15** Schlagseite

**200** Story: Sicher wie in Mutters Schoß (3)  
*von Arno Endler*

**214** Stellenmarkt

**216** Inserentenverzeichnis

**217** Impressum

**218** Vorschau



## WordPress-Alternativen

WordPress ist das weltweit populärste Content-Management-System. Doch nicht für jede Website ist es auch das beste: Außer den etablierten Konkurrenten Joomla, Drupal und Typo3 gibt es für nahezu jeden Website-Typ ein spezialisiertes CMS.

Anzeige

Anzeige



# Leserforum

## Brauche kein Bargeld

Editorial: Bargeld lacht!, c't 24/16, S. 3

Ich bin ein großer Freund von der Tatsache, das Bargeld – nicht ganz, aber – teilweise abzuschaffen.

Wer nutzt den 500-Euro-Schein wirklich für den Einkauf? Neues TV im Doof-Markt? Mit Karte bezahlt. Möbelkauf? Mit Karte oder auf Rechnung.

Ich gehe noch weiter und würde die 1-, 2- und 5-Cent-Münzen gleich mit abschaffen, da sie völlig überflüssig sind: auf-/abrunden, fertig. Der Rest gleicht sich aus.

Es ist aber sicher nicht richtig, vom Wegfall des 500-Euro-Scheins gleich so panikartig auf die Abschaffung des Bargelds insgesamt zu schließen.

Obwohl ... Außer für den Bäcker und den Parkautomaten brauche ich persönlich heute schon kein Bargeld mehr.

Axel Schwenke

## Erpresstes Geld verschwindet elektronisch

Durch Ransomware und andere Methoden der Erpressung von PC-Besitzern verschwindet erpresstes Geld elektronisch auf Nimmerwiedersehen. Die Zwischenkontobesitzer sind ahnungslos. Der erpresste PC-Besitzer bleibt der Dumme.

Auch andere elektronische Betrüge-reien, bei denen Konten und damit Nutzer manchmal gleich in Millionenanzahl geschädigt werden, sind aus der Presse zur Genüge bekannt.

Wie Politiker, Banken, Behörden und andere Schlauberger da von sicherer als Bargeld reden können, ist mir völlig unverständlich.

Weg vom elektronischen Zahlungsverkehr und zurück zum Bargeld pur sollte mal ein Wirtschaftswissenschaftler fair durchrechnen.

Gandalf22

## Facebook nicht nutzen

Was Facebook mit Ihren Daten macht, c't 24/16, S. 72

Auf insgesamt 14 Seiten wird dargelegt, wie und welche Daten Facebook erhebt und verwendet, und wie machtlos man dagegen ist. Im Grunde genommen ein

sehr interessanter Artikel, aber überraschen wird das keinen mehr.

Schlimm ist, dass die deutsche, europäische und globale Politik nichts gegen derartige Firmen unternimmt und man sich lieber in Details verliert und den Firmeninteressen unterwirft.

Noch viel schlimmer ist aber, dass zwar im Artikel ausführlich erklärt wird, wie man sein Facebook-Profil absichert. Die einzige wirkliche Lösung wird aber nicht genannt: Facebook & Co. einfach nicht nutzen!

Heiko Hennig

## Gläserne Menschen bei Facebook

Jeder, der Facebook nutzt, muss sich bewusst sein, dass er nicht der Kunde, sondern das Produkt ist. Aber dann macht man sich bewusst zum gläsernen Menschen. Viel schlimmer ist die Datensammelwut und -verknüpfung bei Nicht-Mitgliedern, die nicht mal mitbekommen, was Facebook alles über sie weiß und die dem Ganzen völlig hilflos gegenüberstehen.

Das sind Zustände, die Orwells Visionen noch bei Weitem in den Schatten stellen. Und aufgrund der Filterblase und des Echokammer-Effekts wird Facebooks Macht über die Meinungen auch immer größer. Und die Politik sieht dem Ganzen eher hilflos zu oder ahnt noch nicht so ganz die Tragweite.

Dies kann durchaus auch als Lackmustest für Demokratie verstanden werden. Handelt die Politik noch im Interesse des Bürgers oder ist die Politik nur noch Marionette der Wirtschaft und es entscheiden längst ganz andere, wie es weitergeht?!

Julian Hansen



In den Fängen von Facebook, Titel-Geschichte in c't 24/16

## Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

🗨 c't Forum

f &+ c't magazin

🐦 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

## Chrome und Edge problematisch

Add-on fungiert als Datenwanze für seinen Hersteller, c't 24/16, S. 16

Wir sind uns einig, dass viele Browser-Erweiterungen unsicher programmiert sind. Vielen Dank für den Hinweis auf upalytics.com! Ihrem Rat, einen Browser von Google oder Microsoft zu verwenden und auf Erweiterungen ganz zu verzichten, können wir uns aber nicht anschließen.

Google und Microsoft sind Datenkraken, und ihre Browser sind die Datenstaubsauger, die ihnen die Daten liefern. Da würden auch die besten Add-ons nicht helfen. Daher raten wir dringend davon ab, die Browser dieser Hersteller zu nutzen.

Ohne einen guten Adblocker wie uBlock Origin sind die Nutzer:innen Trackern schutzlos ausgeliefert. Denn davor schützt die in den meisten Browsern verwendete Google Safe Browsing API nicht. Außerdem: Google hat sich zwar ein paar Gedanken um Datenschutz gemacht, aber NSA und GCHQ können Nutzer:innen über das Google-Cookie eindeutig identifizieren. Daher raten wir Personen, die nicht von Geheimdiensten ausspioniert werden möchten, Zugriffe auf diese API zu unterbinden. Noch unsicherer ist Microsofts Malware-Schutz „SmartScreen“ – ein weiterer Grund, weshalb wir von Microsoft-Browsern abraten. Über eine Empfehlung für den Tor-Browser hätten wir uns hingegen sehr gefreut.

Hartmut Göbel und Christian Pietsch, Digitalcourage e.V.

Anzeige

## Die Kurve kriegen

*DNSSEC: Warum RSA-Schlüssel nur noch zweite Wahl sind, c't 24/16, S. 22*

Im Artikel wird beschrieben, dass langfristig nur 15360-Bit-RSA-Schlüssel sicher sind. Das stimmt im Prinzip, gilt in der Schärfe aber nur für Anwendungen, bei denen Daten verschlüsselt und für viele Jahre (>20) geheim gehalten werden müssen.

Bei DNSSEC werden die RSA-Schlüssel jedoch zum Signieren der DNS-Daten verwendet, nicht um die Daten geheim zu halten. Die DNSSEC-Schlüssel sollten so gewählt werden, dass sie innerhalb des Schlüsselaustauschintervalls (DNSSEC Key-Rollover) nicht gebrochen werden können. Bei einem Intervall von 30 Tagen für den ZSK (Zone Signing Key) gilt auch ein 1024 Bit langer RSA-Schlüssel als sicher, 1536 oder 2048 Bit sind auf jeden Fall ausreichend. Nach heutigen Erkenntnissen ist es Geheimdiensten nicht möglich, RSA-Schlüssel in einer kurzen Zeit von 30 Tagen zu brechen. Und nach dem Tausch eines DNSSEC-Schlüssels ist der alte wertlos. Wird er nach Ablauf von 30 Tagen gebrochen, hat das keine negativen Auswirkungen auf die DNSSEC-Sicherheit, da die Signaturen nur zum Zeitpunkt der DNS-Abfrage geprüft werden.

Bei der Wahl der Länge von kryptografischen Schlüsseln sollte immer die Anwendung der Schlüssel (Verschlüsselung oder Signatur) und die Gültigkeit der Daten betrachtet werden.

Carsten Strotmann

## Amazon tut nichts

*Amazon bekommt Abzock-Masche seit Jahren nicht in den Griff, c't 24/16, S. 68*

Als ich vor einem halben Jahr nach Fernsehern, speziell von Samsung, gesucht habe, fielen mir viele Shops auf, die gängige Modelle oft zu 50 bis 70 Prozent der anderen Preise anboten. Dort wurde, wie beschrieben, um Kontaktaufnahme per E-Mail gebeten.

Ich machte Amazon darauf aufmerksam, dass speziell im Umfeld von Samsung-Fernsehern scheinbar jeder zweite Shop in betrügerischer Absicht aufgesetzt/bestückt wurde und sie sich das mal genauer anschauen sollten. Es kamen nur allgemein gehaltene Mails, die versicher-

ten, dass man das Problem sehr ernst nähme. Dass auch nur ein einziger Shop entfernt oder von Amazon eingeschritten wurde, konnte ich während der circa einwöchigen Suchphase nicht feststellen. Ob der Satz Ihres Kommentars „... Amazon reagiert immer erst dann, wenn der Kunde längst reingefallen ist“ zutrifft, kann man nur hoffen. Ich konnte feststellen, dass offensichtlich betrügerische Angebote selbst dann nicht entfernt wurden, nachdem sie gemeldet wurden. Eine wirksame Kontrolle/Prävention gibt es wohl nicht oder sie wird nur sehr lasch gehandhabt.

W. Ettenhofer

## Gegenmaßnahmen

Wir betreuen Hunderte Amazon-Seller und -Vendoren. Über ein Prozent unserer Kunden im Seller-Segment sind Opfer der von Ihnen beschriebenen Masche geworden. Einige beteuern, komplexe Passwörter verwendet zu haben und zwar unikale für jeden einzelnen Account. Insofern war auch unsere Vermutung, dass es sich um Phishing-Opfer handeln müsse.

Es verwundert, dass Amazon nicht längst entsprechende Gegenmaßnahmen ergriffen hat. Immerhin ist das Vorgehen immer identisch. Ein Seller, der zuvor nie Waschmaschinen und Kühlschränke angeboten hat, bietet von einem Tag auf den anderen Tausende hochpreisige Produkte an, die sich immer ähneln. Auch die Masche mit den Kontaktdaten ist, wie von Ihnen berichtet, immer dieselbe. Es müsste daher relativ einfach sein, Betrugspräventionsmaßnahmen einzurichten.

Name ist der Redaktion bekannt

## Sicherheitsfassade

*AVM entweicht geheimer Krypto-Schlüssel, c't 24/16, S. 32*

Ein kompromittierter Schlüssel ist schlecht. Dass AVM das passiert, auch. In der heutigen Zeit ist das aber leider nichts Außergewöhnliches. Wenn aber die Provider Monate brauchen, um dies zu korrigieren, dann haben sie seit Jahren entweder nichts oder das Falsche gemacht. Von der Sicherheitsfassade durch Routerzwang bleibt ein potemkinsches Dorf.

sowosama

## Vergleich mit der 1050 Ti

*Kaufberatung: Grafikkarten zum Spielen, Arbeiten und Rechnen, c't 24/16, S. 102*

In der Tabelle fehlt zum Vergleich die 1050Ti, die explizit erwähnt wird. Wo sollte man die einsortieren?

Stefan Krämer

*Mit 4 Watt im Leerlauf und 55 Watt im 3D-Test ist die GeForce GTX 1050 Ti (siehe c't 23/16, S. 42) besonders sparsam und liegt im 3DMark Fire Strike mit 6728 Punkten leicht über der GeForce GTX 960.*

## pfSense-Alternative

*Router-Selbstbau mit Open-Source-Software, c't 24/16, S. 122*

Vielen Dank für die interessanten Artikel. Es gibt eine Router-Distribution, die Sie meiner Ansicht nach unbedingt erwähnen sollten: OPNsense (<https://opnsense.org>) ist ein Fork von pfSense. Es hat eine aktive deutsche Entwickler-Community, die Menüs sind in verschiedenen Sprachen wählbar. Was am wichtigsten ist: Auf etwaige Fehler reagiert die Community sehr rasch.

Jakob Strebel

## Rockbox-iPod befüllen

*Pimp my Pod, Den iPod mini mit Flash-Karte und neuem Akku aufrüsten, c't 24/16, S. 164*

Wenn Rockbox mit Kernel Panic abstürzt, dann kann, zumindest bei den Classic iPods, die Musik mit der Original-Firmware über den Dateimodus und dem Explorer (nicht mit iTunes) geladen und unter Rockbox abgehört werden.

cdtmbu

## Ergänzungen & Berichtigungen

### USB 2.0 statt 3.0

*Einsteiger-Fritzbox für Kabel-Anschlüsse, c't 24/16, S. 26*

Anders als im Artikel erwähnt hat die Fritzbox 6490 wie das neue 6430er-Modell zwei USB-2.0-Ports, nicht zweimal USB 3.0.

Anzeige

Anzeige





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



# IT trifft Medizin

## Wearables und Health Games auf der Medica 2016

**Laufshirts mit integrierten EKG-Elektroden, Radler-Hosen mit Sensoren zur Kontrolle der Muskelaktivität, AR-Brillen für Ärzte – auf der weltweit größten Medizintechnik-Messe gab es zahlreiche spannende Produkte zu entdecken. Außerdem wartete die Medica 2016 erstmals mit einem eigenen Ausstellungsbereich für Gesundheitsspiele auf.**

**Von Daniel Herbig und Peter-Michael Ziegler**

Gesundheit ist der größte Reichtum, sagt der Volksmund. Und damit das so bleibt, wird viel investiert: Allein in Deutschland belaufen sich die jährlichen Ausgaben für Gesundheit inzwischen auf über 330 Milliarden Euro. Neu ist, dass immer mehr Unternehmen in den sogenannten zweiten Gesundheitsmarkt drängen. Dieser deckt medizinische Produkte und Dienstleistungen ab, die in der Regel nicht von den Krankenkassen übernommen werden.

Im App Store von Apple etwa stehen heute mehr als 100.000 Anwendungen rund um das Thema „Gesundheit“ zum Download bereit. Das Spektrum der „Handy-Docs“ reicht von einfacher Aktivitäts-Protokollierung über Blutdruck- und Diabetes-Monitoring bis hin zu Gesundheits-Apps, die als Medizinprodukt zugelassen sind und beispielsweise bei der Diagnose chronischer Darmerkrankungen helfen.

### Intelligente Kleidung

Einige Apps greifen auf Sensortechnik zu, die sich als Folge der fortschreitenden Elektronik-Miniaturisierung inzwischen auch in Kleidungsstücke einarbeiten lässt. So zeigte das von der Uni Erlangen-Nürnberg und der Fraunhofer-Gesellschaft be-

triebene „Leistungszentrum Elektroniksysteme“ (LZE) auf der Medica ein Fitness-Shirt, das mit textilen EKG-Elektroden, Dehnungsband und gedrucktem Elektrolyt-Sensor zur Messung von Herzschlag, Atemfrequenz und Schweißabsonderung ausgestattet ist.

Die finnische Firma Myontec wiederum ist auf Kleidungsstücke zur Messung von Muskelaktivität spezialisiert. Das Unternehmen hat eine Kompressions-Sport-hose (MBody) mit mehreren Sensoren entwickelt, die Kontraktionen der großen Oberschenkelmuskeln in messbare Signale übersetzen. Radsportler beispielsweise bekommen so Informationen darüber, ob ihre Muskularbeit während der Fahrt

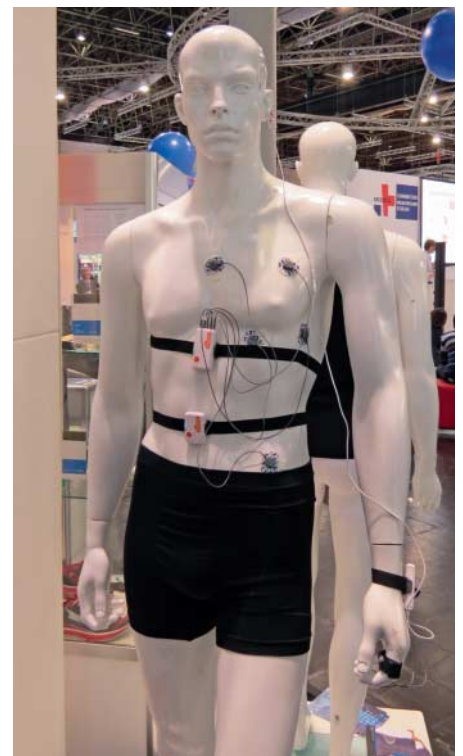
gleichmäßig ist, oder ob Fehlbelastungen die Leistungsfähigkeit einschränken.

Ähnlich wie das Fitness-Shirt von LZE benötigt auch die Mbody-Hose von Myontec allerdings eine zentrale Steuereinheit, die direkt am Kleidungsstück angebracht wird. Das Steuermodul, bei Myontec heißt es MCell und ist etwa Zigarettenschachtel-groß, sorgt für die Stromversorgung der integrierten Elektronik und ist auch für die Übermittlung der erfassten Daten per Bluetooth an ein angekoppeltes Smartphone zuständig. Über die mitgelieferte App können Nutzer ihre Daten visualisieren und mit GPS-Informationen verknüpfen.

Kommerziell noch nicht erhältlich ist ein neues Wearable für den Medizinbe-



„Pepper“ ist ein humanoider Roboter, der vor allem in Japan künftig verstärkt im Gesundheitswesen zum Einsatz kommen soll.



Alles wird vermessen: Die irische Firma Shimmer Sensing hat ein ganzes Elektronik-Sortiment zur Erfassung von Biosignalen im Portfolio.

Die „Eyes-On Glasses 4.0“ können mit angeschlossenem Ultraschall-System den Verlauf tieferer Venen deutlich darstellen.



reich mit Augmented-Reality-Technik, das die kalifornische Firma Evena Medical in Düsseldorf präsentierte. Mit den sogenannten „Eyes-On Glasses 4.0“ (zu sehen im Bild oben) sollen Ärzte Zugriff auf Patienteninformationen haben, die per Bluetooth, WLAN oder Mobilfunk abgerufen und über zwei kleine Head-Up-Displays in das Sichtfeld eingeblendet werden.

Die AR-Brille ist außerdem mit zwei Multispektral-Lichtquellen sowie einem Stereokamera-System mit Zoomfunktion für Untersuchungs- und Dokumentationsaufgaben ausgestattet. Laut Hersteller lässt sich zudem ein mobiles Ultraschall-System anschließen, was dem Brillenträger ermöglicht, auch Details unter der Haut wie den exakten Verlauf tiefer gelegener Venen zu erkennen. Auf den Markt kommen sollen die Eyes-On Glasses 4.0 im ersten Quartal 2017.

## Spielend gesund

Health Games, also Computerspiele, die speziell für den Gesundheitssektor entwickelt werden, hatten auf der Medica 2016 erstmals einen eigenen Ausstellungsbeereich. Messebesucher konnten sich unter anderem an „Sisyfox“ versuchen, einer Kombination aus Workout und Video-Animation. Ähnlich wie bei Sisyphos aus der griechischen Mythologie geht es darum, einen Felsblock zum Gipfel eines Berges hinaufzurollen.

Bei „Sisyfox“ ist der Felsblock ein 1,2 Meter großer Gymnastikball, der auf einem Gestell mit mehreren Lagerkugeln sitzt. Bewegt man den Ball mit den Händen, erfassen die Lagerkugeln die Rotation und ein Computer überträgt die Bewegung auf einen Bildschirm, wo ein animierter Fuchs, der Sisyfox, das Rollen übernimmt. Je höher der Fuchs im Spiel kommt, desto größer wird auch der Rollwiderstand des Gymnastikballs.

Außerdem muss man durch präzise Drehbewegungen nach links oder rechts verhindern, dass die Kugel vom Weg abkommt und den Berg herunterkullert. Gedacht ist das von Urban Invention entwickelte Spiel vor allem für den therapeutischen Einsatz in Krankenhäusern und Physiotherapie-Praxen. Trainieren lassen sich damit Bewegungssteuerung, Muskelkoordination, Gleichgewicht, Schnelligkeit und Ausdauer.

Für soziale Einrichtungen wie Pflegeheime eignet sich die „Tovertafel“, was auf Deutsch „Zaubertisch“ heißt. Technisch gesehen ist das Produkt des niederländischen Unternehmens Active Cues allerdings kein Tisch, sondern ein Projektor, der an der Decke montiert wird und Bilder auf darunterliegende Flächen wirft – auch auf Tische.

Die Tovertafel erkennt Interaktionen über Infrarot-Sensoren und lässt die bunten Grafiken dann entsprechend reagieren. Auf der Medica konnten wir zum Beispiel

Blüten- und Blätter-Projektionen verstreuen, indem wir einfach über die Tischoberfläche wischten. Diese kleinen Spielereien sollen insbesondere demenzkranke Patienten körperlich und geistig stimulieren.

## Innerer Schweinehund

Auch Gesundheitsspiele für das Smartphone wurden in Düsseldorf gezeigt – etwa die „Mission: Schweinehund“ des deutschen Entwicklers Serious Games Solutions (siehe dazu auch das Interview am Ende des Artikels). Das Spiel leitet zu Fitness-Übungen an und überprüft mittels der Handy-Kamera sogar, ob diese tatsächlich durchgeführt wurden. Für erfolgreiche Workouts wird man dann mit Wasser belohnt, das man für den Anbau des eigenen virtuellen Gartens nutzen kann. Der Bewegungssensor erfasst außerdem Aktivitäten, die im Alltag verrichtet werden: Wer viel läuft, darf sich über zusätzliche Gegenstände für den Garten freuen.

„Patchie“ vom Entwicklerstudio Birds and Trees richtet sich an Kinder, die an der Stoffwechselkrankheit Mukoviszidose leiden. In der App begleiten sie ein süßes, krankes Knuffelmonster durch die verschiedenen Therapie-Schritte – und verinnerlichen so ihre eigene Behandlung. Eine Begleit-Anwendung ist für Therapeuten und Eltern der Kinder gedacht. Sie beinhaltet einen Therapie-Plan und hält über den Fortschritt des Kindes auf dem Laufenden.

(pmz@ct.de) **ct**

## Computerspiele als Präventions- und Therapiehilfe

**Ralph Stock ist Geschäftsführer der Firma „Serious Games Solutions“. 2013 wurde das Unternehmen für die Multimedia-Arbeit „Menschen auf der Flucht“ mit dem Deutschen Computerspielpreis in der Kategorie „Bestes Serious Game“ ausgezeichnet.**

**c't:** Herr Stock, ihr Unternehmen ist vor allem für Lern- und Simulationsspiele wie die Emergency-Reihe bekannt, bei der Feuerwehr-Einsatzkräfte den Ernstfall üben können. Was verbindet Sie mit der Medizintechnik-Messe Medica?

**Ralph Stock:** Seit mehr als zehn Jahren entwickeln wir auch Serious Games für Firmen und Organisationen im Gesundheitsbereich.

Beispielsweise haben wir für den Pharmakonzern Novartis zuletzt das Spiel „Mission: Schweinehund“ entwickelt. Bei diesem Health Game geht es darum, Menschen mit erworbener Diabetes dazu zu motivieren, gesünder zu leben und sich mehr zu bewegen.

Allgemein kann man sagen, dass das Interesse an mobilen Gesundheitsanwendungen aus dem Spielbereich in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat.

Außer mit Pharmaunternehmen arbeiten wir auch mit Krankenkassen, Universitätskliniken sowie anderen großen Partnern zusammen, mit denen wir zum Beispiel auch neue Spiele-Applikationen im Bereich der Krebsbehandlung entwickeln.

**c't:** Für welche Erkrankungen sind Health Games besonders prädestiniert?

**Stock:** Computerspiele lassen sich für viele Krankheiten entwickeln und sinnvoll einsetzen. Die erwähnte Krebs-Anwendung beispielsweise ist in das EU-Projekt „I manage Cancer“ eingebettet und für krebserkrankte Kinder und deren Umfeld gedacht.

Ziel ist, betroffenen Kindern über mobile Spiele ein soziales Netz zu schaffen und ihnen so bei der Bewältigung



**»Pokémon GO ist das erfolgreichste E-Health-Spiel, das es jemals gegeben hat.«**

ihrer Erkrankung zu helfen. Da können dann ganze Familien und Freundeskreise mitspielen.

Aber auch im Bereich der psychischen Erkrankungen – etwa bei Depressionen – gibt es zahlreiche Gesundheits-Apps mit spielerischem Charakter, deren Wirksamkeit bereits durch klinische Studien belegt wurde.

**c't:** Uns sind auf der Messe vor allem Mini-Spiele mit beschränkten Anwendungsszenarien aufgefallen. Ist das das Ziel, oder erreichen Health Games künftig ein komplexeres Niveau?

**Stock:** Es ist eine Herausforderung für Spieleentwickler, von den Mini-Spielen wegzukommen, gerade im E-Health-Bereich.

Wir sollten mehr von den Free2play-Games lernen, die in den App-Stores vertrieben werden. Das bedeutet unter

anderem, dass ein solches Spiel nicht sofort durchgedaddelt ist.

Stattdessen sollte es über Wochen oder Monate gespielt werden können. Dann kann man zum Beispiel ein eigenes kleines Kingdom oder einen Garten aufbauen.

**c't:** Pokémon GO hat zuletzt für weltweiten Wirbel gesorgt. Wie schätzen Sie das Spiel ein?

**Stock:** Für mich ist Pokémon GO das erfolgreichste E-Health-Spiel, das es jemals gegeben hat. Unzählige Kinder, die normalerweise nicht freiwillig rausgehen, sondern lieber vor der Spielekonsole sitzen, sind auf einmal draußen unterwegs und sammeln Pokémon. Durch das Spiel werden Kinder also viel stärker zu Bewegung animiert, als es schulische oder außerschulische Aufklärungsprogramme tun.

Anzeige



# Prozessorgeflüster

## Von Konkurrenten und Koalitionen

**Die Spannung steigt: Auf der Consumer Electronics Show Anfang Januar zeigt Intel den Core i7-7700 – aber was setzt AMD dagegen? Unterdessen knüpft die Server-Branche weitere Anti-Intel-Kooperationen und Samsung will mit 10-Nanometer-Chips überholen.**

Von Christof Windeck

Zen-Buddhismus steht für meditative Entspannung, bei Zen-Entwickler AMD dürfte derzeit jedoch hektische Betriebsamkeit herrschen: Bis zur Consumer Electronics Show sind es keine sechs Wochen mehr. Und dort in Las Vegas muss der Zen-Prozessor laufen, wenn AMD nicht noch mehr Versprechen brechen will – eigentlich war ja von 2016 die Rede. Aber wir wollen uns nicht um ein paar Tage streiten und hoffen, dass dann wirklich der Summit Ridge „Zen SR7“ mit 8 Kernen und 16 Threads auf AM4-Mainboards mit X370-Chipsatz debütiert. Das legen Präsentationsfolien nahe, die kürzlich in der chinesischen Chip-Hölle auftauchten, also bei Chiphell.com. Der Zen

SR7 könnte dann noch im Januar zu haben sein, später sollen SR5 und SR3 folgen; Ähnlichkeiten mit den Namen lebender Prozessoren sind wohl Absicht.

Diese Zen-Pläne und wahrscheinlich auch ein Vertrag mit Google auf der SC16 (siehe Seite 50) haben den AMD-Aktienkurs beflügelt. Die Erwartungen sind riesig: Weil Intels Kaby Lake alias Core i7-7700K für LGA1151 weiterhin nur vier Cores plus Hyper-Threading hat, könnten 16 Zen-Threads sicherlich was reißen. AMD setzt auch darauf, dass DirectX-12-Spiele von vielen CPU-Kernen profitieren. Die spannende Frage bleibt, auf welche Taktfrequenzen AMD den SR7 treiben muss und wie viele Watt dann bei Volllast durch die Kerne rauschen.

Anders als zu Kaby Lake sind zu Zen SR7 noch keine plausiblen Benchmark-Ergebnisse ins Web entschlüpft – AMD hält eisern dicht. Die drohende Konkurrenz hat bei Intel aber jetzt schon Aktivitäten ausgelöst, wenn man Spekulationen über die Roadmap für 2017 glaubt. Demnach will Intel auch Übertakter mit kleinerem Geldbeutel ködern, nämlich mit einem Core i3 als „K“-Typ mit unbeschränktem Multiplikator. Außerdem gibt es anscheinend

Pläne für Skylake-X und Kaby Lake-X für die Fassung LGA2066 auf Mainboards mit dem Chipsatz X299. Solche Boards würden nicht nur mit teuren Skylake-X-Vielkernern laufen, sondern auch mit bezahlbaren Kaby-Lake-X-Quads. Dadurch schrumpft die Preislücke zwischen LGA1151 und LGA2066, also zwischen Intels Plattformen für Mainstream- und High-End-Desktop. Das soll den Sechs- und Achtendern von AMD das Leben schwer machen, die genau auf diese Lücke zielen.

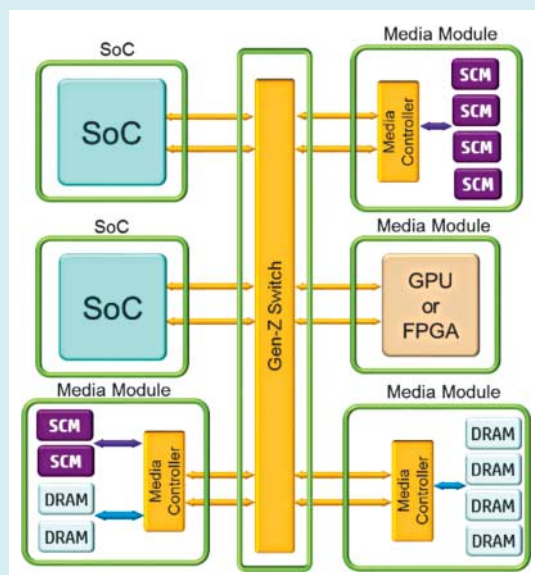
Bis die Zen-APU „Raven Ridge“ irgendwann 2017 kommt, muss AMD aber weiter auch Bulldozer verkaufen, nämlich Bristol-Ridge-APUs wie A10-9700 und A12-9800. Die steckt HP bereits in „Pavilion“-PCs, ab der CES dürften sie auch im Einzelhandel zu haben sein, samt passender Boards wie dem Gigabyte GA-B350M-D2, das schon im Online-Preisvergleich auftauchte. Asus verkauft OEMs das A320M-C. Für X370-Boards kommt Bristol Ridge auch ohne GPU, etwa als Athlon X4 950K.

### OpenCAPI und Gen-Z

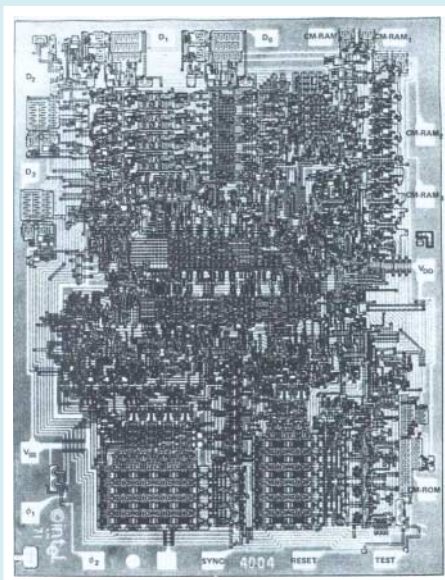
Während AMD in Notebooks und Desktop-PCs weiterhin ganz alleine gegen Intel antritt, haben sich bei den profitableren Servern schon Anti-Intel-Koalitionen gebildet. Von der großspurig angekündigten ARM-Armee ist aber immer noch erst die Vorhut unterwegs, auch das OpenPOWER-Team aus IBM, Google und Nvidia kommt recht langsam voran.

Um mehr Mitstreiter zu gewinnen, öffnet IBM mit OpenCAPI das Coherent Accelerator Processor Interface (CAPI) für die OpenPOWER-Maschinen: Künftig können nicht mehr nur Nvidia-Tesla-Karten mit NVLink kohärent andocken, sondern etwa auch AMD-GPUs oder Xilinx-FPGAs und Googles Tensor Processing Units (TPUs) für Künstliche Intelligenz (KI/AI).

Eine weitere Allianz ist das Konsortium für Gen-Z, ein „Speicher-zentrisches“ Interface zur Vernetzung modularer (Super-)Computer. Es ist wohl als Kon-



Die Gen-Z-Technik soll die Komponenten modularer Supercomputer vernetzen, ähnlich wie Intels OP-Fabric.



**Intel 4004 von 1971: 2300 Transistoren aus der 10-Mikrometer-Fertigung**

ter gegen Intels Omni-Path Fabric (OP Fabric) gedacht, das im Xeon (Phi) Einzug hält. OP Fabric soll bald auch komplette Supercomputer intern verbinden, etwa den für 2018 geplanten Cray Aurora. Unter anderem über optische Kabel – vielleicht OcuLink – kommunizieren dann Prozessoren, GPU- und FPGA-Beschleuniger, DRAM, High-Bandwidth Memory (HBM) und nichtflüchtiges Storage Class Memory (SCM) wie 3D XPoint mit niedrigen Latenzen und hoher Bandbreite.

Bei Gen-Z ist etwa Samsung dabei, hier sollen ja bald Z-SSDs mit Z-Flash starten. Zu den Gründungsmitgliedern zählen aber auch die Prozessor- und FPGA-Entwickler AMD, ARM und Xilinx, die Server-Riesen HPE, Dell EMC, Huawei sowie Samsung-Konkurrent SK Hynix. Mit Cray und Micron gehören aber auch enge Intel-Partner zum Gen-Z-Konsortium. Vielleicht ist das ein Zeichen für Krach hinter den Kulissen? Cray hat sich jedenfalls in der Öffentlichkeit über die Xeon-Phi-Verspätungen aufgeregt und Micron könnte sauer sein, weil Intel mit dem Xeon Phi „Knights Mill“ vom Hybrid Memory Cube (HMC) zu High-Bandwidth Memory (HBM) wechselt.

Nvidia macht weder bei OpenCAPI mit noch bei Gen-Z. Google hingegen zeigt sich offen: Der Suchmaschinist und Cloud-Dienstleister steckt einerseits Radeon-Pro-Beschleuniger von AMD in seine Machine-Learning-(ML-)Plattform und gründet andererseits mit Intel eine AI-Allianz. Die wurde auf dem „AI Day“ verkündet, mit dem Intel seinen bisherigen Rückstand auf den Gebieten von Artificial Intelligence, Deep Learning und neuronalen Netzen aufzuholen beginnen will. Google und wohl auch Facebook bekommen exklusiv frühen Zugriff auf Skylake-EP mit AVX512, was möglicherweise andere Cloud-Provider und Server-Hersteller ärgert. Intel hat außerdem neue Xeon-Phi-Typen und FPGA-Beschleuniger für KI versprochen; mit der Firma Nervana hatte sich Intel erst im August frisches Wissen auf diesem Gebiet eingekauft.

Unterdessen rühmt sich Samsung, Intel an einer wichtigen Front geschlagen zu haben: Samsungs Foundry fertigt den Qualcomm Snapdragon 835 mit 10-Nanometer-Strukturen. Damit bestückte Smartphones sollen bis Mitte 2017 erhältlich sein, Intels erster 10-nm-Chip Cannonlake wird erst Ende 2017 erwartet – zusammen mit den Chipsätzen der Serie 300. Letztere bringen auch bei Intel endlich USB 3.1 – AMD Zen soll gleich damit starten – und sogar eingebaute WLAN-Controller.

Beim 10-Nanometer-Rennen sind Vergleiche schwierig. Gleichnamige Fertigungsprozesse verschiedener Chiphersteller liefern kaum noch vergleichbare Transistoren – wer vorne liegt, werden uns dann Schleifkünstler wie Chipworks & Co zeigen. Mit den 10-nm-Strukturen von Cannonlake wird Intel jedenfalls beim Tausendstel der 10-Mikrometer-Strukturen des 4004-Chips aus dem Jahr 1971 angekommen sein, der kürzlich 45-jährigen Geburtstag feierte.

Bei diesem Blick in die Vergangenheit fällt mir auf, wie rasch sich Verhältnisse ändern können – was einst für Aufregung sorgte, nimmt man heute mit einem Schulterzucken hin. Vor zehn Jahren jedenfalls hätte der Beitritt von Microsoft zur Linux Foundation – und das auch noch als Platin-Mitglied – bestimmt für größere Überraschung gesorgt. Andererseits gab es 1980 ja auch MS Xenix. (ciw@ct.de) **ct**

Anzeige

# Mini-Workstation für sechs Monitore

Die Workstation HP Z2 Mini soll trotz eines Volumens von lediglich 2,5 Litern genug Leistung für CAD-Anwendungen mitbringen. Möglich machen das in der Maximalausstattung ein Quad-Core aus der Serie Xeon E3-1200 v5 mit Skylake-Architektur, 32 GByte DDR4-RAM (auf Wunsch mit ECC) und eine M.2-PCIe-SSD. Die Profi-Grafikkarte Nvidia Quadro M620 mit einer Maxwell-GPU und 2 GByte Videospeicher steuert über vier DisplayPort- und zwei USB-Typ-C-Ausgänge bis zu sechs Displays an.

Im kompakten Gehäuse (21,5 cm × 21,5 cm × 5,8 cm) lassen sich Komponenten wie RAM, 2,5"-Laufwerk, M.2-Kärtchen oder CPU dank der modularen Bauweise leicht wechseln. Zur weiteren Ausstattung der Z2 Mini zählen 802.11ac-WLAN, eine optionale serielle Schnittstelle und Gigabit-Ethernet. Die auf Wunsch erhältliche abschließbare VESA-Halterung verdeckt wahlweise die USB-Anschlüsse, um unberechtigten Zugriff zu unterbinden.

HP gibt die Z2 Mini für über 20 Profi-Anwendungen wie AutoCAD, Vectorworks und Revit frei. Die Basisvariante mit Core i3, 4 GByte RAM, 500-GByte-Festplatte und Prozessorgrafik für vier Monitore soll ab Ende Dezember für 850 Euro in den Handel kommen. (chh@ct.de)



HP schrumpft Workstation-Hardware bei der Z2 Mini so weit, dass sie problemlos auf den Schreibtisch passt.

## Hardware-Notizen

Beim **Midi-Tower-Gehäuse** Sharkoon M25-W hängen die beiden Audio-Frontbuchsen an einer mitgelieferten USB-Soundkarte. Diese wird intern an einem USB-2.0-Pfostenanschluss des Mainboards angeschlossen und lässt sich als zweites Audiogerät zusätzlich zum Onboard-Sound ohne zusätzliche Windows-Treiber verwenden. Das M25-W nimmt ATX-Mainboards auf und kostet 55 Euro.

Die **Grafiktreiber** Crimson 16.11.4 für Radeon- und GeForce 375.95 für GeForce-Grafikkarten sind für Civilization VI optimiert. Der Crimson-Treiber behebt zudem einen Fehler bei der Wiedergabe von H.264-Videos in Webbrowsern.

## Bescheid wissen: c't Hardware-Guide



Der c't Hardware-Guide informiert über die wichtigsten Produkte und Neuheiten. Praxistipps helfen, Klippen zu umschiffen und die Hardware optimal zu konfigurieren und einzusetzen. Auch der Aufbau und die Funktionsweise von Komponenten wie Mainboards, Prozessoren, Netzwerkspeichern, Routern und Grafikkarten sind Themen.

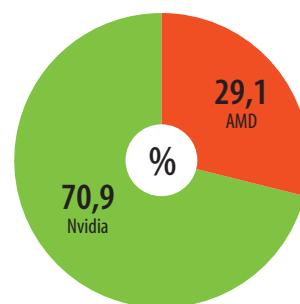
Testberichte stellen attraktive Produkte aus den relevanten Bereichen vor, aber auch Mini-PCs und Notebooks. Selbst ist der IT-Experte: Rüsten Sie Ihren PC auf, etwa mit einer SSD, mehr RAM oder einer schnellen Grafikkarte. Oder bauen Sie einen Mini-PC auf lautlose Passivkühlung um.

Ziel des c't Hardware-Guide ist es, Sie auf den aktuellen Stand zu bringen, damit Sie kompetent auf die Frage „Du kennst dich doch mit Computern aus ...“ antworten können. Den c't Hardware-Guide gibt es im heise-Shop für 12,90 Euro und im Handel. Die PDF-Ausgabe kostet 9,99 Euro ebenso wie die Kindle-Ausgabe. (Jürgen Rink/chh@ct.de)

**c't Hardware-Guide im heise shop:** [ct.de/ya19](http://ct.de/ya19)

## AMD gewinnt Marktanteile bei Grafikkarten

Rechnet man die Grafikeinheiten von Prozessoren, Grafikkarten und Notebooks zusammen, stieg der Absatz im dritten Quartal 2016 um satte 20 Prozent im Vergleich zum zweiten und um magere 0,3 Prozent im Vergleich zum Vorjahr. Das ist ein positives Zeichen, schließlich ging es in den letzten Jahren üblicherweise bergab. Die Zahlen stammen vom US-Marktforscher Jon Peddie, der sich auf den GPU-Bereich spezialisiert hat.



Marktanteile von Grafikkarten-GPUs im Q3/2016

AMD konnte seinen Marktanteil bei reinen Grafikkarten-GPUs dank der neuen Radeon-Generation RX 400 drastisch steigern, nämlich von 18,8 Prozent (Q3/2015) auf 29,1 Prozent. Der Rest gehört dem noch immer deutlichen Marktführer Nvidia. Zählt man alle GPUs zusammen, erreicht Intel durch seine in den meisten CPUs verbaute Prozessorgrafik 70,9 Prozent und verweist Nvidia (16,1 Prozent) und AMD (13 Prozent) auf die Plätze zwei und drei. Insgesamt wurden im dritten Quartal gut 100 Millionen Grafikeinheiten verkauft.

(mfi@ct.de)

## Lüfterlose Embedded-PCs von Dell

Den Embedded Box PC 3000 mit älteren Atom-SoCs der Serie 3800 verkauft Dell ab 1180 Euro, ab 1840 Euro ist das 5000er-Modell mit wesentlich leistungsfähigeren Skylake-Prozessoren wie dem Celeron G3900E erhältlich. Die lüfterlosen Rechner geben die Abwärme ihrer Komponenten über das verrippte Gehäuse an die Umgebungsluft ab.

Zur Basisausstattung gehören jeweils 4 GByte RAM und eine 500-GByte-Festplatte. Optional gibt es SSDs im M.2-Format, mehr RAM und WLAN-Karten.

Beide Geräte besitzen zahlreiche externe Schnittstellen, mindestens je einmal VGA und DisplayPort sowie viermal USB 2.0, zweimal RS-232/-422/-485, zweimal Ethernet und GPIO. (ciw@ct.de)



Dells Embedded Box PC gibt es mit Atom oder Skylake.

## Skylake-Mainboard mit 12 COM-Ports

Für Computerkassen und Verkaufsautomaten mit vielen seriellen Modulen ist das Mainboard IEI IMB-H110 gedacht, das ICP Deutschland vertreibt: Das Micro-ATX-Board kombiniert die LGA1151-Fassung für aktuelle Intel-Skylake-Prozessoren mit 12 COM-Ports. Von Letzteren arbeiten zwei nur als RS-232, die restlichen sind alternativ konfigurierbar als RS-422 oder RS-485. Darüber lassen sich Kassenschubladen, Etiketten- und Belegdrucker, Münzprüfer, Barcode-Scanner und andere Module anbinden. Ebenfalls auf ältere Hardware zielen die beiden PCI-Slots, die zusätzlich zu PCIe x16 und PCIe x1 nutzbar sind.

Das 290 Euro teure IMB-H110 stellt außerdem zwei Gigabit-Ethernet- und 12 USB-Ports bereit und lässt sich mit Prozessoren vom Celeron G3900 bis zum Core i7-6700 bestücken. Zwei DDR4-DIMMs erlauben bis zu 32 GByte RAM.

Das Advantech AIMB-705 im vollen ATX-Format ist mit „nur“ fünf COM-Ports bestückt, hier finden bis zu fünf PCI-Karten Platz. Es ist ebenfalls mit H110-Chipsatz und LGA1151-Fassung bestückt, auch bei USB, Ethernet und RAM-Slots gleicht die Ausstattung der des IMB-H110. Das AIMB-705 kostet etwa 250 Euro. (ciw@ct.de)

Anzeige



## Unternehmensspeicher

Bis zu 840 TByte Speicherplatz verspricht Lenovo für sein Storage-System D3284. Auf fünf Höheneinheiten fasst das System bis zu 84 3,5-Zoll-Festplatten, für SSDs werden Adapter benötigt. Mit 10-TByte-Festplatten erreicht das System somit die Maximalkapazität, mit 400-GByte-SSDs bis zu 33,6 TByte. Laut Lenovo sollten ausschließlich SAS-Laufwerke Verwendung finden.

Der Anschluss erfolgt über zwei 12-Gbit-SAS-Anschlüsse, per Daisy-Chain können maximal drei weitere D3284 angeschlossen werden. Auch die Stromversorgung ist redundant, die 2214-Watt-Netzteile sind im laufenden Betrieb ebenso wechselbar wie die Laufwerke und die Lüfter. Für die Verwaltung besitzt das System einen Ethernet-Port. Das D3284 wird ab Januar für knapp 12.000 Euro erhältlich sein. (ll@ct.de)

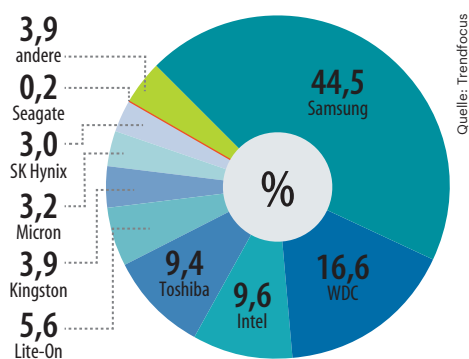
## SSD-Markt weiter im Aufwind

Nach Angaben des Marktforschungsunternehmens Trendfocus wurden im dritten Quartal 2016 insgesamt 38 Millionen SSDs verkauft, rund 4,5 Millionen mehr als im zweiten Quartal. 4,6 Millionen Laufwerke gingen in den Enterprise-Bereich.

Der Anteil des SSD-Marktführers Samsung sank dabei um fast 4 Prozentpunkte auf nunmehr 36,9 Prozent, auf den Plätzen folgen WD (ehemals SanDisk) mit 15,7 und Toshiba mit 8,7 Prozent. Wie der fünftplatzierte Intel konnten diese beiden ihren Marktanteil um je rund 2 Prozentpunkte steigern. Lite-On/Plextor bleibt mit leichten Verlusten auf Platz vier.

Auch beim insgesamt verkauften Speichervolumen liegt Samsung mit 44,5 Prozent weiter vorn, muss aber einen Rückgang von 2 Prozentpunkten hinnehmen. Platz zwei hält WD mit unverändert 16,6 Prozent, Intel kann seinen Marktanteil um mehr als einen Prozentpunkt auf knapp 10 Prozent steigern. Eine Steigerung um 3 Prozentpunkte schafft Toshiba und liegt nun mit 9,4 Prozent auf dem vierten Platz.

Nur noch rund 45 Prozent aller verkauften SSDs kommen im klassischen 2,5-Zoll-Format, kompakte SSDs im M.2- und mSATA-Format sind in der Mehrheit. Noch führt hier die gewöhnliche SATA-Schnittstelle. Bei den Server-SSDs liegt der Anteil schneller PCIe-SSDs mit rund 417.000 Einheiten bei nur rund 12 Prozent. Hier dominieren weiterhin SATA-SSDs, von denen rund 3,4 Millionen verkauft wurden. (ll@ct.de)



Insgesamt verkauftes Speichervolumen nach Herstellern (Q3/2016, gerundet)

## NAS-Box ohne Betriebssystem

Die chinesische Marke Giada kündigt den Mikroserver GT420 für 360 Euro an, der vier 3,5-Zoll-Festplatten aufnimmt und mit einem Celeron N3150 bestückt ist. Vergleichbare Hardware kostet als komplettes NAS locker 80 Euro mehr, allerdings muss man beim GT420 noch RAM, Bootmedium und Betriebssystem dazurechnen. Giada gibt es für Suse Linux Enterprise Server ab Version 11 SP3 frei sowie für RHEL 7.0, Ubuntu 14.04 und Windows Server ab 2008.

Bis zum Redaktionsschluss konnte Giada nicht klären, welcher SATA-Controller in dem System steckt; der Celeron N3150 hat bloß zwei SATA-6G-Ports. Jedenfalls gibt es im GT420 außer den vier SATA-Plattenschächten noch einen mSATA-Steckplatz für eine Boot-SSD. Zwei SO-DIMMs ermöglichen 8 GByte DDR3-Hauptspeicher. Den Netzanschluss übernehmen zwei I210-AT-Chips von Intel. Das Gehäuse misst 19 cm × 19,5 cm × 25 cm. Deutscher Distributor ist Concept International. (ciw@ct.de)



Im Giada GT420 sitzt ein Celeron N3150 (Braswell), vier Festplatten passen hinein.

### Server&Storage-Notizen

Seagate erweitert seine Helium-Festplatten-Serie um ein weiteres NAS-Laufwerk: Die **10-TByte-Festplatte Ironwolf Pro** ist für NAS-Gehäuse mit bis zu 16 Laufwerken spezifiziert. Bei einer Garantiefrist von fünf Jahren ist sie für einen Workload von maximal 300 TByte/Jahr ausgelegt.

Der Flash-Hersteller SK Hynix will noch in diesem Jahr die Massenfertigung von **3D-NAND mit 48 Layern** starten. Der 3D-NAND V4 genannte TLC-Speicher mit 256 GBit pro Die soll im zweiten Quartal 2017 verfügbar sein.

Der Cloud-Dienstleister Backblaze hat erneut eine **Statistik über die Festplattenausfälle** in seinem Rechenzentrum veröffentlicht (siehe c't-Link). Eine besonders geringe Ausfallrate haben demnach 8-TByte-Festplatten von Seagate. Wie üblich sind aber die Ergebnisse nicht auf einzelne PCs übertragbar: Backblaze setzt möglichst billige Desktop-Festplatten als Server-Laufwerk ein.

Backblaze-Blog: [ct.de/yrtc](http://ct.de/yrtc)



# Spitzen-Handy unter 500 Euro

Der chinesische Hersteller OnePlus hat das Android-Smartphone OnePlus 3T vorgestellt, einen in Details verbesserten Nachfolger des OnePlus 3 (siehe Test in c't 16/16, S. 64), der es mit Spitzen-Smartphones aufnehmen soll.

Als Prozessor kommt Qualcomms Snapdragon 821 mit 2,35 GHz zum Einsatz, einer der schnellsten Mobilprozessoren, doch der Vorteil gegenüber dem ebenfalls schnellen Snapdragon 820 im Vorgänger fällt marginal aus. Wie bisher sind großzügige 6 GByte Hauptspeicher und 64 GByte Flash-Speicher vorgesehen, neu ist eine Variante mit 128 GByte Flash. Ein SD-Slot fehlt weiterhin.

Die Frontkamera nimmt Selfies nun mit 16 statt 8 MP auf. Die Rückkamera bleibt unverändert: 16 MP mit einem guten Sony-Sensor, optischem Stabilisator, Raw-Unterstützung und 4K-Videos. Das Display zeigt weiterhin 1920 × 1080 Pixel auf 5,5 Zoll Diagonale in OLED-Technik. Die Akkukapazität wächst von 3000 auf 3400 mAh. Ob das zu längeren Laufzeiten führt oder vom Prozessor aufgefressen wird, muss ein Test zeigen. Unverändert sind das LTE-Funkmodul (Cat. 6 mit 300 MBit/s, Dual-SIM), 11ac-WLAN, Fingerabdrucksensor und USB-Buchse nach Typ-C. Installiert ist das auf Android 6 aufbauende Oxygen OS 3.5, ein Update auf Android 7 ist versprochen.

Das OnePlus 3T ist ab Ende November für 440 Euro mit 64 und voraussichtlich 480 Euro mit 128 GByte erhältlich. Einen deutschen Vertrieb hat OnePlus weiterhin nicht, liefert aber versandkostenfrei nach Deutschland und gewährt ein 15-tägiges Rückgaberecht. Die Produktion des OnePlus 3 und der Verkauf nach Europa und USA sind schon eingestellt. Es



**OnePlus 3T: tolles Display, Metallgehäuse, gute Kamera, Stummschalter und Dual-SIM für unter 500 Euro, allerdings ohne EU-Gewährleistung**

hatte 400 Euro gekostet, was deutlich weniger war als die damals um 700 Euro der Mitbewerber dieser Leistungsklasse. Doch das teurere 3T hat einen schwereren Stand, auch weil der Straßenpreis von Kontrahenten wie dem Samsung Galaxy S7 und Motorola Moto X unter 600 Euro gefallen ist – wobei die aber nur 32 GByte Speicher haben. (jow@ct.de)

Anzeige

## Android 7 kommt langsam

Das aktuelle Android 7 Nougat kommt langsam auf weitere Smartphones: Motorola beginnt in ersten Ländern, die finale Version für das Moto Z und Moto G4 zu verteilen; LG hat mit dem Aktualisieren des G5 begonnen. Samsung liefert immerhin seit Kurzem Beta-Versionen für das Galaxy S7 und S7 Edge aus. Auch für das OnePlus 3 steht mittlerweile eine Beta zum Download bereit.

Das Alternativ-Android CyanogenMod schwenkt mit Version 14.1 sogar schon auf Android 7.1 um. Bisher sind aber nur die mit einigen Einschränkungen versehenen Nightly-Builds des CustomROM erhältlich.

Derzeit gibt es Android 7 als Update nur für einige Smartphones der Nexus-Baureihe von Google. Selbst die meisten Neugeräte kommen noch mit Android 6; uns bekannte mit Nougat sind lediglich das Huawei Mate 9, das Google Pixel und Pixel XL sowie das hierzulande nicht erhältliche LG V20. Immerhin liefern einige Hersteller schon länger Beta-Versionen, darunter Huawei für das P9 und Sony für das Xperia X. Für weitere Top- und Mittelklasse-Geräte sind Updates angekündigt, von denen eines vor der Tür steht: Das HTC 10 soll Android 7 noch im November bekommen. (jow@ct.de)

## Gaming-Notebook mit OLED-Bildschirm

Dells Gaming-Sparte hat ihr kompaktes Gaming-Notebook Alienware 13 überarbeitet: Trotz seiner kompakten Abmessung kommen in der neuen R3-Variante ein Vierkern-Prozessor der sechsten Core-i-Generation (Skylake) und der leistungsfähige Grafikchip GeForce GTX 1060 zum Einsatz. Diese performanten Komponenten brauchen entsprechende Kühler, was aufs Gewicht schlägt: Mit rund 2,6 Kilogramm ist das Alienware 13 etwa doppelt so schwer wie 13-Zoll-Ultrabooks – es bietet aber eben auch deutlich mehr Rechen- und Grafikleistung.



Beim neuen Dell Alienware 13 ist eine Windows-Hello-taugliche Infrarot-Kamera an Bord.

Für den direkten Vorgänger Alienware 13 R2 hatte Dell Anfang des Jahres einen OLED-Bildschirm als Option in Aussicht gestellt, doch nach Deutschland hat es dieser nie geschafft. Laut Dell Deutschland war die Nachfrage so groß, dass man alle bestellten OLED-Panels benötigte, um die Bestellungen auf dem US-amerikanischen Heimatmarkt zu erfüllen. Mit dem Alienware 13 R3 soll die OLED-Option jetzt nach Deutschland kommen.

OLED-Modelle des Alienware 13 R3 kosten mindestens 2100 Euro, während man es mit anderen Bildschirmen – zur Wahl stehen ein TN-Panel mit 1366 × 768 Pixeln und ein IPS-Panel mit 1920 × 1080 Pixeln – schon ab 1500 Euro bekommt. Beide Varianten sind matt; das OLED-Panel (2560 × 1440 Punkte) ist ein glänzender Touchscreen. Je nach gewählten Optionen lassen sich die Preise weiter in die Höhe treiben: Das Alienware 13 R3 verträgt bis zu 2 TByte SSD-Speicher und bis zu 32 GByte DDR4-RAM.

Dell hat nach eigenen Angaben die RGB-LED-beleuchtete Tastatur verbessert und verspricht einen für Notebook-Verhältnisse großen Tastenhub von über 2 Millimetern. Die schon länger angebotene externe Zusatzbox namens Grafikverstärker, die normale Desktop-Grafikkarten aufnimmt, lässt sich auch am Alienware 13 R3 verwenden. Zu Geräuschentwicklung und Akkulaufzeit macht Dell keine Angaben, doch die Voraussetzungen für einen langen Betrieb sind gegeben: Der Akku fasst satte 76 Wh. Das ist das Doppelte normaler 13-Zoll-Notebooks; selbst das Alienware 13 R2 bot lediglich 51 Wh. (mue@ct.de)

## Business-Notebooks mit Kaby Lake

Während man Intels siebte Core-i-Generation (Kaby Lake) bereits in etlichen Consumer-Notebooks vorfindet (siehe S. 102), halten sich die Hersteller von Business-Geräten bislang zurück. Die ersten Business-Notebooks mit Kaby Lake bringt nun Fujitsu auf den Markt: das Lifebook U727 mit 12,5-Zoll-Bildschirm, das Lifebook U747 mit 14,1-Zoll-Bildschirm und das Lifebook U757 mit 15,6-Zoll-Bildschirm. Allerdings nutzen die Geräte vorerst ausschließlich CPU-Modelle ohne die Fernwartungsfunktion vPro: Kaby-Lake-Modelle mit vPro hat Intel bislang nicht vorgestellt – was wiederum das Fehlen von Konkurrenz-Geräten erklärt.

Die Gehäuse von allen drei Lifebooks sind knapp zwei Zentimeter dick; das Gewicht beträgt 1,3, 1,6 beziehungsweise 1,8 Kilogramm. Bei den Bildschirmen hat man die Wahl zwischen HD- (1366 × 768 Punkte) und Full-HD-Auflösung (1920 × 1080 Punkte); zudem steht ein Full-HD-Touchscreen im Datenblatt. Ob man auch als Privatmensch die volle Auswahl bekommt, ist unklar: Beim Schwestermodell S936 (siehe c't 17/16, S. 96) gibt es das 2560er-Panel nur für Firmenkunden, die größere Stückzahlen abnehmen.

Das U727 und das U747 verkauft Fujitsu ausschließlich mit SSDs von 128 bis 512 GByte; das U757 bekommt man wahlweise auch mit herkömmlicher Festplatte. Bei Bedarf lassen sich alle drei mit LTE-Modems bestücken. Eine USB-Typ-C-Buchse dient dank Power-Delivery-Unterstützung auch als Docking-Schnittstelle zum optionalen Port-Replikator; per DisplayPort lassen sich 4K-Monitore mit 60 Hz ansteuern. Das U757 hat zusätzlich einen HDMI-Ausgang, der sich aber nicht gleichzeitig mit dem DisplayPort nutzen lässt.

Laut Fujitsu soll man die drei Neulinge noch im November vorbestellen können; die Auslieferung soll frühestens im Januar 2017 beginnen. Preise lagen bei Redaktionsschluss noch nicht vor. (mue@ct.de)



Zu Fujitsus neuer Lifebook-U7-Familie gehören der 12,5-Zöller U727, der 14,4-Zöller U747 und der abgebildete 15,6-Zöller U757.

Anzeige



# »Vor Snowden hat uns keiner zugehört«

**Die Bürgerrechtlerin Cindy Cohn über ihren Kampf gegen die NSA und die Folgen der Trump-Wahl**

**Wohl kaum jemand hat mehr Erfahrung im Kampf gegen Überwachung als Cindy Cohn. Drei Jahre nach Snowdens Enthüllungen zieht die Anwältin ein Zwischenfazit und bewertet die Rolle der Silicon-Valley-Giganten.**

**Von Christian Wölbart**

**D**ie amerikanische Bürgerrechtlerin Cindy Cohn klagte 1993 erfolgreich gegen die Exportbeschränkungen der US-Regierung für Verschlüsselungsalgorithmen. Seit 2006 kämpft sie vor Gericht gegen die Massenüberwachung von US-Bürgern durch die NSA und AT&T. 2015 übernahm sie die Leitung der Electronic Frontier Foundation (EFF), für die sie zuvor als Rechtsvorstand gearbeitet hatte. Die 1990 gegründete Organisation hat mittlerweile 50 Angestellte und über 25.000 Fördermitglieder. Auch außerhalb des Gerichtssaals kämpft die EFF für den Datenschutz: mit Initiativen wie Let's Encrypt (kostenlose SSL-Zertifikate) und Browser-Add-Ons wie HTTPS Everywhere.

**c't: Frau Cohn, auf dem Laptop von Edward Snowden prangt ein Aufkleber der Electronic Frontier Foun-**

**dation. Was hat Snowden für Sie erreicht?**

**Cohn:** Wir von der EFF haben Teile der Massenüberwachung durch die NSA schon 2006 aufgedeckt und dagegen geklagt. Aber wir kamen vor Gericht kaum voran, und die Öffentlichkeit interessierte sich nicht dafür. Snowden hat das geändert. Die Menschen haken nun immer wieder nach – wie Sie gerade. Das ist in meinen Augen sein größtes Verdienst.

**c't: Wie sehen Sie die Chancen, die Überwacher politisch und rechtlich in die Schranken zu weisen?**

**Cohn:** Der Sicherheitsapparat ist riesig. Es ist eine gewaltige Aufgabe, ihn nur ein wenig zurückzudrängen. Aber ein paar Fortschritte gab es: In den USA hat der Kongress die Sammlung einheimischer Telefon-Metadaten beendet. Dadurch verlor die NSA zum ersten Mal seit den Siebzigerjahren eine Befugnis. In Europa gab es auch Erfolge, zum Beispiel die Entscheidung des EuGH, Safe Harbor zu kippen.

**c't: In Europa wurden allerdings einige zuvor illegale Praktiken legalisiert, zum Beispiel in Deutschland durch das neue BND-Gesetz. Ist das in den USA auch passiert?**

**Cohn:** Meine Widersacher in der Regierung würden sagen, dass sie die Massenüberwachung schon 2008 legalisiert haben, als der Kongress den Abschnitt 702 des FISA Amendment Act erließ. Das Gesetz erlaubt die gezielte Überwachung von Ausländern im Ausland – von amerikanischem Boden aus. Es diente zunächst heimlich als Grundlage für die Massenüberwachung. Jetzt, nach Snowden, behauptet die Regierung, dass das Gesetz ihr das Recht gibt, jedermann zu überwachen, solange Ausländer im Ausland das Ziel sind.

Ich sage aber, dass Section 702 rein gar nichts aussagt über das Anzapfen des Internet-Backbone und die Überwachung aller Daten und Inhalte aller Menschen. Die Behauptung der Regierung, dass das Gesetz die Massenüberwachung autorisiert, ist falsch.

**c't: Wie sieht Ihre Strategie gegen das Gesetz aus?**

**Cohn:** Wir kämpfen vor Gericht. Außerdem arbeiten wir daran, dass der Kongress das Gesetz im kommenden Jahr auslaufen lässt. Es steht zur Verlängerung an, also



haben wir eine Chance, es zu verändern oder zu stoppen.

Im Ausland überwacht die Regierung mit einer anderen Grundlage, dem Dekret 12333 von Ronald Reagan. Es ist sehr allgemein und vage formuliert. Das müsste der Präsident stoppen. Ob der Kongress eingreifen kann, ist umstritten.

**c't: Was erwarten Sie dazu von Donald Trump und der republikanischen Mehrheit im Kongress?**

**Cohn:** Unsere Chancen sind durch den Wahlsieg von Donald Trump traurigerweise viel kleiner geworden. Wir warten noch ab, welche Leute er um sich schart, aber es sieht nicht gut aus.

Alles, was wir im Wahlkampf von ihm gehört haben, deutet darauf hin, dass seine Politik bezüglich Freiheit und Sicherheit im Internet viel schlechter wird als die von Barack Obama. Und die war schon nicht gut.

**»Unsere Chance ist durch Trumps Sieg kleiner geworden.«**

**c't: Wie stellen Sie sich jetzt auf Trump ein?**

**Cohn:** Wir werden uns wahrscheinlich mehr auf unsere Gerichtsverfahren konzentrieren sowie auf den Ausbau von Tools für Nutzer. Aber wir werden auch im Kongress nicht aufgeben.

**c't: Was wurde mit technischen Maßnahmen gegen Massenüberwachung erreicht?**

**Cohn:** Mittlerweile ist über die Hälfte des Web-Verkehrs verschlüsselt. Das ist ein gewaltiger Anstieg, den wir Projekten wie Let's Encrypt und HTTPS Everywhere zu verdanken haben. Aber auch den Bemühungen großer Konzerne wie Google, ihre internen Verbindungen zu verschlüsseln.

**c't: Wie beurteilen sie die Reaktionen der großen Konzerne insgesamt?**

**Cohn:** Sie haben einige gute Dinge getan, nicht nur durch Verschlüsselung. Denken Sie an die NSA-Folie über die Google-Rechenzentren mit dem Smiley. Das hat viele Leute im Silicon Valley ernsthaft aufgebracht. Microsoft wehrt sich in mindestens zwei großen Gerichtsverfahren gegen Überwachung. Twitter wehrt sich ebenfalls. Aber die Reaktionen waren inkonsistent. Zum Beispiel hat Yahoo sich gegen eine geheime FISA-Anordnung gewehrt, aber auch für die NSA ein Root-

kit auf seinem eigenen Mailserver eingesetzt. Wegen solcher geheimer Aktionen ist es schwierig, ein Gesamtfazit zu ziehen.

**c't: Und die Provider?**

**Cohn:** AT&T und Verizon schneiden viel schlechter ab. Sie wirken wie willige Partner der meisten großen Überwachungsprogramme, was unglaublich enttäuschend ist. Ich vermute, das liegt an der mangelnden Konkurrenz durch ausländische Anbieter. Die Internet-Konzerne müssen hingegen befürchten, dass ihre Kunden zu ausländischen Konkurrenten gehen. Die Mehrheit der Kunden von Facebook, Google, Apple und Microsoft stammt nicht aus den USA.

**c't: Immer mehr Menschen nutzen Messenger mit Ende-zu-Ende-Verschlüsselung. Sind die Crypto Wars Geschichte?**

**Cohn:** Wir dachten schon mal, dass die Crypto Wars vorbei wären, nämlich in

den Neunzigern, als wir Verschlüsselung der Kontrolle der Regierung entrissen hatten. Aber dann enthüllte Snowden, dass die NSA heimlich die ganze Zeit Verschlüsselungsstandards sabotiert hat. Das war zutiefst beunruhigend – unsere eigene Regierung hat unsere Sicherheit untergraben.

Jetzt freuen wir uns sehr über Ende-zu-Ende-Verschlüsselung in Apps wie iMessage, WhatsApp und Signal. Trotzdem sind die Crypto Wars nicht vorbei. Das FBI hat gerade erst versucht, Apple zu zwingen, seine eigene Verschlüsselung anzugreifen, und allen anderen Firmen Angst einzujagen. Und ich denke, das FBI wird es erneut versuchen.

**c't: Sie kämpfen schon seit 23 Jahren für Verschlüsselung und gegen Überwachung. Woher haben Sie Ihren langen Atem?**

**Cohn:** Wir sollten uns noch mindestens 10 weitere Jahre Zeit geben, unsere Ziele zu erreichen. Das finde ich fair. Denn die Massenüberwachung lief 12 Jahre, bevor der Großteil der Menschen von ihr erfuhr – von 2001 bis 2013. Und es macht viel mehr Spaß, auf der Seite der Guten zu kämpfen. Es ist mir eine Ehre.

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

Anzeige

# Admins aufgepasst – SHA-1 vor dem Aus

## Browser-Hersteller ächten veraltetes Hash-Verfahren

**Ab Januar geht es SHA-1 an den Kragen. Genauer: Microsoft, Google und Mozilla werden ihre Browser so umstellen, dass sie auf HTTPS-Seiten, die SHA-1 für Signaturen verwenden, Fehlermeldungen anzeigen. Das betrifft allein in Deutschland rund 30.000 Webseiten, darunter solche des Bundes und der Polizei.**

Von Jürgen Schmidt

**H**ash-Verfahren kommen bei HTTPS unter anderem zum Einsatz, um die Identität eines Kommunikationspartners zu beglaubigen beziehungsweise zu prüfen. So erzeugt die unterschreibende Zertifizierungsstelle einen eindeutigen Hash-Wert über die Daten des Zertifikats, die insbesondere den Namen des

Inhabers (Subject) und dessen öffentlichen Schlüssel enthalten (SubjectPublicKeyInfo). Diesen Hash-Wert signiert sie mit ihrem geheimen RSA-Schlüssel. Der Browser überprüft die Identität der aufgerufenen Webseite, indem er selbst den Hash-Wert über Namen und Schlüssel bildet und ihn mit dem beglaubigten Hash vergleicht.

### Gefährliche Kollisionen

Die Eindeutigkeit ist dabei der Knackpunkt. Gelingt es einem Angreifer, zwei Datensätze mit verschiedenen Namen wie „www.diebank.de“ und „www.evil.com“ zu erstellen, die den gleichen Hash-Wert ergeben (eine sogenannte Hash-Kollision), ist das Verfahren ausgetrickst. Denn er kann sich von der CA ein gültiges Zertifikat für seinen evil.com-Server ausstellen lassen und deren Signatur unter ein Zertifikat auf den Namen von diebank.de

montieren. Der Browser wird das dann klaglos anerkennen.

Genau das haben Forscher bereits 2008 mit einer Kollision für MD5 demonstriert. Und bei SHA-1 steht es unmittelbar vor der Tür – wenn es nicht im Geheimen längst praktiziert wird. Denn 2015 konnten Forscher mit moderatem Aufwand (10 Tage auf einem 64-GPU-Cluster) bereits eine wichtige Vorstufe zu einer vollständigen Kollision errechnen.

Bereits seit 2005 ist bekannt, dass SHA-1 kaputt ist und man möglichst schnell auf den Nachfolger SHA-2 respektive SHA256 wechseln sollte. Dennoch verwendeten unlängst immer noch viele Zertifizierungsstellen SHA-1 für ihre Unterschrift.

Den Browser-Herstellern ist das seit geraumer Zeit ein Dorn im Auge. Mozilla unternahm bereits im Frühjahr 2016 einen Vorstoß, dem ein Ende zu bereiten, und schaltete die Unterstützung für SHA-1 mit einem Update ab. Allerdings ergab das so viele Fehlermeldungen, dass sie sehr schnell wieder zurückrudern mussten.

### Es wird ernst

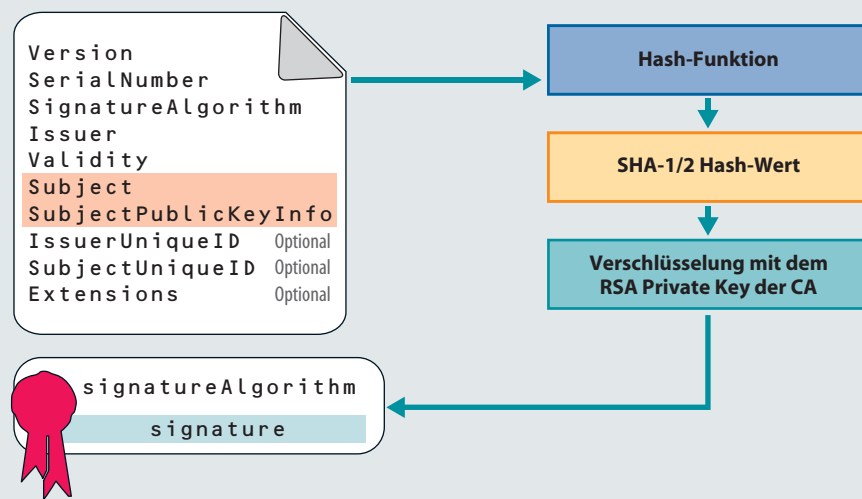
Derzeit sanktioniert vor allem Googles Chrome Webseiten mit SHA-1-Zertifikaten. Dort erscheint dann das „https“ in der Adresszeile statt in vertrauenerweckendem Grün durchgestrichen in Rot. Erfahrungsgemäß ignorieren das jedoch viele Anwender.

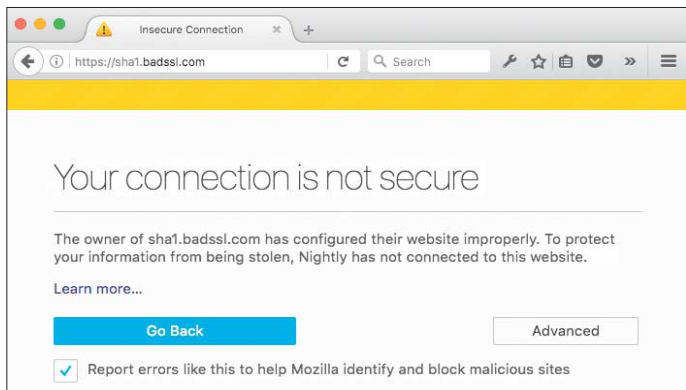
Ab Januar soll es aber richtig ernst werden. Ab da wollen nämlich die drei größten Browser-Hersteller Updates ausrollen, die bei SHA-1-Zertifikaten statt der aufgerufenen Webseite eine Fehlermeldung anzeigen. Konkret will Google das Ende Januar mit Chrome 56 umsetzen, Mozilla bei Firefox 51 und Microsoft im Februar mit Updates für Internet Explorer und Edge. Wer Safari in dieser Liste vermisst: Es gelang uns leider nicht, etwas von Apple zu diesem Thema in Erfahrung zu bringen.

Wie ein Kurztest von heise Security ergeben hat, wird die Umstellung immer noch viele Fehlermeldungen provozieren. Während die große Mehrzahl der getesteten Seiten zwar bereits auf Zertifikate mit SHA-2-Signatur umgestellt ist, gibt es immer noch reichlich Ausnahmen. So entdeckte heise Security etwa SHA-1-Zertifikate auf der Seite für Online-Petitionen des Niedersächsischen Landtags, bei der Online-Wache der Polizei Niedersachsen und vielen VPN- und Webmail-Gateways.

## Aufbau eines X.509-Zertifikats

Die Hash-Funktion sollte einen eindeutigen Prüfwert liefern, den die Zertifizierungsstelle dann beglaubigt. Kann ein Angreifer zwei Datensätze mit verschiedenen Namen, aber gleichem Hash-Wert erstellen, ist das Verfahren geknackt.





Ab Januar wird Firefox statt der Webseite diese Fehlermeldung anzeigen, wenn sie noch SHA-1 einsetzt. Nur über die erweiterten Optionen gelangt der Anwender trotzdem auf die Webseite.

## Jetzt sind die Admins gefragt

Admins sollten also unbedingt noch 2016 alle ihre Webseiten und Zertifikate prüfen. Sie können das etwa beim Server-Test der SSL-Labs. Dabei ist zu beachten, dass man bei einem solchen Test durchaus auch ein grünes „A“ erhalten kann, etwa wenn die SHA-1-Signatur lediglich ein Intermediate-CA-Zertifikat betrifft. Diese Intermediate-CA-Zertifikate lösen dann aber trotzdem Fehlermeldungen aus. Man sollte also die komplette Certificate Chain auf SHA-1 untersuchen. Komplette Domains kann man etwa bei Digicert testen lassen (siehe c't-Link).

Ein Zertifikat, das noch mit einer SHA-1-Unterschrift versehen ist, sollte die ausstellende CA eigentlich kostenlos gegen eines mit SHA256 austauschen. Man kann sich aber bei der Gelegenheit auch überlegen, ob man nicht gleich zu einer CA wechselt, die das mit der Sicherheit ernster nimmt.

Um zu verhindern, dass etwa Antiviren-Produkte oder Intrusion-Detection-Systeme beeinträchtigt werden, die etwa in Firmenumgebungen TLS-Verbindungen öffnen, um deren Inhalt zu inspizieren, betreffen die Sanktionen nur Zertifikate, die auf ein standardmäßig mit dem Browser mitgelieferte Root-CA zurückzuführen sind. Zertifikate, die von lokal installierten Firmen-CAs beglaubigt sind, sollen vorerst keine SHA-Fehlermeldungen auslösen.

Sollten Anwender auf Fehlermeldungen zu SHA-1 treffen, ist es am besten, wenn sie dem Betreiber der Webseite beziehungsweise direkt dessen Admins auf die Zehen steigen. Mit etwas Glück ist dann SHA-1 in wenigen Monaten tatsächlich Geschichte – zumindest im Web. (ju@ct.de)

Auf SHA-1 testen: [ct.de/y1mf](https://ct.de/y1mf)



Schon jetzt zeigt Chrome das „https“ samt Schloss als gefährlich an, wenn eine SHA-1-Unterschrift im Spiel ist.

Anzeige



# WLAN-Mauscheleien

## Wie Firmen versuchen, IEEE-Normen in ihre Richtung zu biegen

**Im internationalen Normungsgremium IEEE feilen zahlreiche Arbeitsgruppen an Details für kommende WLAN-Standards zugunsten reibungslosen Funkverkehrs. Bei der Zusammenarbeit knirscht es aber immer wieder.**

Von Jennifer Li

Zwei Beschwerden über illegale Absprachen erschütterten im Sommer 2016 die innerhalb des IEEE für WLAN-Standardisierung zuständige Gruppe 802.11. Die erste Beschwerde betrifft den Standardentwurf 802.11ai: Fast Initial Link Setup soll das Anmelden vieler Clients innerhalb kurzer Zeit beschleunigen, was beispielsweise hilft, wenn ein U-Bahn-Zug in die Station einfährt. Ein Angestellter von Hewlett-Packard Enterprise bezichtigt darin Huawei, ihre Mitarbeiter instruiert zu haben, um Abstimmungen zu gewinnen. Nach den IEEE-802-Statuten sind solche Anweisungen untersagt, da alle Personen als unabhängige Tagungsteilnehmer und technische Experten auftreten.

In einem Fall soll eine größere Zahl von Huawei-Mitarbeitern den Sitzungssaal kurz vor der Abstimmung betreten und gleich danach wieder verlassen haben. Als Reaktion hat die Arbeitsgruppe TGai namentliche Abstimmungen eingeführt. Im Untersuchungsbericht (siehe c't-Link) kommen die Autoren jedoch zum Schluss, dass keine Beweise für illegale Absprachen zu finden seien. Gleichwohl sah sich der 802.11-Vorsitzende genötigt, die Huawei-Beschäftigten zu ermahnen.

Die zweite Beschwerde bezüglich „Dominanz“ im Normierungsprozess kam in der TGax-Arbeitsgruppe hoch. Sie ist zuständig für High Efficiency WLAN (802.11ax), den Nachfolger der heute üblichen Standards 802.11n bei 2,4 GHz und 11ac im 5-GHz-Band. Wegen seiner enormen Marktbedeutung ist 11ax umkämpft: Weit mehr als die Hälfte aller Tagungsbesucher nehmen an TGax-Sitzungen teil.

Insider deuteten schon vor Langem an, dass es in TGax nicht mit rechten Dingen zugehe [1]. In seiner Beschwerde berichtet nun ein Teilnehmer, dass er seinen technischen Beitrag über mehrere Jahre verbessert und immer wieder zur Abstimmung gestellt habe. Ein hinter den Kulissen agierendes Syndikat (Special Interest Group, SIG) müsse aber durch koordiniertes Abstimmungsverhalten die Berücksichtigung in 802.11ax verhindert haben.

### Geheimakteure

Ein Untersuchungskomitee stieß hierzu auf Erstaunliches. Es gab gleich vier solcher Syndikate, von denen indes nur eines eine Rolle spielte. Dieses hielt regelmäßig externe Tagungen ab, die nur seinen Mitgliedern zugänglich waren. Innerhalb des Syndikats durften aber nicht alle über gemeinsame Vorschläge abstimmen. Dies war den Gründungsfirmen vorbehalten.

Dem zum November-Treffen veröffentlichten Untersuchungsbericht zufolge habe sich das „DensiFi“-Syndikat in Pa-

tentanträgen und TGax-Tagungsbeiträgen selbst enttarnt. Das ist bemerkenswert, weil nach den IEEE-802-Statuten nur Individuen an Tagungen teilnehmen können, aber keine Firmen oder Konsortien.

DensiFi wählte sich offensichtlich in Sicherheit: Mehrere bei Syndikatsmitgliedern Angestellte wurden noch als Mitautoren technischer Vorschläge aufgeführt, als sie ihren Arbeitgeber längst verlassen hatten. Dass der aktuelle 11ax-Entwurf fast gänzlich aus DensiFi-Beiträgen besteht, verwundert daher nicht mehr.

Vertreter der Firmen Broadcom, Intel und Qualcomm streuten noch während der IEEE-Tagung Zweifel am Bericht und versuchten, das Thema kleinzureden. Broadcom brachte sogar seinen Firmen-Anwalt in Stellung. Dennoch kam die IEEE-802-Führungsgruppe zu dem Schluss, dass der Bericht DensiFis illegale Absprachen eindeutig belege.

Als Gegenmaßnahme soll sogar die Auflösung der TGax-Gruppe zur Debatte gestanden haben. Insider meinen, dass DensiFi mit der beschlossenen Maßnahme – SIG-Mitglieder zählen nur als eine Stimme – noch gut davongekommen sei. So hat die Minderheit der nicht in DensiFi vertretenen TGax-Teilnehmer wieder eine Chance, Abstimmungen gegen den Rest zu gewinnen.

Da der 11ax-Entwurf erst im November den Versionsstand 1.0 erreichte und den 802.11-Mitgliedern zur Abstimmung gestellt wurde, dürfte die Maßnahme gegen DensiFi die Verabschiedung von 802.11ax verzögern.

Kritiker unken, dies sei nicht schlimm, weil der Entwurf wegen seines großen Overheads ohnehin enttäusche. In Simulationen für dichte Szenarien mit vielen WLAN-Basen und Clients würde 11ax nicht viel besser als 11ac funktionieren.

Der TGax-Vorsitzende rief daher erneut zu Diskussionen auf, wie das im Projektantrag gesteckte Ziel der Performance-Vervierfachung erreicht werden soll. Einige Vorschläge zielten dann prompt darauf, die Simulationsannahmen zu ändern, sodass es einfacher werde, das gewünschte Ergebnis zu erreichen. Für die ab 2017 erscheinenden 11ax-Produkte verheißt das nichts Gutes. (ea@ct.de) **ct**

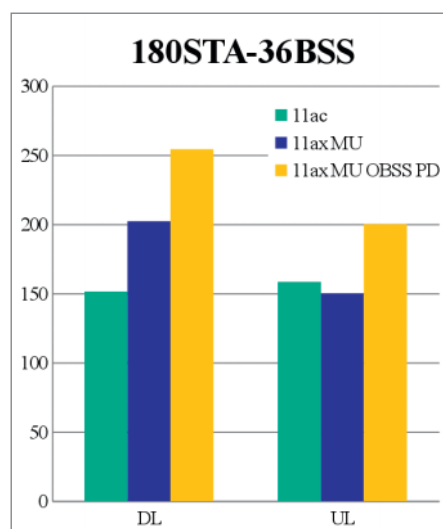


Bild: Frank Hsu et al., Mediatek/IEEE

In manchen Simulationen zeigt 11ax als 11ac-Nachfolger bislang nur geringe Gewinne: Bei einem dicht besetzten Szenario legte der Downstream (DL) um 60 Prozent zu, der Upstream nur um 30. Entwicklungsziel ist Faktor 4.

### Literatur

- [1] Peter Jensen, WLAN-Evolution, Wie sich WLAN trotz Patentquerelen weiterentwickelt, c't 4/16, S. 152

IEEE-Beiträge zu 11ai und 11ax: [ct.de/yrvv](http://ct.de/yrvv)

Anzeige

## Falschmeldungen sollen US-Wähler beeinflusst haben

Die Berichterstattung der etablierten Medien im Vorfeld zu den US-Präsidentenwahlen ist von Fake-News in sozialen Netzwerken überlagert worden. So lautet der Vorwurf, den zuletzt die US-amerikanische Medienplattform BuzzFeed, zuvor aber schon die britische Tageszeitung The Guardian geäußert hat. Demnach haben Firmen, die ihren Gewinn mithilfe von Google AdSense erwirtschaften, auf Facebook und Twitter tausende Falschmeldungen veröffentlicht, die wiederum eifrig von Social Bots und Trump-Befürwortern geteilt worden seien.

In Veles, einer kleinen Stadt in Mazedonien, sind dem Guardian zufolge 150 Domains registriert, unter denen tagtäglich Clinton-feindliche oder Trump-befürwortende Artikel veröffentlicht wurden. Warum? Ein junger Mann habe die Idee verfolgt, per Google AdSense Geld damit zu verdienen. Das Geschäftsmodell ist simpel: Der AdSense-Kunde bietet seine Webseite für Werbeanzeigen an. Durch jeden Besuch der Seite steigen die Einnahmen für den Seitenbetreiber. Der mazedonische Seitenbetreiber analysierte also, mit welchen Meldungen er die meisten Klicks für seine Seite gewinnen würde.

Das Ergebnis seiner Analyse seien Meldungen gewesen, welche die Diskussionen zu den anstehenden US-Wahlen befeuerten. Seine Geschäftsidee sprach sich herum: Heute sind von den 150 Domains noch über 100 aktiv und hören auf URLs wie WorldPoliticus.com und USConservativeToday.com. Sie erwecken damit den Anschein, aus den USA zu stammen.

Überschriften wie „Hillary Clinton wird 2017 vor Gericht stehen“ erreichten bis zu 140.000 Klicks, Shares und Reaktionen durch die Werbekanäle sozialer Netzwerke. Forscher der University of Southern California haben allein auf Twitter 400.000 Social Bots gefunden, die sich in die politische Debatte einmischten und für 20 Prozent aller Wahlkampf-Tweets sorgten. 75 Prozent von ihnen unterstützten Trump.

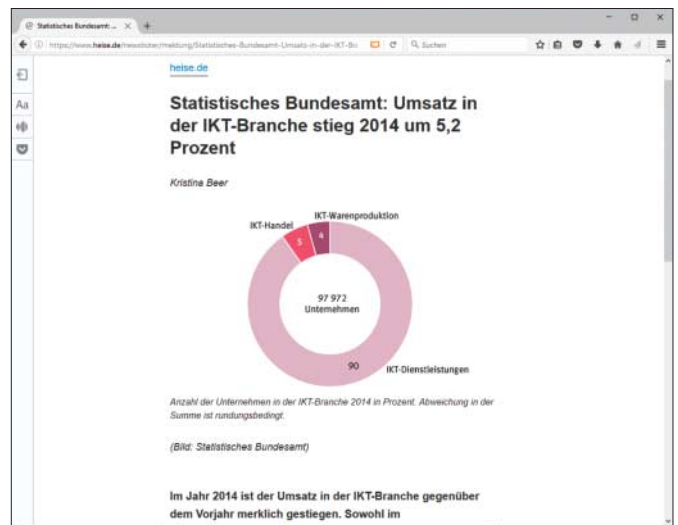
Google kündigte vergangene Woche einen AGB-Wechsel an, wonach Webseiten mit Falschinformationen aus dem AdSense-Programm ausscheiden müssten. Facebook passte die Werberichtlinien an und droht mit Accountsperre bei Zuwiderhandlung. Facebook-Chef Mark Zuckerberg behauptete in einem Statement zum Vorwurf, „über 99 Prozent der Posts, die Nutzer auf Facebook sehen, sind authentisch“. Dass Hoaxes zu einer Änderung des Wahlergebnisses geführt hätten können, sei „eine verrückte Annahme“.

(lel@ct.de)



Solche Fake-News sollen die US-Wahl beeinflusst haben.

## Firefox 50 bringt Detailverbesserungen



Der lesefreundliche Modus lässt sich nun bequem über eine Tastenkombination erreichen.

Am 15. November hat Mozilla die Version 50 des Desktop-Browsers Firefox freigegeben. Das Update hatte sich um einige Tage verzögert, weil noch eine Code-Optimierung zur Verkürzung der Kaltstart-Zeit des Browsers anstand. Diese Änderung betrifft insbesondere den Start von installierten Add-ons, der nun wesentlich beschleunigt worden ist.

Praktisch für Viel-Surfer: Ein neuer Menüpunkt erleichtert den Wechsel zwischen mehreren geöffneten Tabs. Unter „Allgemein“ lässt sich ein Häkchen neben „Bei Strg+Tab die Tabs nach letzter Nutzung in absteigender Reihenfolge anzeigen“ setzen. Firefox zeigt dann beim Blättern mit Strg+Tab eine Kachelansicht der offenen Tabs in der Reihenfolge ihrer letztmaligen Nutzung.

Den Lesemodus für eine Webseite erreicht man nun bequem über die Tastenkombination Strg+Alt+R. Außerdem lässt sich die Seite im Lesemodus auch ausdrucken, was deutlich zum Tinte- beziehungsweise Toner-Sparen beitragen dürfte. Die über Strg+F erreichbare Begriffssuche auf einer Webseite hat Mozilla um das Kriterium „Ganze Wörter“ ergänzt, sodass Stellen, die diesen Begriff in einem längeren Wort enthalten, auf Wunsch nicht mehr angezeigt werden.

Die in Firefox 48 eingeführte Mehrprozess-Architektur (Projekt „Electrolysis“) steht jetzt für alle Add-ons bereit, die Mozilla als Firefox-kompatibel eingestuft hat. Ob Electrolysis im laufenden Firefox aktiv ist, erfährt man in den „Informationen zur Fehlerbehebung“. Geben Sie dazu „about:support“ in die Adresszeile ein und sehen Sie unter „Fenster mit mehreren Prozessen“ nach.

Firefox 50 behebt außerdem insgesamt 27 Schwachstellen, von denen Mozilla drei als sicherheitskritisch einstuft. Auf der Mozilla-Website steht Firefox 50 für Windows, macOS und Linux zum Download bereit. Wer das automatische Update aktiviert hat, dürfte es bereits erhalten haben. Die nächste Version 51 von Firefox ist für Ende Januar 2017 geplant, laut Roadmap soll Ende 2017 bereits Firefox 57 erscheinen.

(hob@ct.de)

Anzeige

## Affinity-Reihe für Windows

Serif hat die Bildbearbeitung Affinity Photo als Betaversion für Windows veröffentlicht. Der Vektorzeichner Affinity Designer ist als finale Windows-Version zu einem Preis von 50 Euro erschienen. Auch die Bildbearbeitung soll später 50 Euro kosten. Beide Programme unterstützen die Farbmodi RGB, CMYK und Lab sowie ICC-Farbprofile. Sie sollen sich durch hohe Geschwindigkeit bei Verarbeitung und Darstellung auszeichnen.

Die Windows-Beta von Affinity Photo soll technisch auf demselben Stand sein wie die kommende Version 1.5 für macOS. Das schließt die Montage von Panoramen und HDR-Bildern sowie einen Filter für Split-Tönung ein. Per Focus-Stacking erhöht sie die Schärfentiefe durch Kombination unterschiedlich fokussierter Fotos. Ein integrierter Raw-Entwickler bearbeitet Weißabgleich, Belichtung, Kontrast und Sättigung, korrigiert Perspektive und reduziert Bildrauschen. Bildkorrekturen und selbst Effektfiler wendet das Programm nicht destruktiv an. Außerdem enthalten sind eine Stapelverarbeitung und eine noch nicht näher beschriebene Funktion zur Bearbeitung von 360-Grad-Aufnahmen. (akr@ct.de)



Affinity Photo ist als Betaversion für Windows erschienen. Das Programm wendet Effekte nicht destruktiv an.

## Beschleunigt modellieren

Die 3D-Modeling-Software SketchUp Pro 2017 erhält eine neue Grafik-Pipeline, die für flüssigere Rotation sorgen soll. Außerdem unterstützt sie hochauflösende Displays. Die Darstellung von Mehrfachtransparenz wurde für verbesserte Tiefenstaffelung überarbeitet. Das Versatzwerkzeug verhindert jetzt per Tastenkürzel das Überlappen geometrischer Formen.

SketchUps Grundrisszeichner LayOut erstellt und formatiert nun Tabellen. Außerdem importiert er CSV- und Excel-Dateien. Um Zeichnungen aus SketchUp Pro komfortabler in externen CAD-Anwendungen bearbeiten zu können, haben die Entwickler den DWG/DXF-Export überarbeitet. Dieser gibt beispielsweise eine fünfseitige LayOut-Datei in einer DWG-Datei mit separaten Registrierkarten aus; bisher wurde jede Seite als einzelne Datei exportiert. SketchUp Pro 2017 läuft ab Windows 7 beziehungsweise macOS 10.10. Eine Einzelplatzlizenz kostet 657 Euro. (mre@ct.de)

## Fotoscanner-App und Neues von Google Fotos

Google hat die App Fotoscanner für Android und iOS veröffentlicht, mit der sich Fotoabzüge mit dem Smartphone fotografieren lassen. Googles Technik fürs Zusammensetzen von 360-Grad-Panoramen rechnet dabei Reflexion durch Blitzlicht oder Lampe heraus. Das Foto wird automatisch entzerrt, beschnitten und gedreht.

Google Fotos hat verbesserte Bearbeitungsfunktionen und zwölf neue Bild-Looks für Schwarzweiß- und Farbeffekte erhalten. Für die Auto-Korrektur stehen die Optionen Licht, Farbe und Pop zur Wahl. Letztere verstärkt Sättigung und Kontrast. Die Funktionen für Licht und Farbe lassen sich ausklappen: Licht bietet zusätzliche Regler für Belichtung, Kontrast, Weiß, Lichter, Schatten, Schwarz und Vignette. Unter Farbe kann man Sättigung, Wärme, Färbung, Hautton und Tiefblau einstellen. Tiefblau, eine eher ungewöhnliche Funktion, verstärkt die Farbtöne im Himmel. (akr@ct.de)

## Automatische Perspektivkorrektur

Das Perspektivkorrekturprogramm DxO ViewPoint 3 korrigiert Fotos mit stürzenden Linien sowie schiefem Horizont automatisch und beschneidet das Bild in einem Arbeitsgang. Wenn die Korrektur nicht gelingt, kann man mit Hilfslinien nachhelfen und diese über Bildschirmlupen exakt positionieren. Zusätzlich korrigiert ViewPoint Verzerrung durch Weitwinkelobjektive. Das Programm hat außerdem einen Tilt-Shift-Effekt erhalten. Dabei hat DxO einen Filter für Objektivunschärfe implementiert. Dieser bietet sechs verschiedene Bokeh-Varianten, die unterschiedliche Lamellenstruktur von Objektiven simulieren.

Als Plug-in für DxO Optics Pro lässt sich das Programm per Stapelverarbeitung auf eine Reihe von Bildern anwenden. Eine ähnliche Funktion ist für Lightroom geplant. ViewPoint 3 steht ab sofort für Windows und macOS zur Verfügung und kostet 80 Euro. (akr@ct.de)



DxO ViewPoint 3 korrigiert Perspektivfehler wie die stürzenden Linien in diesem Bild auf Wunsch automatisch.



## Microsoft tritt Linux-Foundation bei

Microsoft hat sich als Platinum Sponsor der Linux Foundation angeschlossen. Das ist die höchste und teuerste Mitgliedschaft, für die auch Firmen wie HPE, IBM, Intel, Oracle oder Samsung tief in die Tasche greifen. Zum Vergleich: Canonical und Red Hat zahlen lediglich für Silber-Status, Suse immerhin für Gold-Status.

„Wir sind ein Cloud-Unternehmen und wollen Entwicklern helfen, die Plattformen und Sprachen zu benutzen, die sie brauchen“, sagte der bei Microsoft für Cloud & Enterprise zuständige Vice President Scott Guthrie zum Beitritt. Die Firma engagiert sich schon länger im Open-Source-Bereich und hat beispielsweise zum

Linux-Kernel beigetragen und .NET Core 1.0 als quelloffene Software freigegeben.

Die Linux Foundation ist ein Firmenzusammenschluss, der Linus Torvalds als Fellow entlohnt. Bei der Gründung hatte sich das Konsortium noch gänzlich der Förderung von Linux verschrieben. Seit einigen Jahren betreut es allerdings auch Projekte, die nichts mit Linux zu tun haben; darunter ist mit Zephyr sogar ein Betriebssystem, das mit Linux konkurriert. Die nicht auf Gewinn ausgerichtete Linux Foundation versteht sich daher dieser Tage als Förderer für Organisationen, die nach Open-Source-Prinzipien zusammenarbeiten wollen. (thl@ct.de)

## Lücke bei Vollverschlüsselung

Viele Linux-Distributionen haben eine Schwachstelle bei der Passwortabfrage für vollverschlüsselte Installationen. Letztlich relevant ist das allerdings nur bei Systemen, wo sowohl BIOS-Setup- als Boot-Loader-Passwort gesetzt sind.

Durch die Lücke in Cryptsetup öffnet sich eine Shell, wenn man ausreichend oft ein falsches Passwort eingibt – typischerweise, wenn man die Enter-Taste 70

Sekunden lang festhält. Auf dieser Shell kommt ein Angreifer nicht an verschlüsselte Daten heran; er könnte diese aber zerstören und unverschlüsselte Bereiche modifizieren. All das kann man auch durch Booten eines Live-Linux von USB-Stick oder DVD erreichen, solange man deren Start nicht per BIOS-Setup- und Boot-Loader-Passwort unterbindet.

(thl@ct.de)

## Suse aktualisiert Enterprise Linux

Das Service Pack 2 für die Server- und Desktop-Varianten von Suse Linux Enterprise 12 verbessert die Hardware-Unterstützung. Das ist unter anderem dem Wechsel auf den Linux-Kernel 4.4 zu verdanken. In den haben die Suse-Entwickler Support für Speichermodule eingebaut, die ihre Inhalte auch beim Ausschalten nicht verlieren. Die NVDIMM-Unterstützung gilt aber noch als Technology Preview, daher deckt der

Suse-Support den Einsatz noch nicht ab. Die neue Version des Unternehmens-Linux unterstützt nun den Datenaustausch via Omni-Path von Intel, das vor allem im HPC-Umfeld eingesetzt wird. Von der Server-Version gibt es jetzt eine Variante für 64-Bit-ARM-Prozessoren (AArch64); diese nur zusammen mit Hardware-Herstellern vertriebene Ausführung läuft auch auf dem Raspberry Pi 3. (thl@ct.de)

Suse Linux Enterprise unterstützt jetzt persistente Speichermodule und den Raspi 3.



Anzeige

## SSD im Touch-Bar-MacBook verlötet

Anders als beim Modell ohne OLED-Funktionstastenleiste sind die SSDs in den neuen MacBook-Pro-Versionen mit Touch Bar mit der Hauptplatine verlötet. Das legen zumindest erste Bilder vom Innenleben der 13"- und 15"-Notebooks nahe, die Nutzer im MacRumors-Forum geteilt haben. Daher müssen Käufer bereits bei der Bestellung eine Kapazität wählen, die auch zukünftig ausreichenden Platz bietet – und dafür Apples hohe Preise zahlen. Dass ein späteres Upgrade nicht möglich ist, überrascht indes nur wenig; auch beim kleinen Retina-MacBook sitzt der Flash-Speicher ebenso wie das RAM direkt auf der Hauptplatine.

Aus diesem Grund erntet Apples neueste Notebook-Familie auch von iFixit Kritik: Die MacBooks ließen sich von ihren Nutzern praktisch nicht reparieren. Der Zugriff auf die Komponenten werde durch Pentalobe-Schrauben erschwert, zudem lasse sich nur das Trackpad tauschen. Lautsprecher und Akkus seien ins Gehäuse geklebt, Touch Bar und Mainboard ließen sich jeweils nur komplett ersetzen. Auf der bis 10 reichenden iFixit-Skala reicht das nur für eine 1. (bkr@ct.de)



Das neue MacBook Pro lässt sich praktisch nicht selbst reparieren.

Bild: iFixit.com

## Apple räumt im iOS-App-Store auf

Anfang September hatte Apple bereits angekündigt, Apps aus dem App Store zu werfen, die nicht mehr funktionieren, lange nicht aktualisiert wurden oder nicht den aktuellen Richtlinien entsprechen. Wie die Marktforscher von SensorTower ermittelt haben, ist die „Big Purge“ genannte Aufräumaktion nun in vollem Gange. Allein im Oktober seien weltweit rund 47.300 Apps entfernt worden. Ziel scheint es zu sein, dafür zu sorgen, dass möglichst viele Apps für die aktuellen iOS-Versionen optimiert sind. Für Nutzer ist Apples Vorgehen problematisch, weil auch viele ältere Apps, die länger kein Update bekommen haben, von der Löschung bedroht sind – obwohl sie reibungslos funktionieren. (bkr@ct.de)

## Microsoft Visual Studio für den Mac



Die Vorabversion von Visual Studio for Mac ist verfügbar.

Im Rahmen der Online-Konferenz Connect() hat Microsoft die Entwicklungsumgebung Visual Studio for Mac vorgestellt. Sie basiert auf dem Anfang 2016 zugekauften Xamarin Studio. Visual Studio for Mac versteht sich als integrierte Entwicklungsumgebung mit Projektsystem, grafischen UI-Designern, Integration in die Roslyn-Compiler-Plattform, Refactoring- und Code-Analyse-Funktionen, Debugging sowie integriertem Build-System auf Basis von MSBuild. Es bietet zudem eine Integration mit Microsofts Cloud-Plattform Azure. Zunächst unterstützt die neue IDE nur die Entwicklung von Xamarin-Apps für iOS und Android sowie Web-Anwendung und REST-Webservices mit .NET Core in den Sprachen C# und F#. Eine Preview steht ab sofort zum Download bereit. Für Visual-Studio-Abonnenten soll die finale Version kostenlos sein, Einzelkämpfer und kleinere Unternehmen bekommen die Community-Version gratis. (bkr@ct.de)

Download Visual Studio for Mac: [ct.de/ywnd](https://ct.de/ywnd)

### Apple-Notizen

Zahlreiche Hersteller haben neue Versionen ihrer **Anwendungen mit Touch-Bar-Unterstützung** angekündigt oder veröffentlicht, darunter Pixelmator, Photoshop, AirMail, Microsoft Office und Affinity Designer.

Die neu erschienenen Versionen Workstation 12.5.2 und Fusion 8.5.2 schließen eine **Sicherheitslücke in VMWare**, die es Angreifern unter Umständen ermöglichte, einen Speicherfehler (out of bounds exception) zu provozieren.

Apple hat das **Multi-Touch-Reparaturprogramm für iPhone 6 Plus gestartet** und repariert betroffene Geräte gegen eine Gebühr von 167,10 Euro – sofern das iPhone keinerlei andere Schäden aufweist. Wer die Reparatur bereits durchgeführt hat, bekommt den Differenzbetrag von Apple erstattet. Das iPhone 6 ist nicht abgedeckt.

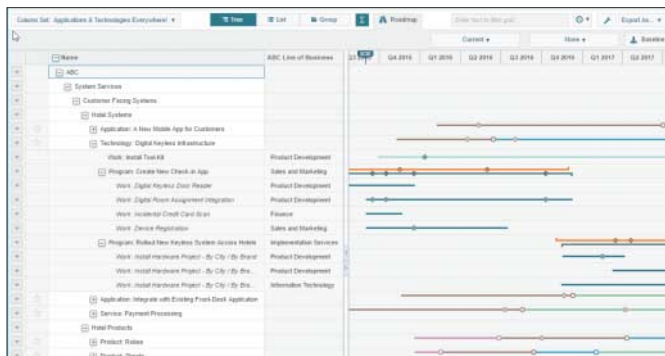
Einen **Akkutausch beim iPhone 6s** bietet Apple Kunden an, deren Gerät sich unvermittelt ausschaltet. Fällt es in den definierten Seriennummernbereich, können Käufer den Akku im Apple Store oder beim autorisierten Apple-Partner kostenlos tauschen lassen.



Anzeige

## Ressourcen-Management mit Planview Enterprise

Die Projektverwaltung Planview Enterprise hat in Version 13 vor allem bei der Ressourcenplanung zugelegt. Sogenannte Roadmapping-Funktionen veranschaulichen unter verschiedenen Gesichtspunkten, wie stark denkbare Strategien und Projektabschlüsse zum Erreichen bestimmter Unternehmensziele beitragen. In einem Portfolio gleichzeitig laufender Projekte kann man ähnlich wie in einem Gantt-Diagramm die Projekte mit Bedeutung für eine bestimmte Fragestellung anzeigen. Auf interaktiven Dashboards lassen sich Grafiken zu organisatorischen und kaufmännischen Informationen zusammenstellen. (hps@ct.de)



In der Roadmapping-Ansicht von Planview Enterprise 13 sieht man diejenigen Projekte, auf die es bei einer bestimmten Fragestellung ankommt.

## In-Memory-Datenbank HANA 2

SAP hat mit HANA 2 die jüngste Version seiner In-Memory-Datenbank herausgebracht. Sogenannte Multistore Tables gliedern sich in anpassbare Partitionen, die auf getrennten Servern liegen können. Damit lassen sich Hardware-Kosten sparen, indem man Partitionen mit weniger zeitkritischen Informationen auf einen Server mit preisgünstigem Massenspeicher auslagert. Das Feature „Active/Active Read“ dient dem Datenabgleich mehrerer HANA-2-Instanzen im Interesse des Load Balancing und der Ausfallsicherheit. Damit lassen sich im regulären Betrieb Sekundärsysteme ansprechen, die bislang nur nach individuellen Datenreplikationen mit aktuellen Daten aufwarten konnten. Mit dem überarbeiteten Enterprise Architecture Designer lassen sich laut SAP auch komplexe Datenstrukturen in HANA abbilden.

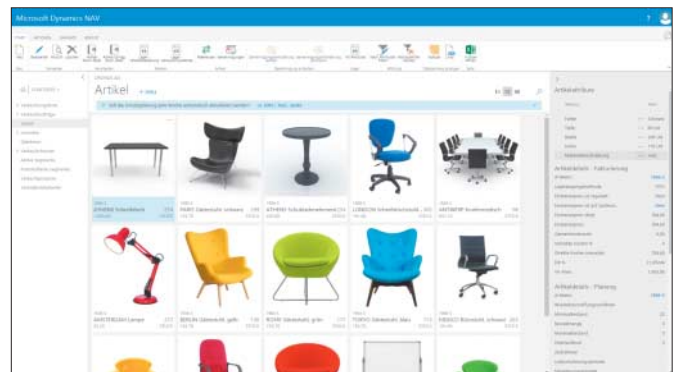
Neuerungen für HANA sollen ab jetzt nicht mehr durch individuelle Servicepacks, sondern im Halbjahresrhythmus durch regelmäßige Updates erscheinen. Zusätzliche Buildpacks und Laufzeitumgebungen sollen darüber hinaus die Entwicklung zusätzlicher Apps für die HANA Cloud Plattform fördern. Dahinter verbirgt sich nicht etwa eine gehostete HANA-Instanz, sondern vielmehr ein Sortiment von Cloud-Anwendungen, die mit beliebigen HANA-Installationen kooperieren. (hps@ct.de)

Download: [ct.de/yf98](http://ct.de/yf98)

## Dynamics NAV 2017 im Outlook-Gewand

Microsofts ERP-Paket Dynamics NAV 2017 kann Outlook als spezialisierte Oberfläche einbinden. Outlook-Anzeigeseiten etwa für Mail, Termine und Kontakte erhalten darin Gesellschaft durch weitere Seiten für kaufmännische Informationen. So lassen sich Angebote an einen bestimmten Kunden sowie offene Aufträge direkt in Outlook anzeigen. Finanzberichte und -prognosen sollen an Aussagekraft gewinnen, indem sie nun auch Steueranteile berücksichtigen. Zur Auswertung der Daten kooperiert NAV mit Excel und Microsofts Web-Dienst Power BI. Außerdem entfällt laut Microsoft-Partner Prisma Informatik die Notwendigkeit, zum Erstellen einer Bilanz oder einer Gewinn- und Verlustrechnung zuerst ein Kontenschema anzulegen. Der Dienst Cortana Intelligence analysiert Kennzahl-Verläufe und Transaktionen aus der jüngeren Vergangenheit, um daraus per Machine Learning Planungshilfen abzuleiten.

Seit Anfang November gibt es Dynamics NAV in den USA auch als Miet-Software Dynamics 365. Mit entsprechenden Angeboten für europäische Länder ist zu rechnen. (hps@ct.de)



Microsoft Dynamics NAV 2017 zeigt Artikel mit zahlreichen Attributen unter der Bedienoberfläche von Outlook an.

### Anwendungs-Notizen

Die Corel Graphics Suite X8 Small Business Edition für brutto 900 Euro umfasst drei Lizenzen der in c't 9/16 getesteten **Grafik-Suite** mit Anwendungen wie CorelDRAW X8, PhotoPaint X8 und PowerTRACE.

Das **Dokumenten-Managementsystem** OfficeManager ist jetzt in Version 16.0 verfügbar. Sowohl das in c't 23/16 als Vorab-Version getestete Pro-Paket als auch die Enterprise-Version enthalten jetzt eine Undo-Funktion und spielen auf Wunsch mit Firebird-SQL-Servern zusammen.

Elastic hat seine **Werkzeuge zur Echtzeit-Datenverarbeitung** unter der Bezeichnung Elastic Stack 5.0 aufeinander abgestimmt. Die Bestandteile Elasticsearch, Kibana, Beats und Logstash sollen sich jetzt leichter miteinander kombinieren lassen und einem einheitlichen Release-Zeitplan folgen.

# Quick Charge 4 ist USB-PD-kompatibel

Qualcomms Schnellladetechnik Quick Charge steckt in vielen Smartphones, in denen die Snapdragon-Prozessoren dieses Herstellers arbeiten. Mit der nächsten Version öffnet sich die vormals proprietäre Funktion: QuickCharge 4 ist kompatibel zu USB-PD (Power Delivery) des Standardisierungsgremiums USB-IF.

Die Verbindung zwischen Netzteil und Smartphone erfolgt über elektronisch markierte Typ-C-Kabel, die kundentun, welche Ströme sie verkraften: Es sind Kabel mit maximal 3 oder maximal 5 Ampere vorgesehen. Die Spannung kann von den USB-typischen 5 Volt auf bis zu 20 Volt steigen.

Quick Charge 4 soll einen Smartphone-Akku mit 2750 mAh in fünf Minuten auf 50 Prozent seiner Kapazität aufladen. Zum Vergleich: Für Quick Charge 3.0 hatte Qualcomm damals 70 Prozent in einer halben Stunde angegeben. Direkt vergleichen lassen sich beide Angaben aber nicht, da die Ladegeschwindigkeit eines Lithium-Ionen-Akkus mit steigendem Füllstand abnimmt. QuickCharge 4 ist abwärtskompatibel; neue Smartphones lassen sich also auch an älteren Netzteilen mit deren maximaler Laderate aufladen.

Für Quick Charge 4 selbst sind neue Bausteine notwendig, etwa das Smartphone-SoC Snapdragon 835 (siehe S. 20) und die ebenfalls von Qualcomm stammenden Spannungsregler SMB1380 und SMB1381. Alle drei sollen bis Mitte 2017 erscheinen.

Ob Qualcomm seine vormals proprietäre Ladetechnik freiwillig hinsichtlich USB-PD geöffnet hat, ist unklar: Im Hintergrund laufen derzeit offenbar Bestrebungen von Google, USB-PD als Schnellladetechnik für alle Android-Geräte vorzuschreiben.

In Abschnitt 7.7.1 der Kompatibilitätsdefinition von Android 7.0 empfiehlt Google mit

Nachdruck, keinerlei Ladetechniken einzubauen, die über proprietäre Vbus-Signalisierungen oder ähnlichen Methoden Kompatibilitätsprobleme zu standardkonformen USB-PD-Geräten hervorrufen könnten. Damit sind neben Quick Charge auch andere herstellerspezifische Schnellladetechniken wie Pump Express (Media-

tek), Vooc Flash Charge (Oppo) oder Dash Charge (OnePlus) offiziell verpönt.

Im Folgesatz legt Google sogar noch einen drauf: Man behalte sich vor, die Kompatibilität zu standardisierten Typ-C-Ladegeräten (sprich: USB-PD-Ladegeräten) für künftige Android-Versionen explizit vorzuschreiben. (mue@ct.de)

Anzeige

# Ein Pflichtenheft für alle

## Stringente Kontrollen für den Datenschutz

**Bislang prüfen die Datenschutzbeauftragten der Bundesländer und des Bundes Unternehmen und Behörden nach jeweils eigenen Rezepten. Eine standardisierte Prüfmethode soll den Wildwuchs beenden, und Kandidaten für eine Prüfung können im Vorfeld besser abschätzen, ob ihre Verfahren den Vorschriften entsprechen.**

Von Christiane Schulzki-Haddouti

Die Datenschutzbeauftragten des Bundes und der Länder haben Anfang November einstimmig mit einer Enthaltung beschlossen, bei Prüfungen das Standard-Datenschutzmodell (SDM) als „Methode zur Datenschutzberatung und -prüfung auf der Basis einheitlicher Gewährleistungsziele“ zunächst auf Probe anzuwenden.

Informatiker, Juristen und Datenschützer haben die Systematik des SDM in den vergangenen Jahren gemeinsam erarbeitet. Es stellt erstmals die Kontroll- und Beratungspraxis der Behörden auf eine systematische und konsistente Grundlage. Dabei berücksichtigt es sowohl die Anforderungen des Bundesdatenschutzgesetzes wie auch der ab Mai 2018 geltenden EU-Datenschutz-Grundverordnung. Für Unternehmen ist die 52-seitige Dokumentation des SDM die zentrale Orientierungshilfe, um Datenschutzverstöße und damit möglicherweise teure Sanktionen zu vermeiden. Auch Bürger können damit nach-

vollziehen, wie die Verarbeitung von Daten rechtskonform gestaltet werden muss und wie Aufsichtsbehörden das prüfen werden, wenn eine Routineprüfung ansteht oder wenn Beschwerden vorliegen.

In einem nächsten Schritt will Gabriel Schulz, Leiter des Arbeitskreises Technik der Datenschutzaufsichtsbehörden, das SDM im IT-Planungsrat vorstellen, dem zentralen Steuerungsgremium für die IT von Bund und Ländern. Der Maßnahmenkatalog soll außerdem im Rahmen der Modernisierung des IT-Grundschutzes des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) den darin enthaltenen Datenschutz-Baustein 1.5 ersetzen, womit die Datenschutzaufsicht die Definitionshoheit erhält. Sie übernimmt dabei die vom BSI im Grundschutz genannten Schutzmaßnahmen vollständig in ihren Maßnahmenkatalog.

### Nur Bayern tanzt aus der Reihe

Auf Basis des SDM sollen die Aufsichtsbehörden künftig zu einheitlichen Entscheidungen finden. Bayern enthielt sich aber bei der Abstimmung. Andreas Sachs vom Bayerischen Landesamt für Datenschutzaufsicht kritisiert: „Nicht wenige Anforderungen im Text der Version 1.0 enthalten sehr strenge beziehungsweise unübliche Sichtweisen. Wir sind der Auffassung, dass wir Aufsichtsbehörden nur das veröffentlichen dürfen, was auch [...] umsetzbar ist.“ Noch vor einem Jahr hatte Bayern der Evaluierung der Vorgängerversion 0.9

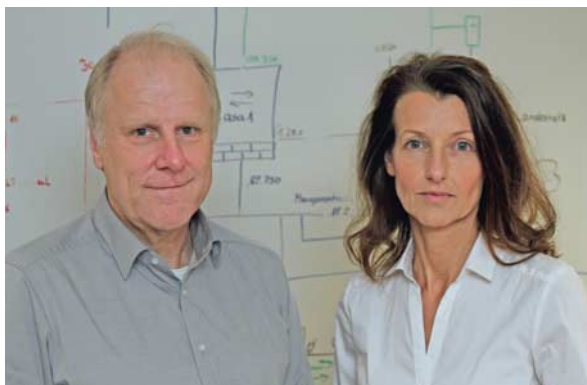
zugestimmt. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Versionen besteht darin, dass sich die Erprobungsfassung bei der Ermittlung des Schutzbedarfs nun auf Grundrechtseingriffe konzentriert, während die ältere Fassung auf einen risikoorientierten technischen Datenschutz abstellte. Im Ergebnis wird nun strenger geprüft werden müssen.

### Gewährleistungsziele

Das SDM geht von sechs miteinander in Konflikt stehenden Gewährleistungszielen aus. Dabei handelt es sich um die drei klassischen IT-Sicherheits-Schutzziele der Verfügbarkeit, Integrität und Vertraulichkeit sowie um die drei datenschutztypischen der Transparenz, Intervenierbarkeit und Nichtverkettung. Neben diesen sechs Zielen ist immer das Prinzip der Datensparsamkeit zu berücksichtigen, also so wenige Daten wie eben möglich zu speichern. Der verstorbene Informatikprofessor Andreas Pfitzmann stieß 2001 die Diskussion mit der Beobachtung an, dass die damals gängigen Schutzziele der IT-Sicherheit wesentliche Datenschutzaspekte nicht berücksichtigten. Gemeinsam mit Martin Rost vom Unabhängigen Landeszentrum für Datenschutz Schleswig-Holstein (ULD), dem heutigen Leiter der Unterarbeitsgruppe SDM, sowie der heutigen ULD-Leiterin Marit Hansen entwickelte Pfitzmann das Konzept weiter. 2012 wurden alle sechs Schutzziele erstmals im Landesdatenschutzgesetz Schleswig-Holstein verankert.

Im SDM wird jedes Gewährleistungsziel mit den gesetzlichen Regelungen im Bundesdatenschutzgesetz und der Europäischen Datenschutz-Grundverordnung in Einklang gebracht. Dafür sorgte insbesondere die Juristin Kirsten Bock vom ULD. Deshalb setzen die Datenschutzbeauftragten darauf, dass auch ihre europäischen Kollegen das SDM im künftigen Europäischen Datenschutzausschuss als Prüfwerkzeug vorsehen werden.

Die „Orientierungshilfe Cloud Computing“ baut bereits auf dem SDM auf, die Datenschutzaufsicht in Mecklenburg-Vorpommern formulierte damit datenschutz-



Martin Rost hatte den ersten Prototyp des SDM 2012 erarbeitet und dem AK Technik vorgestellt, während Kirsten Bock die Modellentwicklung von Beginn an juristisch begleitet hat. Beide arbeiten am ULD Kiel.

rechtliche Anforderungen an eine Schulsoftware und auch das Unabhängige Landeszentrum für Datenschutz in Schleswig-Holstein zieht es seit 2011 für die Ersteinschätzung von IT-Produkten und Dienstleistungen in Zertifizierungsverfahren (beispielsweise bei EuroPriSE) sowie seit 2014 für Prüfungen bei Behörden heran.

Zum SDM gehört auch ein 170 Seiten starker Maßnahmenkatalog, den der AK Technik der Datenschutzaufsichtsbehörden ständig weiterentwickelt und erweitert. Damit haben die Aufsichtsbehörden ein Instrument zur Hand, mit dem sie Maßnahmen systematisch einfordern können und das stets auf dem Stand der Technik gehalten wird. Der Katalog enthält verschiedene Bausteine, die bewährte Maßnahmen wie Dokumentation, Protokollierung, Trennen oder Löschen beschreiben. Noch in diesem Jahr sollen mindestens die drei Bausteine „Sperrn“, „Löschen“ und „Aufbewahrung“ freigegeben werden, die dann verbindlich gelten. Weitere 17 Bausteine sollen im Laufe des nächsten Jahres folgen.

Sie alle sollen jeweils „technisch und juristisch qualitätsgesichert nach einem Umlaufverfahren“ veröffentlicht werden, verspricht Gabriel Schulz vom AK Technik. Für einige Juristen in den Aufsichts-

behörden ist die ständige Weiterentwicklung nur schwer zu akzeptieren, da es ihr bisheriges Denken auf den Kopf stellt. Ein Blick in die Geschichte des Datenschutzes zeigt jedoch, dass ein ständiges Nachsteuern unumgänglich ist: So zeigte der Informatikhistoriker Jörg Pohle erst kürzlich auf, dass der Maßnahmenkatalog in der Anlage zu § 9 BDSG in den 70er und 80er Jahren nicht dem wissenschaftlichen und technischen Stand entsprechend aktualisiert und erweitert wurde. Das führte dazu, dass die Aufsichtsbehörden den Datenschutz zunehmend als etwas begriffen, das man nicht technisch, sondern vor allem juristisch regeln sollte. Erst Mitte der 90er versuchte man dies mit dem Motto „Datenschutz durch Technik“ und „Privacy by Design“, also der Berücksichtigung von Datenschutzbelangen bereits bei der Konzeption von Verfahren und Systemen, mühsam wieder zu korrigieren.

Jeder Teilnehmer, also die Datenschutzbeauftragten des Bundes und der Länder, kann einen weitgehend formlosen Änderungsantrag stellen, der das Problem kurz umreißt und eine Lösung vorstellt. Der Antrag wird von der Unterarbeitsgruppe SDM, dem Arbeitskreis Technik und zuletzt von der Datenschutzkonferenz oder

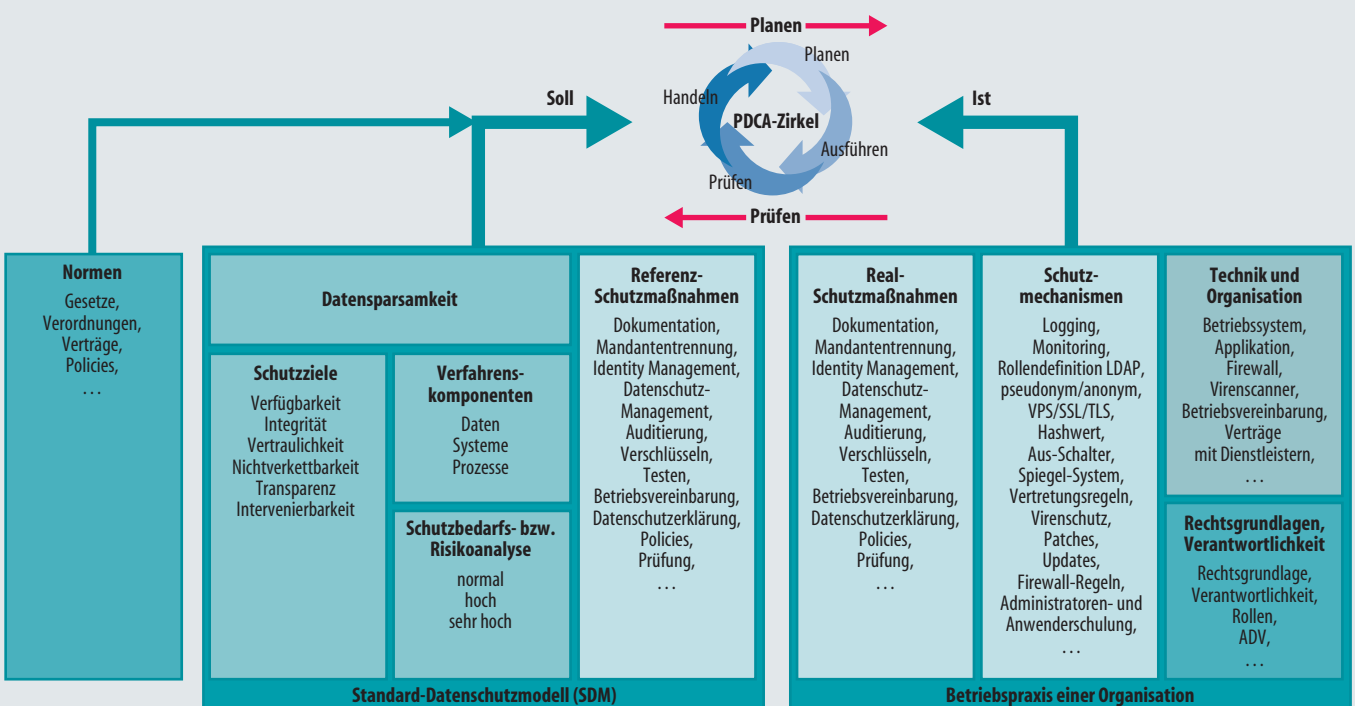
einer zuständigen europäischen Gruppe geprüft. Auch Änderungen und Ergänzungen des Maßnahmenkatalogs sollen auf diese Weise jederzeit möglich sein. Allerdings ist noch unklar, wie die Reife einer Lösung, also der „Stand der Technik“, definiert und fortgeschrieben werden soll.

## Widerstand aus Großbritannien

Auf europäischer Ebene haben die britische und französische Datenschutzaufsicht zwar keine Methodik wie das SDM entwickelt, bieten aber jeweils einen Maßnahmenkatalog an, deren Schutzperspektive und Schutzzielkatalog enger gefasst sind. Erfahrungen mit der Prüfung haben die EU-Datenschützer jedenfalls schon sammeln können: So haben sie bereits 2012 die SDM-Methodik für eine Stellungnahme der europäischen Artikel-29-Gruppe zum Cloud Computing angewandt. Die Frage ist im Moment nur, ob auch schwergewichtige Datenschutzaufsichtsbehörden wie die französische CNIL mitziehen. Die britische Aufsichtsbehörde wird vermutlich Widerstand leisten und vor dem Brexit alles daran setzen, den praktisch relevanten Datenschutz mit ihrem weniger anspruchsvollen Verständnis in Einklang zu bringen. (uma@ct.de)

## Datenschutz-Managementsystem

Anhand des Soll-Ist-Modells im SDM können Unternehmen und Behörden abschätzen, wie viel Ärger ihnen bei einer Prüfung durch die Datenschutzaufsicht droht.





# Objekte der Begierde

## VR- und 3D-Audio auf der Tonmeistertagung in Köln

**Mit Einführung der objektbasierten Audio-Produktion steht der Branche ein Paradigmenwechsel bevor, der alle Bereiche von der Mikrofonierung bis zur 3D-Wiedergabe betrifft.**

Von Hartmut Gieselmann

Die 29. Tonmeistertagung in Köln stand ganz im Zeichen der objektbasierten Produktion. Sie löst sich vom bisherigen Denken in einzelnen Kanälen und erlaubt, Audio-Klänge in Echtzeit frei im dreidimensionalen Raum zu verschieben und auf beliebigen Wiedergabegeräten auszugeben – egal ob binaural für einen Kopfhörer oder mit mehr als 60 Lautsprechern in einem Theater.

Dazu werden neben den Audio-Objekten (das sind einzelne Streams) noch weitere Metadaten abgespeichert, die die Position im Raum sowie die Lautstärke festlegen. Erst im Abspielgerät wird dann ein Mix für die Ausgabe auf die jeweils zur Verfügung stehenden Lautsprecher und deren Position gerendert. So mancher Tonmeister ist allerdings skeptisch, ob die Vorteile des On-the-Fly-Renderings den Nachteil wettmachen, dass der Produzent die Kontrolle über den finalen Mix verliert.

Bei der Filmproduktion ist das Verfahren bereits etabliert. Die neuen Forma-

te Dolby Atmos und DTS:X sind in Kinos installiert und sogar für Heimkinoanlagen erhältlich. Mit dem unter anderem vom Fraunhofer IIS mit entwickelten MPEG-H 3D Audio wurde just ein allgemeines Speicher- und Übertragungsformat verabschiedet, das weitere Produktionsbereiche nutzen können: Fernsehen, Radio, VR und Spiele.

### Flexibler fernsehen

Im Unterschied zum Film werden Beiträge im Radio und Fernsehen häufig live übertragen und können nicht aufwendig vorproduziert werden. Das stellt an die Technik hohe Anforderungen. Wie diese erfüllt werden können, soll das europäische Forschungsprojekt Orpheus untersuchen. Daran beteiligt sind rund ein Dutzend Firmen aus verschiedenen Produktionsbereichen, darunter das Institut für Rundfunktechnik (IRT) der öffentlich-rechtlichen Sender, das in Köln unter anderem den Open-Source-Prototypen eines HTML5-basierten Browser-Renderers für MPEG-H Audio mit Head Tracking zeigte.

Mit objektbasierten Audio-Streams soll es künftig möglich sein, dass der Zuschauer beispielsweise bei einer Live-Sportübertragung die Landessprache des Audiokommentars oder dessen Lautstärke im Verhältnis zur Stadionatmosphäre selbst wählen kann. Der Sender muss dazu nur einen einzelnen Stream mit ver-

schiedenen Audio-Objekten bereitstellen. Das Fraunhofer IDMT stellte eine Produktionsplattform vor, mit dem sich Audio-Streams von einer gängigen DAW als Raumprojektion mixen lassen. Damit kann man beispielsweise aus einzelnen aufgenommenen Musikern eines Orchesters Audio-Objekte erstellen und diese dann frei im Raum verteilen, sodass der Zuhörer meint, mitten im Orchestergraben zu sitzen. Für Pop- oder Filmproduktionen lassen sich auch wilde Surround-Mixe mit dynamischen Positionswechseln programmieren.

Einer der ersten Anbieter, die den 3D-Surround-Mixer von Fraunhofer integriert haben, ist Astro Spatial Audio. Sie bieten ihn als VST-Plug-in an, das in erster Linie für Großproduktionen von Opern, Musicals oder für Planetarien gedacht ist.

Aber auch DAW-Anbieter arbeiten an einer Unterstützung von MPEG-H 3D Audio. So zeigte Magix, die ebenfalls im Orpheus-Projekt mitarbeiten, eine frühe Alpha-Version ihrer DAW Sequoia 14, die die Ausgabe aller nötigen Metadaten für verschiedene Formate unterstützen soll.

### VR-Mikrofone

Doch bevor es ans Mischen geht, müssen die Musiker dreidimensional aufgenommen werden. Derzeit ist dies mit Mikrofon-Arrays noch sehr aufwendig. Speziell für solche 360-Grad-Aufnahmen hat Sennheiser in der neuen Ambeo-Reihe sein erstes VR Mic auf den Markt gebracht. Tetraederförmig angeordnete Mikrofonkapseln nehmen dabei den Sound aus vier Richtungen auf (First Order Ambisonics). Über eine Kabelpeitsche mit vier XLR-Anschlüssen lässt sich das Ambeo VR Mic mit jedem gängigen Audio-Interface verbinden, das die nötige 48-Volt-Phantomspeisung zur Verfügung stellt. Ein mitgeliefertes Plug-in (VST, AAX) kodiert die Kanäle dann in das Ambisonics-B-Format (W, X, Y, Z).

Sennheiser demonstrierte das VR Mic anhand mehrerer 360-Grad-Aufnahmen von Klassikkonzerten, die exzellent klangen. Allerdings war die räumliche Auflösung bei Kopfbewegungen noch eingeschränkt. Hier können erst Ambisonics-Mikrofone höherer Ordnung helfen, beispielsweise das Eigenmike von MH Acoustics mit 32 Kanälen. Allerdings ist Sennheisers Ambeo VR Mic für 1500 Euro wesentlich günstiger zu haben.

Solche First-Order-Ambisonics-Aufnahmen lassen sich beispielsweise für 360-Grad-Videos auf YouTube verwen-



Das Ambeo VR Mic von Sennheiser nimmt 4-kanaligen Surround-Sound mittels First Order Ambisonics beispielsweise für 360-Grad-Videos auf.

den. Da VR-Anwender meist einen Kopfhörer tragen, werden binaurale Abmischungen wieder mehr gefragt. Hierfür müssen die Audio-Objekte in einem dreidimensionalen Raum angeordnet und mittels HRT-Funktionen für die Ausgabe auf Stereo-Kopfhörern gerendert werden.

## Binaurales Rendering

Fraunhofer IIS demonstrierte dazu sein Plug-in Cingo, mit dem sich mehrere Audio-Objekte im Raum anordnen und in MPEG-H 3D Audio ausgeben lassen. Diese sind beispielsweise für mobile VR-Geräte gedacht, die aus den Audio-Streams und Metadaten die binaurale Ausgabe für Kopfhörer in Echtzeit rendern. Cingo befindet sich derzeit in einer geschlossenen Beta-Phase. Ob es als fertiges Produkt auf den Markt kommt oder die Technik an andere Firmen lizenziert wird, steht derzeit noch nicht fest.

Weil das binaurale Rendering auf den Endgeräten Rechenzeit beansprucht, darf man es mit der Anzahl der Audio-Objekte allerdings nicht übertreiben. Fraunhofer empfiehlt deshalb für Cingo zunächst 16 Objekte, die sich beispielsweise auf ein statisches Bett einer 7.1-Anordnung mit vier Höhenlautsprechern (7.1+4H) und vier frei bewegbaren Objekten aufteilen lassen.

Einen anderen Ansatz verfolgt der „Spatial Audio Designer“ von New Audio Technology. Das Plug-in kann beliebig viele Sound-Quellen in 3D mixen und auf ein nahezu beliebig großes virtuelles Lautsprecher-Setup abbilden. Dieses virtuelle



Tom Ammermann präsentierte den „Spatial Audio Designer“ von New Audio Technologie, mit dem sich Audio-Produktionen dreidimensional abmischen lassen.

Setup lässt sich dann wiederum auf verschiedene Ausgabeformate rendern: binaural für Stereo-Kopfhörer, 7.1 für Heimkino-Anlagen oder mehr für noch größere Festinstallationen.

## Doom in 50.1

In Köln demonstrierte Tom Ammermann, Chef von New Audio Technologie, die Technik anhand überaus beeindruckender Kopfhörerabmischungen. Zu hören waren binaurale Mixe von Kraftwerks „Tour De France“ und Peter Gabriels „Sledgehammer“, die Ammermann in 3D produziert hat. Zudem lässt sich die Technik auch für Computerspiele einsetzen,

wie Ammermann am Beispiel von Doom 3 zeigte. Dessen Sound-Ausgabe modifizierte er mittels seiner „Spatial Audio Game Engine“ (SAGE) und setzte sie für ein virtuelles 50.1-Surround-Setup um, das man sich über den binauralen Renderer per Kopfhörer anhören kann.

Das für die 3D-Audio-Produktion nötige Plug-in „Spatial Audio Designer“ soll Ende November auch für Windows 10 und macOS 10.12 Sierra verfügbar sein und kostet je nach unterstütztem Ausgabeformat zwischen 89 und 1350 Euro. (hag@ct.de)

**MPEG-H 3D Audio und Surround-Demos:**  
[ct.de/ybkf](http://ct.de/ybkf)

Anzeige

## OLED-Monitor aus Japan, vorerst kein iPhone-OLED



Künftig sollen organische Displays mit tintenähnlichem OLED-Material wie hier von Merck gedruckt werden.

Bei JOLED sollen ab dem kommenden Jahr organische Displays für Monitore vom Band laufen. An einer kostengünstigen Fertigung hapert es aber offenbar noch: JOLED will die ersten Displays nicht für den Massenmarkt, sondern für den Medizinbereich anbieten. Dabei sollen die Produktionskosten durch das Druckverfahren laut Hersteller 30 bis 40 Prozent unter denen für im Vakuum per Gasentladung beschichteten Substrate liegen. JOLED nutzt wie LG eine sogenannte Oxide-TFT-Backplane, die hohe Ströme trotz kleiner Strukturen erlaubt und für größere Diagonalen skalierbar ist.

Das Ende 2014 von Sony, Panasonic und Japan Display Inc. gegründete und finanziell von staatlicher Seite über INCJ (Innovation Network Corporation Japan) gestützte Unternehmen will hochauflösende, biegsame und preiswerte organische Displays produzieren. Dass solche Zusammenschlüsse erfolgreich sein können, hat einer der Kooperationspartner bereits gezeigt: Japan Display Inc. (JDI) wurde 2011 von Sony, Toshiba und Hitachi gegründet und ebenfalls von INCJ unterstützt. Inzwischen zählt JDI zu den weltweit erfolgreichen Herstellern von kleinen und mittelgroßen LCDs, unter anderem als Lieferant für Apple.

Im OLED-Bereich ist die Konkurrenz aktuell überschaubar. So stehen mit Samsung für kleine und mittelgroße Displays und LG für TV-Displays zwei große Player an der Spitze, aus Taiwan feilt AUO seit geraumer Zeit an OLEDs. In China werden ebenfalls OLED-Fabriken gebaut, fast ausschließlich mit Know-how aus Korea. JOLED könnte sich durch technische Eigenentwicklungen und geschickte Kooperationen als dritter großer OLED-Player etablieren – und dann möglicherweise auch bei OLEDs als Zulieferer für Apple einsteigen. Das wird allerdings noch mindestens bis 2018 dauern.

Bislang kann Apple seine iPhones nicht mit den blickwinkelstabilen OLEDs ausstatten, weil außer Samsung niemand OLED-Panels in ausreichender Menge liefern könnte. Wahrscheinlich hätte selbst Samsung derzeit nicht genug Fertigungskapazitäten, um den Eigenbedarf und zusätzlich Apples Bedarf für kommende iPhones zu decken. Außerdem wird sich Apple nicht von einer einzigen Quelle abhängig machen: Solange weder LG noch JOLED, Sharp oder andere Hersteller organische Smartphone-Panels zuverlässig und in hohen Stückzahlen liefern können, wird es kein iPhone mit OLED-Schirm geben. Allenfalls könnte Apple beschließen, eine iPhone-Sonderedition in sehr kleiner Stückzahl herauszubringen. Ob man sich in Cupertino dabei allerdings ausschließlich vom Erzfeind Samsung abhängig machen will, darf bezweifelt werden.

(uk@ct.de)

## Farb-Laserdrucker für kleine Büros

Kyoceras Farb-Laserdrucker-Serie Ecosys 5000 ist für Heimanwender und kleine Büros gedacht. Sie besteht aus den Druckern Ecosys P5021 und P5026 und den Multifunktionsgeräten Ecosys M5521 und M5526. Die Endziffern 21 und 26 stehen für die Druckgeschwindigkeit von 21 und 26 Seiten pro Minute. Alle Modelle gibt es wahlweise nur mit Ethernet-Anschluss oder mit zusätzlichem WLAN.

Mit automatischem Duplexdruck, Direktdruck von USB-Speichern und Drucken vom Smartphone – sie nehmen Aufträge via AirPrint, dem Android-Plug-in der Mopria und Google Cloud Print entgegen – sind die Kyocera-Geräte zeitgemäß ausgestattet. Der Papiervorrat besteht aus einer Kassette für 250 Blatt Normalpapier und dem Universaleinzug für 50 Blatt. Er lässt sich bei allen vier Geräten mit einem zweiten 250-Blatt-Fach erweitern.

Die Multifunktionssysteme Ecosys M5521 und M5526 digitalisieren über ihren duplexfähigen Dokumenteneinzug mit zweiter Scanzeile (DADF) bis zu 30 Seiten pro Minute. Scans verschicken sie per E-Mail oder speichern sie auf FTP-Servern, Netzfreigaben und USB-Sticks. Die Ecosys-M5526-Geräte bedient man bequem über einen 10,9-cm-Touchscreen, die anderen Modelle haben kleinere Monochrom-Displays.

Die Ecosys-Drucker verstehen gängige Druckersprachen wie PCL 6, PostScript 3 und PDF 1.7. Damit eignen sie sich nicht nur für Windows- und macOS-Umgebungen, sondern auch für Linux und andere Unix-Betriebssysteme. Die Drucker Ecosys P5021cdn und P5026cdn kosten rund 200 Euro und 330 Euro, die Multifunktionsgeräte Ecosys M5521cdn und M5526cdn etwa 290 Euro und 500 Euro. Die WLAN-Varianten sind jeweils rund 30 Euro teurer. Kyocera gewährt zwei Jahre Bring-In-Garantie und drei Jahre oder 100.000 Seiten auf Fototrommeln und Fixiereinheiten.

(rop@ct.de)



Der Multifunktions-Laserdrucker Kyocera Ecosys M5526cdw druckt, scannt und kopiert automatisch beidseitig.



# Music Unlimited: Amazon startet Musik-Flatrate in Deutschland

Amazons Music Unlimited erfüllt alle Mindestanforderungen an eine Musik-Flatrate: 40 Millionen Songs, auf allen gängigen Plattformen inklusive Sonos nutzbar, von einer Musikredaktion gepflegte Playlists sowie Radiosender und Offline-Modus. Mit 10 Euro pro Monat unterscheidet sich Amazon Music Unlimited nicht von anderen Musik-Flatrates – es sei denn, man ist Prime-Abonnent und zahlt nur 8 Euro/Monat, bei Abschluss für ein Jahr sogar nur 6,58 Euro/Monat (79 Euro/Jahr). In Kürze will Amazon für 15 Euro/Monat zusätzlich einen Familientarif für bis zu sechs Personen anbieten. Music Unlimited lässt sich 30 Tage kostenlos testen, das Abo ist jederzeit kündbar.

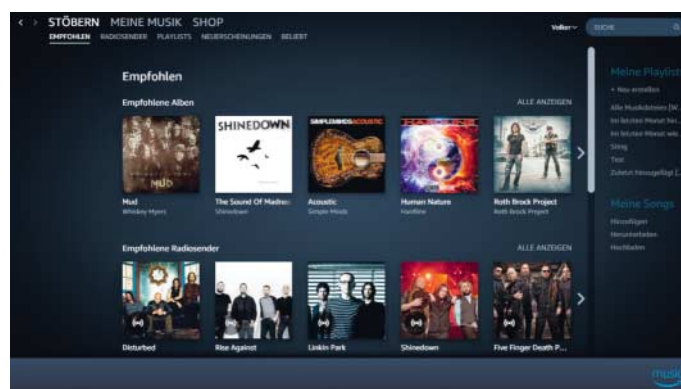
Speziell für seine vernetzten Lautsprecher Echo und Echo Dot bietet Amazon eine vergünstigte Flatrate für 4 Euro im Monat an. Die Netzwerk-Lautsprecher spielen dann beispielsweise auf Zuruf Playlists der im Katalog enthaltenen Künstler, deren Top-Hits oder Musik für bestimmte Stimmungen. Selbst das Abo lässt sich auf Zuruf starten: „Bei Amazon Music Unlimited anmelden“. Die Nutzung ist allerdings auf ein Gerät beschränkt und lohnt sich nicht, wenn man zwei Echos besitzt oder Music Unlimited auch über den Desktop oder das Smartphone nutzen will.

Im 40 Millionen Songs zählenden Katalog von Music Unlimited fehlen wie bei solchen Diensten üblich Künstler, die Download- und Streaming-Angebote boykottieren oder sich exklusiv bei bestimmten Diensten (etwa Tidal) verpflichtet haben. Die auf Amazons Seite beworbenen „spannenden Hörspiele“ entpuppen sich als Kinderkost à la „Benjamin Blümchen“ und „Die drei ???“, – vermutlich will Amazon dem hauseigenen Angebot Audible nicht in die Quere kommen.

Das Web-Interface (<http://music.amazon.de>), Amazon-Music-App (iOS, Android, Fire Tablet) und Desktop-Software

(Windows, macOS) sind übersichtlich gestaltet und lassen sich flüssig bedienen. Die Streaming-Qualität kann man in Stufen anpassen: Außer der automatischen Qualitätswahl gibt es schnellste Wiedergabe (48 kBit/s), ausgeglichen und höchste Qualität (320 kBit/s). Möchte man Musik aus dem Streaming-Angebot zum Offline-Hören herunterladen, muss man zwingend die Mobil-Apps verwenden, die Desktop-Software kann das nicht.

Für Prime-Kunden bietet Amazon weiterhin das kürzlich auf 2 Millionen Songs aufgestockte Prime Music an. Auch die Möglichkeit, eigene Musik auf Amazons Server hochzuladen, besteht noch. Dieser Service ist jedoch nicht in Music Unlimited enthalten, sondern kostet 25 Euro pro Jahr (für bis zu 250.000 Songs).  
(vza@ct.de)



Mit der umfassenden Musik-Flatrate Music Unlimited rundet Amazon sein Musikangebot ab.

Anzeige

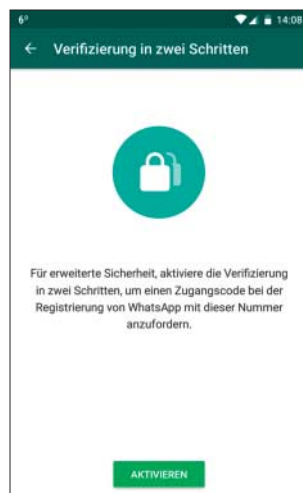
## Sicherere Nutzerkonten bei WhatsApp

Mit einer neuen Funktion will WhatsApp das Kapern von Konten erschweren: Bei der „Verifizierung in zwei Schritten“ handelt es sich um die Einführung eines optionalen Passworts. Bisher waren WhatsApp-Konten lediglich an die Telefonnummer gekoppelt. Bei der An- oder Ummeldung einer Nummer wird dem Nutzer eine Einmal-PIN per SMS zugesandt, um zu bestätigen, dass er die entsprechende Nummer auch wirklich innehat. Deshalb braucht der Nutzer lediglich eine SIM-Karte, die zu der entsprechenden Nummer passt, um WhatsApp auf einem Gerät zu nutzen.

Dieser Vorgang ist für die Nutzer sehr bequem und hat bei der enormen Verbreitung des Messengers zweifellos eine Rolle gespielt. Er stellt aber auch ein Risiko dar, da Unbefugte das WhatsApp-Konto übernehmen können, falls sie es schaffen, die Kontrolle über die Telefonnummer des Nutzers zu erhalten. Das funktioniert, indem sie die Nummer auf einem anderen Gerät erneut aktivieren und die Aktivierungs-SMS abfangen – etwa über eine zweite SIM-Karte für dieselbe Nummer oder durch einen Angriff auf das SS7-Protokoll. Im August waren im Iran über einen dieser Wege Konten des WhatsApp-Konkurrenten Telegram kompromittiert worden.

Wer die optionale Verifizierung in zwei Schritten aktiviert, muss einen sechsstelligen Code festlegen, der bei der Kontoverifizierung der dazugehörigen Telefonnummer abgefragt wird. Wird eine Aktivierung eines WhatsApp-Kontos mit Zweischritt-Verifizierung auf einem neuen Gerät durchgeführt, bei der der sechsstellige Code nicht eingegeben wurde, schlägt diese fehl, falls das Konto in den letzten sieben Tagen benutzt wurde. Nach sieben Tagen kann das Konto wieder ohne den zusätzlichen Code aktiviert werden, allerdings löscht WhatsApp dann alle nicht zugestellten Nachrichten. 30 Tage nach der letzten Nutzung können auch andere Nutzer die Telefonnummer erneut bei WhatsApp verifizieren – in diesem Fall wird das alte Konto komplett gelöscht. Die neuartige Verifizierung schützt also vor Missbrauch eines aktiven Kontos, blockiert aber keine Telefonnummern.

Man schaltet die doppelte Kontoverifizierung unter „Einstellungen / Account / Verifizierung in zwei Schritten“ ein. Momentan ist diese Funktion allerdings nur für Betaversionen von WhatsApp verfügbar. Wann sie allen Nutzern zur Verfügung gestellt wird, ist unklar. Optional können Nutzer eine E-Mail-Adresse angeben, über die sie die zusätzliche Sicherheitsmaßnahme wieder deaktivieren können. Hat man den sechsstelligen Code vergessen, ist dies die einzige Möglichkeit, das eigene WhatsApp-Konto auf einem anderen Gerät unbeschadet zu reaktivieren. (fab@ct.de)



Die „Verifizierung in zwei Schritten“ schützt den WhatsApp-Account durch einen zusätzlichen Passcode vor Missbrauch.

## Multi-WAN-Router mit LTE-Option



Der Multi-WAN-Router TDT VR2020 soll dank seines Metallgehäuses auch für den Einsatz in Industrieanlagen taugen. Die bindet er per Vectoring-VDSL, Gigabit-Ethernet und optional LTE-Mobilfunk ins Internet ein.

Seine Multi-WAN-Router der VR2020-Reihe bietet der bayrische Hersteller TDT in zwei Ausführungen an: Das 422 Euro teure D-Modell besitzt ein Vectoring-fähiges xDSL-Modem und einen Gigabit-Ethernet-Port für die WAN-Verbindung. Die LD-Variante für 928 Euro hat zusätzlich ein LTE-Mobilfunkmodul (CAT3, max. 100/50 MBit/s Down-/Uplink, Band 1/3/7/8/20) mit Dual-SIM-Slot. Bei Ausfall der xDSL-Verbindung schalten die Router auf den alternativen Internetzugang um (Failover, auch per VRRP); Load Balancing ist nicht vorgesehen.

Die vier Fast-Ethernet-LAN-Ports lassen sich individuell für verschiedene Subnetze konfigurieren. Dank des Weitbereichseingangs – optional mit Klemmen statt Hohlstecker – kann man die VR2020-Router auch aus industrieeüblichen 24-Volt-Netzen speisen. Softwareseitig gibt es die in dieser Klasse üblichen Managementzugänge: HTTPS, SSH, SNMP und TR-069 über einen TDT-Auto-Configuration-Server (ACS). Die integrierten VPN-Server für IPsec und OpenVPN bedienen bis zu 30 Tunnel; auf Client-Seite sollen beliebige IPsec-Tools, Software und der OpenVPN-Client funktionieren. (ea@ct.de)

## Nebula steuert Firmennetze

Als Ergänzung zu seinen physischen WLAN-Controllern hat der taiwanische Netzwerkhersteller Zyxel die Cloud-Anwendung Nebula gestartet, die sich als Demo ausprobieren lässt (siehe c't-Link). Der in Europa gehostete Dienst soll alle Geräte der gleichnamigen Baureihen (Nebula Access Points, Switches und Security Gateways) vollständig fernsteuern können. Zyxel verspricht „Plug and Play“ bei der Inbetriebnahme: Läuft auf dem Smartphone die Nebula-App, soll das Scannen des QR-Codes auf der Verpackung reichen, um ein Gerät ins eigene Cloud-Konto einzubinden. Fachhändler können laut Zyxel auch Netze mehrerer Kunden verwalten (Multi-Site-Betrieb). (ea@ct.de)

Nebula-Demo: [ct.de/yn2c](http://ct.de/yn2c)



## Hilfe bei der Qualitätssicherung

Für die Qualitätskontrolle müssen Daten aus der Konstruktion in Prüfdokumente überführt werden. Die von Key2Data vertriebenen Programme des Herstellers InspectionXpert extrahieren und berechnen diese Maße automatisch. Die neue Version InspectionXpert OnDemand 2.0 vereint die bisherigen Pakete in einer Anwendung und unterstützt die Formate PDF/TIF, AutoCAD DWG 2D, CATIA V5 2D + 3D, CATIA V6 3D, Creo und Pro/Engineer 3D sowie NX 2D.

Anwender können CAD-Zeichnungen und -Modelle digital stempeln und die Prüfmerkmale automatisiert in Prüfberichtsvorlagen in den üblichen Formaten wie EMPB, PPAP, EN9102 oder VDA übertragen. InspectionXpert OnDemand läuft im Browser, die Daten bleiben auf dem lokalen Rechner. Erstmals kann man die Software auch im Rahmen eines 3-Monats-Abos für netto 495 Euro lizenzieren. (Ralf Steck/hps@ct.de)

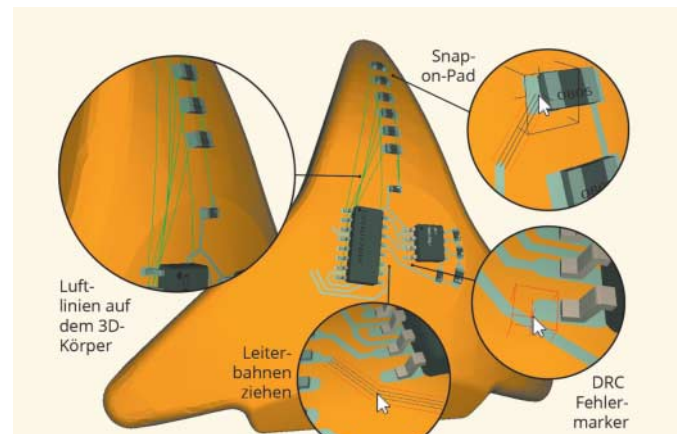
## Breiter Support für eDrawings

Das von SolidWorks entwickelte Dateiformat eDrawings dient zum Austausch von CAD-Modellen zwischen unterschiedlichen Anwendungen. Obwohl sie mit vielen Programmen lesbar sind, ließen sich eDrawings-Dokumente bislang ausschließlich mit SolidWorks-Produkten erstellen. Das ändert sich jetzt durch die von CADsoft vertriebenen eDrawings Publisher: Diese Pakete ermöglichen den eDrawings-Export aus den CAD-Systemen Pro/Engineer, Creo, CATIA V5, Inventor und NX Solid Edge. Das Publisher-Paket RapidFire Lite erzeugt eDrawings-Dokumente aus Dateien in den Standardformaten STEP, IGES und STL. (Ralf Steck/hps@ct.de)

## 3D-Platinendesigner Target 3001

Version 18 des Platinen-Layouters Target 3001! druckt Schaltungen direkt auf die Oberflächen von 3D-Körpern. Um Schaltungselemente platzsparend im Sinne der MID-Technik (Molded Interconnected Devices) auf einem beliebig geformten Konstruktionselement zu platzieren und zu verbinden, erzeugt man zuerst den Schaltplan. Danach muss man laut Hersteller IB Friedrich nur noch die Bauteile auf der Oberfläche des Träger-Elements ablegen, die benötigten Verbindungen als Luftlinien festlegen und auf dieser Basis die Leiterbahnen verlegen.

Beim Design-Rule-Check stellt das Programm automatisch sicher, dass alle Gehäuse platziert, alle Verbindungen hergestellt und keine Mindestabstände unterschritten sind. Mit einem Klick kann der Anwender die Schaltung danach als 3D-STEP-Datei für das Programm CircuitPro des Prototyp-Fertiger LPKF speichern. (hps@ct.de)



Target 3001! zeichnet Leiterbahnen auf gekrümmten Oberflächen bequem anhand von Luftlinien zwischen den Snap-on-Pads für Bauteil-Kontakte.

Anzeige



# Mit Cori an die Spitze

## Supercomputer-Konferenz SC16 und die 48. Top500-Liste

**Über 11.000 Mitglieder der weltweiten HPC-Community kamen in Salt Lake City in Utah zusammen, um Erfahrungen auszutauschen und zu sehen, welche Neuigkeiten die über 350 ausstellenden Firmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen bringen.**

**Von Andreas Stiller**

**S**chon vor Beginn der eigentlichen Konferenz wurde die neue 48. Top500-Liste der Supercomputer veröffentlicht. Deren Gesamtrechenleistung hat gegenüber der 47. Liste vom Juni zwar nicht so viel wie früher, aber immerhin um 18 Prozent auf 672 PFlops zugenommen. An der Spitze hat sich jedoch nicht viel getan, lediglich weiter hinten gab es allerdhand Neues. So hielten Xeon Phi mit zehn und Nvidia Tesla P100 mit zwei Systemen Einzug. Drei davon haben es gar in die

Top 10 geschafft: In der Gesamtperformance sind nun die USA mit 228 PFlops wieder knapp auf Platz 1 vor China (223 PFlops) – und das, noch bevor Donald Trump seine „America-first“-Offensive gestartet hat.

Für die Trump-Regierung bleibt für „America first“ aber noch genug zu tun, denn in der Anzahl der Systeme in der neuen Liste zogen die USA mit 171 mit China lediglich gleich, und an der Tabellenspitze dominiert China weiterhin deutlich. Dort thront einsam und allein der chinesische Sunway TaihuLight am National Supercomputing Center in Wuxi, der mit den 10 Millionen Kernen der Sunway-S26010-Prozessoren auf 93 PFlops im Linpack-Benchmark kommt. Nummer zwei steht ebenfalls in China: der Tianhe-2 am National Supercomputing Center in Guangzhou mit 33,9 PFlops. Immerhin hat dieser amerikanische Hardware, und mit seinen älteren Intel-Xeon-Phi-Prozessoren (Knights Corner) führte er lange

Zeit die Liste an. Platz 3 hält mit 17,6 PFlops der Oldtimer Titan am Oakridge National Lab mit – in Deutschland gebauten – AMD-Bulldozer-Prozessoren vor dem noch älteren Sequoia am Lawrence Livermore National Lab (17,2 PFlops) mit IBM BlueGene/Q.

### **Xeon Phi ...**

Cori, der neue Cray-XC40-Supercomputer am National Energy Research Scientific Computing Center (NERSC) in Berkeley auf Platz 5 hat mit 9152 Xeon-Phi-7250-Prozessoren und 14 PFlops viel zu Amerikas Gesamt-Performance-Sieg beigetragen. Eigentlich wäre der Rechner, der nach der ersten US-Nobelpreisträgerin Gerty Cori (1947 in Medizin/Physiologie) benannt ist, sogar noch etwas schneller, denn er besitzt zusätzlich 1650 Haswell-Prozessoren, die beim Linpack gar nicht mitgerechnet haben. Außerdem wurde er inzwischen auf 9304 Xeon-Phi-Knoten weiter ausgebaut.

Knapp geschlagen von Cori folgt mit 13,6 PFlops ein weiterer Newcomer mit Xeon Phi Knights Landing: Oakforest-PACS vom japanischen Joint Center for Advanced High Performance Computing. Dafür waren die Japaner beim mehr auf Speicherperformance ausgelegten HPCG-Benchmark etwas besser als die amerikanischen Kollegen, erreichten mit 385 TFlops Platz 3, hinter dem K Computer (603 TFlops) und dem Tianhe-2 (580 TFlops) und noch vor dem Linpack-Weltmeister TaihuLight, der lediglich mit schlappen 371 TFlops aufwarten konnte.

### ... und Tesla P100

In Europa ist Piz Daint am schweizerischen nationalen Supercomputer-Zentrum (CSCS) weiterhin der schnellste Rechner. Er wurde als Erster mit Crays neuen Cray-XC50-Systemen samt Tesla-P100-Karten und Haswell-Prozessoren kräftig aufgerüstet – und wird es derzeit noch weiter. Zum Fristablauf arbeiteten 3050 Tesla-P100-Karten (PCIe-Version) und erzielten 9,8 PFlops; das reichte für Platz 8. Der Vollausbau soll in Kürze abgeschlossen sein, dann dürften 4500 Knoten rund 15 PFlops im Linpack erreichen.

Nvidia hat auch noch den eigenen Entwicklungsrechner DGX SaturnV mit 124 DGX-1-Systemen im Rennen. Der erreichte mit 3,3 PFlops Platz 28 und zeigte vor allem der Konkurrenz in puncto Energieeffizienz, wo es lang geht. Mit 9,45 GFlops/Watt liegt er weit in Front vor seinem Kollegen Piz Daint (7,45 GFlops/Watt) und einem Rechner mit PEZY-Beschleuniger (6,67 GFlops/Watt).

Das mit 5,8 GFlops/Watt effizienteste Xeon-Phi-System namens QPACE3 steht in Deutschland an der Uni in Regensburg beziehungsweise noch bei der Fujitsu. Sonst bleibt hierzulande fast alles beim Alten. Der schnellste Rechner ist weiterhin das Cray-XC40-System Hazel Hen am HLR Stuttgart, das mit 5,6 PFlops auf Platz 14 in der Liste zurückgefallen ist, vor dem Juqueen am FZ Jülich (5 PFlops, Platz 19) und dem Mistral des DKRZ in Hamburg (3 PFlops, Platz 33).

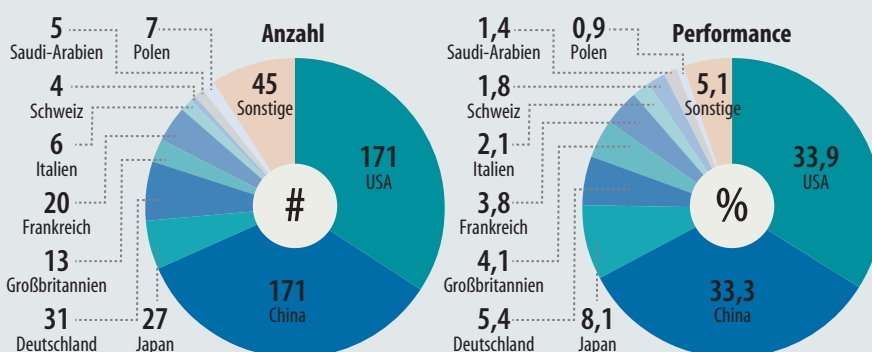
Deutschlands noch verbliebene AMD-Hochburg, die Gutenberg-Universität Mainz, ist inzwischen auch zu Intel gewechselt, wiewohl der alte mit Bulldozer arbeitende Mogon noch munter läuft. Er konnte sich nur nicht mehr platzieren, da die Mindestperformance für die Liste von 286 auf 349 TFlops angestiegen ist. Der von der Chemnitzer Firma Megware aufgebaute Mogon II arbeitet mit Broadwell-Prozessoren und kommt auf 557 TFlops (Platz 265). Megware hat ein etwas kleineres System „Meggie“ auch am Rechenzentrum der Universität Erlangen-Nürnberg errichtet, das mit 472 TFlops Platz 346 erreichte. Beide Systeme verwenden Intels OmniPath-Interconnects.

Intel dominiert mit gut 92 Prozent die Top500-Liste total, ein paar Altsysteme mit AMD-Opteron (7), IBM BlueGene (19), Power (3) und eine Handvoll SPARC-Systeme (7) sind noch zu finden sowie die beiden chinesischen Shenwei- und Sunway-Prozessoren, ansonsten nur Intel. Von ARM64 ist noch nichts zu sehen, da muss man wohl auf Fujitsu mit dem Post-K-Computer warten – der soll aber erst 2020 debütieren.

Anzeige

## Top 500 der Supercomputer: Länder und Performance

Die USA führen zumindest bei der installierten Performance wieder.



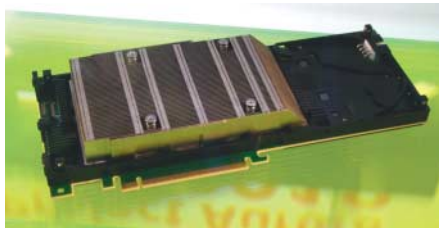
Im Länder-Ranking belegt Deutschland mit 31 Systemen (auch wenn überall sonst 32 steht, aber Nachzählen hilft ...) jetzt Platz 3 vor Japan mit 27 Systemen. Dank der beiden Top-10-Rechner K Computer und Oakforest-PACS liegt Japan aber bei der Performance mit 55 PFlops weit vor Deutschland mit 36,5 PFlops. Danach folgen Frankreich (20 Systeme, 25,4 PFlops) und Großbritannien mit nur noch 13 Systemen, allerdings mit ziemlich „dicken“, die insgesamt 27,6 PFlops leisten. Europa insgesamt hat seine Systemzahl in etwa gehalten.

Bei den Herstellern hat HPE zwar 16 Systeme weniger platziert, konnte das durch den Zukauf von SGI aber mehr als kompensieren. Beide zusammen kommen jetzt auf 140 (zuvor 153) Systeme. Dahinter folgen Lenovo (92, zuvor 84) und Cray (56, zuvor 60). Bei der installierten Leistung jedoch dominiert Cray mit 21,4 Prozent klar vor HPE/SGI mit zusammen 15,8 Prozent. Dritter ist allein mit dem Spitzenreiter TaihuLight das National Research Center of Parallel Computer Engineering & Technology (NRCPCE).

### Rückkehr der Vektorrechner

Die einst mal dominierenden Vektorrechner findet man schon lange nicht mehr in der Top500-Liste. Dank ihrer großen Speicherbandbreite von 64 GByte/s pro Kern sind aber immerhin gleich sieben SX-ACE-Systeme in der inzwischen auf 101 Einträge angewachsenen HPCG-Liste zwischen den Plätzen 30 und 71 zu finden.

Das soll nach den Plänen von NEC ab 2018 noch weitaus besser werden. Dann nämlich soll Aurora starten. Das ist keine komplett proprietäre Plattform wie die SX-Linie mehr, sondern ein neues Konzept mit PCIe-Vektorkarten, die einfach in eine x86-Cluster-Infrastruktur (geplant ist Skylake-EP) gesteckt werden. Ein Beschleuniger, so betonte es NECs Chefingenieur



Bei Aurora packt NEC einen leistungsfähigen Vektorprozessor auf eine PCIe-3.0-Steckkarte.

Shintaro Momose, sei das aber nicht, sondern eine Offload Engine, bei der die Applikationen komplett auf den Karten laufen. Das x86-System wird dabei als reines I/O-System „missbraucht“, für Storage, Netzwerk, USB, Grafik ... Die einzelnen Karten kommunizieren miteinander per MPI via PCIe-3.0 und dann im Cluster via OmniPath oder InfiniBand. Einen eigenen schnellen, cache-kohärenten Link à la CAPI oder Nvlink besitzen die Vektorkarten nicht.

Jede Karte enthält einen Prozessor mit vielen Kernen, von denen jeder mehr als viermal so schnell ist wie sein Pendant im SX-ACE, nämlich 300 GFlops/Core bei Single und 150 GFlops/Core bei Double Precision. Halbe Genauigkeit (fp16), wie sie für das Training von neuronalen Netzen in Mode gekommen ist, unterstützt Aurora nicht.

Die vorgesehene Anzahl der Kerne eines Prozessors wollte Momose nicht verraten, aber in der Grafik lag die Rechenperformance eines Aurora-Prozessors an der oberen Kante auf GPGPU-Niveau. Bezogen auf Nvidias P100 wären das etwa 10 TFlops für SP, entspräche also bis zu 32 Kerne à 300 GFlops. Bei den NEC-Vektorprozessoren skaliert insbesondere auch die lokale Speicherbandbreite mit der Zahl der Kerne, dann müsste ein 32-kerniger Prozessor mit insgesamt 5 TByte/s Speicher-

bandbreite arbeiten, weit mehr als bei Xeon, Xeon Phi oder GPGPU. Die Grafik legt zudem nahe, dass es auch kleinere Versionen mit 8 und 16 Kernen geben wird.

Die Energieaufnahme liegt bei maximal 300 Watt. Damit soll Aurora nicht nur in Supercomputern, sondern auch in Rack-Servern mit ein bis zwei Höheneinheiten oder in Tower-Systemen vermarktet werden.

Intel führte erstmals öffentlich ein Skylake-EP-System vor. Als Demo verfremdeten sie mit dem komplizierten Algorithmus von Pikazoapp Bilder von Besuchern. Einblick in das System gab es im Showroom nicht, die Wissenschaftler konnten hinter den Kulissen deutlich mehr bewundern. Erste Skylake-EP-Boards (X11DRI) ließen sich bei Supermicro erspähen: mit jeweils 8 DIMM-Slots für die 6 Kanäle eines Skylake-EP. Mitte kommenden Jahres soll Skylake-EP breitflächig erhältlich sein, für ausgewählte Partner auch deutlich früher. Man hört von Google und Facebook – da lassen andere die Ohren hängen.

### Skylake-EP ...

Zur SC16 gab Intel die finale Fassung der HPC-Orchestrierungssuite heraus, die auf OpenHPC aufbauend spezielle Konfigurationen für Intel-Hardware mitbringt. Daneben gibt es auch neue Broadwell-Xeons. Das heißt, nur einer davon wurde formell angekündigt, der Xeon E5-2699Av4 mit 200 MHz höherem Takt als der normale E5-2699v4 – 4 Prozent mehr Linpack-Power für 20 Prozent höheren Preis. Ein weiterer Xeon namens E5-2699Rv4 stand einfach so auf der Liste von ark.intel.com. Der hat zwar den gleichen Takt wie der Xeon E5-2699v4, aber offenbar für 400 Extra-Dollars einen verbesserten L3-Cache.

Auf einem Altera-Arria-10-Entwicklungssystem führte Intel Deep Learning

### Top Ten der 48. Top500-Liste der Supercomputer

Platz (vor. Liste)	Rechner (Hersteller)	Betreiber	Land	CPU-Cores	GPU-Cores	Rmax (PFlops)	Energieverbr. [MW]
1 (1)	Sunway TaihuLight (NRCPCE)	National Supercomputing Center in Wuxi	China	40.960 × 260 ShenWei 26010, 1,45 GHz	0	93,016	15,3
2 (2)	Tianhe-2 (NUDT)	National Supercomputing Center in Guangzhou	China	32.000 × 12 Xeon E5 2692v2, 2,2 GHz	48.000 × 57 Xeon Phi	33,862	17,8
3 (3)	Titan (Cray)	Oak Ridge National Lab	USA	18.688 × 16 Opteron 6274, 2,2 GHz	18.688 × 14 Nvidia Tesla K20x	17,59	8,21
4 (4)	Sequoia (IBM)	Lawrence Livermore National Lab	USA	98.304 × 16 Bluegene/Q 1,6 GHz	0	17,173	7,89
5 (-)	Cori	NERSC	USA	9152 × 68 Xeon Phi 7250	0	14,014	n.n.
6 (-)	Oakforest-PACS	JCAHPC	Japan	8208 × 68 Xeon Phi 7250	0	13,554	2,7
7 (5)	K Computer (Fujitsu)	RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS)	Japan	88.128 × 8 SPARC64 VIIIfx, 2 GHz	0	10,51	12,7
8 (8) (Update)	Piz Daint (Cray)	Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS)	Schweiz	5276 × 8 Xeon E5-2670, 2,6 GHz	3050 × 56 Nvidia Tesla P100	9,779	1,31
9 (6)	Mira (IBM)	Argonne National Lab	USA	49.152 × 16 Bluegene/Q 1,6 GHz	0	8,587	3,95
10 (7)	Trinity (Cray)	DOE/NNSA/LANL/SNL	USA	188.166 × 16 Xeon E5-2698v3, 2,3 GHz	0	8,101	4,23



für die Anwendung (Inference) auf FPGAs vor. Bis zum ersten Quartal 2017 soll dafür eine Steckkarte DLIA (Deep Learning Inference Architecture) fertig werden. Mehr zu Deep Learning behielt sich Intel für einen eigenen AI Day in San Francisco vor – unfairerweise parallel zur SC16-Konferenz. Hier ging es vor allem um Neuigkeiten des aufgekauften Deep-Learning-Spezialisten Nervana. Dessen FPGA-Entwicklung Deep Crest soll in einen Xeon Phi integriert werden und dann als Knights Crest ins Rennen gehen. Ob Nervanas trickreiche Flexpoint-Technik für Mixed Precision auch in den Knights Mill einfließt, bleibt noch offen. Intel-Chef Krzanich kündigte jedenfalls an, dass die für Ende 2017 vorgesehenen Knights-Landing-Variante Knights Mill bis zu viermal schneller Deep Learning Training ausführen könne als die aktuelle Version – und das ist deutlich mehr, als es allein die Verdoppelung durch fp16 schaffen kann.

## Und Zen?

Konkurrent AMD nutzt fp16 als Format schon lange (ab der Vulkaninsel-Generation) – aber nur um Bandbreite und Speicherplatz zu sparen. Schneller ist das beim Rechnen ansonsten nicht. Für die nächste Generation Vega ist aber auch mit einer verdoppelten Rechenperformance gegenüber SP zu rechnen, ob nun im Vega 10/11 oder erst im Vega 20 – man weiß es nicht. Mehr Info dazu gibt es vielleicht auf der Radeon Technologies Group Conference in der zweiten Dezemberwoche in Sonoma.

Ansonsten beschränkte sich AMD auf der SC16 auf ROCm: Radeon OpenCompute-Plattform und auf die fast vollautomatische Portierung von CUDA-Applikationen auf hauseigene HIP, etwa von der DNN-Software Caffe. Zum ROCm-Konzept gehört vor allem OpenCAPI, eine Initiative aus dem OpenPower-Lager, bei der auch AMD dabei ist. Damit erschließen

sich für AMD-GPUs neue Geschäftsfelder wie OpenPower und ARM. Google hat zur SC16 angekündigt, unter anderem Radeon-GPU-Technik in der Google Compute Engine und in den Google Cloud Machine Learning Services anzubieten.

Von Zen hörte und sah man fast gar nichts. Hinter den Kulissen zeigte AMD aktuell gemessene und angepeilte SPECint-rate-Werte – noch ohne Hyper-Threading; damit haben die aktuellen Naples-

Prototypen derzeit offenbar noch Probleme. Wir beschränken uns hier auf die Aussage, dass sie für ein Zwei-Sockelsystem noch knapp unter einem vergleichbaren Haswell-System liegen – wenn man alles mit dem GCC misst. Ziel ist es, in etwa auf Höhe eines Skylake-EP Xeon E5-2698v5 zu kommen. Über die bei HPC vielleicht noch interessanteren Werte SPECfp\_rate und Linpack gibts bislang noch keine Aussagen. (as@ct.de) **ct**

Anzeige





## Wärmestrahler

**Warmweiße LEDs sollen das Lesen auf dem Tolino vision 4 HD angenehmer machen und Nutzer des E-Book-Readers besser einschlafen lassen.**

Verschiedene Studien legen nahe, dass man nach Nutzung von Displays mit bläulichem Licht schlechter schläft. Der Tolino vision 4 HD hat deswegen neben den üblichen eher kaltweißen LEDs zusätzlich warmweiße LEDs spendiert bekommen. Wie viel wärmer (und damit gelblicher) die Beleuchtung aussieht, lässt sich manuell regeln; der Reader übernimmt das abhängig von der Tageszeit aber auch automatisch. Morgens ist das Display strahlend weiß, abends erinnert es an leicht vergilbte Buchseiten. Dabei passt sich das „Smartlight“ dem Sonnenstand an: Im Winter wird das Display früher wärmer angestrahlt als im Sommer. Der Effekt ist angenehm, zumal die Technik nur dezent nachregelt. Die veränderte Farbtemperatur fällt nur im direkten Vergleich und bei den Extremwerten auf.

Der Reader hat einen 6-Zoll-Bildschirm mit aktuellem E-Ink-Carta-Panel und 300 dpi. Entsprechend scharf sehen Schrift und Oberfläche aus. Im direkten

Vergleich zum Kindle Voyage von Amazon fällt der Kontrast bei Beleuchtung etwas schwächer aus (15:1), sieht aber immer noch gut aus. Egal, ob warmweiße oder kaltweiße LEDs, die Ausleuchtung ist immer gleichmäßig. Störende Lücken in der Lichtverteilung gibt es nicht.

Äußerlich hat sich der neue Tolino im Vergleich zum Vorgänger nicht verändert: Er liegt weiterhin gut in der Hand und hat eine schicke plane Vorderseite mit einer Sensortaste für den Startbildschirm. Die Technik im Inneren ist wasserfest beschichtet, sodass kurzes Abtauchen in Süßwasser dem Gerät nicht schadet. Tasten zum Umschalten gibt es nicht, die Bedienung erfolgt weitgehend über den Touchscreen. Zum Weiterblättern kann man auch auf die Rückseite klopfen; auf Dauer ist die dafür nötige Handhaltung und Intensität aber ein wenig anstrengend.

Die maximale Helligkeit ist standardmäßig auf knapp 50 cd/m<sup>2</sup> beschränkt. Das reicht für die meisten Gelegenheiten aus, bei direkter Beleuchtung wirkt das aber etwas dunkel. Ein langer Druck auf die Schaltfläche zum Erhöhen der Helligkeit entlockt den LEDs knapp 100 cd/m<sup>2</sup>. Die Helligkeit bleibt bei kalter und warmer Beleuchtung gleich, nachregeln muss man nicht. Die minimale Helligkeit liegt bei 2,5 cd/m<sup>2</sup> und damit im Vergleich der E-Reader recht hoch. Im stockdunklen Zimmer stört das ein wenig, ansonsten reicht die Bandbreite völlig. Über eine eigene Taste kann die Beleuchtung komplett abgestellt werden, eine automatische Regelung fehlt.

Die Lesezeit pro Akkuladung fällt bei beleuchtetem Display (50 cd/m<sup>2</sup>) und aktivem Smartlight mit 27 Stunden nur durchschnittlich aus, der Vorgänger mit konventionellen LEDs schaffte fast fünf Stunden mehr. Zum Aufladen liegt ein cleveres Micro-USB-Kabel bei, dessen Stecker auf beiden Seiten auch verdreht in die jeweilige Buchse passen. Herkömmliche Micro-USB-Kabel können trotzdem mit dem Reader benutzt werden. Statt 2 GByte wie beim Vorgänger gibt es nun knapp 6 GByte freien Speicherplatz.

Praktisch ist die Möglichkeit, über Onleihe ausgeliehene Bücher nun direkt auf dem Gerät zurückgeben zu können. Der Tolino versteht sich gut mit Epub- und Textdateien. PDFs zeigt er an, aufwendigere Dokumenten sind aber kaum sinnvoll nutzbar. (asp@ct.de)



## Lichtautomatik

**Lichtschalter sind lame, Sprachsteuerung ist hip – aber die Zukunft gehört dem Bewegungsmelder.**

Mit dem Hue Motion Sensor ergänzt Philips sein vernetztes Lichtsystem Hue um einen batteriebetriebenen Bewegungsmelder mit integriertem Helligkeitssensor, mit dem man einzelne Lampen oder ganze Gruppen automatisch schalten kann. Das 5,5 cm × 5,5 cm kleine Kistchen wird mit einer praktischen Magnethalterung geliefert. Einmal an der Wand befestigt, lässt es sich in beliebigen Winkeln in den Raum drehen. Der PIR-Sensor mit 100 Grad Erfassungswinkel erkennt Bewegungen auf eine Distanz von etwa 5 Metern und meldet sie per ZigBee an die Hue Bridge. Je nach Nutzungsgrad gibt Philips eine Batterielaufzeit von etwa einem Jahr an.

Die Hue-App sieht zwei unterschiedliche Zeitfenster für automatisierte Schaltungen vor. Damit lassen sich abhängig von der Uhrzeit unterschiedliche Lichtszenen hinterlegen. Besitzer eines iOS-Gerätes haben noch mehr Möglichkeiten: Über die kostenpflichtige App iConnecthue lässt sich das Zusammenspiel von Bewegungsmelder und Lichtsystem künftig noch feiner justieren.

Der Hue Motion Sensor ist eine sinnvolle Ergänzung fürs vernetzte Lichtsystem. Geschickt eingesetzt, macht er den Griff zu Schalter, App oder Fernbedienung überflüssig und spart durch rechtzeitige Abschaltung auch noch Strom. (sha@ct.de)

### Tolino vision 4 HD

#### E-Book-Reader

Hersteller	Tolino
Maße / Gewicht	11,4 cm × 16,3 cm × 0,8 cm / 174 g
Display-Auflösung / -Größe	1072 × 1448 Pixel (301 dpi) / 9,1 cm × 12,2 cm (6 Zoll)
verfügbarer Speicherplatz / Speicherslot	5,7 GByte / –
WLAN / Dualband	b/g/n / –
Preis	180 €

### Hue Motion Sensor

#### Bewegungsmelder

Hersteller	Philips, www.philips.de
Kommunikation	ZigBee Light Link
Preis	40 €



## Heißes Wasser

**Stiebel Eltron macht den Durchlauferhitzer zum Teil des Internet of Things.**

Stiebel Eltrons DHE Connect wird wie ein gewöhnlicher Durchlauferhitzer vom Elektriker mit Starkstrom versorgt und in die Warmwasserleitung gehängt. Auffällig ist lediglich das integrierte Bedienteil mit hochkant verbautem Farbdisplay (320 × 240), einem Touchwheel und einem kleinen Lautsprecher.

Beim ersten Start verbindet man den DHE Connect per WLAN mit dem Internet und legt ein Konto bei Stiebel Eltron an. Der Hersteller betreibt zwar keinen eigenen Cloud-Server – alle Daten werden auf dem Gerät selbst abgelegt – lässt sich aber über diesen Weg die AGB für die Nutzung verschiedener Internetdienste abhaken. Ist der Account aktiv und das Gerät online, kann der DHE Connect auf Wunsch Wetterinformationen anzeigen oder Internetradio vom Anbieter Radio.de abspielen.

Da Durchlauferhitzer nicht immer in der Mitte des Badezimmers installiert sind, wären beide Funktionen sinnlos, wenn man die Bedieneinheit nicht auch vom DHE Connect losgelöst platzieren könnte. Stiebel Eltron bietet verschiedene Halterungen, um sie entweder als Standgerät im Bad (IP 20) oder fest installiert in einer Wandsteckdose zu betreiben. Sie kann bis zu 25 Meter vom Durchlauferhitzer montiert sein und steuert ihn per

Funk im 868-MHZ-Band. Bereits im Lieferumfang befindet sich eine einfache Fernbedienung, mit der man zuvor konfigurierte Wunschtemperaturen einstellen kann. Es lassen sich insgesamt bis zu 10 Steuereinheiten anlernen, Stiebel Eltron bietet die Variante mit Touch-Display einzeln als FFB T Plus zum Preis von etwa 200 Euro an. So lässt sich die Wunschtemperatur an unterschiedlichen Entnahmestellen direkt setzen – das Display informiert über die maximale Wassertemperatur. Der Durchlauferhitzer verfügt über einige Spezial-Einstellungen: So kann man die Badewanne automatisch befüllen lassen oder beim Duschen zwischen verschiedenen Wellness-Programmen wählen. Bei voll aufgedrehtem Warmwasser choreografiert der DHE Connect danach einen Temperaturverlauf durch die Gesamtduschzeit – Kneipp lässt grüßen.

Nach Angaben des Herstellers sollte der DHE Connect auch per App steuerbar sein – bis zum Redaktionsschluss war das dafür nötige Update noch nicht ausgespielt. Stiebel Eltron schickte uns eine Steuereinheit mit der noch nicht veröffentlichten Firmware-Version 1.2, die sich problemlos am DHE Connect anlernen ließ. Sie schaltet auf dem Linux-System des FFB T Plus einen Webserver frei, der für unterschiedliche Mobilgeräte passende Bedienoberflächen generiert. Bei Stiebel Eltrons Connect-App handelt es sich also um eine lokal generierte Web-App, die man nur durch Port-Freigabe im Router auch zur Fernsteuerung des Systems nutzen kann.

Die Bedienoberfläche des FFB T Plus wird 1:1 aufs Mobilgerät übertragen. Selbst bei Tablets nutzt sie die höhere Auflösung nicht aus, um beispielsweise die Verbrauchsanalyse übersichtlich darzustellen. Ebenfalls freigeschaltet ist in dieser Version das Bluetooth-Modul des FFB T Plus. Per A2DP lässt sich ein Lautsprecher koppeln, falls einem der Klang des Mini-Lautsprechers im Badezimmer nicht genügt.

Heiße Luft und warmes Wasser – so sieht es zumindest noch bis zum Erscheinen der Firmware-Version 1.2 aus. Selbst mit dem für Anfang 2017 versprochenen Update fehlt es dem DHE Connect noch an der nötigen Konnektivität, um im Smart Home wirklich zu punkten. Zumindest hat Stiebel Eltron mit dem solide aufgesetzten System eine gute Grundlage geschaffen, um den Warmwasserbereiter und künftig auch weitere Geräte sinnvoll zu vernetzen. (sha@ct.de)

Anzeige

### DHE Connect

#### Vernetzter Durchlauferhitzer

Hersteller	Stiebel Eltron, <a href="http://www.stiebel-eltron.de">www.stiebel-eltron.de</a>
Kommunikation	WLAN, 802.11 b/g/n (2,4 GHz), Bluetooth, 868 MHz
Preis	820 €



## Donnerboxen

**Akitios externe Festplattengehäuse sollen per Thunderbolt 3 viel schnellen Speicher zur Verfügung stellen.**

Das Thunder3 Duo Pro bietet Platz für zwei SATA-Laufwerke, die Thunder3 PCIe Box für eine PCIe-SSD. Beide Alugehäuse tragen an ihren Rückseiten je einen DisplayPort-Ausgang sowie zwei Thunderbolt-3-Buchsen, um weitere Peripherie anzuschließen. Zusätzlich findet sich ein USB-3.0-Anschluss am Thunder3 Duo Pro.

Letzteres nimmt 3,5"- oder 2,5"-Laufwerke auf, die sich per rückseitigem Drehschalter zu einem RAID 1, RAID 0 oder JBOD zusammenfassen lassen. Das Gehäuse präsentiert sie dem Betriebssystem auf Wunsch auch einzeln. Trotz fehlender Entkopplung stellten sich im Test mit zwei NAS-Festplatten vom Typ WD Red keine störenden Vibrationen ein. Ein abschaltbarer, unregelmäßiger und mit 0,2 Sone flüsterleiser Lüfter transportiert die Abwärme aus dem Gehäuse.

Der permanent drehende Ventilator der Thunder3 PCIe Box ist mit 1,4 Sone deutlich lauter. Ihr x16-Slot verfügt über vier PCIe-Lanes. Soll anstelle einer Steckkarten-SSD ein M.2-NVMe-Modell zum Einsatz kommen, benötigt man noch einen PCIe-Adapter. Exemplare, die vier Lanes durchreichen, gibt es für unter 20 Euro.

Unser Test-Mainboard Asus Z170 Premium erkannte die Thunder3-Geräte erst nach einem Firmware-Update für den Thunderbolt-3-Controller. Ausgerechnet Besitzer der neuen MacBook Pros, die man als Kernzielgruppe vermuten würde, gehen leer aus – zumindest unter macOS 10.12: Das aktuelle 13"-Modell

erkannte die Boxen zwar, konnte mit ihnen aber nichts anfangen. Unter Windows 10 hatte das MacBook indes keine Berührungängste.

Die Thunder3 PCIe Box lieferte mit Intels Workstation-SSD DC3700 die erwartete hohe Performance. Samsungs neue 960 Pro hingegen wurde lesend vom Thunderbolt-3-Interface auf rund 2,8 GByte/s gebremst und blieb schreibend mit 900 MByte/s aus ungeklärtem Grund weit unter ihren Möglichkeiten.

Ein gemischtes Bild zeigte das Thunder3 Duo Pro. Mit SSDs ausgerüstet blieb es unauffällig und erreichte bis zu 830 MByte/s. Steckten wir aber Festplatten hinein, schwankte die Performance laut IOMeter je nach verwendetem Interface und RAID-Level stark. Im RAID 1 etwabrach die Performance an Thunderbolt lesend auf bis zu 60 MByte/s ein, via USB erzielten wir 164 MByte/s. Mit CrystalDiskMark nachgemessen, verhielt sich der RAID-1-Verbund wie erwartet.

Dass sich ausgerechnet das neue MacBook Pro den Thunder3-Geräten verweigert, schränkt die Zielgruppe stark ein. Bei Windows-Rechnern ist die Thunderbolt-3-Schnittstelle, die Voraussetzung für die volle Performance ist, noch nicht weit verbreitet. So werden wohl viele Nutzer zu günstigeren USB-Lösungen greifen.

(bkr@ct.de)

### Thunder3 Duo Pro / Thunder3 PCIe Box

#### Thunderbolt-3-Gehäuse

Hersteller	Akitio, <a href="http://www.mag.de/akitio">www.mag.de/akitio</a>
Lieferumfang	Netzteil, Thunderbolt-3-Kabel, USB-3.0-Kabel (Thunder3 Duo Pro)
Anschlüsse	2 × Thunderbolt 3, DisplayPort, USB 3.0 (Thunder3 Duo Pro)
Maße	145 × 237 × 92 mm / 75 × 234 × 150 mm
Gewicht	1546 g / 1768 g
Preis	430 € / 340 €



## 10 TByte für den Desktop

**Seagate bringt die erste 10-TByte-Festplatte für Desktop-Rechner. Wie bei anderen 10-TByte-Laufwerken ist das Gehäuse der BarraCuda Pro mit Helium gefüllt.**

Noch eine Helium-Platte: Seagate treibt die Kapazität seiner Desktop-Festplattenserie BarraCuda Pro mit Hilfe des Edelgases auf 10 TByte. Sieben Scheiben drehen sich darin, jede mit rund 1,4 TByte Kapazität.

Die Häufigkeit von Lesefehlern gibt Seagate mit  $1 \cdot 10^{-15}$  an, was eine Klasse besser ist als viele andere Desktop-Festplatten. Die Garantiefrist beträgt fünf Jahre, allerdings ist die BarraCuda Pro nicht für Dauer-Volllast ausgelegt: Der Hersteller nennt ein Workload Rate Limit von 300 TByte pro Jahr.

Für eine Festplatte ist die BarraCuda Pro dank 7200 Umdrehungen pro Minute und 256 MByte DRAM-Cache flott: Maximal 240 MByte/s beim Lesen und Schreiben. Im Betrieb liegt die Leistungsaufnahme dank Helium-Füllung bei nur rund 7 Watt; im Leerlauf sinkt die Leistungsaufnahme auf knapp 5 Watt.

Nach einer halben Stunde Dauerlast erwärmte sich die BarraCuda Pro auf gerade einmal 41 °C und machte dabei mit 0,7 Sone kaum auf sich aufmerksam. Wer viel Speicherplatz in seinem Desktop braucht, ist mit der BarraCuda Pro gut bedient – 10 TByte SSD-Speicher kosten mindestens das Fünffache.

(ll@ct.de)

### Seagate BarraCuda Pro

#### 10-TByte-Festplatte mit Helium-Füllung

Hersteller	Seagate, <a href="http://www.seagate.de">www.seagate.de</a>
Modellbezeichnung	ST10000DM0004
Straßenpreis	480 €



## Schneller Streifen

**Moderne SSDs im M.2-Format sparen Platz und sind schnell. Hohe Schreibraten erreicht Samsungs 960 Evo nur mit Tricks.**

Nach der Samsung 960 Pro kommt nun die 960 Evo, ebenfalls eine M.2-SSD, die vier schnelle PCIe-3.0-Lanes und das für SSDs optimierte NVMe-Protokoll nutzt. Anders als die 960 Pro aber nutzt die Evo langsameren TLC-Speicher.

Um die Schreibraten zu erhöhen, setzt Samsung bei der Evo auf einen zweigeteilten SLC-Cache: Ein 4 GByte großer Teil ist immer in den schnellen Modus geschaltet, dazu kommen 3,6 Prozent des freien Speichers – bei unserem 500-GByte-Testmuster addiert sich das auf bis zu 22 GByte.

Beim sequenziellen Lesen kommt die Evo auf maximal 3250 MByte/s, beim Schreiben schwanken die Werte zwischen 1800 MByte/s und 700 MByte/s bei vollem SLC-Cache. Der Cache dürfte für die meisten alltäglichen Anwendungen jedoch genügen. Die Leistungsaufnahme liegt bei 5,5 Watt beim Lesen und 4,6 Watt beim Schreiben; im Leerlauf bei 0,4 Watt. Im Lauf der dreijährigen Garantiefrist darf die 960 Evo mit maximal 200 TByte beschrieben werden.

Als Startlaufwerk für das Betriebssystem eignet sich die Evo gut, mit rund 230 Euro ist die 500-GByte-Version jedoch immer noch deutlich teurer als gleich große, aber wesentlich langsamere SATA-SSDs. (ll@ct.de)



## Ohne Schacht

**Der Midi-Tower Carbide 270R hat keine externen Einbauschächte. Dadurch kann die Kühlluft im Inneren ungehindert strömen.**

Das Corsair Carbide 270R vereint die aktuellen Trends bei PC-Gehäusen: Die von außen zugänglichen 3,5"- und 5,25"-Laufwerksschächte fehlen zugunsten großer Lüfteröffnungen. Stattdessen gibt es zwei 2,5"- und zwei 3,5"-Einbaupositionen auf der Rückseite des Mainboard-Trägers. Dort behindern sie den Luftstrom nicht. Das ATX-Netzteil sitzt am Boden in einem separaten Abteil, das zudem ausreichend Stauraum für nicht benötigte Kabel bietet.

Im Innenraum des Midi-Towers ist Platz für ein ATX-Mainboard, Grafikkarten mit 37 cm Länge und 17 cm hohe CPU-Kühler. Der geringe Abstand zwischen Board und Dach erschwert das Anstecken des ATX12V-Anschlusses.

Die von uns getestete Variante des Carbide 270R mit Plexiglasfenster enthält zwei 12-cm-Lüfter. Die 3-Pin-Ventilatoren sind bei voller Geschwindigkeit von 1300 U/min deutlich wahrnehmbar (1,4 Sone). Vor den Ansaugöffnungen des Netzteils befindet sich ein abnehmbarer Staubfilter.

Das einwandfrei verarbeitete Corsair Carbide 270R kostet 70 Euro und eignet sich dank zahlreicher Lüftungsöffnungen für leistungsfähige PC-Komponenten, sofern man mit je zwei Festplatten und SSDs auskommt. Wer auf das Seitenfenster und den zweiten Gehäuselüfter verzichtet, kann einige Euros sparen. (chh@ct.de)

Anzeige

### Samsung 960 Evo

#### M.2-SSD mit NVMe-Schnittstelle

Hersteller	Samsung, <a href="http://www.samsung.de">www.samsung.de</a>
Modellbezeichnung	MZ-V6E500BW
Straßenpreis	230 €
weitere Kapazitäten	250 GByte (120 €), 1 TByte (430 €)

### Corsair Carbide 270R

#### Midi-Tower-Gehäuse

Hersteller	Corsair, <a href="http://www.corsair.com">www.corsair.com</a>
Abmessungen (H × B × T)	46 cm × 21,2 cm × 50 cm
Frontanschlüsse / Taster	2 × USB 3.0, 2 × Audio / Ein/Aus, Reset
Preis	68 €





## Bunter Mobilmixer

**Der K-Mix von Keith McMillen mixt acht Audio-Kanäle auf kleinstem Raum und sorgt mit leuchtenden Fadern für Stimmung.**

Kaum so groß wie die Grundfläche eines iPad bringt der K-Mix doch eine Menge Kanäle und Funktionen unter seiner gummierten Oberfläche mit. Auf der Stirnseite nehmen acht Eingänge Line-, Phono-, Mikrofon- und Gitarren-Signale auf. Neben den beiden Hauptausgängen lassen sich über Aux-Wege drei weitere Submixe ausgeben – auf Wunsch auch für Setups mit Surround-Anlagen bis 7.1.

Der K-Mix funktioniert sowohl als Stand-alone-Mixer wie auch als USB-Interface am Rechner oder iPad (Class Compliant). Zwar kommt er ohne weiteres Netzteil aus, die schwache USB-Stromversorgung schafft jedoch nur niedrige Line-Ausgangspegel von 3,3 dBV. Die Roundtrip-Latenz lag bei guten 7 ms (gemessen unter macOS, Ableton Live, 96 kHz, 128 Samples).

Die Ergebnisse der Signalmessungen sind für ein Gerät dieser Preisklasse enttäuschend: Die Dynamik bleibt mit 97,0 dB(A) bei der Wiedergabe und nur 93,2 dB(A) bei der Aufnahme zurück (gemessen bei 4,7 dB Verstärkung mit 10 Ohm Generator-Ausgangsimpedanz). Der Mikrofon-Verstärker stößt bereits bei 55 dB an seine Grenzen: Zwar schafft er noch eine Dynamik von 69,8 dB(A), die Höhen fallen oberhalb von 10 kHz jedoch um 1,2 dB ab und der Klirr steigt auf 0,12 Prozent an. Die Messwerte genügen zum Anschluss billiger Synthesizer und Plattenspieler im Live-Betrieb, aber nicht für hochwertige Aufnahmen am Rechner.

Statt auf mechanischen Schaltern und Fadern drückt man auf bunt leuchtenden Gummis herum. Damit lassen sich Pegel nur ungefähr einstellen. Kleinste Fingerwackler können bereits Änderungen von zwei bis drei Dezibel auslösen. Für eine genauere Justage muss man in den umständlichen Fine-Modus umschalten. Exakter kann man die Parameter extern per MIDI oder über die Software (Windows, macOS) einstellen. Aufgrund der Ungenauigkeit lohnt es aber kaum, über die Gummifelder des K-Mix andere Geräte per MIDI anzusteuern.

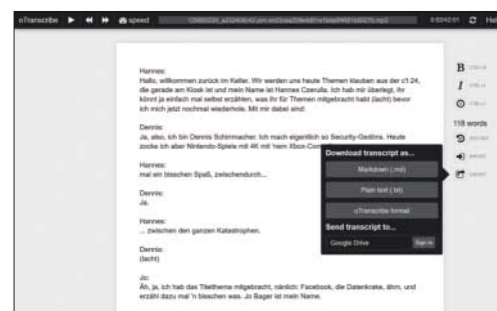
Über die runden Gummiflächen stellt man die internen Effekte ein: Das Gate hilft, Nebengeräusche zu unterdrücken, der EQ verstärkt Bässe, Mitten oder Höhen und der Kompressor fängt schnell an zu pumpen. Ein nicht besonders authentisch klingendes Reverb (Hall) ist auch mit an Board. Die vier Effekte gehen überaus kräftig zur Sache, lassen sich aber nur grob einstellen.

Keith McMillen hat sich mit dem K-Mix ein tolles Konzept mit flexiblem Routing überlegt. Trotz seiner kleinen Größe ist er vielseitig einsetzbar und robust verarbeitet. Allerdings krankt das Gerät an der allzu ungenauen Bedienung und an der mageren Sound-Qualität, die den hohen Preis nicht rechtfertigen können. (hag@ct.de)

### Keith McMillen K-Mix

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

Hersteller	Keith McMillen, <a href="http://www.keithmcmillen.com">www.keithmcmillen.com</a>
Anschlüsse	USB 2.0 (Class Compliant), USB-Stromversorgung
Eingänge	2 XLR/Klinke-Combi (Line/Inst.), 6 Klinke (Line/Phono)
Ausgänge	8 Klinke (sym.), 1 Kopfhörer (Miniklinke)
Software	K-Mix Editor (macOS ab 10.7, Windows ab 7), Windows-Treiber
Preis	680 €



## Töne abtippen

**oTranscribe erleichtert es, Interviews und Diskussionen zu verschriftlichen. Dabei punktet das Tool besonders mit seiner komfortablen Steuerung.**

Das Programm läuft als HTML5-Anwendung im Browser und kommt ohne Installation aus. Sobald es einmal im Browser-Cache liegt, kann man es auch offline verwenden. Die Oberfläche des Programms ist aufgeräumt und übersichtlich: Nach dem Öffnen der Audio-Datei kann man direkt loslegen.

Die Abspielgeschwindigkeit kann man erhöhen oder verringern. Hält man den Ton an, spult das Programm automatisch etwas zurück. Zur besseren Orientierung lassen sich Zeitstempel einfügen. Bei einem Klick darauf läuft die Wiedergabe von dort los. Noch flüssiger arbeitet, wer die Wiedergabe über die Tastatur steuert. Fußpedale lassen sich jedoch nicht verwenden.

Im integrierten Editor lassen sich Texte nur rudimentär formatieren. oTranscribe speichert Texte nicht; man sollte sie daher regelmäßig anderweitig sichern. Das Programm exportiert in Google Docs, .txt, .md und .otr (oTranscribe-eigenes Format). Zeitstempel bleiben aber nur in .otr erhalten.

oTranscribe eignet sich für alle, die nur gelegentlich eine Audio- oder Video-Datei transkribieren müssen. Per Shortcuts lässt sich das Programm effizient bedienen. Profis, die gern ein Fußpedal verwenden, benötigen ein anderes Programm, beispielsweise f4/f5 transcript. (apoi@ct.de)

### oTranscribe beta

#### Transkriptions-Tool für den Browser

Hersteller	Elliot Bentley, <a href="http://www.otranscribe.com">www.otranscribe.com</a>
Systemanf.	Webbrowser, HTML5
Format	mp3, ogg, webm, wav, mp4, YouTube
Preis	<a href="#">kostenlos</a>

Anzeige

# Gesichtsschmeichler

Googles VR-Plattform Daydream



**Nach Cardboard kommt Daydream: Googles neue Virtual-Reality-Plattform beeindruckt mit einem angenehm zu tragenden Stoff-Headset, toller Software und einem cleveren Handcontroller.**

**Von Jan-Keno Janssen**

**S**tatt auf harten Kunststoff wie bei Samsung Gear VR oder HTC Vive setzt Google bei seiner Virtual-Reality-Brille Daydream View auf weiches Textilmaterial. Das ist nicht einfach nur ein optischer Gag: Was nützt die technisch tollste VR-Brille, wenn sie drückt und zwickt? Das klare Urteil aller c't-Tester: So angenehm wie Daydream View trägt sich zurzeit nur Sonys Playstation VR, die zwar schwer ist, das Gewicht aber sehr gleichmäßig auf dem Kopf verteilt.

Googles Daydream-System besteht nicht nur aus dem weichen Daydream-View-Headset – man muss auch ein Handy reinstecken. Anders als das alte Cardboard-System ist Daydream nicht mehr mit fast allen Android- und Apple-Handys kompatibel: Offiziell werden zurzeit sogar nur

Googles aktuelle Edel-Smartphones Pixel und Pixel XL unterstützt, für die man mindestens 760 Euro auf den Tisch legen muss.

Inoffiziell klappt es aber auch mit anderen Telefonen: Im c't-Test liefen Daydream-Apps auch mit von Hand eingekopierte APKs mit dem Nexus 6P ordentlich – allerdings nur für wenige Minuten: Mangels „Sustained Performance Mode“ drosselte das 6P schnell die Leistung, was zu unangenehmen Rucklern führte. In Zukunft sollen aber mehr Daydream-kompatible Telefone auf den Markt kommen, Google arbeitet nach eigenen Angaben mit allen großen Herstellern zusammen.

## Flüssiger als Cardboard

Im Test mit einem Pixel XL lieferte Daydream ein deutlich geschmeidigeres Virtual-Reality-Gefühl als alle uns bekannten Cardboard-Apps (sowohl mit Android- als auch mit iOS-Smartphones). Kopfbewegungen holt Daydream ohne merkbare Verzögerung in die virtuelle Realität. Bei Cardboard-Apps spürt man die Latenz dagegen stark. Im Vergleich zum bislang hochwertigsten Smartphone-VR-System Samsung Gear VR bietet

Daydream zumindest in Sachen Latenz und Headtracking ein ähnliches Niveau. Lediglich das Sichtfeld wirkte mit Daydream View und Pixel XL minimal kleiner als Gear VR mit Samsung Galaxy S7.

Kein Beinbruch, aber bei genauem Hinschauen auffällig: Das Pixel XL neigte im Test bei schnellen Kopfbewegungen zu stärkerer Schlierenbildung als die Gear-VR-kompatiblen Smartphones. Auffällig sind diese Schlieren vor allem bei Schriftdarstellung. Einige Tester monierten bei Daydream außerdem störenden Lichteinfall.

Die größte Besonderheit von Google Daydream ist der zugehörige Controller. Neben vier physischen Knöpfen und einem klickbaren Touchpad hat er Lagesensoren eingebaut, mit denen das Daydream-System Handbewegungen erkennt. Ähnlich wie mit Nintendos alter Wiimote lässt sich damit präzise ein Cursor bewegen, zum Beispiel, um eine eingeblendete Tastatur zu bedienen. Spiele wie „Wonderglade“ nutzen den Controller, um beispielsweise einen Minigolf-Schläger oder eine Wasserspritze zu simulieren.

Der Daydream-Controller kann sich nicht im Raum orientieren (wie Oculus

Touch, HTC Vive oder Playstation Move), sondern erkennt mit seinen Lagesensoren lediglich die relative Position. In VR fühlt sich das ein wenig so an, als stecke der Arm in einem Gipsverband und man könne nur das Handgelenk bewegen. Das klingt negativer, als es ist: In der Praxis bietet der Daydream-Controller ein deutlich natürlicheres Steuergefühl als beispielsweise das im Gear-VR-Gehäuse eingebaute Touchpad oder konventionelle Gamepads.

Mit der von Google zur Verfügung gestellten Vorab-Software fielen uns einige Kinderkrankheiten auf. So sprang der Cursor manchmal wild herum, nach einer zweisekündigen Neukalibrierung (langer Druck auf den Home-Button) beruhigte er sich aber stets immer wieder.

## Headset ohne Elektronik

Daydream muss komplett ohne Hardware-Hilfe von außen auskommen. Beim GearVR stecken zusätzliche Sensoren in der Smartphone-Halterung, bei Daydream sorgt das Handy ganz allein fürs Tracking. Deshalb benötigt Google auch keine physische Kopplung zwischen Smartphone und Halterung: Im Daydream-View-Gehäuse steckt lediglich ein passiver NFC-Chip, der kompatiblen Smartphones signalisiert, dass sie nun in den VR-Modus schalten sollen. Das funktioniert in der Praxis problemlos: Handy einlegen, Klappe zumachen, mit Gummiband schließen – schon startet die Daydream-VR-App.

Diese fungiert nicht nur als komplett in Virtual Reality bedienbares Startmenü, sondern auch als Appstore: Alle Daydream-kompatiblen Apps lassen sich herunterladen, ohne das Headset von der Nase nehmen zu müssen.

Zum Daydream-Start sieht die App-Auswahl noch etwas mau aus: Lediglich 32 Apps zählten wir bis Redaktionsschluss. Das kann sich aber schnell ändern – es gibt Hunderte von VR-Apps im Play Store, die ihre Entwickler mit geringem Aufwand für Daydream anpassen können.

Was Smartphones konkret beherrschen müssen, um eine Daydream-Zertifizierung zu bekommen, war bislang unklar. Hinweise gibt nun aber das „Compatibility Definition“-Dokument für Android 7.0 Nougat. Hier findet sich ein Modus namens „Virtual Reality High Performance“, für den strikte Vorgaben gelten. So muss das Smartphone dafür neben OpenGL ES 3.2 auch Vulkan unterstützen. Außerdem gibt Google vor, dass Beschleunigungssensor, Gyroskop und Magnetometer die „High Fidelity Sensors“-Vorgaben erfüllen – der Beschleunigungssensor muss beispielsweise bis zu 400 mal in der Sekunde Werte liefern können. Für Nougat-Handys ohne „Virtual Reality High Performance-Modus“ schiebt Google lediglich eine Gyroskop-Datenrate von 100 Hz vor.

Erlaubt sind Display-Diagonalen zwischen 4,7 und 6 Zoll. Die Schaltzeiten dürfen aber nicht höher als 3 Millisekunden sein, außerdem muss das Display einen sogenannten Low-Persistence-Modus beherrschen, bei dem ein Pixel maximal für 5 Millisekunden Licht emittiert. MobilDisplays mit LCD-Technik dürften damit ausfallen, uns sind bislang nur OLED-Bildschirme mit den genannten Spezifikationen bekannt.

## Fazit

Google Daydream bietet deutlich mehr Virtual-Reality-Mittendringefühl als die alte Cardboard-Plattform. Die Bildqualität

ist fast so gut wie bei Samsungs Gear-VR-System, muss sich aber in Sachen Schlierenbildung und Sichtfeld knapp geschlagen geben.

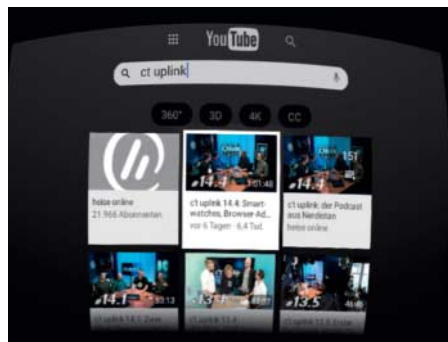
In anderen Disziplinen zieht Daydream am Samsung-System vorbei. So trägt sich das 69 Euro teure View-Headset mit seinem weichen Gehäuse angenehmer als die Gear VR. Mit dem gelungenen Daydream-Controller zeigt Google Samsung aber klar, wo in der Virtual Reality der Hammer hängt. Natürlich kann die Daydream-Steuerung nicht mit den teuren Systemen HTC Vive und Oculus Rift (+Touch) mithalten, doch Googles kleiner Controller macht in VR definitiv mehr Spaß als klassische Gamepads.

Zurzeit läuft Daydream ausschließlich mit den beiden teuren Google-Smartphones Pixel und Pixel XL – das System ist also ähnlich exklusiv wie Gear VR, das ebenfalls nur mit High-End-Telefonen von Samsung funktioniert. Sollte der Daydream-Standard in der Android-Welt jedoch Fuß fassen, gibts vielleicht auch bald kompatible Mittelklasse-Smartphones. Wenn dann, wie von Google geplant, weitere (günstigere) Daydream-Headsets plus Controller von anderen Herstellern auf den Markt kommen, hat Daydream gute Chancen, sich zum mobilen VR-Standard zu mausern.

Übrigens: Wer ein kompatibles Smartphone besitzt, kann Daydream auch erst einmal ohne View-Headset ausprobieren – es wird lediglich eine Standard-VR-(Papp-)Halterung benötigt, der Controller lässt sich mit einem zweiten Android-Smartphone emulieren. Details dazu verbergen sich hinter dem c't-Link. (jkj@ct.de) **ct**

**Test-Video & Tipps für 6P:** [ct.de/yenet](http://ct.de/yenet)

## Gelungene Daydream-VR-Apps



YouTube könnte Daydreams Killer-App werden: Es macht Riesenspaß, sich im virtuellen Großleinwand-Heimkino durch die Videomassen zu klicken.



Die liebevoll gestaltete Minispiel-Sammlung Wunderglade eignet sich optimal, um Skeptiker vom cleveren Daydream-Controller zu überzeugen.

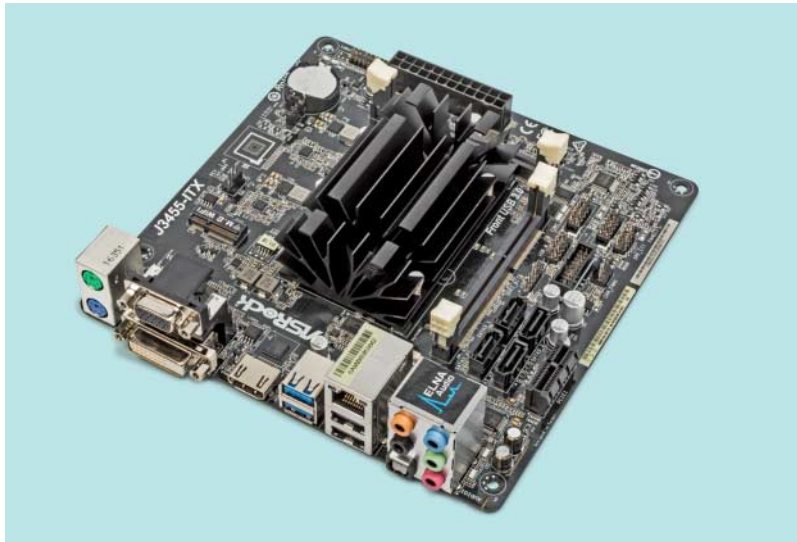


Sehr schön funktioniert auch Google Street View in Virtual Reality. Herumlaufen kann man per Teleport-Strahl.



# Apollo-Celeron

## Billigprozessor Intel Celeron J3455 mit HDMI-2.0-Adapter



**Intel hat die Baureihe der „Atom-Celerons“ für Billig-Notebooks und Mini-PCs renoviert: Sie rechnen schneller, steuern 4K-Displays mit 60 Hz an und dekodieren HEVC- und VP9-Videos.**

**Von Christof Windeck**

Die billigsten Intel-Prozessoren sind für 200-Euro-Notebooks und Mini-PCs gedacht. Nun kommt die jüngste Generation „Apollo Lake“ dieser sparsamen und hoch integrierten Systems-on-Chip (SoCs) auf den Markt. Wir haben den Celeron J3455 auf den Prüfstand gestellt: Er sitzt auf dem Mini-ITX-Mainboard ASRock J3455-ITX, das rund 90 Euro kostet.

Der vergleichsweise hohe Preis hängt auch damit zusammen, dass ASRock einen DisplayPort-HDMI-Wandler auflötet: Der MegaChips MCDP2800BC liefert HDMI 2.0. So lassen sich 4K-Displays mit 60 Hz Bildwiederholrate ansteuern. Das klappte mit dem Acer-Display S277HK und einigen Smart-TVs problemlos.

Ein weiterer Zusatzchip bindet zwei SATA-6G-Ports an; die Apollo-Lake-SoCs haben wie ihre Braswell-Vorgänger ledig-

lich zwei SATA-6G-Ports. Damit sind sie für Mini-Server nicht so gut geeignet.

### Performance

Die verbesserte Goldmont-Mikroarchitektur der CPU-Kerne bringt Apollo Lake im Vergleich zu Braswell erheblich auf Trab: Obwohl er im Turbo nur um 10,5 Prozent höher taktet als der Celeron N3150, ist der Celeron J3455 im Cinebench R15 um fast 40 Prozent schneller. Der passendere Vergleich zum 6-Watt-Chip Celeron N3150 wäre allerdings der Celeron N3450, der uns jedoch nicht zur Verfügung stand. Der J3455 ist mit 10 Watt spezifiziert, seine GPU taktet etwas höher. Unter Volllast zieht das J3455-ITX mit einem ATX-Netzteil 28 Watt – 5 Watt mehr als der lüfterlose Mini-PC Zotac ZBox CI323 Nano mit Celeron N3150. Diese Messung deutet darauf hin, dass der J3455 seine TDP überschreitet. Längere Volllast heizt den Kühler des J3455-ITX auf 68 °C – selbst ohne Gehäuse. Im Leerlauf schluckte das ASRock J3455-ITX samt Netzteil 10 Watt.

Im Vergleich zum Desktop-Celeron G3900 mit zwei Skylake-Cores sieht auch der Celeron J3455 kein Land: Ersterer ist pro Thread mehr als doppelt so schnell (108 statt 50 Cinebench-Punkte) und da-

her auch bei Multi-Threading schneller (218 zu 181 Punkte), obwohl er nur halb so viele CPU-Kerne hat. Das macht sich in Anwendungen, die nicht mehr als zwei Kerne ausreizen, deutlich bemerkbar.

Auch in puncto 3D-Beschleunigung hat Apollo Lake zwar zugelegt, zieht aber weiterhin nicht die Wurst vom Brot. Doch der Celeron J3455 punktet in der Video-Runde: Anders als die Skylake-GPU dekodiert er 4K-Videos sowohl im VP9-Format von YouTube als auch im 10-Bit-HEVC-Format. Bei voller Auflösung ruckelt es aber selten auch mal und VP9 lief nur in Microsoft Edge flüssig, Google Chrome konnte den Hardware-Beschleuniger nicht nutzen. Und ob der Celeron J3455 via HDMI-2.0-Adapterchip tatsächlich HDR-Signale liefert, ließ sich nicht klären; Intel verspricht das jedenfalls nicht. Für Apollo Lake will Intel keine Windows-7-Treiber liefern, sondern nur welche für Windows 10 und Linux.

### Fazit

Trotz gesteigerter Performance bleiben Apollo-Lake-Chips vergleichsweise lahm. Für einfache Arbeiten mögen sie ausreichen, als Video-Player machen sie sogar eine gute Figur – aber nur unter Windows 10. Letzteres müssen Bastler teuer bezahlen; die Atom-Celerons sind somit vor allem für PC-Hersteller attraktiv. Das J3455-ITX eignet sich vor allem für Video-player ohne Lüfter. Für 90 Euro bekommt man nämlich auch ein LGA1151-Mainboard samt Celeron G3900, der vieles deutlich schneller erledigt. (ciw@ct.de) **ct**

### ASRock J3455-ITX

#### Mini-ITX-Mainboard mit Celeron J3455

Hersteller	ASRock (www.asrock.com)
Prozessor	Celeron J3455 (4 Kerne, 1,5/2,3 GHz, 10 W TDP, Apollo Lake)
Grafik	in CPU: HD 500, 12 EU, 750 MHz
RAM (DDR3L-1600)	2 × SO-DIMM, max. 16 GByte (Intel: 8 GByte)
GBit-Ethernet	Realtek RTL8111, PCIe
PCIe-Slots	1 × PCIe 2.0 x1, 1 × M.2 (nur WLAN)
SATA-6G-Ports	2 × am Celeron J3455, 2 × am ASM1061
Anschlüsse ATX-Blende	HDMI 2.0, DVI-D, VGA, 2 × USB 3.0 Typ A, 2 × USB 2.0, 2 × PS/2, LAN, 5 × Audio-Klinke, TOS-Link
Anschlüsse onboard	USB 3.0 19-pol, 3 × USB 2.0, COM-Port, HD Audio, 2 × Lüfter 3p

#### Messungen

Cinebench R15	50 / 181 Punkte (Single / Multi-Threading)
3DMark	277 / 135 Punkte (3DMark11 / Fire Strike)
Leistungsaufnahme <sup>1</sup>	10 Watt / CPU: 23 Watt /
Leerlauf / Volllast	CPU + GPU: 28 Watt
Preis	90 €

<sup>1</sup> gemessen mit Netzteil BeQuiet! Purepower 300 W, 2 × 4 GByte RAM, SSD, USB-Tastatur, USB-Maus, Full-HD-Display

Anzeige

# Extra hoch

## Erster WLAN-Router mit 60-GHz-Funk getestet



**Der TP-Link Talon AD7200 enthält als erster Breitband-Router ein WLAN-Modul für das 60-GHz-Band. Auf der extrem hohen Frequenz sollen über kurze Distanz mehrere Gigabit pro Sekunde fliegen. Wir haben ausprobiert, wie sich das neue WLAN in der Praxis verhält.**

**Von Ernst Ahlers**

**A**ls schnellster WLAN-Standard gilt aktuell das verbreitete IEEE 802.11ac im 5-GHz-Band. Router, die gleichzeitig dort und im angestammten 2,4-GHz-Bereich funken (simultan Dualband), sind inzwischen Mainstream. Heute übliche WLAN-Basen übertragen mit 4 Antennen bis zu 1733 MBit/s brutto. Auf Client-Seite findet man meist billigere Umsetzungen mit einer (433 MBit/s) oder zwei Antennen (867 MBit/s). 3-Stream-Geräte, etwa

das MacBook Air und einzelne USB-Adapter, sind wenig verbreitet; 4-Stream-Adapter sind geradezu rar.

Nun wollen die Hersteller mit dem WLAN-Standard IEEE 802.11ad im 60-GHz-Band die Geschwindigkeitslatte wieder ein Stück höher legen. 11ad gibt es in zwei Ausprägungen: Single-Carrier-Systeme (SC) transportieren maximal 4,6 GBit/s brutto, OFDM-Systeme sogar 6,7 GBit/s.

Wie alle bisherigen WLAN-Standards schaltet auch 11ad bei abnehmender Signalqualität stufenweise auf robustere Modulationen und damit kleinere Datenraten zurück, um den Link aufrechtzuerhalten: 4620/3850/3080/.../385 MBit/s bei SC, 6757/6237/5198/.../693 MBit/s bei OFDM. Bisher sind übrigens nur SC-Systeme gängig, 11ad mit OFDM hat noch kein Chip-Hersteller im Angebot.

Der auch als Wigig bekannte 60-GHz-Funk konnte sich jedoch noch nicht so recht durchsetzen: Bisher gab es nur In-

sellösungen einzelner Hersteller, um beispielsweise Videosignale drahtlos zum TV-Gerät zu beamen oder Notebooks kabellos an eine Dockingstation anzuschließen.

Aus diesen Anwendungen kann man schon folgern, dass 11ad bloß auf kurze Distanzen stark ist. Bei 60 GHz ist nämlich nicht nur die Dämpfung durch den Luft-Sauerstoff sehr hoch, sondern auch die von üblichen Baustoffen. Deswegen gilt 11ad als „Zimmerfunk“, also quasi als drahtloses Patchkabel, das an Wänden endet – von Ausnahmen abgesehen, dazu gleich mehr. Gleichwohl gibt es auch lizenzfreie Richtfunkanlagen, die 11ad nutzen, wenn auch nur für wenige Hundert Meter Reichweite [1].

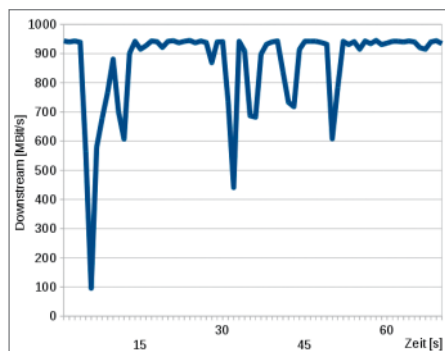
Wir haben den Talon AD7200 von TP-Link ins Testlabor geholt und ihn auf 60 GHz gegen ein zweites Exemplar probelaufen lassen. Denn wie oft bei neuen Techniken stößt man auch bei 11ad auf das Henne/Ei-Problem: Zwar gibt es erste Router, aber bislang noch keine Clients. Acer will hierzulande erst ab Januar 2017 Notebooks mit 11ad verkaufen. Auch nachrüstbare Schnittstellen werden wohl erst im Lauf des nächsten Jahres erscheinen, sei es als USB-3-Stick oder als PCI-Express-Einbaukarte.

### Router-Flaschenhals

Für die 11ad-WLAN-Schnittstelle setzt TP-Link ein Bausteingespann von Qualcomm ein (QCA9008): Auf der Router-Platine sitzt ein Baseband/MAC-Chip. Der kommuniziert über ein dünnes Steuerkabel mit einem briefmarkenkleinen Hochfrequenz-Board, das Sender, Empfänger und ein 32er-Antennenfeld (Array) trägt. Dieses Board sitzt im mittleren, vorderen Antennenträger, den man ausklappt und für optimale Verbindung auf die 11ad-Gegenstelle ausrichtet.

Bei 4,6 GBit/s auf der Funkebene sollten sich ausgehend vom üblichen Brutto/Netto-Verhältnis bei WLAN 2 bis 2,5 GBit/s auf Anwendungsebene einstellen, eventuell durch Protokolloptimierungen sogar etwas mehr. Doch das schafft der AD7200 nicht: Zwar hängt sein 11ad-Modul per PCI-Express 2.0 mit 5 GBit/s an der Router-CPU. Von dort geht es aber nur über zwei Gigabit-Ethernet-Ports weiter, einer zur WAN-Buchse, der andere zum LAN-Switch.

Die Netto-Datenrate zwischen WLAN und LAN ist also schon in der Router-Hardware auf 940 MBit/s begrenzt, das Gigabit-Ethernet-Maximum. Netgear will das bei seinem für Dezember 2016 angekün-



Mobile Dämpfungskörper, etwa durch den Flur laufende Kollegen, beeinträchtigen die 60-GHz-Verbindung kurzzeitig. Dann kann ein ohnehin durchs Gigabit-Ethernet auf 940 MBit/s begrenzter TCP-Stream auf ein Zehntel absacken.

digten Nighthawk X10 (R9000) besser machen: Der Router soll einen SFP+-Slot für 10-Gigabit-Ethernet mitbringen.

Um den Gigabit-Ethernet-Flaschenhals zu umgehen und das 11ad-Potenzial möglichst weit auszuschöpfen, nahmen wir mit etwas Netzwerk-Trickserei den WAN-Port der beiden AD7200 hinzu und ließen zwei Benchmarks parallel laufen, um eine höhere Summendatenrate zu erzielen. Nachteilig daran: Nun müssen die Datenströme durch das Router-NAT. Glücklicherweise liegt die NAT-Performance des AD7200 hoch genug (siehe Tabelle), so dass dort keine weitere Engstelle steht.

## 11ad-Praxis

Unter optimalen Bedingungen – 3 Meter Distanz, Sichtverbindung und aufeinander ausgerichtete Router – schaffte unser Aufbau einen Nettodurchsatz von 1435 MBit/s im Downstream und 1215 MBit/s im Upstream. Das ist rund das Doppelte dessen, was wir mit 11ac bisher gesehen haben.

Saß der Autor im Funkweg, dann ging der 11ad-Downstream auf 1196 MBit/s zurück, stand er, waren es 925 MBit/s. Eine Leichtbauwand stellte dagegen kein Hindernis dar (1442 MBit/s). Waren beide 11ad-Antennenmodule zur Zimmerdecke gerichtet, flossen ebenfalls 925 MBit/s. „Über Bande“ funken geht also auch. Bei weiteren Um-die-Ecke-Versuchen beobachteten wir, dass die Verbindung schon bei geringem Drehen der Geräte abreißen konnte.

In einer Wohnung stellte sich – mit einem Client – ein ähnliches Verhalten ein: Über Bande war die Verbindung etwas langsamer (755 MBit/s) als direkt (937 MBit/s). Durch eine Steinmauer kam wie

erwartet kein Link zustande. Seinen Spitznamen „Zimmerfunk“ trägt 11ad also zu Recht. Einerseits ist das ein Nachteil, denn bei WLAN will man ja möglichst mit einer Basis die eigene Wohnung oder das Büro komplett ausleuchten. Andererseits bedeutet die geringe Reichweite aber auch, dass sich Nachbar-WLANs bei 11ad gegenseitig weniger beeinträchtigen. Zudem stehen bei 11ad drei unabhängig nutzbare Funkkanäle zur Verfügung.

Schließlich probierten wir im langen Redaktionsflur noch, wie stark die reine Entfernung bei Sichtverbindung den Downstream beeinflusst: Über 10, 20, 30 ... 60 Meter gingen 1438, 1312, 1112, 957, 808 und erstaunlicherweise wieder 1361 MBit/s. Die Werte können indes nur als Anhaltspunkte gelten. Denn mit zunehmender Distanz kreuzten tendenziell immer häufiger Kollegen den Funkweg, was zu kurzzeitigen, zufälligen Durchsatzeinbrüchen führte. Das nebenstehende Diagramm des laufenden Downstream-Durchsatzes über die 60-Meter-Strecke veranschaulicht den Effekt.

## Router-Eigenheiten

Die wichtigsten Eigenschaften des Talon AD7200 haben wir in der Ergebnistabelle zusammengefasst. An einem gewöhnlichen ADSL-Anschluss von Vodafone ließ

sich der Router problemlos in Betrieb nehmen, doch mit Telekom-VDSL verstand er sich gar nicht. TP-Link arbeitet daran.

Das 5-GHz-WLAN-Modul funkte nur auf dem Kanalblock 36 bis 48, weil kein DFS implementiert ist. So sind gegenseitige Störungen mit Nachbar-WLANs zu befürchten, die das gleiche Problem haben. Für einen Router mit 3 WLAN-Modulen war die Leistungsaufnahme mit 8 Watt erfreulich niedrig.

## Fazit

Der AD7200 deutet an, was technisch heute machbar ist: 11ad-WLAN bei 60 GHz kann deutlich über 1 GBit/s transportieren, zumindest über kurze Distanzen. Mangels passender Clients stellt es aber zurzeit eine Orchidee dar: Auf der Fensterbank schön anzusehen, doch in der Praxis noch nicht brauchbar. Und selbst wenn 2017 erste 11ad-Clients erscheinen werden, begrenzt die Hardware-Architektur des AD7200 den Durchsatz zwischen WLAN und LAN auf die Gigabit-Ethernet-Grenze von 940 MBit/s. Auf Mitbewerber ohne diesen Flaschenhals darf man gespannt sein. (ea@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Ernst Ahlers, Gigabits ohne Kabel, Richtfunk-Bridge IgniteNet MetroLinQ PTP60-35, c't 14/16,

TP-Link Talon AD7200		
Getestete Firmware-Version / Quelltexte verfügbar		1.0.0 B. 20160226 Rel. 42914 / ✓
Anschlüsse / Hardware		
WAN / LAN / USB		1 / 4 / 2 × 3.0
Bedienelemente / Anzeigen / abschaltbar		Ein, Reset, WPS, WLAN, LED / 9 / ✓
CPU / Flash / RAM		IPQ8064 (2 × 1,4 GHz) / 256 / 512 MByte
Konfiguration		
Auch per HTTPS / Telnet / SSH		– / – / –
Oberfläche auch deutsch / brauchbare Online-Hilfe / Assistent		– / ✓ / ✓
Fernwartung / ab Werk aus / Port änderbar / HTTPS		✓ / ✓ / ✓ / –
Konfigurationshelfer übergeht		IPv6-Konfiguration, Sommerzeit
WLAN		
Version (IEEE 802.11...)		11n-600 / 11ac-1733 / 11ad-4600
Chipsatz		2 × QCA9980 / 1 × QCA9008
manuell wählbare 5-GHz-Kanäle / Automatik wählt höhere als 48		36-48 / –
WLAN ab Werk sicher / WPS / Radius (IEEE 802.1x)		✓ / ✓ / ✓
Messwerte		
Max. NAT-Durchsatz	PPoE Down/Upstream	629 / 480 MBit/s
	IP/IP Down/Upstream	942 / 942 MBit/s
WLAN-Durchsatz	2,4 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	136 / 79-101 MBit/s
	5 GHz nah / 20 m <sup>1</sup>	332 / 59-75 MBit/s
	60 GHz nah / 20 m <sup>2</sup>	1325 / 1156 MBit/s
MU-MIMO: Einzel / Summe / Gewinn <sup>3</sup>		254 / 362 MBit/s / 43 %
SMB-Durchsatz NTFS, ext4 (Schreiben/Lesen)		36 / 86, – / – MByte/s
Leistungsaufnahme <sup>4</sup>		8,1 Watt
Preis		300 €

<sup>1</sup> gegen MacBook Pro (Early 2015) unter Windows 10 <sup>2</sup> gegen zweiten AD7200 im Bridge-Modus <sup>3</sup> gegen drei Single-Stream-Adapter Linksys WUSB6100M <sup>4</sup> WAN und 1 LAN-Port belegt, 1 WLAN-Client angemeldet, keine USB-Geräte, kein Datenverkehr



# Garantiert ausgefallen

## Service-Panne bei Lenovo

**VORSICHT  
KUNDE  
!**



Bild: Peter Stemmler

**Wer beruflich auf sein IT-Equipment angewiesen ist, achtet eher auf Service-Leistungen des Herstellers als auf den letzten Euro. Eine Garantie für reibungslose Reparaturen im Schadensfall bietet das aber nicht immer.**

**Von Tim Gerber**

**A**ls Inhaber einer kleinen IT-Firma ist c't-Leser Robert M. dringend auf seinen Laptop angewiesen. Ende April kaufte er sich ein ThinkPad Yoga 460 von Lenovo mit i7-6500U-Prozessor, 16 GByte RAM, einer 500-GByte-SSD, Fingerabdrucksensor und 17-Zoll Display. In dieser Konfiguration kostet das Gerät mehr als 1700 Euro.

Bereits nach etwas mehr als fünf Monaten gab das gute Stück jedoch seinen Geist auf. Die außen liegenden Tasten der Notebook-Tastatur funktionierten nicht mehr. Mit externer USB-Tastatur funktionierte jedoch alles einwandfrei. In der

Hoffnung, dass sein Notebook umgehend repariert werde, nahm M. die Standard-Garantie über den regulären Reparaturservice von Lenovo in Anspruch, obwohl er als Geschäftskunde eine zusätzliche 4-jährige Vor-Ort-Garantie abgeschlossen und mit 350 Euro teuer bezahlt hatte. Eine Vertrauensseligkeit, die M. selbst rückblickend als „naiv“ bezeichnet.

Der Ausfall wurde jedenfalls von ihm am 3. Oktober 2016 gemeldet, das Gerät am 6. Oktober 2016 versendet und kam am 10. Oktober 2016 beim Lenovo-Dienstleister Teleplan an. Die Reparatur wurde

aber nicht in Angriff genommen, da keine Ersatztastatur auf Lager war. Am 18. Oktober 2016 traf die Tastatur bei Teleplan ein, es stellte sich aber heraus, dass auch das Mainboard defekt war. Ein Liefertermin für ein Ersatz-Mainboard war nicht ersichtlich und konnte M., der verzweifelt auf sein Notebook wartete, auch nicht in Aussicht gestellt werden.

Zahlreiche Mails des Kunden ließ der Hersteller einfach unbeantwortet und am Telefon bot er nach einigem Hin und Her als Standard-Kulanz eine dreimonatige Garantieverlängerung an. Für M., der bereits eine kostenpflichtige Vor-Ort-Garantie über vier Jahre abgeschlossen hatte, nicht sonderlich hilfreich.

Am 18. Oktober forderte M. den Lenovo-Service auf, ihm das Gerät, wie es ist, zurückzuschicken. Er beabsichtigte nämlich nun, die gesetzliche Gewährleistung des Händlers in Anspruch zu nehmen oder den erworbenen Vor-Ort-Service zu aktivieren. Doch Lenovo kam dieser Bitte nicht nach. Auch konnte niemand dem Kunden sagen, ob das Gerät überhaupt noch funktionsfähig war, weil ja eine Reparatur am Mainboard versucht wurde.

Da er nun nur in einer Endlos-Schleife zu hängen schien, wandte M. sich verzweifelt an die c't: „Ich bin von dem Gerät abhängig, weil einerseits meine unfertige Dissertation und die dazugehörige Statistiksoftware (SPSS 22), andererseits auch meine Firmensoftware (Webdesigner, Formulargenerator und anderes) installiert ist und ich diesen Tätigkeiten nur sehr eingeschränkt nachgehen kann, wodurch mir auch mitunter ein finanzieller Schaden erwächst“, schrieb er uns.

## Nachgefragt

Wir konfrontierten die Pressestelle von Lenovo mit dem Fall und erhielten von Unternehmenssprecher Georg Albrecht innerhalb weniger Tage eine ausführliche Antwort:

Beim dem Service Fall vom 03. Oktober 2016 sei tatsächlich ein normaler Reparaturauftrag auf der Grundlage der Standardgarantie für das Gerät M.s eingeleitet worden und dem Servicemitarbeiter das Garantie-Upgrade „Onsite“ und „4 Jahre“ entgangen. Selbstverständlich habe der Kunde Anspruch auf eine Onsite-Reparatur für sein Notebook aus diesem Upgrade. Warum es letztlich zur Durchführung der normalen Reparatur gekommen sei und dieses Missverständnis nicht zu Gunsten M.s gelöst worden sei, lasse sich im Einzelnen nicht mehr nachvollziehen.

Lenovo könne sich hier nur für diese Fehlleistung entschuldigen und hätte dem Kunden bereits, als der Fehler bewusst wurde, einen Ausgleich für diesen Nachteil angeboten.

Unabhängig von den administrativen Fehlern bei der Reparaturannahme sei es im Verlauf der Reparatur durch die nachträgliche Feststellung eines zweiten Fehlers, dem Mainboard, zu einer zweimaligen Verzögerung der Reparatur gekommen.

Aufgrund einer Insolvenz im Logistikbereich insbesondere bei Übersee-Lieferungen aus Asien könne manchmal bei einzelnen Artikeln ein Engpass entstehen, weil die blockierten Geräte nicht immer sofort in ausreichender Stückzahl produziert und/oder nachgeliefert werden könnten.

Die von M. am 3. Oktober, also einem Feiertag, eingeleitete Reparatur sei nach Abholung innerhalb von drei Arbeitstagen auf dem Tisch des Technikers gewesen, die Lieferung für die fehlende Ersatztastatur sei avisiert gewesen, so sei es zu einer Wartezeit von acht Tagen gekommen. Am 19. Oktober wurde nach dem Austausch der Tastatur der zusätzliche Defekt des Mainboards festgestellt. Am 24. Oktober habe die Werkstatt nach verboglicher Wartezeit festgestellt, dass die Reparatur des Notebooks zu lange dauert und als Eskalationsfall an das zuständige Complaints-Team weitergeleitet. Hier ist der Fall am 28. Oktober 2016 erkennbar geworden.

Dem Kunden sei noch am 31. Oktober ein Austauschgerät angeboten worden. Weil sein Notebook eine individuelle Ausstattung aufwies, habe man um eine Kopie der Rechnung gebeten, um ein adäquates Austausch-Notebook bereitstellen zu können. Allerdings habe der Kunde sich zwischenzeitlich selbst um die Rücklieferung seines Notebooks bemüht, um die Rückabwicklung beziehungsweise die Bereitstellung der notwendigen individuellen Aufrüstungen mit dem Vertragspartner und Händler seines Vertrauens abzuwickeln.

Aufgrund der unglücklichen Defekt-Konstellation sei es in diesem Fall zweimal zu einer Verzögerung von insgesamt 13 Tagen gekommen. Es werde zurzeit geprüft, welche Maßnahmen in ähnlich ge-

lagerten Fällen zu einer kundenfreundlicheren Vorgehensweise führen könnten.

Aus Sicht des Kunden stellt sich die Sache etwas anders dar: Nachdem er den Lenovo-Support fast Tag für Tag telefonisch und mit Mails kontaktiert, ja förmlich bombardiert und mehrmals eine Beschwerde eingefordert habe, sei endlich

Bewegung in die Sache gekommen, teilte Robert M. uns am 2. November mit. Herr Jens Kluge von Lenovo hätte ihm am 31. Oktober ein Austauschgerät angeboten, welches aber erst in China geordert werden müsse, was weitere 10 bis 20 Tage dauern könne. Da das Gerät jedoch vom Verkäufer für insgesamt rund 300 Euro mit zusätzlichem Arbeitsspeicher und einer SSD aufgerüstet worden

war, konnte man bei Lenovo nicht beantworten, ob diese Konfiguration auch geliefert werden könne. Werkseitig sind im Yoga 460 nur 8 GByte RAM und eine 256-GByte-SSD verbaut.

Sein Laptop sei nun am 2. November in dem Zustand bei ihm angekommen, in dem er es einen knappen Monat zuvor versendet habe, berichtete M. der c't. Er werde es nun dem Verkäufer umgehend mit einer angemessenen Frist zur Erfüllung der Gewährleistung zusenden. Eine Vor-Ort-Reparatur komme nicht infrage, da die Teile auch für diesen Service nicht lieferbar seien. Deshalb habe er auch den Service-Vertrag gekündigt.

Er sei offenbar auch kein Einzelfall, berichtet M. und verweist auf diverse Einträge im Lenovo-Forum (siehe c't-Link am Ende des Artikels). Firmensprecher Georg Albrecht bestreitet dies: „Bei dem Yoga 460 Laptop (ThinkPad) Notebook gibt es nach unseren derzeitigen Erkenntnissen keine auffällig hohen Reparaturzahlen.“

Für einen Anbieter von Business-Notebooks dieses Kalibers ist die Geschichte mehr als traurig. Man fragt sich, ob der Kunde das Geld für das Markengerät und die Zusatzgarantie nicht besser gespart hätte. Das auf dem Konto verbleibende Geld kann man im Falle eines Defekts dann besser gleich in ein Ersatzgerät investieren, das sofort einsatzbereit ist. Garantiert.

(tig@ct.de) **ct**

**Lenovo-Foren mit Berichten über Service-Fälle:** [ct.de/y1fr](http://ct.de/y1fr)





Die Holocafé-Macher (von links) Oliver Eberlei, Jessica Karger und Sebastian Kreutz haben drei VR-Multiplayer-Spiele selbst entwickelt.

# Auswärtsspiel

## Die Virtual-Reality-Spielhallen kommen

**Der Virtual-Reality-Trend löst auf der ganzen Welt eine Spielhallen-Renaissance aus – überall schießen „VR-Arcades“ aus dem Boden. c’t hat im Holocafé in Düsseldorf probegespielt.**

**Von Jan-Keno Janssen**

**V**irtual Reality kann man mit einem Handy und einem Plastiklinsen-Pappkarton ausprobieren – aber wer wirklich überzeugendes Mittendrin-Gefühl erleben will, muss deutlich mehr Geld ausgeben. Ein komplettes HTC-Vive-System mit passendem Rechner bekommt man zum Beispiel nicht unter 2000 Euro. Und dann braucht man auch noch viel Platz, denn mit der Vive und passender Software kann man sich auf bis zu 25 Quadratmetern frei in der VR bewegen.

Preis und Platz also: Diese Faktoren sorgen dafür, dass auf der ganzen Welt Virtual-Reality-Spielhallen eröffnen. Vor rund zwanzig Jahren gab es solche VR-Spielplätze übrigens schon einmal: unter anderem am Berliner Ku’damm, „Cyberspace-Café“ hieß das kurzlebige Etablissement, das mit dem Ende des ersten VR-Hypes Ende der 90er-Jahre für immer seine Pforten schloss.

In Deutschland starten nun, zur zweiten VR-Welle, mehr solcher Veranstaltungsorte als jemals zuvor: Unter anderem kann im Sportpark Gelsenkirchen in Virtual Reality gespielt werden, in Saarbrücken (VR Arena und HoloLounge), in Düsseldorf (Holocafé), in Hamburg (HoloBar), in Neunkirchen am Sand (3Delta VR Funpark) – und in Nürnberg gleich an drei Orten: bei Virtuis (Neueröffnung im Dezember), im VR Cybercafé in der Schwarzlichtfabrik und im Fraunhofer-Holodeck

(Besuch nach Terminvereinbarung). Geplant sind außerdem Hallen in Berlin (Vonderland) und München (Presence).

Die meisten Hallen nutzen HTC-Vive-Brillen und bieten lizenzierte Single- und Multiplayer-Spiele aus dem Steam-Store an. Der Trend geht aber zum Exklusivspiel: Den vom Hamburger Studio VR Nerds entwickelte Insekten-Shooter „Debugging“ kann man zurzeit ausschließlich im Sportpark Gelsenkirchen spielen – inklusive einem in VR getracktem Sturmgewehr. Virtuis in Nürnberg plant zur Neueröffnung ein Angebot von sage und schreibe zehn eigenen Titeln, unter anderem den Multiplayer-Shooter Wild VR West.

### VR-Käffchen im Holocafé

Im Holocafé, Mitte November in den Düsseldorf-Arcaden gestartet, kann man aus drei Multiplayer-Eigenentwicklungen aus-

wählen. Wir haben bei der Eröffnung probegespielt. Die drei eigenen Spiele fallen sehr unterschiedlich aus: Im Coop-Shooter „Holo Arena“ verteidigt man sich gegen fiese Drohnen, im Puzzlespiel „Carpe Lucem“ werden im Team Rätsel gelöst, in „Chaos Commando“ versuchen die Spieler eine schlecht gewartete Raumstation vorm Untergang zu bewahren – in dem sie sich unter Zeitdruck Kommandos zubrüllen (so ähnlich wie bei „Star Trek – Bridge Commander“).

Alle drei Spiele sind ausdrücklich unvollendet: Die Entwickler wollen ihre Beobachtungen aus dem laufenden Holocafé-Betrieb möglichst zeitnah in die Spiele einfließen lassen und diese so an den Publikumsgeschmack anpassen. Gerade Chaos Commando wirkte bei unserem Besuch noch sehr rudimentär. Die Holocafé-Besucher können auf Wunsch auch in Einzelspieler-Titel eintauchen, lizenziert wurden unter anderem die Vive-Klassiker The Lab, Portal Stories: VR, Audioshield, Job Simulator, Fantastic Contraption, Space Pirate Trainer und Tilt Brush.

Insgesamt gibt es im Holocafé acht HTC-Vive-Headsets auf zwei Spielflächen à 20 Quadratmeter. Auf einer Spielfläche bewegen sich vier Spieler gemeinsam. Da diese VR-Brillen auf dem Kopf haben, also von der realen Welt nichts mitbekommen, hilft Software gegen ungewollte Zusammenstöße: Alle drei Holocafé-Multiplayer-Titel zeigen die anderen Spieler in der Virtual Reality an der gleichen Stelle an wie in der echten Welt.

Die Visualisierung ist ziemlich minimalistisch: Statt mit einem Avatar werden



**Holocafé:** Die Mitspieler werden in der VR minimalistisch dargestellt: mit schwebenden VR-Headsets (Screenshot aus Chaos Commando).

die anderen Spieler lediglich als schwebendes Headset plus Hand-Controller dargestellt – kurioserweise reicht das aus, um die Mitspieler zu identifizieren; Kopf- und Handbewegungen fallen bei Menschen ziemlich individuell aus.

Acht Windows-PCs mit Intel-i7-Prozessor und Nvidia-GTX-1080-Grafikkarte befeuern die Holocafé-Headsets. Auf beiden Spielfeldern sind lediglich je zwei Lighthouse-Sensoren installiert – das Tracking-System kommt problemlos mit mehreren Headsets zurecht.

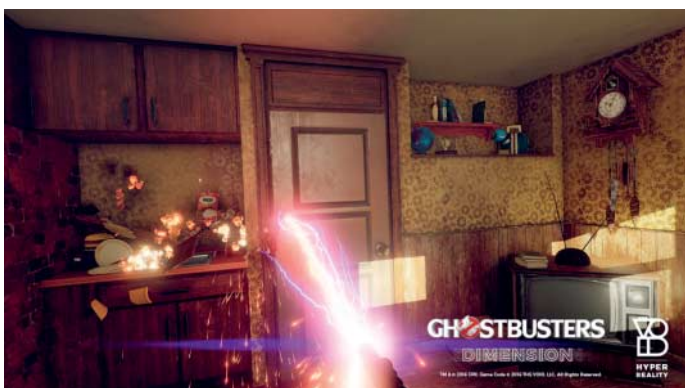
Drei Monate lang soll das Holocafé vorerst geöffnet bleiben (Montags bis Samstags von 10 bis 20 Uhr), danach planen die Macher, ihr Konzept zu verfeinern – und möglicherweise in größerem Rahmen weiterzuführen. Eine 20-minütige Spiel-Session kostet bei Online-Vorauszahlung zurzeit 10 Euro und bei Barzahlung 12 Euro pro Person.

## Ausblick

Kommt in aktuellen VR-Arcades meist konventionelle Consumer-Hardware zum Einsatz, gibt es auch schon einige Experimente mit individueller, aufwendigerer Technik. So arbeitet das Berliner Unternehmen Illusion Walk am „Immersive

Deck“, einem laut eigenen Angaben „Echtzeit-Holodeck“. Nicht nur der getrackte Bereich soll hier deutlich größer sein als bei HTC Vive, sondern auch die getrackten Körperteile – Illusion Walk plant, dass die Benutzer mit ihrem ganzen Körper erfasst werden – und obendrein ein haptisches Feedback bekommen. Möglich machen sollen es Ganzkörper-Anzüge.

Das meiste davon hat das US-Startup The Void bereits umgesetzt (siehe auch Report in c't 26/15). Das erste Void-Produkt „Ghostbusters Dimension“ ist im Juli in der New Yorker Filiale der Wachsfiguren-Kette Madame Tussauds gestartet. Besucher können hier in einer rund 12-minütigen Erfahrung mit einer Protonenkanone Geister jagen. Das Besondere am Void-Konzept: Elemente aus der echten Welt wie Wände, Türen und Schalter werden millimetergenau mit Elementen in der Virtual Reality überlagert. Dadurch wird das Mittendrin-Gefühl gegenüber „normaler“ VR immens gesteigert – schließlich kann man die virtuelle Welt nun nicht nur sehen und hören, sondern auch anfassen. Das hat seinen Preis: Eine Eintrittskarte für „Ghostbusters Dimension“ kostet 55 US-Dollar. (jkj@ct.de) **ct**



Das US-Startup The Void überlagert beeindruckende VR-Welten (hier Ghostbusters Dimensions) mit der echten Welt.



Den Insekten-Shooter Debugging kann man bislang ausschließlich im Sportpark Gelsenkirchen spielen.



# Der optimale PC

## Attraktive Komponenten für Desktop-PCs



<b>Attraktive Komponenten .....</b>	<b>Seite 70</b>
<b>Bauvorschlag 11-Watt-PC .....</b>	<b>Seite 76</b>
<b>Bauvorschlag Workstation-PC .....</b>	<b>Seite 80</b>
<b>Bauvorschlag Mini-PC .....</b>	<b>Seite 97</b>
<b>FAQ PC-Konfiguration .....</b>	<b>Seite 100</b>

## Schnell, aber auch effizient und leise sowie flexibel ausrüstbar und trotzdem bezahlbar soll ein guter PC sein: Tipps, wie Sie Ihren optimalen PC zusammenstellen.

Von Christof Windeck

**D**en idealen Desktop-PC gibt es leider nicht, weil nicht alle Wünsche unter einen Hut passen. Beim optimalen PC geht es also um jenen Kompromiss, der am besten zu Ihren individuellen Vorlieben passt. Das erreichen Sie durch geschickte Kombination guter Komponenten – ganz gleich, ob Sie einen kompletten PC fertig kaufen wollen oder lieber selber schrauben.

Bei den Hauptprozessoren ist seit unseren letzten Bauvorschlägen in c't 25/15 [1] die neue High-End-Baureihe Core i7-6800/6900 hinzugekommen. AMD (Radeon RX 400) und Nvidia (GeForce GTX 1000) haben neue Grafikchips herausgebracht. Die SSD-Preise sind gefallen und bei PCIe-SSDs im M.2-Format gibt es neue Spitzenmodelle. Auch ein neues Kompakt-PC-Format ist auf dem Markt: Mini-STX. Diese neuen Komponenten berücksichtigen unsere Konfigurationstipps.

### Prozessor

Für leistungsfähige Desktop-Rechner sind Intels Skylake-Prozessoren für LGA1151-Mainboards weiterhin eine gute Wahl. Der Doppelkerner Celeron G3900 (35 Euro) genügt schon für Büro-PCs, die Palette reicht aber bis zum übertaktbaren Core i7-6700K (350 Euro) mit vier Kernen, acht Threads und 4,2 GHz im Turbo-

modus. Für einen flinken Allround-PC, genügt freilich der Core i5-6500 für 200 Euro.

Mehr CPU-Kerne, nämlich 6, 8 oder 10, stellen Broadwell-E-Prozessoren vom Core i7-6800K bis zum -6950X bereit. Diese Prozessoren für die Fassung LGA2011v3 kosten allerdings selbst schon 480 bis 1700 Euro und benötigen Mainboards mit dem Chipsatz X99 zu Preisen ab 200 Euro. Mangels eingebauter Prozessorgrafik braucht man stets auch eine Grafikkarte und der Vorteil von vier Speicherkanälen kommt erst zum Tragen, wenn man auch vier DDR4-DIMMs einsteckt. Die vielen Komponenten treiben nicht nur Preis und Komplexität des Systems in die Höhe, sondern auch die Leistungsaufnahme: Unter 40 Watt kommt man mit LGA2011v3 im Leerlauf kaum, bei LGA1151 kann ein Viertel genügen.

Die teure Plattform für High-End-Desktops lohnt sich nur für Software, die mehr als vier Kerne wirklich ausreizt – oder mehr als 64 GByte RAM, denn auf LGA2011v3-Boards mit acht DIMM-Slots sind 128 GByte Hauptspeicher möglich.

Für Gaming-PCs ist ein LGA1151-Mainboard die bessere Basis: Mehr als vier starke CPU-Kerne nutzen erst wenige Spiele, das gesparte Geld fließt besser in eine dicke Grafikkarte.

Anfang 2017 wird sich das CPU-Angebot wandeln, dann erwartet man Intel Kaby Lake alias Core i-7000 und AMD FX mit Zen-Mikroarchitektur. Kaby-Lake-Prozessoren laufen nach BIOS-Updates auch auf vielen aktuellen LGA1151-Mainboards und in unseren Bauvorschlägen, bringen außer etwas höherem Takt aber nur Verbesserungen im Detail.

Viel spannender sind die neuen AMD-Prozessoren, die wohl mit vier bis acht Kernen für AM4-Mainboards debütieren werden. AMD verspricht deutlich höhere Rechenleistung als bei den Vorgängern, aber das lässt sich erst 2017 einschätzen – für dann versprechen wir einen neuen Bauvorschlag.

Derzeit kann AMD nur Prozessoren mit veralteter Bulldozer-Mikroarchitektur liefern. Die Accelerated Processing Units (APUs) nennt AMD so, weil angepasste Software die integrierte GPU als Rechenbeschleuniger einbinden soll – etwa mit OpenCL-Code. Das ist aber auch bei Intel-CPU mit integriertem Grafikprozessor (IGP) möglich und kommt bislang selten zum Einsatz – anders gesagt: Die GPU gleicht die relativ geringe Single-Thread-Leistung der Bulldozer-Chips nicht aus. Deshalb sind AMD-APUs nur in wenigen Nischen attraktive Alternativen zu Intel-Chips, etwa für kompakte Spiele-PCs zum

Je nach Prozessor benötigt man ein Mainboard mit der Fassung LGA2011v3 (rechts) oder LGA1151; das Mini-STX-Format (links) ist besonders kompakt.



Zocken in 720p-Auflösung mit IGP. Oder man wünscht sich einen möglichst billigen Spiele-PC mit Quad-Core-CPU [2].

In Mini-PCs stecken häufig Skylake-Mobilprozessoren der 15-Watt-Klasse – das sind die mit „U“ hinten an der Typennummer –, weil sie geringe Anforderungen an Kühlung und Stromversorgung stellen. Doch bei den LGA1151-CPU für Desktop-PCs bekommt man deutlich mehr Rechenleistung pro Euro. Das ist auch der Witz am eingangs erwähnten Mini-STX-Format.

Die 35-Watt-Versionen der LGA1151-CPU – „T“ an der Typennummer – sollte man vermeiden: Sie sind im Leerlauf nicht sparsamer als die normalen Versionen, rechnen aber langsamer, weil sie niedriger takten. Für sparsamen PC-Betrieb ist der Leerlauf der entscheidende Betriebsmodus, weil ein typischer PC nur selten und kurz unter Vollast läuft. Bei den Dual-Cores Celeron G3000 und Pentium G4000 sind die T-Versionen nicht einmal unter Last deutlich genügsamer.

In den billigsten PCs stecken Prozessoren wie Celeron N3150 oder Pentium N3700, die eng mit dem Tablet-Chip Atom x5-8500 verwandt sind. Diese hoch integrierten Systems-on-Chip (SoCs) arbeiten zwar sparsam, aber lahm: Ihre vier Kerne sind zusammen langsamer als die beiden des Celeron G3900, der mit seiner höheren Single-Thread-Rechenleistung vor allem ältere Software und viele Office-Programme spürbar schneller verarbeitet.

## Grafik

Wer keine 3D-Spiele spielen möchte, braucht meistens auch keine Grafikkarte: Sofern das System beziehungsweise Main-

board die richtigen Anschlüsse hat, reicht oft Prozessorgrafik (IGP). Sie hat drei große Vorteile: Sie kostet nichts extra, schluckt im Leerlauf kaum Strom und kommt ohne zusätzlichen Kühler aus. Moderne IGP binden ein oder zwei 4K-Displays an (theoretisch drei), dekodieren HEVC-Videos (H.264 sowieso) und enthalten DirectX-12-Shader-Kerne, die für 3D-Basisfunktionen genügen. Sogar OpenCL-Software läuft und Intels HD Graphics verträgt sich gut mit Linux.

Zum Anschluss eines 4K-Displays sollte das Mainboard einen DisplayPort 1.2 besitzen, der packt auch 60 Hz Bildwiederholrate. HDMI 2.0 kann das zwar auch, sogar mit der für HDR nötigen Farbtiefe von 10 Bit, ist bei Mainboards aber noch selten. HDMI-2.0-Displays lassen sich per DP-HDMI-Adapter an DP-1.2-Buchsen anschließen. Mit HDMI 1.4 läuft 4K-Auflösung nur mit 24 oder 30 Hz: Das reicht zum Betrachten von Fotos und vielen Videos, stört aber beim Arbeiten.

Wenn Sie sich nicht sicher sind, ob Sie eine separate Grafikkarte benötigen, probieren Sie es ruhig erst einmal ohne: Sie lässt sich später leicht nachrüsten, wenn das PC-Gehäuse ausreichend Platz bietet und das Mainboard einen PCI-Express-x16-Steckplatz hat. Viele 100-Euro-Karten benötigen nicht einmal eine separate PCIe-Stromzufuhr vom Netzteil, sie kommen mit 75 Watt aus dem PCIe-Slot (PCIe for Graphics, PEG) aus. Wer auf Nummer sicher gehen will, nimmt ein Netzteil mit einem sechs- oder achtpoligen PCIe-Kabel, aber selbst das lässt sich nachträglich mit wenig Aufwand tauschen.

Die ab 120 Euro beziehungsweise 130 Euro erhältlichen AMD Radeon RX 460

und Nvidia GeForce GTX 1050 sind abgespeckte Versionen der modernsten GPUs. Ihre 3D-Leistung reicht nur für gelegentliche Spielchen, ihre Stärken liegen eher bei den Anschlüssen und beim Video-Decoding: Via HDMI 2.0 schicken sie den neuesten TV-Geräten 4K-Bilder und ihr DisplayPort 1.4 ist für kommende 5K-Displays gerüstet, die nur noch ein Signalkabel benötigen (bei den aktuellen sind es noch zwei) sowie für 4K mit 120 Hz. Anders als Prozessorgrafik steuern sie oft auch noch Dual-Link-DVI-Buchsen an, die man für ältere 27- und 30-Zöller mit 2560 × 1600 Pixeln braucht – die modernen verwenden DisplayPort.

Wer aktuelle Spiele am PC in voller Pracht genießen möchte, sollte mindestens 200 Euro in die Grafikkarte stecken. Detaillierte Tipps zur GPU-Wahl liefert [3]. Hier die wichtigsten Stichpunkte: AMD Radeon RX 470 und GeForce GTX 1060 erlauben flüssiges Zocken in hoher Bildqualität auf Full-HD-Displays (1920 × 1080) und in der für 27-Zöller typischen WQHD-Auflösung (2560 × 1440), mit Abstrichen bei der Bildqualität auch in 4K. Außerdem erfüllen sie die Mindestanforderungen von VR-Brillen.

Um 3D-Spiele in voller Pracht ruckelfrei auf 4K-Displays zu sehen, braucht man eine teurere Grafikkarte: Die Radeon R9 Fury bekommt man ab 320 Euro, allerdings hat sie „nur“ 4 GByte Speicher – das ist für manche Spiele schon zu knapp in hohen Auflösungen. Besser gerüstet ist man mit der GeForce GTX 1070 für über 400 Euro. Von Verbänden aus mehreren Grafikkarten raten wir ab: Der Aufwand steht in einem ungünstigen Verhältnis zum Erfolg und in manchen Konfigurationen stören Mikroruckler.

Leistungsvergleich Grafikkarten		
GPU	3DMark Fire Strike [Punkte] besser ►	Leistungsaufnahme Leerlauf / 3D [Watt]
Titan X	19541	10/240
GeForce GTX 1080	16881	6/176
GeForce GTX 1070	14961	11/180
GeForce GTX 1060 6 GByte	10999	5/117
Radeon RX 480 8 GByte	10284	16/156
GeForce GTX 970	9442	12/153
Radeon RX 470 4 GByte	9441	13/134
GeForce GTX 1050 Ti	6728	5/75
Radeon RX 460	5389	8/89
GeForce GTX 750 Ti	4030	8/56
IGP: AMD Radeon R7	1490	0/0
IGP: Intel HD 530	1037	0/0

## Arbeitsspeicher

Das RAM-Kapitel ist kurz: Für einen modernen PC mit Windows 10 oder Linux empfehlen wir mindestens 4 GByte Arbeitsspeicher, die rund 25 Euro kosten. 8 GByte bieten mehr Reserven, Spieler sollten 16 GByte nehmen. Bei Mainboards mit zwei DDR4- oder vier DDR3-DIMM-Slots sind 32 GByte das Maximum (mit teuren Ausnahmen bei DDR3), DDR4-Boards mit vier Slots vertragen 64 GByte, also 16 GByte pro ungepuffertem „UDIMM“. Passen Sie auf, dass Sie keine RDIMMs oder welche mit Zusatzchips für





### 11-Watt-PC: sparsam, aber auch flexibel

Das Allround-Talent ist in der Basisversion sehr sparsam und kommt im Leerlauf mit knapp 12 Watt aus – trotz Quad-Core-CPU und 4K-tauglichem DisplayPort. Das System lässt sich flexibel erweitern mit Grafikkarte, Festplatte(n) und mehr RAM. Mit zusätzlicher Radeon RX 470 oder GeForce GTX 1060 spielen Sie auch aktuelle Actiontitel flüssig bis zur WQHD-Auflösung und mit leichten Abstrichen auch in 4K – oder Sie tauchen ab in VR-Welten. Dann sind die 11 Watt allerdings überschritten ...

- ↑ sparsam
- ↑ leise
- ↑ flexibel erweiterbar



### Workstation-PC: volle Kraft voraus

Prozessorleistung und Hauptspeicher satt: Die sechs bis zehn Kerne des Broadwell-E bewältigen anspruchsvolle Multi-Thread-Anwendungen wie CAD oder Simulationen, in 128 GByte RAM passen viele virtuelle Maschinen. Das LGA2011v3-Mainboard stellt viele PCIe-Slots für Erweiterungen bereit, mehrere Grafikkarten und mehrere PCIe-SSDs sind kein Problem. Der Workstation-PC ist aber recht teuer und stromdurstig, denn von nix kommt nix.

- ↑ extreme Performance
- ↑ viel RAM
- ↓ teuer
- ↓ stromdurstig



### Mini-PC: klein, genügsam, schnell gebaut

Wenn es ein bisschen weniger sein darf: Der sparsame Doppelkerner Celeron G3900 genügt fürs Büro und im Wohnzimmer-PC. 4K-Displays und HEVC-Videos sind für den sparsamen (7,5 Watt) Zwerg kein Problem, der Zusammenbau gelingt schnell. Der Barebone im Mini-STX-Format hat eine quadratische Grundfläche mit knapp 16 cm Kantenlänge – weniger als ein DIN-A5-Blatt. Trotzdem ist Platz für zwei 2,5-Zoll-Platten und 32 GByte RAM.

- ↑ sehr sparsam
- ↑ kompakt
- ↓ kaum erweiterbar
- ↓ weder HDMI 2.0 noch 10-Bit-HEVC

ECC-Fehlerschutz kaufen, denn die laufen nur in Servern und teuren Workstations. Nehmen Sie möglichst keine Überaktermodule mit bunten Blechdeckeln, die Vorteile höherer RAM-Frequenzen und kurzer Latenzen werden stark überschätzt. Für aktuelle Rechner sind DDR4-2133 oder DDR4-2400 in Ordnung.

## SSDs

Kein PC mehr ohne SSD: Als Bootmedium hat die Festplatte ausgedient, denn eine 240-GByte-SSD bekommt man ab 70 Euro und ihre Vorteile überwiegen. Betriebssystem und Anwendungen starten flink, der Flash-Speicher arbeitet geräuschlos und sparsam. Wer mehr Platz für Daten braucht, baut zusätzlich noch eine leise Festplatte ein. PC-Spieler sollten aber darüber nachdenken, eine größere SSD zu wählen, denn moderne Spiele belegen leicht 50 GByte und starten deutlich schneller von SSD. 500 GByte gibt es mittlerweile für 130 Euro, eine Terabyte-SSD ab 250 Euro.

Empfehlenswert sind weiterhin 2,5-Zoll-SSDs mit SATA-6G-Schnittstelle. Die pro Gigabyte teureren M.2-SSDs mit PCI-Express-Interface und NVMe-Protokoll sind zwar viel schneller – die Samsung 960 Pro liefert beim Lesen 3,3 GByte/s und mehr als 120.000 IOPS –, doch den technischen Vorsprung im Vergleich zu SATA 6G spürt man im Alltag nur selten.

NVMe-SSDs glänzen, wenn viele Zugriffe gleichzeitig stattfinden, aber das kommt in PCs und Notebooks viel seltener vor als in Servern.

Die kompakten M.2-Kärtchen sind vor allem für Notebooks und Mini-PCs attraktiv, dafür genügen die billigeren Versionen mit SATA-Controller – falls das jeweilige System damit zurechtkommt.

### Leistungsvergleich Prozessoren

Prozessor	CPU-Kerne	Fassung	Cinebench R15 Single-/Multi-Thread besser ▶	Leistungsaufnahme Leerlauf / Vollast [Watt]
Intel Core i7-6950X	10 + HT	LGA2011v3	165/1789	40/210 <sup>1</sup>
Intel Core i7-6800K	6 + HT	LGA2011v3	150/1107	50/185
Intel Core i7-6700K	4 + HT	LGA1151	182/885	10/130
Intel Core i5-6500	4	LGA1151	152/548	11/96
Intel Core i3-6300	2 + HT	LGA1151	160/418	10/73
AMD A10-9700	4	AM4	92/305	20/92
Core i5-6200U	2 + HT	— (verlötet)	105/291	5/16
Core i3-6100U	2 + HT	— (verlötet)	84/253	5/12
Intel Celeron G3900	2	LGA1151	117/227	8/35
Intel Celeron N3150	4	— (verlötet)	34/126	3/10

HT = Hyper-Threading

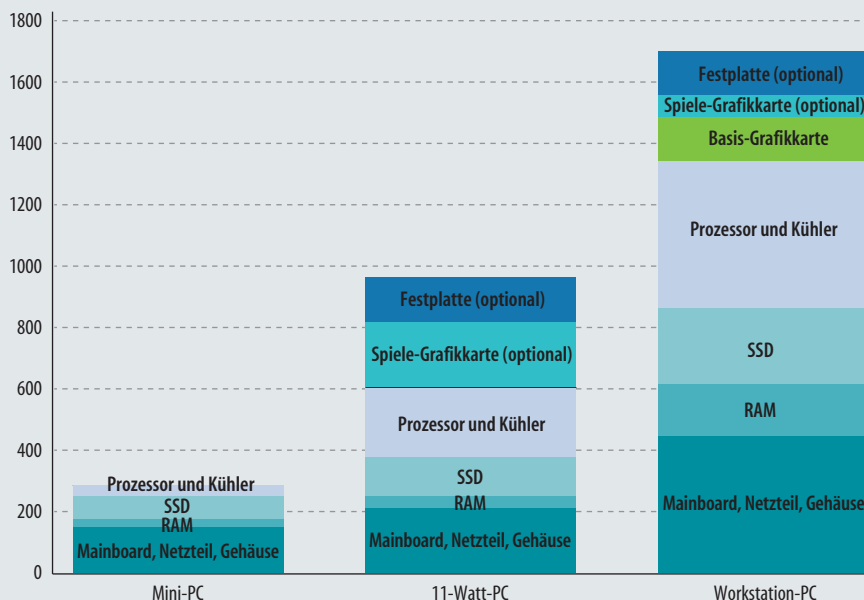
<sup>1</sup> mit Radeon 6450



## Das kosten die Bauvorschläge

Der Mini-PC basiert auf einem 150-Euro-Barebone, zusätzlich sind nur Prozessor (samt Box-Kühler), RAM und SSD nötig.

Die beiden anderen Rechner bestehen aus wesentlich mehr und teureren Teilen. Beim 11-Watt-PC ist die Grafikkarte verzichtbar, wenn man nicht spielt.



Denn in manchen M.2-Slots laufen ausschließlich SATA-SSDs, in anderen wiederum nur welche mit PCIe. Viele können beides, aber das BIOS älterer Systeme bootet nicht immer von NVMe-SSDs.

Bei den Festplatten geht die Entwicklung vor allem zu höherer Kapazität: Mittlerweile gibt es 10-TByte-Laufwerke für Desktop-PCs, die Seagate IronWolf hat eine Heliumfüllung. Diese Superplatten sind pro Terabyte teurer als die mittlerweile gängigen 4- und 6-TByte-Typen.

Damit Festplatten ihre Vibrationen nicht auf das PC-Gehäuse übertragen, was sich letztlich in störenden Geräuschen niederschlägt, montiert man sie in Antivibrationsrahmen. Die brauchen Platz, nämlich pro 3,5-Zoll-Platte einen 5,25-Zoll-Schacht – und die Anzahl damit ausgestatteter PC-Gehäuse nimmt allmählich ab: optische Laufwerke sterben aus. Wer mehr als zwei Platten einbaut, muss mit Schwebungstönen durch die Vibrationen mehrerer Festplatten rechnen, je nach Gehäuse selbst mit Entkopplungsrahmen.

## Mainboard und Netzteil

Falls weder Grafikkarte noch Magnetfestplatte eingebaut sind, hängt die Leistungsaufnahme eines PC im Leerlauf vor allem vom Mainboard ab. Um sparsam zu arbeiten, braucht es effiziente Spannungswandler und muss sämtliche Stromsparfunktionen von CPU (C-States) und Chipsatz (SATA LPM, PCIe ASPM) freischalten. Außerdem darf es nicht zu viele Zusatzchips mitbringen, die selbst Strom schlucken (PCIe-PCI-Bridges, USB-3.1-Adapter, zusätzliche SATA-Controller). Die Spannungswandler des Mainboards sollen nicht fiefen oder brummen und auch das Netzteil nicht zu hörbaren Schwingungen anregen. Eine optimale Kombination aus Board und Netzteil lässt sich nur durch Versuche finden.

Bei sehr sparsamen PCs hilft die 80-Plus-Spezifikation bei der Auswahl eines effizienten ATX-Netzteils wenig, denn sie greift erst ab 20 Prozent von Nennlast. Das sind schon bei einem 300-Watt-Netzteil 60 Watt auf der Sekundärseite. Daher testen wir im c't-Labor sorgfältig Netzteile, die bei Niedriglast effizient wandeln.

Aktuelle Prozessoren und Grafikchips sind dermaßen effizient, dass ein 300- oder 350-Watt-Netzteil für einen potenten Gaming-PC ausreichen kann. Wer aber schon weiß, dass er sehr starke Grafikkarten einbauen will, greift besser zu einem 500-Watt-Netzteil mit sechs- und achtpoligen Steckern für Grafikkarten.

Wenn Sie den PC erweitern, steigt die Leistungsaufnahme. Leerlauf-Stromfresser sind vor allem Grafikkarten (4 bis

## Leistungsvergleich Bauvorschläge unter Windows 10

PC / Variante	Benchmarks						Messwerte	
	Cinebench R15 Single- / Multi-Core	BAPCo Sysmark 2014 1.5	3DMark Firestrike	Rise of the Tomb Raider (sehr hoch, DX12) 4K / Full HD	Deus Ex: Mankind Divided 4K Hoch / Full HD Ultra	GTA V (sehr hoch, 4x MSAA) 4K / Full HD	Geräuschentwicklung Leerlauf / Volllast	Leistungsaufnahme Leerlauf / Video / Volllast
	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[Sone] ◀ besser	[Watt] ◀ besser
<b>Mini-PC</b>								
Basiskonfiguration	117/227	963	479	0 <sup>1</sup>	0 <sup>1</sup>	0 <sup>1</sup>	0,1/0,1	7,5/15/35
<b>11-Watt-PC</b>								
Basiskonfiguration <sup>2</sup>	152/548	1671	976	0 <sup>1</sup>	0 <sup>1</sup>	0 <sup>1</sup>	0,1/0,1	11/23/96
+ Radeon RX 470	152/548	1671	9220	23/65	19/41	18/49	0,1/1,0	28/50/283
+ GeForce GTX 1060	152/548	1671	10345	26/75	17/38	25/68	0,1/0,4	24/49/234
<b>Workstation-PC</b>								
Basiskonfiguration <sup>3</sup>	153/1108	2130	5334	11/34	10/21	9/28	0,1/0,8	50/67/285
+ Radeon RX 470	153/1108	2130	9934	23/64	19/41	19/49	0,1/0,9	54/79/359
+ GeForce GTX 1060	153/1108	2130	11382	26/75	20/44	25/70	0,2/0,5	51/64/307
+ GeForce GTX 1080	153/1108	2130	17709	50/144	37/78	44/82	0,1/1,7	50/69/389

<sup>1</sup> GPU zu langsam zum Spielen

<sup>2</sup> zusätzliche Festplatte: 3 Watt mehr

<sup>3</sup> zusätzliche Festplatte: 4 Watt mehr, Geräusch Leerlauf: 0,2 Sone

4K: 3840 × 2160, Full HD: 1920 × 1080 Pixel

25 Watt je nach Typ und Display-Anzahl) und 3,5-Zoll-Festplatten (3 bis 6 Watt, so lange sie drehen). Doch auch ein unnötig eingesteckter USB-3.0-Stick kann 1 bis 1,5 Watt fressen. SATA-SSDs bleiben ohne Zugriffe unter 0,5 Watt, wenn SATA LPM vollständig aktiviert ist. Bei NVMe-SSDs muss man mit 2 bis 3 Watt Mehrverbrauch rechnen, die Ursachen haben wir noch nicht genau ergründet. Viel RAM hingegen macht sich kaum bemerkbar – auch hier „schlummern“ Zellen, die gerade nicht benötigt werden. Wir messen die Leistungsaufnahme unserer PCs mit angeschlossenem Full-HD-Display sowie inklusive USB-Tastatur und -Maus, aber mit deaktiviertem Netzwerkchip: Ist letzterer aktiv, schwankt die Leistungsaufnahme stark. Sie liegt im Mittel aber lediglich um 0,5 bis 1 Watt höher – und niedriger, wenn sich das Display bei Nichtbenutzung automatisch abschaltet, denn dann geht auch die GPU oder IGP in einen Schlafmodus.

## Gehäuse und Kühlung

Der klassische Tower lässt dem PC-Bastler die meisten Freiheiten. Ist viel Platz vorhanden, gelingt leise Kühlung leicht, auch Auf- und Umrüsten sowie Reparaturen sind ein Klacks. Wer es besonders kompakt mag, greift besser zu einem Komplettgerät oder einem Mini-Barebone. Intels „Next Unit of Computing“ (NUC) und ähnlich kleine PC-Zwerge gibt es in breiter Auswahl. Daneben wirken flexibel konfigurierbare Rechner im älteren Mini-ITX-Format geradezu klobig. Eine

attraktive Zwischengröße ist Mini-STX für Desktop-Prozessoren.

Lüfterlose Passivkühlung ist recht leicht möglich, wenn man sich auf die erwähnten 15-Watt-CPU's beschränkt oder auf die lahmen Atom-Celerons – damit bestückte, lüfterlose Rechner gibt es in breiter Auswahl. Wir erwarten in den nächsten Monaten neue Versionen mit Intel „Apollo Lake“, die auch HDMI 2.0 können (siehe Seite 62). Auch manche LGA1151-Prozessoren kommen in größeren Gehäusen ohne Ventilator aus [4]. Kompliziert wirds ohne Lüfter, wenn man gerne schnelle 3D-Grafik hätte: Dann braucht man Heatpipes, um die GPU-Wärme zum Gehäuseblech zu führen. Das schränkt die Auswahl an mechanisch passenden Grafikkarten drastisch ein.

## Schrauben oder kaufen

Komplett-PCs kann man leicht reklamieren, wenns klemmt. Dafür muss man nehmen, was der Hersteller an Komponenten zur Auswahl bereitstellt. Der PC-Schrauber hat völlige Freiheit, steht aber im Regen, wenn Teile nicht harmonisieren. Ein erprobter Bauvorschlag – etwa einer aus den folgenden Artikeln – senkt das Risiko von Pannen deutlich. Unser Leserforum beantwortet zudem die meisten Fragen.

Unsere drei Bauvorschläge auf den folgenden Seiten zielen auf sehr unterschiedliche Einsatzgebiete; auf die meisten davon wird der 11-Watt-PC passen. Das X99-Geschoss geht ins Geld und schluckt deutlich mehr Strom, erfüllt aber auch hohe Anforderungen an Rechenleis-

## Projektseite und Tipps

Zu unseren Bauvorschlägen haben wir eine Projektseite eingerichtet. Dort finden Sie BIOS-Setup-Einstellungen, Teilleisten und das Leserforum für Fragen.

**Projekte und Forum:** [ct.de/ypzm](http://ct.de/ypzm)

tung, RAM-Kapazität oder 3D-Power. Zur „richtigen“ Workstation fehlen ECC-RAM und Profi-Grafikkarte mit zertifizierten Treibern für teure Programmpakete wie AutoCAD, CATIA oder Maya – wer dergleichen benötigt, kauft besser eine Xeon-Workstation vom Spezialisten. Auf der anderen Seite der Leistungsskala steht der Mini-PC, der auch günstig ist und sich leicht zusammenbauen lässt.

Wenn Sie Fragen und Anregungen haben: Immer her damit, und zwar im Leserforum zu diesem Artikel, welches Sie über den c't-Link finden. ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de)) **ct**

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Wünsch dir was für 4K, Bauvorschläge für leise, effiziente und schnelle Desktop-PCs, c't 25/15, S. 101
- [2] Christian Hirsch, Kern-Duell, Athlon X4 845 gegen Pentium G4400: Preiswerte Prozessoren im Direktvergleich, c't 11/16, S. 94
- [3] Martin Fischer, Die Richtige finden, Kaufberatung: Grafikkarten zum Spielen, Arbeiten und Rechnen, c't 24/16, S. 102
- [4] Christian Hirsch, Christof Windeck, Wünsch Dir was Supersparsames, Bauvorschlag für einen lüfterlosen und sparsamen Heim-Server, c't 8/16, S. 100

## PC-Bauvorschläge: technische Daten und Tests

Typ	Mini-PC	11-Watt-PC	Workstation-PC
<b>Hardware-Ausstattung</b>			
Gehäuse (B × H × T)	15,5 cm × 8,3 cm × 16,5 cm	21,0 cm × 43,7 cm × 50,5 cm	22,4 cm × 50,5 cm × 50,0 cm
Erweiterungs-Slots (nutzbar)	2 × M.2 (1 × nur WLAN 2230, 1 × nur PCIe-SSD)	2 × PEG (1 × x16, 1 × x4) (2), 4 × PCIe x1 (4), 1 × M.2 (1)	4 × PEG (1 × x16, 2 × x8, 1 × x4) (3), 2 × PCIe x1 (1), 1 × M.2 (1)
Einbauschächte (frei)	2 × 2,5" (1)	4 × 2,5" (3), 4 × 3,5" (4), 3 × 5,25" (3)	7 × 2,5" (6), 3 × 3,5" (3), 3 × 5,25" (3)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 1.4, 1 × DisplayPort 1.2, 1 × VGA, 1 × USB 3.0 (A), 1 × USB 2.0, 1 × LAN	1 × DVI, 1 × DisplayPort 1.2, 1 × VGA, 6 × analog Audio, 4 × USB 3.0 (A), 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI 2.0, 1 × DVI, 1 × DP 1.4, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 2 × USB 3.1 (Typ A, Typ C), 4 × USB 3.0 (A), 4 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB 3.0 (Typ A, Typ C), 2 × analog Audio	2 × USB 3.0 (A), 2 × analog Audio	2 × USB 3.0 (A), 2 × USB 2.0, 2 × analog Audio
<b>Elektrische Leistungsaufnahme und Funktionstests</b>			
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf	0,5 W (0,4 W) / 1,1 W / 7,5 W	1,4 W (0,3 W) / 2,3 W / 11,3 W	1,2 W (0,3 W) / 4,4 W / 49,5 W
Vollast: CPU / CPU und Grafik	28 W / 35 W	96 W / 96 W	185 W / 286 W
Bootdauer bis Login / 4K: HDMI / DisplayPort	11 s / 30 Hz / 60 Hz	11 s / n. v. / 60 Hz	29 s / 60 Hz / 60 Hz
<b>Bewertung</b>			
Systemleistung: Office / Rendering / Spiele	⊕ / ⊖ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊕ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊖
Preis ohne Betriebssystem	310 €	695 €	1545 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ⊖ zufriedenstellend   ⊖⊖ schlecht   ⊖⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe			



# Wünsch Dir was Alltagstaugliches

## Bauvorschlag für einen effizienten Allround-Rechner

**Bei unserem Bauvorschlag für einen 11-Watt-PC ist der Name Programm: Er ist flüsterleise und benötigt wenig Energie, bietet jedoch dank SSD und Quad-Core-Prozessor ausreichend Leistung für anspruchsvolle Anwendungen. Im Unterschied zu Desktop-Rechnern von der Stange können Sie ihn maßgeschneidert auf Ihre Bedürfnisse für Arbeit und Spiel anpassen.**

**Von Christian Hirsch**

**A**uch in diesem Jahr haben wir Sie wieder nach Ihren Wünschen für unsere Bauvorschläge gefragt. Die Mehrzahl der Leser interessierte sich für einen leisen, effizienten Allround-Rechner. Dafür haben wir das Rad nicht neu erfunden, sondern unseren 11-Watt-PC aus dem vergangenen Jahr modernisiert. Wie der Name bereits verrät, kommt die Basisconfiguration im Leerlauf mit 11 Watt aus. Wir haben diese bewusst schlank gestaltet, um einen attraktiven Preis bei geringem Energiebedarf zu erreichen.

Dennoch eignet sich schon die Basisvariante dank Quad-Core-Prozessor, 500-GBYTE-SSD und 16 GBYTE DDR4-RAM für anspruchsvolle Anwendungen wie Raw-

Fotoentwicklung und Videoschnitt. Optional bieten wir Vorschläge für mehr Arbeitsspeicher, eine zusätzliche Festplatte und einen DVD-Brenner. Mit unseren beiden Grafikkarten-Empfehlungen mutiert der Rechner zur Gaming-Maschine.

Bei der Auswahl der Komponenten haben wir außer auf den meistgenannten Leserwunsch nach möglichst geringer Lautstärke auf stabilen Betrieb und sinnvolle Abstimmung der Komponenten geachtet.

### Hardware aufgefrischt

Zum Vorjahr haben wir beim 11-Watt-PC einige Änderungen vorgenommen: Den Quad-Core-Prozessor Core i5-6400 haben wir durch den minimal teureren,

aber 500 MHz höher taktenden Core i5-6500 ersetzt. Netzteil und Solid-State Disk unseres 2015er-Bauvorschlags sind inzwischen nicht mehr lieferbar. Deshalb haben wir für die Spannungsversorgung ein Nachfolgemodell vom gleichen Hersteller gewählt. Bei der SSD erhielt die Samsung SSD 750 den Vorzug vor der ähnlich teuren Crucial BX200, da erstere beim Schreiben von Daten schneller ist.

Den Arbeitsspeicher haben wir von 8 auf 16 GByte verdoppelt, weil die Anforderungen von Kreativ Anwendungen wie Adobe Premiere und 3D-Spielen weiter zunehmen. Einige Leser hatten im Vorjahr mit Abstürzen zu kämpfen, die durch einige Chargen mit inkompatiblen Speicher-Chips verursacht wurden. Um dem vorzubeugen, verwenden wir in diesem Jahr DIMMs eines anderen Herstellers und haben zusätzlich den Speicher über längere Zeit mit Memtest86 geprüft.

Die verbleibenden Bauteile haben wir beibehalten. Das von uns ausgesuchte Mainboard MSI Z170-A Pro ist mit dem Z170-Chipsatz ausgestattet, bietet also sämtliche Funktionen der aktuellen Chipsatz-Familie von Intel. Zu den Auswahlkriterien des Boards zählen unter anderem geringer Energiebedarf, eine gut funktionierende Lüfterregelung und eine Display-Port-1.2-Buchse, um 4K-Displays mit 60 Hz ansteuern zu können. Die aktuelle BIOS-Version 1.F macht das MSI Z170-A Pro für die kommenden Core-i-Prozessoren der siebten Generation (Kaby Lake) fit.

## Nach eigenen Wünschen

Die Basisvariante des 11-Watt-PC eignet sich als rasanter Bürorechner, aber auch für Videoschnitt und Bildbearbeitung. Mit 16 GByte Arbeitsspeicher kann er mehrere virtuelle Maschinen parallel ausführen. Die im Prozessor integrierte Grafikeinheit entlastet die CPU-Kerne bei der Wiedergabe von 4K-Filmen im H.264- und H.265/HEVC-Format, ist für 3D-Spiele aber viel zu langsam.

Je nach Vorliebe haben wir für Gamer deshalb zwei Grafikkartenoptionen in petto: AMD Radeon RX 470 und Nvidia GeForce GTX 1060 bringen aktuelle 3D-Blockbuster wie Battlefield 1 und Deus Ex: Mankind Divided flüssig in höchsten Detaileinstellungen auf Full-HD-Displays. Wir haben bei der Auswahl auf mindestens 4 GByte Videospeicher geachtet, damit die

In der Basisvariante des 11-Watt-PC ist ausreichend Platz vorhanden für weitere Komponenten.



Texturdaten aktueller 3D-Spiele hineinpassen. Mit je 2 × DisplayPort 1.4 und HDMI 2.0 sind sie zudem zukunftssicher für 4K- und 5K-Displays gerüstet und für die aktuelle Generation der VR-Brillen HTC Vive und Oculus Rift geeignet. Weitere Informationen zu Grafikkarten finden Sie in c't 24/16 [1]. Beide Karten arbeiten sehr effizient, sodass das 300-Watt-Netzteil noch genug Reserven für einen stärkeren Prozessor, mehr Arbeitsspeicher oder

eine zusätzliche Festplatte bietet. Wem der Platz auf der 500-GByte-SSD zu knapp bemessen ist, kann zusätzlich eine 4-TByte-Festplatte einbauen. Diese packen wir in einen Entkopplungsrahmen, um den Geräuschpegel niedrig zu halten.

Selbstverständlich können Sie den Rechner über unsere Varianten hinaus auf ihre Bedürfnisse anpassen. Einige Hinweise und Anregungen finden Sie in unserer FAQ auf Seite 100.

## Stromsparen unter Linux-Distributionen

Um die Leistungsaufnahme im Leerlauf zu drücken, ist außer den passenden Einstellungen im BIOS-Setup noch etwas Handarbeit im Betriebssystem notwendig. Die folgenden Tipps haben wir mit Ubuntu 16.10 ausprobiert; sie funktionieren ähnlich auch unter anderen Linux-Distributionen. Ein Weg, die Stromspartechniken auszuprobieren, ist das Diagnoseprogramm `powertop`, das Sie über das gleichnamige Paket nachinstallieren können.

Im Reiter Tunables lassen sich einzelne Sparoptionen zuschalten. Wir empfehlen für unsere Bauvorschläge das SATA Link Power Management und die Energieverwaltung für den Audiocodex zu aktivieren. Um sie dauerhaft zu übernehmen, öffnen Sie mit Root-Rechten und einem Editor ihrer Wahl die Datei `/etc/rc.local`. Bei einigen Ubuntu-Ausführungen gibt es die Datei nicht. Legen

Sie sie in dem Fall an und machen Sie sie anschließend noch per `sudo chmod +x` ausführbar.

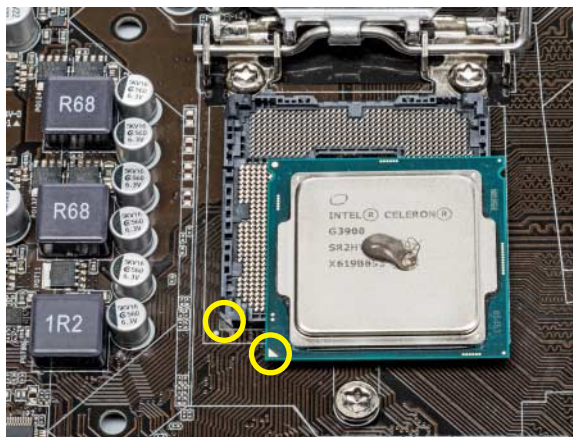
Tragen Sie folgende Zeilen ein:

```
#!/bin/bash
for i in /sys/class/scsi_host/host?:
do
    ./link_power_management_policy; do
        echo 'min_power' >"${i}";
    done
done
echo '1' > :
    ./sys/module/snd_hda_intel/:
        .parameters/power_save"
exit 0
```

Nun sollte nach einem Neustart die Energiespareinstellungen aktiv sein. In unseren Tests konnten wir mit den genannten Einstellungen den Energiebedarf des Mini-PC von 9,4 auf 7,6 Watt und die des 11-Watt-PC von 16,4 auf 14,5 Watt verringern.



Berühren Sie beim Einbau des Prozessors keinesfalls die empfindlichen Federn in der Fassung. Achten Sie darauf, dass die beiden dreieckigen Markierungen an CPU und Fassung übereinstimmen. Bei der Wärmeleitpaste ist weniger mehr, es reicht ein kleiner Tropfen.



## Bastelhinweise

Für den Zusammenbau des 11-Watt-PC sollten Sie sich zwei bis vier Stunden Zeit nehmen. Bevor Sie mit der Montage der Kleinteile beginnen, verlegen Sie zunächst den Gehäuselüfter von der Rückseite an die benachbarte Position unter das Dach, sodass er nach oben hinauspusht. Den Ventilator in der Front verwenden wir nicht, da er selbst mit den optionalen Grafikkarten unnötig ist. Schließen Sie ihn später nicht an das Mainboard an, sonst erreicht der Rechner nicht die von uns angegebenen Geräuschmesswerte.

Nun wandern die Laufwerke, die I/O-Blende des Mainboards und das Netzteil ins PC-Gehäuse. Das Netzteil haben wir mit dem Lüfter in Richtung Gehäuseboden eingebaut. Ein abnehmbarer Staubfilter schützt das Netzteil. Steht der Rechner auf hohem flauschigen Teppich, können Sie es auch mit der Lüfteröffnung nach oben montieren.

Im nächsten Schritt bestücken Sie das Mainboard außerhalb des Gehäuses mit Prozessor, RAM und CPU-Kühler. Im Bild auf dieser Seite oben haben wir die wichtigsten Hinweise zur CPU-Montage zusammengefasst, die auch für den Mini-PC gelten. Setzen Sie anschließend den CPU-Kühler auf und drücken die Spreizdübel des Prozessorkühlers über Kreuz fest, bis sie hörbar einrasten.

Rangieren Sie das Board nun grob in Position und verbinden Sie alle Anschlusskabel für SATA, Strom, Lüfter, Frontanschlüsse und Taster mit dem Board. Achten Sie darauf, den Gehäuselüfter an den SYSFAN3-Anschluss des Boards zu hängen. Schrauben Sie das Mainboard erst danach fest, da es an einigen Stellen im Gehäuse recht eng zugeht. Wenn Sie eine Grafikkarte einbauen, dann vergessen Sie nicht, den zusätzlichen PEG-Stromstecker

anzuschließen. Bei der Radeon RX 470 von Sapphire müssen Sie vor dem Einbau den kleinen Schiebeschalter in Richtung der Grafikkanschlüsse bewegen, sonst wird ein falsches BIOS-Profil geladen und die Karte ist wesentlich lauter.

## Erfolgsereignis

Damit der 11-Watt-PC optimal läuft, müssen Sie die BIOS-Setup-Einstellungen von unserer Projektseite übernehmen (siehe c't-Link). Dort finden Sie außerdem die Teilelisten in elektronischer Form für unseren Preisvergleich.

Wir empfehlen, entweder Windows 10 oder ein aktuelles Linux ihrer Wahl zu installieren. Bei Windows 10 kommen die meisten Treiber bequem über das Update oder sind schon im Installationsmedium enthalten. Zusätzlich sollten Sie den Audio- und den Netzwerktreiber vom Chip-Hersteller einspielen (siehe c't-Link).

Damit unter Windows 10 die Stromsparmechanismen funktionieren, müssen Sie einen Patch für den AHCI-Standardtreiber von Windows installieren. Sie finden ihn ebenfalls auf der Projektseite. Stromspartipps für Linux haben wir im Kasten auf Seite 77 zusammengefasst.

Wenn Sie alles wie beschrieben eingerichtet haben, winkt ein sparsamer Allround-Rechner mit 11 Watt Leistungsaufnahme bei ruhendem Windows – gemessen mit Full-HD-Display und deaktiviertem Netzwerkchip. Das Lüfterrauschen ist sogar aus kurzer Entfernung kaum wahrnehmbar (0,1 Sone). Das gilt auch für die Grafikkarten, denn sie stoppen unterhalb eines Temperaturschwellwerts ihre Lüfter. In einigen Szenarien wie Multimonitorbetrieb oder Videowiedergabe kann es bei der GeForce GTX 1060 vorkommen, dass die Lüfter immer wieder kurzzeitig anlaufen.

Wenn Sie mehr CPU-Leistung wünschen, können Sie einen Core-i7-Prozessor mit Hyper-Threading und höherem Takt einsetzen oder Sie werfen einen Blick auf unseren Workstation-PC im folgenden Artikel, der für CPUs mit sechs, acht und zehn Kernen geeignet ist. (chh@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Martin Fischer, Die Richtige finden, Kaufberatung: Grafikkarten zum Spielen, Arbeiten und Rechnen, c't 24/16, S. 102

**Treiber und Einstellungen:** [ct.de/y2q5](http://ct.de/y2q5)

Teile 11-Watt-PC		
Komponente	Bezeichnung	Preis
Prozessor	Core i5-6500	205 €
CPU-Kühler	Scythe Iori (SCI0R-1000)	27 €
Mainboard	MSI Z170-A Pro	104 €
Arbeitsspeicher	2 x Kingston ValueRAM DIMM 8GB, DDR4-2133, CL15 (KVR21N15S8/8)	94 €
SSD	Samsung SSD 750 500 GByte (MZ-750500BW)	132 €
Gehäuse	Corsair Carbide Series 200R (CC-9011023-WW)	57 €
Netzteil	be quiet! Pure Power 9 300W ATX 2.4 (BN260)	43 €
DVI-auf-HDMI-Adapter	goobay Adapter HDMI auf DVI-D	48 €
Pauschale	Versand	25 €
	<b>Zwischensumme Hardware</b>	<b>695 €</b>
Betriebssystem	Windows 10 Home	91 €
	<b>Summe</b>	<b>786 €</b>
Optionen		
Grafikkarte RX 470	Sapphire Nitro+ Radeon RX 470 4G D5 (1260MHz)	204 €
Grafikkarte GTX 1060	Zotac GeForce GTX 1060 6GB AMP!	295 €
Festplatte / Entkopplerrahmen	Western Digital WD Blue 4TB (WD40EZRX) / Sharkoon HDD Vibe-Fixer	129 € + 15 €
DVD-Brenner	Pioneer DVR-221BK	16 €
32 / 64 GByte Arbeitsspeicher	2 / 4 x Kingston ValueRAM DIMM 16GB, DDR4-2400, CL17 (KVR24N17D8/16)	99 € / 198 €

Anzeige

# Wünsch Dir was Kräftiges

## Bauvorschlag für einen leistungsfähigen Workstation-PC



**Für aufwendige Multi-Thread-Anwendungen kann ein Rechner nie genug CPU-Kerne und Arbeitsspeicher haben. Wer extreme Power benötigt, dem zeigt unser High-End-Bauvorschlag einen leisen PC mit Workstation-Qualitäten.**

Von Christian Hirsch

**W**er einen möglichst sparsamen Rechner sucht, ist hier falsch. Stattdessen haben wir den Bauvorschlag für einen Workstation-PC konsequent auf Leistung getrimmt. Bereits die Basisvariante trumpft mit einem Hexa-Core-Prozessor, 32 GByte DDR4-RAM in vier Speicherkanälen und einer 1-TByte-SSD auf. Damit eignet sich der Workstation-Rechner unter anderem für

anspruchsvolle Rendering-Aufgaben, das Kodieren von Videos sowie für mehrere, gleichzeitig laufende virtuelle Maschinen.

Wem das noch nicht reicht, der kann den Workstation-PC um eine leistungsfähige Grafikkarte für vier 4K-Displays erweitern, eine CPU mit zehn Kernen einsetzen und ihn auf 128 GByte Arbeitsspeicher aufrüsten, getestet mit Kingston-Speicher. Zudem lassen sich am Mainboard zehn SATA-Laufwerke anschließen.

Ungeachtet der Performance haben wir Leserwünsche und unsere Vorstellungen eines optimalen Rechners berücksichtigt. Dazu zählen ein flüsterleiser Betrieb bei ruhendem Desktop, ein stabiler Betrieb in allen Lastzuständen und eine sinnvolle Abstimmung der Hardware. Auch bei der Auswahl der High-End-Komponenten haben wir auf ein angemessenes Verhältnis von Preis und Leistung geachtet.

### Nehmen, was da ist

Den Workstation-PC haben wir von Grund auf neu zusammengestellt. Zwar ist die LGA2011v3-Plattform mit X99-Chipsatz schon seit über zwei Jahren im Handel. Die jüngste Prozessor-Generation „Broadwell E“ für diese Fassung mit dem Zehnkerner Core i7-9650X hat Intel aber erst Mitte dieses Jahres vorgestellt. Zugleich mit den neuen CPUs haben die Mainboard-Hersteller neue Boards entwickelt. Wir haben das Asus X99-A II ausgewählt, denn es bietet viele Schnittstellen: Dazu gehören unter anderem USB 3.1 Gen 2 mit Typ-A- und Typ-C-Buchse, 10 × SATA 6G sowie ein M.2-Slot und eine U.2-Buchse für schnelle PCIe-SSDs. Acht DIMM-Slots für DDR4-Speicher machen in der Maximalbestückung 128 GByte RAM möglich.

Beim Prozessor haben wir uns für das Einstiegsmodell Core i7-6800K mit sechs Kernen entschieden. Im Unterschied zum teureren Core i7-6850K taktet er 200 MHz langsamer und bietet lediglich 28 statt 40 PCIe-3.0-Lanes. Für die meisten Zwecke ist das aber mehr als ausreichend, denn abzüglich der 16 Lanes für die Grafikkarte bleiben 12 Lanes übrig für PCIe-SSDs im M.2- oder PCIe-Steckkarten-Format. Den Aufpreis von 170 Euro haben wir uns an dieser Stelle gespart.

Eine integrierte Grafikeinheit fehlt den High-End-Prozessoren von Intel, deshalb haben wir für die Basisvariante nach einer möglichst preiswerten und sparsa-

men Grafikkarte gesucht, die mit zukunftssicheren Anschlüssen wie HDMI 2.0 und DisplayPort 1.4 ausgestattet ist. Auf 3D-Performance haben wir hingegen keinen Wert gelegt. Die Radeon RX 460 erfüllt diese Bedingungen ebenso wie die kürzlich vorgestellte GeForce GTX 1050. Von Letztgenannter waren zum Zeitpunkt unserer Zusammenstellung allerdings noch keine Modelle lieferbar.

Wer mit dem Workstation-PC nicht nur arbeiten, sondern auch spielen möchte, kann den Rechner mit der GeForce GTX 1060 oder Radeon RX 470 aus dem 11-Watt-PC ausrüsten. Diese bringen genug Wumms für 3D-Spiele in Full-HD- und WQHD-Auflösung (2560 × 1440). Zudem lassen sich an diese vier 4K-Displays anschließen, wenn zum Beispiel für Entwicklungsumgebungen viel Bildschirmfläche gefordert ist. Wer aktuelle Shooter kompromisslos in höchster Detail-Stufe auf 4K-Monitoren flüssig spielen will, kann die GeForce GTX 1080 einbauen. Für sie muss man mit 800 Euro allerdings tief ins Portemonnaie greifen.

Das Netzteil beim Workstation-PC haben wir mit einigen zusätzlichen Reserven für die Maximalkonfiguration ausgelegt und uns deshalb für ein 500-Watt-Modell entschieden. Bei der Auswahl des Gehäuses hatten wir größere Klippen zu umschiffen: Damit der Hexa-Core-Prozessor auch unter Dauerlast nicht überhitzt, haben wir ihm einen massiven CPU-Kühler mit großem Lüfter spendiert. Um die Montage des Mainboards mit installiertem CPU-Kühler zu erleichtern, suchten wir für den Workstation-PC nach einem größeren Gehäuse. Das war schwerer als gedacht, da den meisten neu vorgestellten Gehäusen inzwischen die 5,25"-Einbauschächte für ein optisches Laufwerk und den Entkopplerrahmen einer Festplatte fehlen.

Unsere erste Wahl fiel auf das Phanteks Enthoo Pro. Wegen einer Kleinigkeit scheiterte es aber: Der Ein-/Austaster funktionierte nicht zuverlässig, weil der Plastikknopf einen halben Millimeter zu dick ist und deshalb dauerhaft den darunter sitzenden Mikroschalter betätigt. Nach kurzer Internet-Recherche zeigte sich, dass das bei diesem Gehäuse ein bekanntes Problem ist. Als Alternative entschieden wir uns für das Cooler Master 690 III. Die eingebauten 3-Pin-Lüfter harmonier-



Der CPU-Kühler nimmt viel Raum ein, weshalb wir dem Workstation-PC ein größeres Gehäuse spendiert haben. Als positiven Nebeneffekt gibt es mehr Einbaupositionen für SSDs und Festplatten.

ten nicht mit der Lüfterregelung des Boards, deshalb haben wir sie durch zwei PWM-Ventilatoren ersetzt.

Auch bei der SSD-Auswahl mussten wir einige Hürden überwinden. Die ursprünglich von uns ins Auge gefasste 1-TByte-Variante der Samsung 850 Evo war bei der Zusammenstellung der Komponenten wochenlang nicht lieferbar. Ersetzt haben wir sie durch die Crucial MX300 gleicher Kapazität, die obendrein 70 Euro weniger kostet. Gern hätten wir auch eine schnelle M.2-PCIe-SSD im Angebot gehabt. Die Ende September angekündigte Samsung 960 Evo (siehe S. 57) war jedoch bis Redaktionsschluss nirgends erhältlich.

### Schraubendreher frei!

Der Zusammenbau des Workstation-Rechners erfordert etwas mehr Zeit als bei den anderen Bauvorschlägen, da er aus mehr Komponenten besteht und auch etwas aufwendiger zu montieren ist. Als Erstes packen Sie den CPU-Kühler aus, denn dort liegt ein langer Kreuzschlitzschraubendreher mit magnetischer Spitze bei, der sich im Hardware-Labor der c't bewährt hat.

Zunächst müssen Sie einige Handgriffe am Gehäuse vornehmen. Da die Gehäuselüfter von Cooler Master mit der Lüftersteuerung des Boards zu laut waren und nicht an optimaler Stelle sitzen, müssen Sie diese durch zwei Noctua-Ventilatoren ersetzen. Bauen Sie diese jeweils im Heck sowie unter dem Dach in der hintersten Position ein, sodass beide nach außen blasen. Den verbleibenden Rieselüfter in der Front haben wir nicht angeschlossen, denn es gelangt genügend

Frischlucht durch die vorhandenen, staubgeschützten Öffnungen ins PC-Innere. Im nächsten Schritt montieren Sie die Abstandshalter für das Mainboard und setzen die I/O-Blende, das Netzteil und die Laufwerke ins Gehäuse.

Anschließend bereiten Sie das Bord außerhalb des Midi-Towers vor. Beim Einsetzen des Prozessors in die LGA2011v3-Fassung auf dem Board müssen Sie nicht nur auf die empfindlichen Federchen, sondern auch auf die richtige Reihenfolge beim Schließen der beiden Verriegelungshebel achten. Unter dem c't-Link am Ende des Artikels finden Sie auf unserer Projektseite ein Video, das zeigt, wie es klappt.

Vor der eigentlichen Montage des CPU-Kühlers müssen Sie einen Halterahmen an der Prozessor-Fassung anbringen. Nachdem Sie einen Tropfen Wärmeleitpaste auf den Prozessor gegeben haben, setzen Sie den CPU-Kühler so auf, dass der Lüfter in Richtung der externen Anschlüsse bläst. Bestücken Sie das Board anschließend mit den Speicherriegeln. Die richtigen Slots für den Quad-Channel-Betrieb schlagen Sie im Mainboard-Handbuch nach.

Heben Sie anschließend die Board-Kühler-Kombination vorsichtig in das liegende Gehäuse, aber schrauben Sie sie noch nicht fest. Die Daten- und Stromkabel lassen sich leichter anschließen, solange Sie das Mainboard noch bewegen können. Dazu zählen der 24-polige ATX- und der achtpolige ATX12V-Stecker, SATA 6G für Laufwerke, Frontanschlüsse für USB 3.0, USB 2.0 und Audio sowie die Pfostenstecker für LEDs und Taster. Den Lüfter des CPU-Kühlers müssen Sie an den mittleren der drei nebeneinander be-





Je nach Anwendungszweck haben wir passende Grafikkarten (v.l.) parat: Für die Bildausgabe auf hochauflösenden Displays eignet sich die RX 460 mit Displayport 1.4 und HDMI 2.0. Spieler werden mit der GeForce GTX 1060 und Radeon RX 470 glücklich. Spielt Geld keine Rolle, gibt es Leistung satt mit der GeForce GTX 1080.

findlichen 4-Pin-Anschlüsse anstecken (CPU\_FAN). Damit die Gehäuselüfter auch von den von uns empfohlenen BIOS-Setup-Einstellungen profitieren, müssen diese an CHA\_FAN\_1 und H\_AMP\_FAN hängen. Die Position der Lüfteranschlüsse verrät auch das Mainboard-Handbuch. Schrauben Sie nun das Board am Gehäuse fest.

Im letzten Schritt wandert die Grafikkarte ins System. Jeder der vier vorgeschlagenen Karten benötigt mindestens einen zusätzlichen PEG-Stromanschluss vom Netzteil. Achten Sie bei der Radeon RX 470 von Sapphire darauf, dass der kleine Schiebeschalter am oberen Kartenrand in Richtung der Monitoranschlüsse steht, sonst arbeiten die Lüfter wesentlich lauter.

## Feinarbeiten

Niedrige Leistungsaufnahme und Lüfterdrehzahlen erreicht der Workstation-PC nur mit den richtigen BIOS-Setup-Einstellungen. Diese finden Sie zusammen mit der Teileliste auf unserer Projektseite (siehe c't-Link).

Ausprobiert haben wir den Workstation-PC mit Windows 10 und Ubuntu 16.10. Grundsätzlich bringen beide Betriebssysteme die notwendigen Treiber mit beziehungsweise liefern sie über die Update-Funktion aus. Zusätzlich empfehlen wir, unter Windows den Audio- und den Netzwerktreiber vom jeweiligen Chip-Hersteller einzuspielen und unseren Patch für das SATA Link Power Manage-

ment. Stromspartipps zu Linux finden Sie im Kasten auf S. 77.

Der Workstation-PC liefert bei Multi-Thread-optimierten Anwendungen wie dem Cinebench R15 die doppelte Performance des 11-Watt-PC. Wer noch mehr Rechenleistung benötigt, kann den Zehnker Core i7-6950X einbauen; allerdings verlangt Intel für diese CPU 1700 Euro. Dagegen wirkt der Preis von 396 Euro für den Maximalausbau auf 128 GByte DDR4-RAM fast wie ein Schnäppchen.

Ein Energiesparwunder ist die LGA2011v3-Plattform aber nicht. Schon im Leerlauf schluckt der Workstation-PC 50 Watt – das ist mehr als der Mini-PC unter Volllast. Im nächsten Artikel auf S. 97 zeigen wir, wie sie mit wenigen Handgriffen diesen kompakten Büro-Rechner zusammenbauen, der mit unter 8 Watt bei ruhendem Windows-Desktop auskommt.

(chh@ct.de) **ct**

**Treiber und Einstellungen:** [ct.de/yt5j](http://ct.de/yt5j)

Teile Workstation-PC		
Komponente	Bezeichnung	Preis
Prozessor	Intel Core i7-6800K, boxed	442 €
CPU-Kühler	Thermalright HR-02 Macho Rev. B	43 €
Mainboard	Asus X99-A II	259 €
Arbeitsspeicher	4 × 8 GByte Kingston PC4-2400 CL17 (KVR24N17S8/8)	192 €
SSD	Crucial MX300 1TB (CT1050MX300SSD1)	251 €
Gehäuse	Cooler Master CM 690 III (CMS-693-KKN1)	98 €
Gehäuselüfter	2x Noctua NF-S12B redux-1200 PWM 120mm	28 €
Netzteil	be quiet! Pure Power 9 500W ATX 2.4 (BN263)	62 €
Grafikkarte	ASUS ROG Strix Radeon RX 460 OC (90YV09L3-MONA00)	145 €
Pauschale	Versand	25 €
<b>Zwischensumme Hardware</b>		<b>1545 €</b>
Betriebssystem	Windows 10 Home	91 €
<b>Summe</b>		<b>1636 €</b>
Optionen		
Grafikkarte RX 470	Sapphire Nitro+ Radeon RX 470 4G D5 (1260MHz)	204 €
Grafikkarte GTX 1060	Zotac GeForce GTX 1060 6GB AMP!	295 €
Grafikkarte GTX 1080	ASUS ROG Strix GeForce GTX 1080 OC (90YV09M0-MONM00)	799 €
Festplatte / Entkopplerrahmen	Western Digital WD Blue 4TB (WD40EZRZ) / Sharkoon HDD Vibe-Fixer (4044951000029)	129 € + 15 €
DVD-Brenner	Pioneer DVR-221BK	16 €
64 / 128 GByte Arbeitsspeicher	4 / 8 × Kingston ValueRAM DIMM 16GB, DDR4-2400, CL17-17-17 (KVR24N17D8/16)	198 / 396 €

Anzeige

Anzeige

Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige

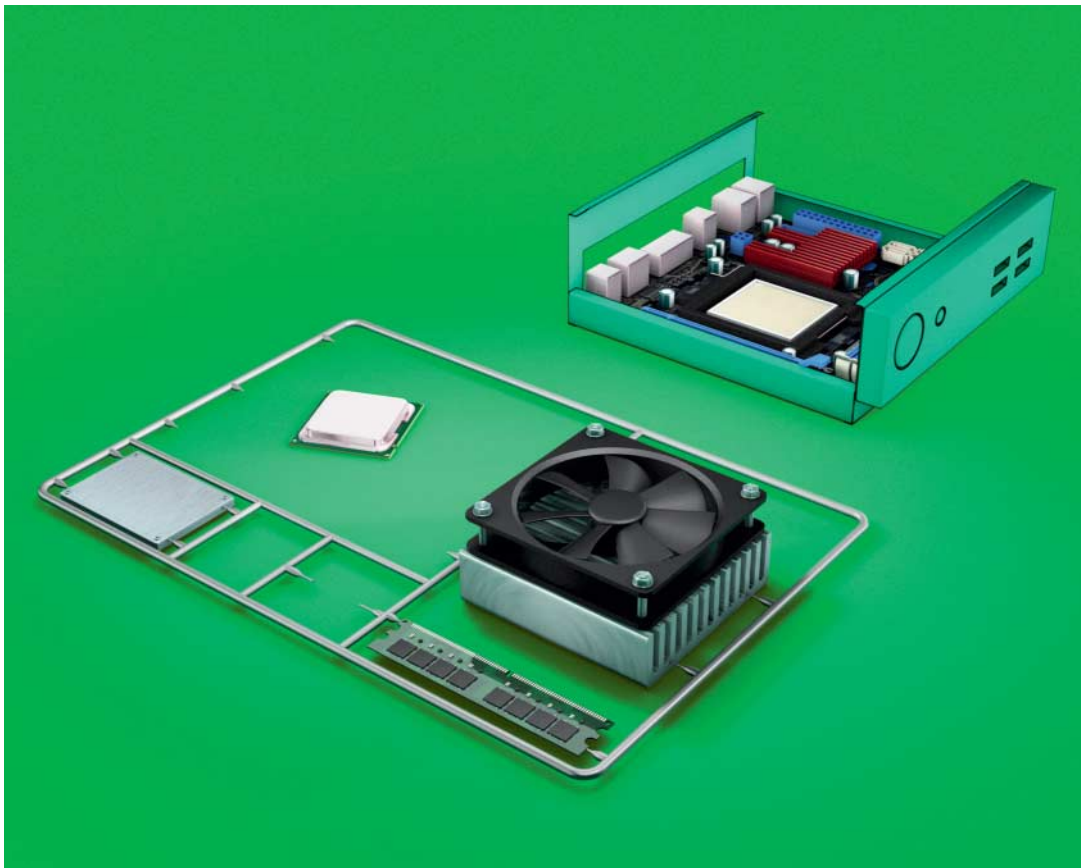
Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige



# Wünsch dir was Kleines

## Bauvorschlag für einen sparsamen, leisen Mini-STX-PC

**Für Büroarbeiten oder als Wohnzimmer-PC genügt ein günstiger, kompakter Rechner, der trotzdem flüsterleise läuft. Unser Bauvorschlag arbeitet dank Desktop-CPU und SSD flott, lässt sich leicht montieren und schluckt weniger als 8 Watt.**

**Von Christof Windeck**

**Z**um Browsen, fürs Office-Paket und zum Abspielen von 4K-Videos braucht man keinen 150-Euro-Prozessor: Ein effizienter Dual-Core für 35 Euro genügt. Der lässt sich in einem

kleinen Gehäuse leise kühlen, zusammen mit SSD oder Notebookfestplatte ergibt das einen Mini-PC. Unser Bauvorschlag ist mit 4 GByte RAM und 256-GByte-SSD für 310 Euro zu haben, bleibt im Leerlauf unter 8 Watt und säuselt mit kaum hörbaren 0,1 Sone – selbst unter Last.

Als Basis wählten wir den Barebone ASRock DeskMini 110 für 150 Euro. Er besteht aus Gehäuse und Mainboard, das externe Netzteil liegt bei. Sie müssen bloß CPU, RAM und SSD selbst einbauen.

Der PC in der Bauform Mini-STX hat etwa die Größe eines ATX-Netzteils. Das erlaubt etwas flexiblere Ausstattung als bei Winzlingen wie Intel NUC & Co und

vor allem den Einbau wechselbarer Prozessoren aus der Desktop-Baureihe: Der Celeron G3900 rechnet ähnlich flott wie der viel teurere 15-Watt-Mobilprozessor Core i3-6100U. Wer mag, kann sogar einen Core i5-6400 in den DeskMini 110 stopfen, aber dann wird es unter Last deutlich lauter. Wir verwenden den beim Box-Prozessor mitgelieferten Kühler, teurere Kühler mit manchmal aufwendiger Montage lohnen sich zumindest für den Celeron nicht.

In den DeskMini 110 passen außer der CPU zwei DDR4-SO-DIMMs für bis zu 32 GByte Hauptspeicher (getestet mit Corsair CMSO32GX4M2A2133C15) sowie zwei SSDs oder Festplatten im 2,5-



Der Mini-PC entsteht aus einem Barebone: CPU, Kühler und RAM sitzen oben auf dem Mainboard, die SSD kommt unter den Board-Träger.

Zoll-Format. Zwei M.2-Fassungen würden es erlauben, eine weitere SSD sowie einen WLAN-Adapter einzubauen, aber von beidem raten wir ab. Es müsste beim DeskMini 110 nämlich eine SSD mit PCIe-NVMe-Controller sein, und solche sind erheblich teurer als welche mit SATA-Interface. Und für WLAN empfehlen wir einen USB-Adapter, weil vom internen WLAN-Kärtchen im M.2-Format noch spezielle Kabel zu den Antennensteckern verlegt werden müssten.

Die Nachteile des Mini-STX-Formats wollen wir nicht unter den Teppich kehren: Weder Grafikkarte noch optisches Laufwerk passen hinein. Die frontseitige Typ-C-Buchse des DeskMini 110 liefert nur USB 3.0, also nicht etwa USB 3.1, und weder DisplayPort-Signale noch hohe Ladeleistungen – aber das stört bisher selten.

## Feinarbeit

Der Einbau der Komponenten ins DeskMini 110 gelingt leicht. Zunächst löst man die vier Kreuzschlitzschrauben an der Rückseite des Gehäuses. An der Lasche unterhalb der silbernen ATX-Blende lässt sich nun der Mainboard-Träger herausziehen – aber mit Bedacht, denn die Kabelverbindung zur Frontplatte ist bereits auf den Pfostenstecker aufgesteckt. Für die Montage von CPU, RAM und SSD kann man es so belassen; zieht man das Kabel ab, arbeitet es sich aber etwas leichter.

Als Erstes bauen Sie die SSD ein: Die Halterung liegt auf der Unterseite des Mainboard-Schlittens. Die SSD schraubt man nur auf einer Seite fest, an der ande-

ren greifen Häkchen in die Gewindebohrungen. Zum Anschluss verwenden Sie eines der beigelegten, kurzen SATA-Kabel, das am anderen Ende einen winzigen Wannenstecker hat. Der gehört auf eine der beiden Kontaktreihen auf der Unterseite des Boards, die man durch die ovalen Ausnehmungen im Mainboard-Träger sieht: Drücken Sie den Stecker einfach mit Gefühl darauf, er passt nur in einer Orientierung.

Nun drehen Sie Mainboard samt Träger um und setzen den Prozessor ein. Das gelingt genau wie beim 11-Watt-PC auf Seite 78 beschrieben: Verriegelungshebel der Fassung erst mit seitlichem Druck ausklinken und dann anheben. Nun den Metallrahmen samt Schutzkappe aufklappen. Dann den Prozessor sehr vorsichtig in der richtigen Orientierung einlegen; dabei passen die Kerben des grünen Materials der CPU genau zu den seitlichen Nasen in der Fassung. Rahmen wieder zuklappen, dabei die Lasche unter die Schraube schieben. Zuletzt den Hebel herabdrücken und verriegeln.

Auf dem Boden des mit dem Prozessor gelieferten Kühlers ist bereits Wärmeleitpaste aufgebracht. Setzen Sie den Kühler auf die CPU und drücken Sie die vier „Pushpins“ der Spreizdübel herab. Hernach stecken Sie den vierpoligen Stecker auf den Pfostenstecker CPU\_FAN1. Zuletzt kommt das SO-DIMM in die Fassung DDR4\_A1, die näher am Prozessor sitzt. Schließlich schieben Sie den Mainboard-Träger wieder bis zum Anschlag ins Gehäuse – eventuell zuvor entferntes Kabel zu den Front-Tastern wieder auf Pfostenstecker PANEL1 stecken – und drehen dann die vier Schrauben ein: Fertig!

## BIOS-Setup

Nach dem ersten Start öffnen Sie mit den Tasten Entf oder F2 das BIOS-Setup und verändern einige Einstellungen, die wir auf der Projekt-Webseite erläutern, siehe c't-Link unten. Fünf Einstellungen im BIOS-Setup-Menü „Advanced“ sind wichtig: CPU Package C-States sowie ASPM für PCIe, PCH, DMI und PCH DMI. Die Wahl des Silent Mode im Menü „H/W Monitor“ hält die Lüfterdrehzahl bei leisen 1050 Touren, beim Einschalten dreht er allerdings stets kurz hoch. Die Vibrationen des Lüfters spürt man außen am Gehäuse ganz leicht.

Falls Sie Windows 10 installieren, sollten Sie noch den Tipp für sparsamen SATA-Betrieb beherzigen, also die Einstellung für SATA Link Power Management per powercfg-Skript vornehmen – Genaueres verrät ebenfalls der c't-Link. Wir empfehlen noch den Realtek-Soundtreiber und den Intel-Netzwerktreiber, um den PC per Wake-on-LAN wecken zu können. Für Fragen und Hinweise steht Ihnen unser Supportforum offen: siehe Link.

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

**BIOS-Setup-Optionen:** [ct.de/yu99](https://www.ct.de/yu99)

Teile des Mini-PC		
Komponente	Bezeichnung	Preis
Prozessor (mit Kühler)	Celeron G3900, boxed	35 €
Barebone	ASRock Deskmini 110 (90BXG2T01-A10GA0W)	153 €
Arbeitsspeicher	Kingston ValueRAM SO-DIMM 4GB, DDR4-2133, CL15-15-15 (KVR21S15S8/4)	27 €
SSD	Samsung SSD 750 256 GByte (MZ-750250BW)	79 €
Versand	Pauschale	15 €
	<b>Zwischensumme Hardware</b>	<b>309 €</b>
Betriebssystem	Windows 10 Home	91 €
	<b>Summe</b>	<b>400 €</b>



Anzeige

# FAQ PC-Bauvorschläge

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Christof Windeck

## HTPC fürs Wohnzimmer

**?** Welchen Bauvorschlag kann ich im Wohnzimmer verwenden, also als Home-Theater PC (HTPC)?

**!** Am besten passt wohl der Mini-PC, den Sie mit einem USB-Empfänger für DVB-T2, DVB-S2 oder DVB-C erweitern können. Der Celeron G3900 dekodiert H.264- und H.265-(HEVC-)Videos bis zur 4K-Auflösung, VP9 aber nur bis Full HD; für HEVC mit 10 Bit ist er zu lahm. Soll es noch leiser und sparsamer sein, nehmen Sie einen NUC-artigen PC mit Mobilprozessor und Passivkühlung, für H.264-Videos bis Full-HD-Auflösung reicht einer mit „Atom-Celeron“ (siehe S. 62).

Eine allgemeine Empfehlung für einen Media-Center-PC ist unmöglich. Dessen Ziel war es ja, sich als Abspiel- und Aufnahmegerät „für alles“ einrichten zu lassen und sich mit zusätzlicher Hard- und Software an neue Anforderungen oder Codecs anpassen zu lassen. Das klappt aber nicht mehr: Schon der Einsatz von CI-Modulen für verschlüsselte (HD-)Sender ist ein Krampf, für Ultra HD Blu-ray gibt es bisher keine Abspielsoftware. Einen Video-Player, der für 4K-, HEVC- und VP9-Videos zuverlässig die in Grafikprozessoren integrierten Decoder nutzt, besitzt nur Windows 10 – aber dort fehlt wiederum das per Fernbedienung steuerbare Windows Media Center. Amazon Prime Video und Netflix erlauben (Windows-)PCs derzeit kein Streaming von UHD-/4K- sowie HDR-Videos. Für Full HD und Kodi/OpenELEC genügt wiederum ein Raspberry Pi 3.

## HDMI 2.0: 4K mit 60 Hz

**?** An welchen Bauvorschlag kann ich einen Monitor oder ein TV-Gerät per HDMI 2.0 anschließen?

**!** Beim High-End-PC gelingt das dank der Grafikkarte problemlos. Die integrierte Grafik bisheriger Intel-Prozessoren liefert per HDMI 1.4 zwar 3840 × 2160

Pixel, aber höchstens mit 30 Bildern pro Sekunde (30 Hz). 4 K mit 60 Hz sind bei LGA1151-Boards nur per DisplayPort 1.2 möglich. Mit einem HDMI-2.0-Adapter von Club 3D funktionierte ein HDMI-2.0-Display auch am Mini-PC und am 11-Watt-PC – leider nur unter Windows 10, aber nicht unter Ubuntu.

## Interner SD-Kartenleser

**?** Welchen internen Card Reader soll ich einbauen?

**!** Keinen: Wir haben keinen bezahlbaren und gut lieferbaren gefunden, der auch SD-Karten mit UHS II mit über 200 MByte/s lesen und beschreiben kann. Das schaffen jedoch externe USB-3.0-Reader wie der Kingston MobileLite G4 für 11 Euro; der doppelt so teure FCR-HS4 hat auch einen CF-Schacht.

## PC für Virtualisierung

**?** Welcher Rechner eignet sich für den Betrieb mehrerer virtueller Maschinen (VMs)?

**!** Dafür braucht man vor allem viel RAM: Beim Allround-PC sind bis zu 64 GByte möglich, beim High-End-PC bis zu 128 GByte. Benötigen mehrere VMs gleichzeitig Rechenleistung, dann ist ein Prozessor mit vier oder mehr Kernen sinnvoll. Auch der Hypervisor VMware ESXi 6.0 U2 bootet auf allen Bauvorschlägen. Weil im 11-Watt-PC keine von ESXi 6.x unterstützte Netzwerkkarte steckt, muss man vor der Installation das ISO-Image des Setups präparieren (siehe [www.v-front.de](http://www.v-front.de)). Mit einer Netzwerkkarte funktionierte PCIe Passthrough per VT-d nur beim 11-Watt-PC.

## Server-Bauvorschlag

**?** Wieso gibt es keine Bauvorschläge für Server?

**!** Weil die beiden Bauvorschläge für einen lüfterlosen Server und für einen mit ECC-RAM und bis zu sechs Festplatten aus c't 8/16 noch aktuell sind. Einzige Änderung: Das ATX-Netzteil für die größere Konfiguration gibt es nicht mehr, nehmen Sie stattdessen das BeQuiet! System Power B8 300W.

## Lüfterlose Kühlung

**?** Ich will unbedingt einen lüfterlosen PC, was raten Sie mir?

**!** Falls Ihnen ein lüfterloses Mini-Notebook oder ein Tablet nicht reicht: In c't 19/16 auf S. 166 haben wir gezeigt, wie man den Mini-PC Intel NUC in ein Gehäuse mit Kühlrippen „umtopft“. Der Bauvorschlag für einen lüfterlosen Server mit Celeron G3900 aus c't 8/16 taugt auch als Büro-PC, dank DisplayPort sogar mit 4K-Display.

Wenn Sie mehr CPU- oder gar 3D-Performance wünschen, kaufen Sie besser einen passiv gekühlten Komplettrechner. Beim Selbstbau drohen teure Pannen durch Überhitzung sowie Eigentore, weil nicht nur Lüfter lärmern: Auch Drosselspulen und andere Bauteile der Spannungswandler mancher Mainboards, Grafikkarten und Netzteile pfeifen deutlich hörbar.

## Wasserkühlung

**?** Wäre Wasserkühlung nicht besser als Luftkühlung?

**!** Erst bei extremen Anforderungen an die Wärmeabfuhr, etwa bei stark übertakteten Prozessoren und GPUs, bringen Wasserkühlsysteme mit großen Radiatoren deutliche Vorteile im Vergleich zu guten Luftkühlern. Solche Wasserkühlungen sind aber teuer, passen nur in große PC-Gehäuse und verlangen oft eine aufwendige Montage.

Wasserkühlung erreicht außerdem Spannungswandler auf Mainboard und Grafikkarte nicht; werden diese deshalb zu heiß, veranlassen Thermosensoren unter Umständen eine Drosselung der CPU, im

schlimmsten Fall drohen Defekte. Je nach System ist es sehr aufwendig, die erwähnten Spannungswandler mit einem leichten Luftzug vor dem Überhitzen zu schützen, wenn auf CPU- und GPU-Kühlern keine Ventilatoren mehr sitzen. Deshalb ziehen wir leise Luftkühlung vor.

## Linux statt Windows

**?** Laufen die Bauvorschläge auch mit Linux?

**!** Na klar! Ubuntu 16.10 läuft auf dem 11-Watt- und dem Mini-PC dank Intel-Grafik problemlos. Die Grafikkarten im Workstation-PC liefern unter Linux zwar ein Bild, aber keinen HDMI-Ton (siehe c't 24/16). Probleme gab es auch mit dem externen DP-HDMI-2.0-Adapter.

## Windows 7 statt 10

**?** Kann ich auch Windows 7 installieren?

**!** Ja, das ist bei Skylake-Systemen möglich, allerdings muss man dazu in das Windows-7-Setup einen USB-3.0-Treiber integrieren (siehe c't-Link unten), weil sich das Setup sonst nicht bedienen lässt: Es erkennt dann weder USB-Tastatur noch USB-Maus.

## BIOS oder UEFI?

**?** Soll ich das Betriebssystem im BIOS- oder UEFI-Modus installieren?

**!** Alle drei Bauvorschläge können im UEFI-Modus mit oder ohne Secure Boot starten oder alternativ im BIOS-kompatiblen Modus, für den sie ein Compatibility Support Module (CSM) laden. Der UEFI-Modus ist nur dann Pflicht, wenn die Windows-Systempartition auf einer Festplatte mit mehr als 2 TByte Kapazität liegen soll. Wollen Sie ein älteres Windows (parallel) installieren, ist der BIOS-Modus praktischer. Wir installieren Linux und Windows 10 im UEFI-Modus ohne Secure Boot.

## WLAN-Adapter

**?** Können Sie auch WLAN-Adapter empfehlen?

**!** USB-3.0-Adapter mit Anschlusskabel lassen sich leicht für optimalen Empfang ausrichten. Der kugelige D-Link DWA-192 für rund 45 Euro glänzt mit sehr hohem Durchsatz von bis zu 375 MBit/s im 5-GHz-Band, doch es gibt keinen Linux-Treiber. Letzteren stellt Edimax für den EW-7833UAC bereit, der aber beim Lesen langsamer ist und die oberen 5-GHz-Kanäle verschmälert. Unter Ubuntu 16.10 ließ sich der Edimax-Trei-

ber leider nicht kompilieren, sondern nur unter Ubuntu 16.04; dort funktionierte er auch mit der D-Link-Kugel mit demselben Realtek RTL8814AU.

## M.2-SSD

**?** Wieso verwenden Sie keine M.2- oder PCIe-SSD mit NVMe, die wäre doch viel schneller als eine SATA-6G-SSD?

**!** Das bringt bei einem typisch genutzten Desktop-PC aber fast nichts: Bisherige NVMe-SSDs sind vor allem bei vielen gleichzeitigen Zugriffen schneller als welche mit SATA-6G-Interface. Diese parallelen Zugriffe kommen bei Desktop-PCs und Notebooks jedoch eher selten vor.

## Leistungsaufnahme

**?** Wie messen Sie die Leistungsaufnahme genau?

**!** Die Leistungsaufnahme im Leerlauf messen wir nach einigen Starts und dem Einspielen aller Updates bei ruhendem Windows-Desktop. Während der Messung sind USB-Eingabegeräte und ein Full-HD-Display per HDMI angeschlossen, aber der Ethernet-Chip ist deaktiviert: Sonst schwankt die Leistungsaufnahme ständig. Das pendelt sich ein, wenn nach einigen Tagen Benutzung alle Auto-Updates und Indexierungen durchgelaufen sind.

Dann liegt die Leistungsaufnahme bei aktiver Ethernet-Verbindung um 0,5 bis 1 Watt höher als unsere Messung. Schaltet das Display ab, sinkt sie um zirka 1 Watt. Mit 4K-Displays liegt die Leistungsaufnahme um bis zu 2 Watt höher. Falls Sie selbst nachmessen wollen: Nicht jedes billige Energiekostenmessgerät misst ATX-Netzteile genau, aber manche schon, etwa das 12-Euro-Gerät Brennenstuhl PM 231 E. (ciw@ct.de)



WLAN-Adapter und Kartenleser lassen sich per USB 3.0 nachrüsten: Links Kingston MobileLite G4, daneben Edimax EW-7833UAC, Kingston FCR-HS4 und D-Link DWA-192. Vorne der DisplayPort-HDMI-2.0-Adapter von Club3D.

**Windows 7 auf Skylake installieren:**  
[ct.de/y2ng](http://ct.de/y2ng)

# Günstling

## HP 15: 15,6-Zoll-Notebook mit vernünftiger Ausstattung



**Matter 15-Zoll-Bildschirm mit Full-HD-Auflösung, ein Core-i5-Doppelkern der siebten Generation und eine 256er-SSD – das Notebook HP 15 lockt mit viel Ausstattung zum kleinen Preis.**

**Von Florian Müssig**

**D**as Notebook HP 15 muss zwar mit einer fantasielosen Bezeichnung ohne schmückenden Familiennamen auskommen, doch das Datenblatt der Testkonfiguration verheißt umso mehr: Es verspricht einen Core-i5-Prozessor, einen matten Bildschirm und eine 256-GB-SSD für gerade einmal 500 Euro.

Der Bildschirm zeigt Full-HD-Auflösung (1920 × 1080 Punkte); die maximale

Helligkeit von rund 200 cd/m<sup>2</sup> reicht auch für den Freiluftbetrieb an sonnigen Tagen aus. Beim Blick von der Seite lassen Helligkeit und Farbtreue sichtbar nach; guckt man von oben oder unten auf den Bildschirm, dann sieht man TN-typisch stark verfälschte Farben bis hin zu Invertierungen – ein IPS-Panel wäre besser.

Trotz des niedrigen Preises kommt in dem Notebook ein Core-i5-Doppelkern aus Intels kürzlich vorgestellter siebter Core-i-Generation (Codename Kaby Lake) zum Einsatz – üblich sind in dieser Preisklasse CPU-Modelle der Vorgängergenerationen (Skylake, Broadwell). Eine spürbar höhere Rechenleistung gibt es erst in mindestens doppelt so teuren Notebooks mit Vierkern-Prozessoren. Für Büroarbeit oder Video-Gucken sind die dann wiederum völlig überzogen.

Dass das HP 15 nicht nur in Benchmarks überzeugt, sondern sich auch flott anfühlt, liegt daran, dass HP eine SSD einbaut. Sie sitzt in einem M.2-Adapter im internen 2,5-Zoll-Schacht; Bastler können sie also nur durch andere M.2-SATA-SSDs ersetzen. Im Inneren ist zudem nur einer der beiden RAM-Slots belegt, sodass man aufrüsten kann, wenn einem die von HP vorgesehenen 4 GByte DDR4-Speicher nicht ausreichen. Eine Service-Klappe gibt es aber nicht – man muss die gesamte Bodenplatte abnehmen, die mit unzähligen, teils versteckten Schrauben befestigt ist.

Das WLAN-Modul von Realtek funkt lediglich im 2,4-GHz-Band, und das auch nur mit je einem 11n-Datenstrom in Send- und Empfangsrichtung. Der Kartenleser bremst schnelle SDXC-Karten aus.

## Old School

Mit optischem Laufwerk und wechselbarem Akku bietet das HP 15 gleich zwei Merkmale, die vielen Notebooks heute fehlen. Umgekehrt findet man hier keine moderne Typ-C-Buchse; von den drei USB-Typ-A-Buchsen spricht nur eine USB 3.0.

Der Lüfter hält sich bei anhaltender CPU-Beschäftigung angenehm zurück. Leider läuft er auch bei geringer Systemlast immer leise, aber hörbar mit, was in ruhigen Umgebungen stört. Das Power-Symbol des Einschalt-Knopfs ist unbeleuchtet; die Status-LEDs für Strom und SSD-Aktivität befinden sich am rechten Rand.

Die steife Tastatur stellt mit ausreichend Tastenhub und präzisiertem Anschlag auch Vielschreiber zufrieden. Die Tasten des Ziffernblocks haben dieselben Abmessungen wie das Buchstabenfeld; der Cursorblock wurde jedoch in eine Zeile gequetscht. Das Touchpad ist nahtlos in die glatte Kunststoffoberfläche der Handballenablage eingearbeitet. Zum Klicken stehen separate Maustasten bereit.

Trotz des aktuellen Prozessors, der erst im September enthüllt wurde, ist die Vorinstallation von Windows 10 Home veraltet: Statt der Version 1607 von Mitte 2016 liefert HP das Notebook mit Version 1511 von Ende 2015 aus. Nach der Ersteinrichtung steht für den Käufer also erst einmal ein 3,5-GB-Update an.

Unter dem Namen HP 15 findet man eine Vielzahl sehr unterschiedlich ausgestatteter Notebooks; die Testkonfiguration gehört zu den besseren und teureren Modellen. In mittleren Ausstattungsvarianten arbeiten Core-i3-CPUs der vorletzten Generation (Broadwell). Bei den allergünstigsten Konfigurationen ab 220 Euro fehlt die Windows-Lizenz; als Prozessor ist dort eine viel langsamere AMD-CPU eingebaut.

## Fazit

Das HP 15 ist in der getesteten Konfiguration ein flottes und unauffälliges Arbeitsgerät mit ordentlicher Tastatur. Die größten Abstriche muss man beim WLAN-Modul und der Lüftersteuerung hinnehmen. Wer 5-GHz-WLAN und ein blickwinkelunabhängiges IPS-Panel wünscht, muss etwas tiefer in die Tasche greifen [1] – und für Komfort-Schmankerl wie Helligkeitssensor oder beleuchtete Tasten sowieso.

(mue@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Florian Müssig, Vernünftling, Acer Aspire V3-372: 13,3-Zoll-Notebook mit sinnvoller Ausstattung, c't 15/16, S. 64



Das HP 15 bietet einen wechselbaren Akku und ein optisches Laufwerk.

### HP 15: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	ay116ng
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, CyberLink Power Media Player 14, CyberLink PowerDirector 14, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / L / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	1 × L, 1 × R / 1 × L / – / L
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (SD) / L / –
<b>Ausstattung</b>	
Display	AUO 38ED: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 12 ... 217 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i5-7200U (2 Kerne mit HT), 2,5 GHz (3,1 GHz bei einem Thread), 2 × 256 KByte L2-, 3 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	4 GByte PC4-17000 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel HD 620 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC282
LAN / WLAN	PCIe: Realtek (100 MBit) / PCIe: Realtek RTL8723BE (b/g/n-150)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Realtek (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	PS/2: Synaptics (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung CM871a (256 GByte) / HL-DT-ST GUD1N (DVD-Multi)
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	41 Wh Lithium-Ionen / ✓ / –
Netzteil	45 W, 296 g, 9,4 cm × 4 cm × 2,7 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	2,1 kg / 38,3 cm × 25,4 cm / 2,5 ... 2,6 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,9 cm / 18,5 mm × 18 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>	
Suspend / ausgeschaltet	0,4 W / 0,2 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	2,2 W / 5 W / 6,1 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	25,2 W / 8,4 W / 23,5 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	45,3 W / 0,54
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / WLAN (200 cd/m²)	9,4 h (4,4 W) / 7 h (5,9 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	5,5 h (7,5 W) / 2,1 h (20,2 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h laden	1,1 h / 8,6 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 1,1 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	521,4 / 491,6 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	88492 / 64812
Leserate SD-Karte	23 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	– / 6,6 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / –97,3 dB(A)
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	3,43 / 3,68
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	15421 / 45053 / 368 fps
3DMark (Ice Storm / Cloud Gate / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	49559 / 5424 / 3461 / 699 / 336
<b>Preis und Garantie</b>	
Straßenpreis Testkonfiguration	500 €
Garantie	1 Jahr
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden	



# Ein Fall für zwei

## Action-Cam-Duell: GoPro Hero 5 Black versus Sony FDR-X 3000R

**Action-Cams gibt es inzwischen wie Sand am Meer, nicht nur vom Marktführer GoPro. Dessen neuer Hero 5 will Sony Konkurrenz machen.**

Von Joachim Sauer

**D**er Vorreiter unter den Action-Cam-Anbietern steht unter Druck: Trotz gerade präsentierter Kamera-Neuheiten muss GoPro Gewinneinbußen vermelden. Der Markt für die Spezial-Kameras ist deutlich härter geworden: Zwar verkauften sich Action-Cams 2016 abermals besser als im Vorjahr, doch die Preise sind gesunken – jedenfalls im Durchschnitt. Bei den Topmodellen sieht das anders aus: Immerhin 430 Euro ruft GoPro für die Hero 5 Black auf. Sony, der härteste Widersacher des Marktführers, verlangt sogar 599 Euro für die FDR-X 3000R, wobei das R am Ende für eine Fernbedienung (Remote) steht – die gibt es bei GoPro nur gegen Aufpreis. Dabei dürfte die Hero 5 eindeutig öfter verkauft werden als Sonys Action-Cam, die nicht dem von GoPro geprägten Action-Cam-Design entspricht.

Ins längliche Gehäuse hat Sony – erstmals in einer Action-Cam – einen optischen Bildstabilisator eingebaut. Der erfordert mehr Bautiefe als die elektronische Version, die GoPro seiner Hero 5 spendiert hat. Beide Kameras taugen für Einsätze in Schmutz und Nässe, denn beide sind auch ohne Schutzgehäuse zumindest vor Spritzwasser geschützt.

Die getesteten Top-Modelle bieten eine schlüssige Bedienung am Gerät sowie

via Fernbedienung und Smartphone-App – ohne nervige Verzögerungen beim Vorschaubild. Günstige Action-Cams kommen dagegen oft mit einem kruden Bedienkonzept daher. Immerhin werden billige Einstiegerkameras oft mit viel Zubehör für die Befestigung der Kamera geliefert – für die beiden Top-Klasse-Geräte muss man die jeweils passende Halterung dazukaufen.

Bei beiden sind Funktionen wie WLAN, Bluetooth und GPS an Bord. Via Bluetooth lässt sich eine Kamera aus der Distanz starten; die GPS-Daten erlauben das Geo-Tracking der gefilmten sportli-

chen Leistung. Der Akku ist austauschbar; die Akkulaufzeit wird durch Funktionen wie Bluetooth und GPS eingeschränkt. Wie lange eine Akkuladung reicht, ermittelten wir daher unter Maximalbelastung – also mit allen eingeschalteten Funktionen und aktiviertem Display. Die Hauptrolle spielt aber die Bildqualität, die wir bei unterschiedlichen Lichtbedingungen und im harten Sporteinsatz bewerten.

### Robust und wasserdicht

Bei der Hero 5 – ein technisch begründeter Design-Sprung – braucht man das Schutz-



Sony FDR-X 3000 R

gehäuse nicht mehr zwingend. Die Kamera ist von sich aus bis 10 Meter wasserdicht und eignet sich auch für harte Outdoor-Einsätze. Denn erstmals setzt GoPro – statt günstigen Kunststoff – ein stabiles Aluminiumgehäuse ein, mit stabilen Scharnieren und Dichtungen an den Abdeckklappen. Die Klappe für die Anschlüsse kann man abnehmen, um die Hero 5 zum Beispiel unterwegs noch mit Strom zu versorgen oder mit weiteren Heros zu synchronisieren.

GoPro hat trotz der stabilen Bauweise kein Stativgewinde eingebaut, sondern liefert einen Montagerahmen mit. Sony integriert den Stativanschluss schon seit mehreren Modellgenerationen fest im Gehäuse, deshalb kann man die X 3000 direkt am Fahrrad montieren, auch ohne das mitgelieferte, bis 60 Meter wasserdichte Schutzgehäuse. Ein paar Regentropfen machen der Cam nichts aus, denn auch die Abdeckklappen der Sony sind mit Dichtungen versehen.

Wer Wert auf eine ansprechende Tonaufzeichnung legt, sollte auf das Schutzgehäuse verzichten, das man ohnehin nur für Wassersporteinsätze benötigt. Mit dem tauchfähigen Gehäuse kommt kaum ein Geräusch bei der Kamera an.



**Einmal mehr Anlass zur Kritik: An Sonys Doppelaufwerk für Memory Stick Micro und Micro-SD fehlt eine Kennzeichnung, wie man welche Karte einstecken muss. Zudem erkennt die X 3000 gesteckte Speicherkarten oft nicht beim ersten Mal.**

Gleiches gilt für das Wassersportgehäuse zur GoPro Hero 5, das weitere 55 Euro kostet. Allerdings bietet die Hero 5 ohne Schutzgehäuse gleich zwei Vorteile: Die Frontlinse der Optik lässt sich austauschen und das Gehäuse enthält gleich drei Mikrofone. Erstmals nimmt eine GoPro deshalb in Stereo auf, außerdem schaltet die Kamera auf Wunsch au-



**Ein weiteres Mal hat GoPro die Akkubaufarm geändert. Die Kapazität wurde um gerade mal 60 mAh nicht nennenswert angehoben. Die Akkulaufzeit von knapp 90 Minuten ist aber ordentlich.**

tomatisch zwischen den drei Mikros um. Dabei aktiviert die Hero 5 immer die windgeräusch-ärmste Quelle – was selbst bei unserer schnellen Cabrio-Fahrt noch erstaunlich gut klappte. Der Ton klingt etwas dumpf.

## Aufs Wort

Neben der optionalen Fernbedienung und der Steuerung per App lässt sich die GoPro nun auch mit Sprachbefehlen kontrollieren. Das funktionierte im Test gut: So kann man ein Foto machen oder die Videoaufnahme starten – und wenn eine Szene besonders gut geklappt hat, markiert man sie per „GoPro Highlight“ fürs leichtere Auffinden. Allerdings ist dieser Sprachbefehl dann in der Aufnahme zu hören – ein sicher nicht unbeabsichtigter Marketing-Schachzug. Im Test reagierte die Action-Cam auch ohne das vorangestellte „GoPro“ auf den Befehl.

Sony setzt dagegen auf den Komfort der Fernbedienung, mit der man dank des integrierten Displays die Menü-Einträge leichter trifft als an der Kamera selbst. Die Menüdarstellungen auf dem Statusdisplay der Kamera und auf der Fernbedienung sind identisch und logisch strukturiert. Zur Fernbedienung liefert Sony ein Armband, sodass sich die Aufnahme mit der Fernbedienung am Handgelenk – beispielsweise beim Klettern – starten, stoppen und auch kontrollieren lässt. Die Helligkeit des Displays



GoPro Hero 5 Black

Action-Cams der 4K-Klasse		
Kamera	GoPro Hero 5 Black	Sony FDR-X3000R
System		
Sensorgroße / Auflösung	1/2,3 Zoll / 12 MPixel	1/2,5 Zoll / 8,2 MPixel
Bilder/s - HD (1920 × 1080)	120 / 100 / 60 / 50 / 30 / 25	120 / 100 / 60 / 50 / 30 / 25
4K (3840 × 2160)	30 / 25	30 / 25
Datenrate (Full-HD / 4K)	30 MBit/s / 60 MBit/s	50 MBit/s / 100 MBit/s
Aufnahmedauer pro GByte (Full-HD / 4K)	4,5 min / 2,5 min	2,5 min / 1,5 min
Videokodierung (Full-HD / 4K)	MPEG-4 / MPEG-4	MPEG-4 / XAVC S
Ausstattung		
Audio-Aufnahme / Mikrofonanschluss	Stereo / optional	Stereo / ✓
GPS-Empfänger / Bluetooth / WLAN	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Akku wechselbar / Zusatzakku	✓ / –	✓ / –
Speicherkarte	Micro-SDHC	Micro-SDHC, Memory Stick Micro
Anschlüsse	USB, HDMI	USB, HDMI
Kamera spritzwasser-geschützt <sup>1</sup>	✓	✓
wasserdicht <sup>2</sup> / bis	✓ / 10 m	✓ / 60 m
Unterwassergehäuse	optional (55 €)	✓
Überkopf-Korrektur	manuell / automatisch	manuell / automatisch
Intervall-Fotofunktion / Aufnahmeloop	✓ / ✓	✓ / ✓
Fernbedienung	optional	✓, mit Vorschau-display
Lieferumfang Halterungen	–	–
Bedienung		
Smartphone-App	GoPro Capture	Sony PlayMemories
Ein-Tasten-Aufnahmestart / Sprachsteuerung	✓ / ✓	✓ / –
Status- / Kontroll-Display (Diagonale)	✓ / ✓ (5 cm)	✓ / ✓ (3,8 cm)
Touch-Display	✓	–
Anzeige für vollgeladenen Akku	✓	✓
Größe (Länge × Breite × Höhe)	3,8 × 7,0 × 7,4 cm	9,3 × 4,8 × 7,5 cm
Gewicht	146 g	196 g
c't-Testergebnisse		
Akkulaufzeit	88 Minuten	60 Minuten
Aufnahmewinkel (min. ... max.)	63 ... 117 Grad	68 ... 119 Grad
Bewertung		
Videoqualität outdoor / indoor	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Lowlight / Bildstabilisator	○ / ⊕	⊕ / ⊕⊕
Tonqualität	⊕	⊕
Bedienung	⊕	⊕
Preis	430 €	600 €
<sup>1</sup> ohne Schutzgehäuse		
<sup>2</sup> wie geliefert		
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	⊕⊕ sehr schlecht
○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	k. A. keine Angabe
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	

reicht selbst für helle Umgebungen aus; bei zu gleißendem Licht kann man das (etwas zu) kleine Display mit der freien Hand abschirmen. Die mit einer eigenen Ladeschale gelieferte Fernbedienung hält mehrere Akkuladungen der Action-Cam durch.

Bisher baute GoPro nur bei der Hero 4 Silver, nicht bei der teureren Black-Version ein Display auf der Rückseite ein. Jetzt setzt der Hersteller beim neuen Modell auf die Touchscreen-Oberfläche. Also wurde das Bedienkonzept überarbeitet; die Hero 5 wird nur noch über zwei Tasten gesteuert, eine für den Aufnahmestart und eine weitere fürs Umschalten der Modi. Letztere hatte keinen sauberen Druckpunkt; mit Handschuhen ist sie kaum bedienbar. Sony dagegen verbaut mehrere und mit klarem Druckpunkt ausgestattete Tasten. Daher lässt sich die X 3000 – auch unter Wasser – gut steuern.

Bei der GoPro erreicht man die erweiterten Einstellungen nur über das Touchdisplay, aber nicht mit Handschuhen an den Fingern. Dabei ist die Bedienlogik durchaus eingängig; die Optionen für die Videoauflösung beispielsweise sind direkt über ein Fingertipp am unteren Bildrand zugänglich, in die Grundeinstellungen kommt man mit einer Streichelbewegung von oben nach unten. Die einzelnen Menüeinträge sind vergleichsweise groß, allerdings reduziert das die Übersichtlichkeit, da man jeweils nur zwei Menüpunkte sieht.

## GoPro Hero 5 Black

Schon in Sachen Fertigungsqualität hat GoPro mit der Hero 5 eine sehr gute Kamera vorgelegt. Auch die veränderte Bedienung an der Kamera selbst verdient gute Noten, die Steuerung via App ist vorbildlich. Der Bildstabilisator markiert zwar einen deutlichen Schritt nach vorn – dennoch muss sich GoPro bei der Bildqualität Sony geschlagen geben. Ein Schutzgehäuse git es nur optional.

- 👍 robustes Gehäuse
- 👍 sehr gute App
- 👍 sehr kurze Einschaltzeit
- 👎 kein Stativgewinde
- 👎 Schutzgehäuse nur optional

Will man die Action-Cam vom Smartphone aus steuern, hat GoPro die Nase vorn: Deren Capture-App ist schneller zu verstehen und sieht besser aus als die etwas eigenwillige PlayMemories-App, mit der man alle Sony-Kameras fernbedienen kann. Immerhin erscheint bei beiden die Vorschau mit deutlich weniger als einer halben Sekunde Verzögerung.

## Bildqualität

In der Grundeinstellung ist bei beiden Action-Cams ein vergleichsweise buntes Bildprofil aktiv. Die Sony zeigt dabei eine etwas zu bläuliche Auslegung, bei GoPro kippt die Farbe eher ins Gelblich/Bräunliche. Beide Action-Cams erlauben auch individuelle Farbeinstellungen. Die versteckt GoPro immer noch im Protune-Modus. Dort lassen sich die ISO-Empfindlichkeit einstellen oder Blende, Weißabgleich und Farbprofil beeinflussen. Bei der X 3000 klappt das ebenso – ohne separaten Modus. Wechselt man von der ab Werk aktiven Einstellung „Vivid“ auf „Normal“, zeichnet die X 3000 ein Bild mit sehr flachem, fast neutralem Farbprofil, das für Korrekturen in der Nachbearbeitung den nötigen Spielraum bietet.

Im sogenannten XAVC-Modus schreibt die Sony satte 100 MBit/s auf das Speichermedium; sichtbare Unterschiede zum 60-MBit/s-Modus konnten wir dabei aber selbst bei extrem viel Bewegung im Bild nicht ausmachen. Gleiches gilt für Kodierungsartefakte – die man auch bei

## Sony FDR-X 3000 R

Der optische Bildstabilisator in einer Action-Cam war überfällig. Damit realisiert Sony einen deutlich erkennbaren Gewinn in puncto Bildqualität. Bei der Bedienung kann die X 3000 dank des Armband-Moduls mit Display überzeugen. Doch auch wenn Sony hier gleich die Fernbedienung und das Unterwassergehäuse dazu liefert, ist der geforderte Preis happig.

- 👍 sehr guter Bildstabilisator
- 👍 einfache Bedienung
- 👍 gute Fernbedienung
- 👎 schlechte Bedienungsanleitung
- 👎 hoher Preis

der Hero 5 nur sieht, wenn man das Video Bild für Bild durchschaltet und analysiert. Insgesamt liegt die X 3000 bei der Bildschärfe leicht in Führung; besonders zum Rand hin zeigt sie eine bessere Detailwiedergabe und deutlich geringere Verzeichnungen.

Der Blickwinkel der Sony-Optik rangiert mit 119 Grad im üblichen Rahmen einer Action-Cam und liegt leicht über den maximal 117 Grad der GoPro Hero 5. Dabei sind die Verzeichnungen der GoPro etwas deutlicher erkennbar.

Ein großer Blickwinkel der Action-Cams soll dafür sorgen, dass auch bei starken Bewegungen von Kamera und Motiv noch ein halbwegs ruhiges Video entsteht. Doch dank der in beiden Geräten eingebauten Bildstabilisatoren spielt der große Blickwinkel keine große Rolle mehr. Der elektronische Bildstabilisator der Hero 5 übertrifft unserer Einschätzung nach den der älteren FDR-X1000 von Sony – das ist das bisherige Spitzenmodell. Doch Sony hat bei der X 3000 einen optischen Bildstabilisator vorgelegt. Der arbeitet unglaublich gut: Selbst die kurzen harten Stöße bei der Fahrt mit dem Rennrad auf Kopfsteinpflaster gleicht die Action-Cam aus. Auf normalem Asphalt sieht es schon fast so aus, als wenn die Action-Cam auf Schienen gleitet; daher geht die Sony in Sachen Bildqualität hier klar in Führung. Davon abgesehen beherrschen beide Kameras die automatischen Regelung von Blende und Weißabgleich gleich gut.

## Fazit

Nicht jedem wird bei der Sony-Action-Cam die längliche Bauform gefallen – doch gerade deswegen bietet die X 3000 durch den optischen Bildstabilisator einen klaren Vorteil. Zusammen mit der überarbeiteten Optik und einer guten automatischen Bildsteuerung liefert die Sony eine klar überlegene Bildqualität – vorausgesetzt, man will dafür den sehr ambitionierten Preis bezahlen.

Auch die GoPro-Entwickler haben bei der Hero 5 ihre Hausaufgaben gemacht. Der elektronische Bildstabilisator arbeitet gut, die Bildabstimmung steht der Sony kaum nach. Klar im Vorteil ist die Hero 5 aber durch das neu konzipierte, robuste und ohne weiteren Schutz wasserdichte Gehäuse. Zudem halten die Akkus hier länger als bei der Sony. Die Action-Cam mit höherem Abenteuerfaktor ist also die GoPro.

Schaut man sich die Preisgestaltung an, könnte man zu dem Schluss gelangen, die GoPro sei viel günstiger. Doch wenn man die Fernbedienung, einen Mikrofonadapter und das Schutzgehäuse dazu addiert, damit die Hero 5 mit der X3000 gleichzieht, liegt die GoPro bei satten 625 Euro: Qualität hat anscheinend ihren Preis – herstellerunabhängig. Immerhin gibt es nun gleich zwei Action-Cams, die ihr Geld wert sind. (uh@ct.de) **ct**

Anzeige

Anzeige



Anzeige



# Kleine Karten, groß und schnell

## Schnelle MicroSD-Karten mit 32 und 128 GByte Kapazität

**Mit Speicherkarten im MicroSD-Format erweitert man ganz einfach den Speicher seines Smartphones oder der Action-Kamera. Welche der kaum fingernagelgroßen Kärtchen schnell sind und ob sie am PC ebenfalls eine gute Figur machen, klärt unser Test.**

Von Lutz Labs und Alexander Spier

Der Speicher im Smartphone kann eigentlich nie groß genug sein, und die Action-Kamera läuft ohne Speicherkarte gar nicht. Also ab in den nächsten Elektronik-Laden und einfach eine Speicherkarte kaufen? So einfach ist das nicht: Wer Videos in hoher Auflösung aufnehmen will und nicht stundenlang auf die Befüllung der Karte am heimischen PC warten möchte, informiert sich besser vor dem Kauf.

16 verschiedene Speicherkarten mussten im c't-Labor ihre Eignung für Smartphone und PC beweisen. Dabei waren

Karten von Kingston, Lexar, Samsung, SanDisk, Toshiba und Transcend – Samsung und SanDisk nahmen sogar mit zwei Serien teil. Von allen Karten haben wir uns Modelle mit 32 und 128 GByte besorgt; alle unterstützen mindestens eine Schreibrate von 10 MByte/s (Class 10).

Viele 32-GByte-Kärtchen kosten kaum noch 10 Euro, die vierfache Kapazität geht ab 35 Euro über den Ladentisch. Besonders schnelle Karten sind aber weit teurer: Knapp 200 Euro kostet die SanDisk Extreme Pro mit 128 GByte. Noch

größere Karten haben zwar einige Anbieter noch im Angebot, doch steigt bei diesen der Preis pro GByte noch einmal stark an. Karten mit 16 GByte oder weniger lohnen sich hingegen kaum noch.

## Größen und Geschwindigkeitsklassen

Die SD Card Association, Hüter des SD-Standards, spezifiziert drei verschiedene Kapazitätsklassen: SD (bis 2 GByte), SDHC (High Capacity, bis 32 GByte) und SDXC (Extended Capacity, bis 2 TByte). SDHC-Karten funktionieren beispielsweise in einem SDXC-Lesegerät, aber nicht umgekehrt.

Neben den Kapazitätsklassen gibt es verschiedene Geschwindigkeitsklassen für den Flash-Speicher und mehrere Übertragungsverfahren. Flotte Karten verwenden Übertragungsverfahren für maximal 104 (UHS-I) oder 312 MByte/s (UHS-II); diese sind an Logos mit den römischen Ziffern I oder II identifizierbar. Karten ohne diese Logos übertragen höchstens 25 oder gar nur 12,5 MByte/s. UHS-II-Karten nutzen eine zweite Kontaktreihe. Steckt man sie in einen Nicht-UHS-II-fähigen Kartenleser, können die Karten nur einen der langsameren Standards nutzen.

Die Geschwindigkeit des Flash-Speichers geben die Hersteller gerne mit einer eingekreisten Zahl an. Karten mit den Geschwindigkeitsklassen 2, 4 und 6 sollte man meiden, Class 10 setzen die meisten Smartphones als Minimum voraus.

## Geschwindigkeitsabfall

SD-Karten unterstützen anders als SSDs keinen Trim-Befehl. Durch diesen teilt

das Betriebssystem der SSD mit, dass gelöschte Daten nicht mehr benötigt werden; der Controller kann daraufhin aufräumen und mehr freie Speicherbereiche zur Verfügung stellen. Bei SD-Karten aber bleibt der Inhalt gelöschter Dateien erhalten. Das ist gut, falls man versehentlich ein Foto gelöscht hat, aber schlecht für die Performance der Karte. Denn bei hohem Füllstand stehen dem Controller der SD-Karte nur wenige freie Blöcke zur Verfügung; bei weiteren Schreibanforderungen muss der Controller eventuell erst Blöcke lesen, die freien Teile mit den zu schreibenden Daten auffüllen und sie wieder zurückschreiben – und das dauert.

In Zukunft soll es (Micro-)SD-Karten mit erweitertem „Discard“-Befehl geben, der ähnlich wie Trim funktioniert – aber das wird noch dauern.

Bis dahin bleibt nur, SD-Karten gelegentlich zu formatieren, am besten mit dem Format-Utility der SD Card Association. Wie Windows lässt auch der SD Formatter (siehe c't-Link am Ende des Artikels) eine Schnellformatierung zu, bietet aber auch zwei andere Methoden an: Full Erase und Full Overwrite. Das Dateisystem lässt sich nicht auswählen, das Tool formatiert immer mit exFAT.

## FAT32 versus exFAT

Billige Smartphones nennen in den Datenblättern immer noch MicroSDHC und damit 32 GByte als Maximum. Erst bei teureren Smartphones ist MicroSDXC Usus.

Doch mit der eingebauten Technik hat das häufig nichts zu tun. Grund sind

vielmehr Lizenzkosten, die Microsoft für das moderne exFAT-Dateisystem verlangt. Karten mit mehr als 32 GByte sind in der Regel mit exFAT formatiert, denn das sieht der SDXC-Standard vor. Legt man eine so formatierte Karte in ein Gerät ohne exFAT-Unterstützung ein, behauptet Android, die Karte sei defekt und müsse formatiert werden. Lässt man sich darauf ein, formatiert das System die Karte ohne Murren mit FAT32 und der vollen Kapazität. Einzige relevante Einschränkung dabei: FAT32 unterstützt keine Dateien über 4 GByte Größe.

## Leistungsaufnahme

MicroSD-Karten benötigen im Ruhezustand nur wenig Energie. Exakte Angaben müssen wir schuldig bleiben, da wir lediglich die Kombination aus USB-Adapter und Speicherkarte messen können, nicht aber die Speicherkarte allein. Einige Richtwerte gibt es jedoch: UHS-II-Karten benötigen zwischen 300 und 400 mW, UHS-I-Karten nur 10 bis 20. Betreibt man die schnellen Karten im UHS-I-Modus, etwa im Smartphone, sinkt auch deren Ruhestrombedarf auf dieses Niveau. Zudem gilt: Je schneller die Karten lesen und schreiben, desto mehr Energie benötigen sie dafür. Die UHS-II-Karten genehmigen sich beim Schreiben bis zu 1,5 Watt, die langsameren Karten liegen allesamt unter 1 Watt.

## MicroSD-Karten im Smartphone

Viele Android-Smartphones besitzen MicroSD-Slots zur Speichererweiterung. Das Auslagern von Daten und Programmen

Micro-SD-Karten – Benchmarks			
	Sequenzielle Transferraten lesen <sup>1</sup> [MByte/s] <small>besser ▶</small>	Sequenzielle Transferraten schreiben <sup>1</sup> [MByte/s] <small>besser ▶</small>	IOPS schreiben/lesen <sup>2</sup> <small>besser ▶</small>
Kingston microSDHC 32GB	42/41/44	15/14/14	220/1242
Kingston microSDXC 128GB Kit	58/70/83	26/15/16	100/630
Lexar 1000x (32 GByte)	65/83/172	55/35/36	407/4140
Lexar 1000x (128 GByte)	65/81/137	59/42/43	627/2412
Samsung microSDXC Evo (32 GByte)	43/43/44	25/21/21	940/1697
Samsung microSDXC Evo (128 GByte)	42/42/44	26/19/20	323/407
Samsung microSDXC Pro Plus (32 GByte)	65/81/88	81/53/64	973/1646
Samsung microSDXC Pro Plus (128 GByte)	59/78/86	79/43/65	765/2348
SanDisk Ultra microSDHC (32 GByte)	66/84/89	62/18/18	384/2670
SanDisk Ultra microSDXC (128 GByte)	65/84/88	77/31/43	468/2043
SanDisk Extreme PRO microSDHC (32 GByte)	67/86/89	84/59/72	724/2115
SanDisk Extreme PRO microSDXC (128 GByte)	65/82/247	114/51/68	202/2529
Toshiba Exceria M302-EA microSDHC (32 GByte)	62/76/89	27/23/24	61/1375
Toshiba Exceria M302-EA microSDXC (128 GByte)	59/74/89	32/23/26	67/996
Transcend microSDHC Premium Kit (32 GByte)	65/82/89	24/19/17	343/1830
Transcend microSDXC Premium Kit (128 GByte)	64/81/89	37/23/27	340/545

<sup>1</sup> gemessen mit Motorola Moto G3 (AndroBench 5), Motorola Moto Z (AndroBench 5) und Lexar-USB-Adapter am PC (WinSat) <sup>2</sup> gemessen mit Lexar-USB-Adapter (UHS-II) am PC (WinSat)



### Kingston microSDHC

Kingston kann, anders als die Hersteller der meisten anderen Karten in diesem Test, nicht auf eigenen Flash-Speicher zugreifen; das Unternehmen kauft ihn bei Toshiba, SanDisk oder Micron. Bei der 32-GB-Byte-Karte liegt nicht einmal ein SD-Adapter dabei – alle anderen Hersteller liefern mindestens einen solchen mit, wenn nicht gar einen USB-Adapter.

Beim Lesen kommen beide Kingston-Karten gerade einmal über 40 MByte/s, beim Schreiben schafft die 32-GB-Byte-Karte nicht einmal die Hälfte – das liegt zwar oberhalb der versprochenen Leistung, aber am unteren Ende dieses Vergleichstests. Die 128-GB-Byte-Karte ist zwar am PC etwas schneller, aber im Smartphone sinkt die Schreibleistung ebenfalls auf rund 15 MByte/s.

- ↑ günstig
- ↓ kein SD-Adapter bei 32 GByte
- ↓ sehr langsam



### Lexar 1000x

Die SD-Karten von Lexar waren die ersten im Micro-Format, die das schnelle UHS-II-Interface unterstützen. Mit passendem UHS-II-Kartenleser machen sie am PC vor allem beim Lesen eine gute Figur, die 128-GB-Byte-Karte ist jedoch etwas langsamer. In Smartphones können beide die Geschwindigkeit nicht erreichen, die ihr Speichercontroller ermöglicht. Hier liegen sie allenfalls im Mittelfeld, sind aber keineswegs langsam.

UHS-II-Karten und vor allem passende Lesegeräte sind noch recht selten. Da Lexar einen schnellen USB-Adapter beilegt, relativiert sich der Preis etwas. Insgesamt aber können die UHS-II-Karten mit dem schnellsten Vertreter dieser Gattung, der SanDisk Extreme Pro, nicht mithalten.

- ↑ flott am PC
- ↑ USB-Adapter im Lieferumfang
- ↓ teuer



### Samsung microSDXC Evo

Bei Samsung ist die Auswahl einer passenden SD-Karte schwer: Es gibt nicht nur die von uns getesteten günstigen Evo- und die teuren Pro-Plus-Karten, sondern auch noch ein paar Serien dazwischen. Die Evos gehören aber nicht nur zu den günstigsten Karten im microSD-Format, sondern auch zu den langsamsten. Die 32-GB-Byte-Karte schafft beim Schreiben gerade einmal 15 MByte/s – das Kopieren eines 4 GByte großen Films dauert damit fast fünf Minuten.

Aus der Leserschaft erreichten uns in den vergangenen Monaten Hinweise, dass die Evos häufiger ausfallen würden. Im Lauf des Tests konnten wir dies nicht reproduzieren. Dennoch sollte man bei Verwendung dieser Karte besonders darauf achten, seine Daten zu sichern.

- ↑ günstig
- ↓ langsam
- ↓ Berichte über Ausfälle

kann jedoch problematisch sein: Das System muss damit rechnen, dass etwas fehlt, weil die Speicherkarte entfernt wurde. Zudem ist freier Zugriff auf die Speicherkarte für alle Apps ein Sicherheits- und Datenschutzrisiko, weshalb mit jeder neuen Android-Version die Rechte für Apps restriktiver gehandhabt wurden.

Ein aktuelles Android lässt das Speichern von Apps auf die SD-Karte erst gar nicht zu. Programme dürfen lediglich ihre Daten, etwa Bilder, Bücher oder Kartenmaterial auslagern. Viele Smartphone-Hersteller bauen die Funktion aber nachträglich ein.

### Speichererweiterung

Seit Android 6 können Speicherkarten als interner Speicher genutzt werden. Sämtliche vorher darauf gespeicherten Inhalte gehen bei der dafür notwendigen Formatierung verloren. Bereits im internen Speicher vorhandene Mediendateien verschiebt das System auf die SD-Karte. So

formatierte Karten erscheinen für System und Apps genauso wie der Systemspeicher, auch der Nutzer kann nicht sehen, wo welche Daten liegen. Da Android die Daten verschlüsselt auf der Karte ablegt, sind sie auf anderen Smartphones oder im Kartenleser am PC nicht lesbar. Bei einem Defekt der Karte sind auch die Inhalte verloren.

### Wie schnell geht es?

Um die Geschwindigkeit der microSD-Karten im Smartphone zu testen, haben wir zum einen das günstige Motorola Moto G3 und zum anderen das High-End-Modell Motorola Moto Z benutzt. Beide nutzen ein relativ unverändertes und recht aktuelles Android 6.0.

Der Androbench 5 warf als einziges Benchmark-Tool Ergebnisse heraus, die mit den Ergebnissen am PC vergleichbar waren. Mit der vorgegebenen Blockgröße kamen einige Karten besser, andere schlechter zurecht, sodass sich die Rei-

henfolge im Vergleich zu den PC-Benchmarks geringfügig verschob.

Am Ende ergab sich dennoch ein klares Bild: Langsame Karten kamen in beiden Geräten auf sehr ähnliche Werte. Bei schnelleren Karten drosselten die Smartphones ab einer gewissen Datenrate, das Moto G3 deutlich früher als das Moto Z. Lesend machte das G3 bei rund 65 MByte/s dicht, schreibend schafften einige Karten immerhin über 50 MByte/s.

Im Moto Z war das Maximum bei 85 MByte/s lesend und 70 MByte/s schreibend erreicht. Am besten schnitt insgesamt die SanDisk Extreme mit 32 GByte ab, die 128-GB-Byte-Variante konnte von ihrem schnelleren UHS-II-Interface nicht profitieren. Auch die Samsung-Pro-Karten schnitten erwartungsgemäß gut ab.

Die erreichbaren Datenraten werden sich bei anderen Geräten unterscheiden, hier spielen auch die Anbindung und der Speichercontroller eine Rolle. Smart-



phones mit Unterstützung für die schnellere UHS-II-Schnittstelle gibt es bislang nicht.

## Wie schnell muss es sein?

Welche Karte nun die richtige fürs Smartphone ist, hängt also unter anderem vom Gerät ab – extrem schnelle Karten lohnen sich in billigen Modellen nicht. Vor allem gilt es nach Einsatzzweck zu wählen.

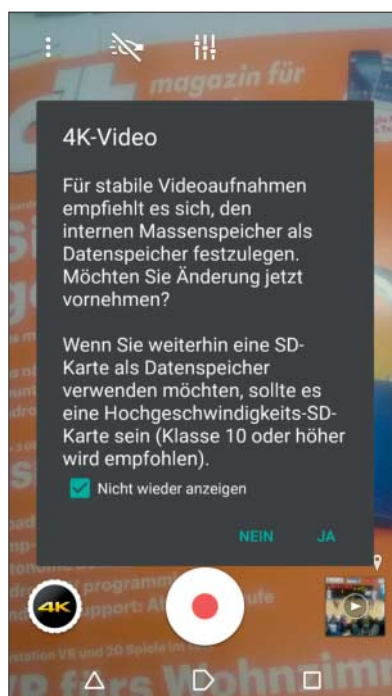
Als Datengrab und Foto-Ablage genügen langsame Karten. Die Leseraten reichen zum Abspielen von Videos und zum Blättern durch die Fotosammlung aus; die etwas längeren Ladezeiten sind kaum zu bemerken. Fotos und Full-HD-Videos speichern alle schnell genug weg. Allenfalls bei langen Serienaufnahme mit sehr hochauflösenden Kameras geraten die langsamsten bei den Schreibraten an ihre Grenzen.

Wenn man jedoch häufig genutzte Daten auslagert, sollte man sich nach einem schnelleren Modell umschauen – zum Beispiel für umfangreiches Kartenmaterial. Spätestens wenn man Apps auf die Karte auslagert, sind schnellere Modelle sinnvoll. Langsame Karten bremsen Apps aus, die mit großen Datenbanken und -mengen arbeiten. Ist aber erstmal alles in den RAM geladen, spielt die Performance der Speicherkarte keine Rolle mehr.

Bei der Verwendung als interner Speicher sind die Datenraten daher besonders wichtig, auch beim Schreiben sollten sie möglichst hoch sein. Motorola empfiehlt Karten mit UHS-I-Interface und mindestens Class 10. Die Karten in unserem Test hängen dem internen Speicher klar hinterher. Android misst bei der Einrichtung kurz die Performance und warnt ausdrücklich vor zu langsamen Karten.

Im Moto G3 ist der Abstand nicht gewaltig, bei den Schreibraten übertreffen einige Karten sogar den internen Speicher, der nur 40 MByte/s schafft. Doch weil der Speichercontroller schnell an seine Grenzen gerät, schaffen auch die besten Karten nur die Hälfte der möglichen Leserate. Mit dem schnellen Speicher im Moto Z (rund 450 MByte/s lesen, 150 MByte/s schreiben) kann keine Karte mithalten.

Anzeige



Wie dieses Sony Xperia Z2 wollen auch andere Smartphones 4K-Videos lieber auf dem internen Speicher ablegen – die Geschwindigkeit der SD-Karte spielt dabei keine Rolle.





## Samsung microSDXC Pro Plus

Die Karten der Pro-Plus-Serie kosten rund das Doppelte der günstigen Evos. Am PC rauschen die Daten mit rund 80 MByte/s hin und her, Unterschiede zwischen Lesen und Schreiben sind marginal. Beim Lesen in den Smartphones erreichen beide Karten Spitzenwerte, beim Schreiben allerdings fällt die Karte mit 128 GByte etwas ab.

Samsung gibt als einer der wenigen Hersteller einen Hinweis zur Haltbarkeit: 10.000 Schreibzyklen soll die Karte vertragen. Ebenfalls interessant ist, dass Samsung die Garantie von 10 Jahren auf 1 Jahr senkt, wenn die Karte in Überwachungssystemen benutzt wird – wohl aufgrund der hohen Schreibbelastungen.

- ↑ schnell
- ↓ teuer
- ↓ eingeschränkte Garantie

## SanDisk Ultra microSDXC

SanDisk kann sich – wie auch Lexar, Sansung und Toshiba – beim Flash-Speicher das Beste herausuchen: Die SanDisk-Muttergesellschaft Western Digital betreibt zusammen mit Toshiba das Fertigungsgespann Flash Forward.

Anders als viele UHS-I-Konkurrenten sind die Ultras auch beim Schreiben recht schnell: 60 MByte/s schafft die 32-GByte-Karte, die 128er sogar fast 80 MByte/s.

Die Schreibwerte fallen im Smartphone zwar stark ab, vor allem bei der 32er-Karte, aber die mit 128 GByte setzt sich mit fast 45 MByte/s an die Spitze der günstigeren Karten. Lediglich die beiden UHS-II-Karten und die Samsung Pro Plus sind schneller – diese kosten aber mindestens das Doppelte.

- ↑ schnell am PC
- ↑ bestes Preis-Leistungsverhältnis bei 128 GByte
- ↓ 32-GByte-Karte im Smartphone langsam

## SanDisk Extreme PRO microSDXC

Die Karten aus der Extreme-Pro-Reihe von SanDisk sind nicht direkt vergleichbar: Während die 32-GByte-Karte ein UHS-I-Interface besitzt, nutzt das 128-GByte-Modell die wesentlich schnellere UHS-II-Schnittstelle. Das wirkt sich auch auf die Leserate am PC aus: Obwohl die 32-GByte-Karte beim Lesen schon respektable 90 MByte/s schafft, zieht das 128-GByte-Modell mit 250 GByte/s einsam an die Spitze des Testfelds.

Auch im Smartphone gehören beide Karten zu den schnellsten, hier allerdings liegt die große Karte etwas hinter der kleinen. Die 128er Karte springt allerdings mit knapp 200 Euro auch preislich aus dem Rahmen.

- ↑ schnell
- ↑ UHS-II-Modell sehr schnell
- ↓ teuer bis sehr teuer

## Ausreichend für 4K?

Immer mehr High-End-Smartphones und auch Action-Cams können mittlerweile Videos in UHD- beziehungsweise 4K-Auflösung aufnehmen. Das frisst nicht nur viel Speicherplatz, sondern stellt auch gewisse Ansprüche an die Schreibrate, damit die Aufnahmen nicht ruckeln oder gar abbrechen. Sony beispielsweise

warnet ausdrücklich, dass es bei langsamen Karten zu Problemen kommen kann und man besser den internen Speicher nutzt.

In der Regel schaffen Smartphones solche hohen Video-Auflösungen nur mit 30 Bildern pro Sekunde und ohne Zusatzfunktionen wie Bildstabilisation oder Zeitlupeneffekte. Die vom Moto Z er-

zeugten Videos brachten es auf Bitraten bis 65 MBit/s, also etwa 8 MByte/s. Die langsamste Karte im Test erreichte knapp 14 MByte/s – in der Theorie also gut genug.

Um auszuschließen, dass die Daten etwa im RAM zwischengespeichert werden, ließen wir die Aufnahmen über zehn Minuten laufen und die Datei auf

## MicroSD-Karten

Modell	microSDHC / microSDXC Kit	1000x	microSDXC Evo	microSDXC Pro Plus	Ultra microSDHC / microSDXC	Extreme PRO microSDHC / microSDXC	Exceria M302-EA microSDHC / microSDXC	microSDHC / microSDXC Premium Kit
Hersteller	Kingston, <a href="http://www.kingston.com/de">www.kingston.com/de</a>	Lexar, <a href="http://www.lexar.com">www.lexar.com</a>	Samsung, <a href="http://www.samsung.de">www.samsung.de</a>	Samsung, <a href="http://www.samsung.de">www.samsung.de</a>	SanDisk, <a href="http://www.sandisk.de">www.sandisk.de</a>	SanDisk, <a href="http://www.sandisk.de">www.sandisk.de</a>	Toshiba, <a href="http://www.toshiba.de">www.toshiba.de</a>	Transcend, <a href="http://www.transcend.de">www.transcend.de</a>
Bezeichnung	SDC10G2/32GBSP / SDC10G2/128GB	LSDMI32GCBEU1000R / LSDMI128CBEU1000R	MB-MP32DA/EU / MB-MP128DA/EU	MB-MD32DA/EU / MB-MD128DA/EU	SDSQNC-032G-GN6IA / SDSQNC-128G-GN6MA	SDSDQXP-032G-G46A / SDSQXPJ-128G-QN6M3	THN-M302R0320EA / THN-M302R1280EA	TS32GUSDU1 / TS128GUSDU1
Kapazität lt. Hersteller <sup>1</sup>	32 / 128 GByte	32 / 128 GByte	32 / 128 GByte	32 / 128 GByte	32 / 128 GByte	32 / 128 GByte	32 / 128 GByte	32 / 128 GByte
von Windows erkannte Kapazität	28,91 / 117,02 GByte	29,82 / 119,58 GByte	29,81 / 119,75 GByte	29,81 / 119,23 GByte	29,72 / 119,08 GByte	29,72 / 119,59 GByte	28,91 / 115,99 GByte	30,01 / 120,25 GByte
Zubehör	– / SD-Adapter	USB-Adapter	SD-Adapter	SD-Adapter	SD-Adapter	SD- / USB-Adapter	SD-Adapter	SD-Adapter
Garantie	10 Jahre	10 Jahre	5 / 10 Jahre	10 Jahre	10 Jahre	10 Jahre	5 / 10 Jahre	30 Jahre
Preis pro Gigabyte	34,4 / 31,3 Cent	75 / 65,6 Cent	28,1 / 28,1 Cent	62,5 / 62,5 Cent	34,4 / 28,1 Cent	78,1 / 153,9 Cent	28,1 / 27,3 Cent	31,3 / 37,5 Cent
Straßenpreis	11 / 40 €	24 / 84 €	9 / 36 €	20 / 80 €	11 / 36 €	25 / 197 €	9 / 35 €	10 / 48 €

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1 000 000 000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1 073 741 824 Byte, die angezeigte Kapazität daher kleiner.



### Toshiba Exceria M302-EA microSDXC

9 Euro für 32 GByte, gerade mal 35 Euro für 128 GByte – Toshiba stellt mit den Exceria die günstigsten Karten in diesem Test. Gemessen am Preis können die Karten durchaus überzeugen: Beim Lesen am PC reizen sie mit knapp 90 MByte die UHS-I-Schnittstelle fast aus, beim Schreiben allerdings ist bei knapp 30 MByte/s Schluss; in unseren Test-Smartphones sank die Schreibrate sogar auf rund 25 MByte/s.

Besonders schwach war die Leistung beim Schreiben auf zufällige Adressen: Nicht einmal 70 IOPS markieren das untere Ende. Auch bei der Nettokapazität liegt die Karte hinten: Von nominell 128 GByte bleiben unter Windows lediglich 116 GByte übrig.

- ↑ günstig
- ↓ geringe IOPS-Werte
- ↓ geringe Nettokapazität

### Transcend microSDXC Premium Kit

Auch Transcend hat verschiedene microSD-Serien im Angebot; wir haben uns für diesen Test die billigste ausgesucht. Diese Karten sind zwar laut Anbieter nicht für die Aufzeichnung von 4K-Videos geeignet, es gab damit aber in unserem Test keine Probleme.

Detaillierte Datenblätter hält auch Transcend nicht bereit, aber immerhin eine Information zum verwendeten Speicher – MLC – und zur Haltbarkeit der Kontakte: Bis zu 10.000 Ein- und Ausschübe sollen sie vertragen.

Anders als bei anderen Karten ist das 128-GByte-Modell beim Schreiben etwas schneller als das 32er; beim Lesen liegen beide Karten an der Spitze der UHS-I-Modelle.

- ↑ flott beim Lesen
- ↑ hohe Nettokapazität
- ↑ lange Garantiedauer

das Video immer auf Anhieb. Ein Unterschied zwischen den Karten und dem internen Speicher ließ sich jedoch ausmachen: Auf dem internen Speicher stand das sehr große 4K-Video deutlich früher zur Verfügung, wenn auch nicht sofort. Bei kurzen Videos war die Verzögerung minimal.

Doch selbst wenn die Karten eigentlich flott genug sind, manche Einschränkung kann man auch mit den besten Karten nicht umgehen. So weigerte sich das Samsung Galaxy S7 standhaft, unkomprimierte RAW-Bilder auf der externen Speicherkarte abzulegen. Die sind beim Galaxy S7 rund 24 MByte groß, das ebenfalls gespeicherte JPEG dazu 4 MByte. Das wäre für die schnelleren Karten eigentlich kein Problem.

### Fazit

Die schnellsten UHS-II-Karten nutzen in Smartphones bislang nichts; dort sind UHS-I-Karten manchmal sogar schneller. Für die alltäglichen Aufgaben im Smartphone eignen sich alle Testkandidaten recht gut. Sie zeichnen Videos und Fotos in ausreichender Geschwindigkeit auf. Wer das Speicher-Interface seines Top-Smartphones ausreizen möchte, greift zu einer etwas schnelleren Karte. Beim Schreiben sind die beiden SanDisk-Ultra-Karten empfehlenswert, die auch zu den günstigsten Karten gehören, auch die Pro-Plus-Karten von Samsung sind schnell, aber teurer. Zum schnellen Lesen eignen sich fast alle Karten, nur die kleine Karte von Kingston und die Evo-Serie von Samsung bremsen selbst langsame Smartphones aus. (ll@ct.de) **ct**

**Format-Utility:** [ct.de/ybth](http://ct.de/ybth)

knapp 4 GByte anwachsen. In der Praxis hatten wir bei der Aufnahmen bei keiner Karte erkennbare Probleme. Ebenfalls konnten wir zwischendurch in schneller Folge Bilder schießen und auf der Karte speichern.

Bis das Video abgespielt werden konnte, vergingen danach aber einige Minuten. Grund dürfte weniger das Wegspeichern der Datei aus dem DRAM-Cache sein, sondern vor allem die Indexierung durch Android. Einmal erfasst, lief

Anzeige

# WordPress-Alternativen

## Warum das beliebteste CMS nicht immer das beste ist



**Alternativen zu WordPress .... Seite 116**  
**Acht CMSe vorgestellt ..... Seite 122**  
**CMSe unverbindlich testen .... Seite 132**

## **WordPress ist das beliebteste Content-Management-System weltweit, gut ein Viertel aller Websites nutzt es bereits. Doch nicht immer ist WordPress die beste Lösung: Zum einen bieten die universellen Herausforderer Joomla, Typo3 und Drupal mehr Funktionen, zum anderen gibt es für jeden Zweck einen passenderen Spezialisten. Es lohnt sich zu wechseln.**

Von Daniel Berger

**H**eute läuft gut die Hälfte aller Websites mit Content-Management-Systemen (CMS), wie Web-Analysten ermittelt haben. Das Angebot der Systeme ist umfangreich und vielfältig, so ziemlich jeder Sonderfall ist abgedeckt. Doch viele der kleinen Spezialisten haben einen globalen Marktanteil von gerade einmal 0,1 Prozent und weniger. Unangefochten an der Spitze befindet sich WordPress, je nach Statistik mit einem Marktanteil von 50 bis 60 Prozent – das sind laut Analysen von W3Techs ein Viertel aller Websites weltweit.

Das erfolgreichste CMS hat eine steile Karriere hingelegt: Anfang 2004 erschien seine erste stabile Version noch als CMS speziell für Blogs. Inzwischen taugt WordPress auch für viele andere Zwecke und vereinfacht häufige Änderungen sowie die gesamte Verwaltung einer Website radikal – egal ob Blog, Online-Magazin, Vereinsseite oder Firmenpräsenz. WordPress kostet keinen Cent und gestaltet die Einrichtung erfreulich unkompliziert: Die Installation ist eine Sache von wenigen Minuten. Diese Einfachheit und Zugänglichkeit bieten viele andere Content-Management-Systeme nicht. Sie führt aber auch dazu, dass man voreilig zum Marktführer greift, obwohl es viel passendere Alternativen gibt, die gewisse Dinge besser können und bisweilen sicherer und schneller sind. Oft fangen Seitenbetreiber auch an, ein Plug-in nach dem anderen zu installieren, an-

statt einen sauberen Schnitt zu machen und auf ein geeigneteres CMS umzusteigen.

### **WordPress als Alleskönner?**

Zwar stimmt es schon, dass WordPress besonders einfach zu bedienen ist und den Betrieb einer Website ungemein erleichtert: In der Verwaltung (Backend) tippen Admins und Autoren im WYSIWYG-Editor ihre Texte, laden in der „Mediathek“ bequem Bilder sowie Videos hoch und bearbeiten sie sogar rudimentär. Doch an einigen Stellen ist WordPress auch unnötig kompliziert: eine Bilddatei einfach mit einer neuen zu ersetzen geht komischerweise nicht. Und einige andere CMS wie ProcessWire oder Drupal ermöglichen sogar das Tippen direkt auf der Webseite, also dem „Frontend“ – einfacher geht es nicht. HTML- und CSS-Kenntnisse sind für Autoren von WordPress-Seiten nicht nötig und eine Vorschau zeigt, wie das Ergebnis nachher aussieht. Die Einfachheit hat aber ihre Tücken: Der von WordPress erzeugte Code ist nicht sehr sauber, schnell tauchen unnötige Segmente wie `<p>&nbsp;&nbsp;&nbsp;</p>` auf, die Puristen in der Text-Ansicht des Editors händisch entfernen müssen.

WordPress erleichtert die Zusammenarbeit: Ein Seitenbetreiber kann seine Autoren und Mit-Entwickler mit unterschiedlichen Zugriffsrechten ausstatten – technisch unbedarfte Nutzer verhunzen somit nicht versehentlich die Startseite oder löschen wichtige Plug-ins. Die Rollen und Rechte sind allerdings festgelegt, eigene

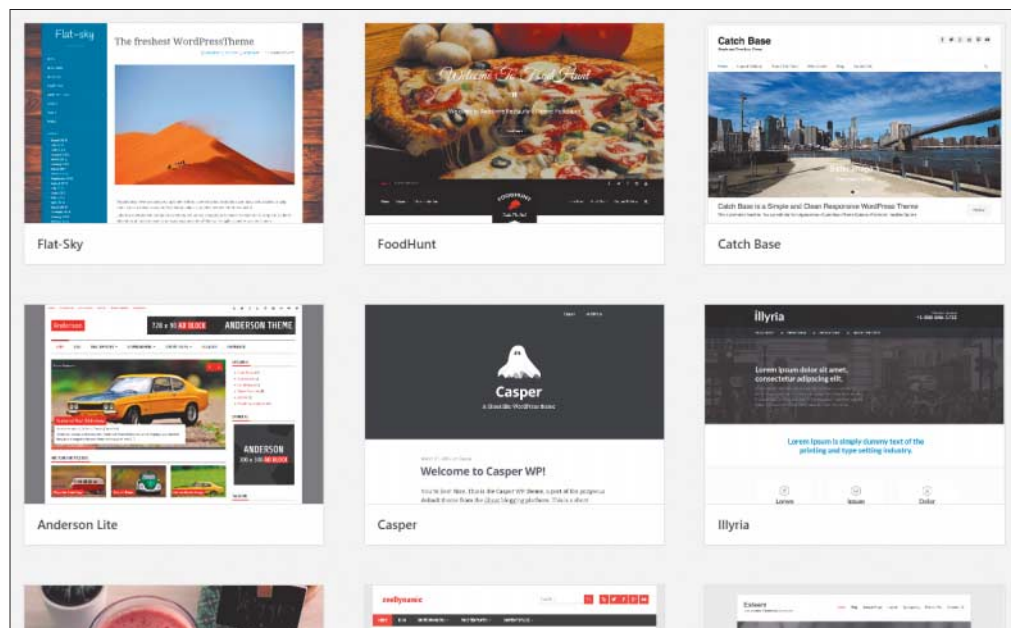
Profile lassen sich in WordPress nicht erstellen. Zusätzlich sorgt eine Versionskontrolle dafür, dass ältere Textvarianten nicht verloren gehen. Jeder kann nachvollziehen, was wer geändert hat. Joomla etwa führt außerdem noch Buch über veränderte Einstellungen eines Beitrags. WordPress gestattet auch Zugriff auf den Code – so ändern Web-

designer in der CSS-Datei schnell die Farbe des Kontakt-Buttons, ohne Texteditor und FTP-Client anwerfen zu müssen.

Damit die Seiten auch Besuch bekommen, legt WordPress ein solides Fundament für die wichtige Suchmaschinenoptimierung (SEO). Das CMS liefert „saubere URLs“ – also `/kontakt/` statt `index.php?p=23` – und eine sinnvolle URL-Struktur. Allerdings bettet WordPress nicht die relevanten Metadaten in den Quelltext ein, die Google für seine Indexierung und Facebook fürs Teilen ausliest. Dafür sind wieder spezielle SEO-Erweiterungen nötig, die auch gleich

### **WordPress ist Marktführer: Ein Viertel aller Websites verwendet das CMS als Motor.**





WordPress war als ein CMS für Blogs gedacht. Doch dank zahlreicher Plug-ins und Fertig-Designs betreibt das CMS auch Online-Shops, Portale und Firmenseiten. Doch die Plug-ins können eine Website spürbar ausbremsen und sind immer wieder ein Sicherheitsrisiko.

an die wichtigsten SEO-Maßnahmen erinnern, ehe ein Text online geht. Die Konkurrenten von WordPress haben die Felder für Metadaten bereits eingebaut: Joomla-Nutzer brauchen deshalb kein Plug-in, um Google eine kurze Meta-Beschreibung bereitzustellen.

## Schattenseiten

Jedes Content-Management-System hat auch seine Nachteile: Das nötige Hosting ist zumeist teurer als für statische Websites, weil CMSe höhere Server-Anforderungen stellen – das gilt weniger für WordPress als für komplexere CMSe wie Typo3. Für ihre Arbeit benötigen die Systeme in der Regel PHP und eine Datenbank, um Webseiten dynamisch zusammenzubauen. Ist der Server aber schwachbrüstig und ausgelastet, verlängern sich die Ladezeiten – gerade, wenn auch noch viele Plug-ins aktiviert sind. Abfangen kann man das mit sinnvoll konfiguriertem Caching [1], für das WordPress wiederum ein Plug-in benötigt. Oder man nimmt ein sogenanntes Flat-File-CMS wie Kirby, das ohne Datenbank auskommt und generell niedrigere Ansprüche an den Server stellt.

Mit ihren festgelegten Strukturen schränken Content-Management-Systeme die Freiräume unterschiedlich stark ein. Sie sollen schließlich etwa die Designs durch Vorlagen vereinheitlichen; diese Rolle übernehmen bei WordPress die Themes. Wie so ziemlich jedes der populären CMSe

ist auch WordPress in PHP programmiert. Es verwendet die Skriptsprache auch für die Themes, ergänzt um spezielle Template-Tags, die Inhalte wie Überschriften aus einem Beitrag in den Code einbinden. Durch die Template-Tags sind bestimmte Dinge komplizierter umzusetzen, zudem fehlt volle Kontrolle über den Output. So versieht WordPress den erzeugten HTML-Code eines Navigationsmenüs mit eigenen CSS-Klassen, die der Entwickler bitte nutzen sollen. Wer gern ausgefallene Websites umsetzt, muss sich auf die Logik des Systems einlassen und seine Einschränkungen hinnehmen – oder kreativ umgehen. CMSe wie Kirby und ProcessWire überlassen hingegen dem Entwickler, wie er seinen Code gestalten will, und betten keine ungewollten CSS-Klassen ein.

## Angriffsziel WordPress

Die große Beliebtheit von WordPress macht das CMS zu einem attraktiven Angriffsziel für Hacker. Immer wieder klaffen größere und kleinere Sicherheitslücken in der Software, die die Entwickler aber schnell stopfen – nur müssen Seitenbetreiber ihr CMS auch aktuell halten und gewissenhaft die Updates einspielen. Seit Version 3.7 sorgt in WordPress ein Auto-Update für mehr Sicherheit, indem es kritische Security-Fixes selbstständig herunterlädt und installiert. Dem Seitenbetreiber schickt das CMS eine Mail, dass alles schon erledigt ist.

Die größten Einfallstore sind bei WordPress aber die Plug-ins von Drittanbietern: Vor Kurzem etwa entdeckte der niederländische Sicherheitsforscher David Vaartjes eine kritische Lücke im beliebten Plug-in „All in One SEO“. Angreifer konnten über eine Schwachstelle Schadcode ausführen und Admin-Sessions übernehmen. Die Plug-in-Entwickler reagierten und veröffentlichten einen Patch, der die Lücke schloss. Auch auf Hacking-Events suchen und finden die Teilnehmer immer wieder Sicherheitslücken. Beim diesjährigen „Summer of Pwnage“ etwa stöberten die Teilnehmer mehrere Dutzend Lücken in Erweiterungen auf, darunter der verbreitete Formulargenerator „Ninja Forms“. Mehr als eine halbe Million WordPress-Nutzer haben das Plug-in installiert. Auch in dem Fall veröffentlichten die Entwickler zeitnah ein Update.

Doch nicht bei allen Plug-ins ist es selbstverständlich, dass sich deren Entwickler gewissenhaft kümmern und zügig Lücken schließen. Manche Erweiterungen haben jahrelang kein Update mehr erhalten und sind dennoch im offiziellen „Plug-in-Verzeichnis“ von WordPress abrufbar – immerhin mit einem Warnhinweis versehen. Seitenbetreiber sollten deshalb nur gut bewertete Plug-ins nutzen, die regelmäßig Updates erhalten und aktiv weiterentwickelt werden. Problematisch etwa bei der Verwendung im Intranet kann



---

Anzeige

zudem sein, dass einige Plug-ins Daten an ihre Entwickler senden.

## Plug-ins: Lösung und Problem

Ohne die vielen Plug-ins wäre WordPress nicht das erstaunlich vielseitige CMS, das es heute ist. Mit WordPress betreiben Väter ihre Thermomix-Blogs, Autorinnen ihre gemeinsamen Online-Magazine sowie Firmen ihre Präsenzen. Sogar große Konzerne wie Walt Disney oder Sony Music nutzen WordPress für einige ihrer Webseiten. Doch dem CMS ist seine Vergangenheit als reines Blog-CMS durchaus noch anzumerken: Inhalte verwaltet es unflexibel als Beiträge und statische Seiten, die das Backend chronologisch auflistet. Ein Seitenbaum, der die Struktur der Webseite veranschaulicht, fehlt. Zudem ist die Benutzerrechtevergabe von WordPress von Haus aus nicht so ausgefeilt wie etwa bei Typo3 oder Contao.

Klar, viele fehlende Funktionen lassen sich einfach über Plug-ins nachrüsten. Doch nicht immer ist das eine elegante Lösung: Keines der nachrüstbaren Galerie-Plug-ins für WordPress kommt etwa an die elegante Foto-Verwaltung des Spezial-CMS Koken heran. Jedes Plug-in erfordert zudem eine eigne Wartung und erhöht das Sicherheitsrisiko. Weil die Plug-ins nicht Teil des Kerns von WordPress sind, erstreckt sich das Qualitätsmanagement der Entwickler nicht auf die Erweiterungen Dritter. Das ist bei Drupal anders: Dort wacht ein eigenes Security-Team über Sicherheitslücken und zieht unsichere Module zurück. Absolute Sicherheit ist hier aber auch nicht garantiert.

Bei WordPress können zu viele aktive Plug-ins die Seite ausbremsen, auch weil sie sich im schlimmsten Fall gegenseitig stören. Die Performance der Website leidet, die Ladezeiten steigen – und die ungeduldigen Besucher wenden sich ab, weil sich im Browserfenster drei Sekunden lang nichts tut.

WordPress ist aber kein schlechtes CMS, es hat seine Stärken und ist eines der besten, wenn nicht sogar das beste System für Blogs. Doch es ist nicht das perfekte CMS und nicht immer die beste Lösung: Selbst Blogger, die nicht viel Schnickschnack brauchen, finden wesentlich schlankere Lösungen als WordPress, die Blog-Einträge zügiger ausliefern, etwa

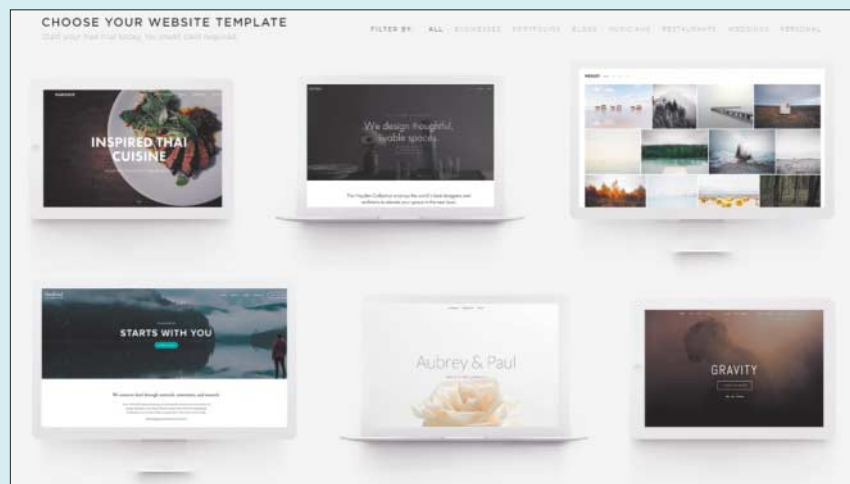
## Geht's noch einfacher?

Content-Management-Systeme wie WordPress sind in wenigen Minuten einsatzbereit. Es geht aber noch bequemer: Die Online-Dienste Wix.com, Weebly, Jimdo und SquareSpace bieten einen bequemen Rundum-Service. Sie übernehmen Hosting und Wartung – was den Aufwand für Seitenbetreiber erheblich minimiert.

Die Nutzer gestalten ihre Website nach dem Baukasten-Prinzip direkt im Browser und wählen Design, Farben und Schriftart aus. Der gesamte Auftritt wird aus verschiedenen Elementen einfach zusammengeclickt, alle Änderungen sind sofort zu sehen. Das ist sehr komfortabel, doch die Gestaltungsmöglichkeiten sind einge-

schränkt – wenngleich gerade SquareSpace sehr schicke und moderne Designs bietet. Puristen dürften sich aber am Quellcode stören: Der ist bei Weitem nicht so elegant wie das Design der Seiten.

Die Dienste verfahren nach dem „Software as a service“-Prinzip. Das heißt, die Kunden zahlen eine monatliche oder jährliche Gebühr – solange bleibt die Seite online. Ein selbstgehostetes CMS bietet wesentlich mehr Kontrolle über die eigenen Inhalte sowie das Aussehen der Seite. Ein CMS ist für individuelle Lösungen deshalb besser als die Baukästen geeignet und vermindert die Abhängigkeit von einem bestimmten Dienstleister.



Eine schicke Website mit wenigen Klicks: Baukästen wie SquareSpace sind eine einsteigerfreundliche Alternative zu Content-Management-Systemen. Doch die Gestaltungsfreiheiten sind begrenzt.

Kirby oder Anchor [2]. Ein oft genannter Kritikpunkt ist, dass WordPress sogar viel zu viel kann, weil es eben längst nicht mehr nur für Blogs optimiert ist.

Ob Joomla, Drupal oder Typo3: Die Konkurrenten von WordPress sind gerade für Großprojekte und andere Spezialfälle die elegantere Lösung, weil man nicht erst nötige Funktionen per Plug-in nachrüsten muss. Der nachfolgende Artikel stellt

außer WordPress die beliebtesten Open-Source-CMSe sowie einige Geheimtipps als Alternativen vor. (dbe@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Herbert Braun, Ballast abwerfen, Schnellere Webseiten auch ohne AMP & Co., c't 20/16, S. 166
- [2] Daniel Berger, Fest verankert, Blogs und Websites mit Anchor betreiben, c't 11/16, S. 158

Anzeige



# Beachtliche Leistung

## Acht beliebte Content-Management-Systeme im Vergleich

**Ob Reise-Blog, Vereins-Website oder Online-Magazin mit mehreren Autoren: Für jeden Zweck gibt es das passende Content-Management-System. Die Auswahl ist aber nicht ganz einfach, schließlich hat jede Lösung ihre Vorzüge, aber eben auch ihre Eigenheiten.**

**Von Daniel Berger, Tim Schürmann und Karsten Viola**

Das Angebot an Content-Management-Systemen ist unüberschaubar: Nicht weniger als 1200 Projekte listet etwa das Vergleichsportal CMS Matrix auf. Zuerst sollte man die winzigen Speziallösungen aussortieren, deren Entwicklung irgendwann im Sande verlaufen ist – schon allein wegen möglicher Sicherheitslücken, um die sich niemand mehr kümmert. Für den Betrieb einer Website eignen sich CMSe besser, die von einem Entwicklerteam oder einer ganzen Community seit Jahren betreut werden und re-

gelmäßig Updates erhalten. Selbst bei diesen ist die Auswahl immer noch groß und vielfältig.

Auch die teuren Enterprise-Systeme kommen für Privatanutzer, kleinere Firmen oder Sportvereine nicht in Frage: Sie bringen viele spezielle Funktionen mit, die nur Profis benötigen, etwa Schnittstellen zu Warenwirtschaftssystemen. Zudem sind die komplexen Enterprise-CMSe sehr teuer – Anschaffung und Wartung verschlingen langfristig Lizenzgebühren. Doch es gibt für kleinere bis größere Web-

sites zahlreiche gute Lösungen im Open-Source-Bereich, die nichts kosten und die dank einer engagierten Entwicklergemeinschaft beständig wachsen.

Laut diverser Statistiken gibt es 200 bis 300 Open-Source-CMSe – eine beachtliche Zahl. Unsere Auswahl fiel auf die fünf populärsten Projekte: WordPress, Joomla, Drupal, Typo3 sowie Contao. Sie alle sind kostenlos und stehen unter freien Lizenzen, die den Einsatz der Software im privaten sowie im kommerziellen Bereich erlauben. Kosten fallen nur für ausgesuchte Erweiterungen und Design-Vorlagen an. Die CMSe befinden sich seit vielen Jahren in Entwicklung, wurden immer wieder ergänzt oder wie Drupal 8 auch mal komplett runderneuert. Zudem dürfen sich Entwickler bei vielen Open-Source-Projekten an der Weiterentwicklung beteiligen. Den Überblick ergänzen drei Geheimtipps, die Liebhaber begeistern: ProcessWire, Kirby

sowie Koken. Kirby ist das einzige CMS dieser Übersicht, das Geld kostet: Für den privaten Einsatz sind 15 Euro fällig, für den kommerziellen 79 Euro. Der Kirby-Code ist trotz Gebühr vollständig bei GitHub einsehbar, zudem kann jeder das CMS nach dem Motto „Try, Love, Buy“ herunterladen und ohne Einschränkungen ausprobieren. Kirby hat einen kleinen Boom unter den Flat-File-Systemen ausgelöst und deren Beliebtheit bei Entwicklern und Agenturen deutlich gesteigert.

### Die Freude der CMS-Auswahl

Wer sich für ein CMS entscheiden will, sollte zuvor seine Website gut planen und Ziele definieren – daraus ergeben sich die Anforderungen an das CMS. Denn das eine System, das alles perfekt beherrscht, gibt es nicht. Daher sollte man sich vor allem fragen, was die Seite enthalten soll: lange Texte, Videos oder doch vor allem

hochauflösende Fotos? Im letzteren Fall ist eine effektive Medienverwaltung mit integrierter Bildbearbeitung ein Muss – oder gleich ein Foto-Spezialist wie Koken. Stehen die Texte im Vordergrund, sind die Allrounder Joomla oder WordPress eine gute Wahl. Bei einer Website mit Inhalten, die sich nur selten ändern, reicht schon ein einfaches CMS wie Kirby.

Eine große Rolle dürfte aber die Bedienoberfläche des CMS spielen, also die Gestaltung des Backend. Besonders übersichtlich ist WordPress – Neulinge finden schnell die wichtigsten Funktionen. Den Schönheitspreis dürfte Koken gewinnen, dessen schicke Foto-Verwaltung und gesamtes Backend dem Design von Lightroom ähneln. Joomla und Drupal sind unübersichtlicher gestaltet und nicht ganz so zugänglich; doch nach einiger Eingewöhnung findet man sich auch hier zurecht. Die aufgeblähte Oberfläche von Typo3

Anzeige



7 und 8 ist wesentlich übersichtlicher geworden. Contao steht ein Facelift hoffentlich noch bevor – dessen Backend wirkt ein bisschen angestaubt, ist aber dennoch sinnvoll aufgebaut. Das optionale „Panel“ von Kirby überzeugt mit zurückhaltender Schlichtheit. Wem das Aussehen von ProcessWire nicht gefällt, baut sich einfach ein eigenes.

## Zusammenarbeit

Typo3 und Contao sind für eher komplexe Seiten mit vielen Autoren gedacht. In diesem Fall muss das CMS über eine Benutzerverwaltung mit Rechtemanagement verfügen, damit „einfache Autoren“ nicht in allen Bereichen Artikel anlegen können oder Zugriff auf den Code haben. Das Rechtemanagement ist in Typo3, Contao, Joomla und Drupal viel ausgefeilter als bei WordPress, wo es nur fest definierte Benutzerrollen gibt. Joomla ist zudem besonders für Communitys geeignet, die gemeinsam eine Website betreiben und mit Inhalten füllen – genau das Richtige für einen Verein und seine Mitglieder. Der Foto-Experte Koken sieht nur einen Nutzer vor.

Schreiben viele Autoren ohne HTML- und CSS-Kenntnisse mit, spielt der eingebaute Texteditor eine wichtige Rolle. Die meisten CMSe setzen auf TinyMCE oder CKEditor, mit denen sich der Text ähnlich wie bei einem Schreibprogramm forma-

tieren lässt. Hilfreich ist außerdem eine Live-Vorschau oder gar ein „In Page Editing“ wie es Drupal bietet – damit können Autoren direkt auf der Website Texte fix ändern, ohne ins Backend reisen zu müssen. Versierte Nutzer, die volle Kontrolle über ihren Text haben wollen, könnten sich von einem WYSIWYG-Editor bevormundet fühlen. Er produziert womöglich nicht immer den saubersten Code, woran sich Puristen stören. Bei WordPress kann man den „visuellen Editor“ einfach abstellen und stattdessen ein simples Textfeld vollschreiben und die nötigen HTML-Tags selbst einfügen. Vergisst man mal eine Klammer zu schließen, zerstört das vielleicht das Layout der gesamten Webseite. Bei ProcessWire können die Seitenbetreiber frei entscheiden, welchen Editor sie via Modul nachrüsten. Oder sie wählen ein einfaches Textfeld aus, das HTML-Code entgegennimmt. Als optionale Sicherheitsmaßnahmen bereinigen automatische Formatierer (Text Formatters) den Code von ungültigen Elementen und schließen offene Klammern.

Die Bereitschaft, selbst Code zu schreiben, beeinflusst insgesamt die CMS-Auswahl: Seitenbetreiber, die keine Zeit oder Lust haben, sich in die Dokumentation des Systems einzuarbeiten und womöglich noch eine Metasprache wie TypoScript für Typo3 zu lernen, sollten

auf das Angebot an Fertig-Designs achten. Für WordPress ist das Angebot am größten: Viele tausend Themes gibt es in diversen Shops wie dem des Marktführers Themeforest zu kaufen. Dessen Angebot wird so ziemlich jedem Geschmack gerecht. Die Aktivierung und Einrichtung der Themes ist bei WordPress sehr einfach. Für die anderen CMSe gibt es ebenfalls Templates zu kaufen, nur ist die Auswahl (viel) kleiner.

Im krassen Unterschied dazu verlangt ProcessWire dem Entwickler alles ab: Hier baut man sich seine Website ganz nach eigenen Vorstellungen – gewisse PHP-Kenntnisse vorausgesetzt. Lohn der Mühe: Sauberer Code ohne unnötige CSS-Klassen oder <div>-Kaskaden. Bei Contao müssen Entwickler nicht bei null anfangen, weil das CMS per Klick den passenden Code erzeugt. Dieser ist barrierefrei, bereitet also Geräten wie Screenreadern keine Probleme.

## Performance

Alle vorgestellten Content-Management-Systeme sind in PHP programmiert und legen ihre Daten mit der Ausnahme von Kirby in einer MySQL-Datenbank ab. Alle brauchen einen Apache-Server mit diversen Erweiterungen wie die Grafikbibliotheken GDLib und ImageMagick, um aus einer hochgeladenen Bilddatei weitere Versionen zu erzeugen. Diese und andere Pakete sind in der Regel auch bei Shared-Hostern aktiviert. Nötig ist zudem das aktivierte Modul `mod_rewrite` für URL-Umleitungen – sonst sind die einzelnen Webseiten nur unter kryptischen Adressen wie `/index.php/?id=23` aufrufbar.

Wenn der Server die Anforderungen nicht oder nur knapp erfüllt und etwa zu wenig Arbeitsspeicher (PHP-Memory) freigibt, gerät das CMS und damit die Seite ins Stottern. Die Ladezeiten steigen und das Backend lahm, was dessen Nutzung erschwert. Das Ressourcen-hungrigste CMS dieser Übersicht ist Typo3, das mindestens 256 MByte RAM braucht – doch mehr ist besser, schreibt die offizielle Dokumentation. WordPress stellt moderate Anforderungen an den Server und benötigt mindestens ein PHP-Memory-Limit in bescheidener Höhe von 32 MByte. Wenn jedoch viele Plug-ins aktiv sind, gilt auch hier: mehr ist mehr. Über den Speicherverbrauch von WordPress informiert

## CMS als Sicherheitsrisiko

Regelmäßig gefährden Sicherheitslücken den Betrieb von Content-Management-Systemen. Das liegt bei WordPress und Joomla vor allem an den Erweiterungen – so das Ergebnis einer Studie des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) aus dem Jahr 2013. Untersucht wurde das Verhältnis von Schwachstellen in der Basisinstallation im Vergleich zu Erweiterungen. Bei WordPress waren in 80 Prozent der Fälle aktivierte Plug-ins für Sicherheitslücken verantwortlich; bei Joomla und Typo3 waren es sogar mehr als 85 Prozent. Drupal hatte insgesamt verhältnismäßig wenige Schwachstellen, die aber ebenfalls meist Plug-ins verursacht haben. Die Autoren der Studie empfehlen bei der Auswahl eines CMS

außer den Funktionen auch die Sicherheitsaspekte im Kopf zu haben. Achten sollte man etwa auf die Transparenz der Entwickler sowie einheitliche Qualitätskriterien. Wichtig sind außerdem regelmäßige Updates und Security-Patches für das CMS. Als weitere Sicherheitsmaßnahmen empfehlen sich die Einrichtung von HTTPS auf dem Server sowie sichere Passwörter für den Login ins CMS: Viele Brute-force-Angriffe verwenden „Admin“ als Nutzernamen. Nach der Installation eines CMS sollten Seitenbetreiber alle Installations-Tools sowie alle temporären Ordner löschen. Auch lohnt sich, nach erweiterten Sicherheitstipps oder gar Security-Plug-ins fürs ausgewählte CMS zu suchen.

etwa das kostenfreie Plug-in „Memory Usage Display“.

Die neueste PHP-Version 7 verspricht eine bessere Performance und damit kürzere Ladezeiten. Über die Verwaltung des Web-Hosters können die Kunden die aktive PHP-Version meist ändern. Doch nicht jedes CMS läuft bereits mit PHP 7 oder es kommt zu Problemen mit aktivierten Erweiterungen. WordPress etwa funktioniert mit PHP 7 reibungslos, nicht aber alle der unzähligen Plug-ins. Geht bei der Umstellung der PHP-Version irgendwas schief, kann man im Backend alle Erweiterungen ab- und einzeln wieder anschalten, um den Problemauslöser zu identifizieren. Bei anderen CMSen muss man schauen, mit welcher Fassung die neueste PHP-Version funktioniert: Bei Typo3 unterstützen nur Version 7 und 8 die neueste PHP-Version, nicht aber Version 6.2. Drupal 8 verspricht mit PHP 7 „einen beeindruckenden Per-

formance-Sprung“. Joomla ist seit Version 3.5 PHP-7-kompatibel, Contao seit Version 3.5.5. Koken kommt erst seit Kurzem mit der neuesten PHP-Version klar.

Sind die Ressourcen des Servers allzu knapp, ist Kirby eine Alternative, die keine hohen Ansprüche stellt. Das Flat-File-CMS legt die Einträge als simple Textdateien auf dem Server ab – und nicht in einer Datenbank wie andere CMSen. Das spart immerhin Datenbankzugriffe, was der Ladezeit zugute kommt. Die Textdateien bearbeitet man einfach in einem Editor und formatiert sie mit HTML oder mit der vereinfachten Auszeichnungssprache Markdown. Sinnvoll ist das datenbanklose CMS etwa für Web-Visitenkarten, kleine Konferenz-Websites oder One-Pager, die den Besucher auf einen größeren Internetauftritt lenken. Ein großes CMS ist in solchen Fällen geradezu Verschwendung und erzeugt nur unnötigen

Wartungsaufwand. Zudem können Entwickler ihre Website lokal auf dem eigenen Rechner komplett zusammenbauen, mit Inhalten befüllen und sie dann einfach online stellen, indem sie den Kirby-Ordner auf den Server laden. Eine langwierige Einrichtung entfällt. So einfach wie der Einzug ist somit auch das Backup. Nutzer von Kirby müssen ihre Dateien nicht per FTP-Programm organisieren, wenn sie die schicke Online-Verwaltung „Panel“ installieren, mit der sich Kirby wie jedes andere CMS im Browser benutzen lässt. Eine komplexe Website mit vielen dynamischen Inhalten ist für das Flat-File-CMS aber eine Nummer zu groß; für einen Online-Shop oder eine umfangreiche Firmenseite taugt Kirby nicht.

### Fazit

Das perfekte CMS gibt es nicht, kein System kann alles gleich gut und sie alle

Anzeige

haben ihre Beschränkungen, Eigenheiten – und Vorteile. Einige Systeme machen es Einsteigern sehr leicht, andere nicht. WordPress etwa ist nicht umsonst unangefochtener Marktführer: Es ist schnell startklar und legt dem Neuling keine Steine in den Weg, bietet dafür aber auch nicht die Freiheiten anderer Systeme. Diese schrecken mit ihrer Komplexität jedoch Einsteiger ab – gerade Typo3 hat hartnäckig mit dem Ruf zu kämpfen, ein mächtiges Biest zu sein, das nur schwer zu bändigen ist. Und ja: Typo3 erfordert eine längere Eingewöhnungszeit, eröffnet dann aber sehr viele Möglichkeiten, die WordPress nicht bietet. Wenn es eine Nummer kleiner sein soll, überzeugen Joomla, Drupal und Contao mit ihrer Flexibilität. Jedes Projekt setzt dabei eigene Schwerpunkte.

Letztlich ist es aber auch eine Sache der Gewöhnung: Wer bislang mit WordPress gut klarkam, kann damit vieles

schnell umsetzen, wenn auch nicht alles oder nur über Umwege. In Spezialfällen lohnt sich jedoch ein Blick über den Tellerrand. Für ein Foto-Portfolio ist etwa Koken eine schicke Alternative, mit der man Fotos effektiver verwaltet als mit der Mediathek von WordPress. Selbst Blogger müssen nicht in jedem Fall WordPress nehmen – Kirby etwa lässt störenden Ballast weg und ist schnell startklar. Wer Markdown verinnerlicht hat, schreibt seine Posts einfach in eine Textdatei, lädt sie hoch und Kirby erledigt den Rest. Die Arbeit mit Kirby und seiner Verwaltung flutscht einfach.

PHP-Programmierer, die sich von WordPress eingeengt fühlen und denen die vielen kleinen Einschränkungen stören, könnten mir ProcessWire glücklich werden: Das CMS gibt keinen „richtigen“ Weg vor und bietet ein schnörkelloses PHP-API. Noch ist das CMS ein kleiner Geheimtipp, aber im Netz finden sich

immer mehr Begeisterte, die von dem Konzept überzeugt sind. Ganz ähnlich tickt übrigens auch Kirby mit seinem API. Hinter beiden Projekten stecken enthusiastische Entwickler, die viel Herzblut und Leidenschaft in ihre Produkte stecken, aber auch auf die Wünsche der Community hören.

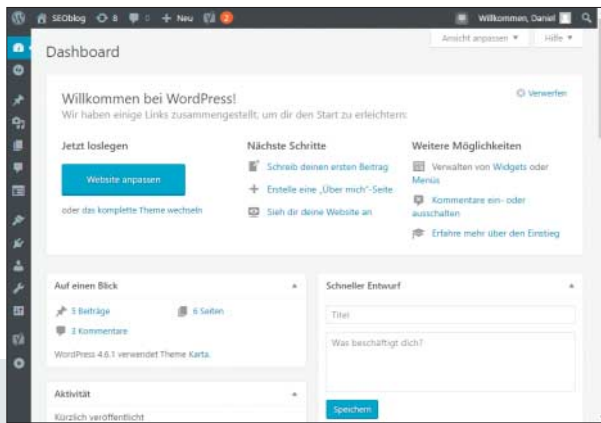
Spaß machen alle Projekte auf ihre Weise – das liegt vor allem an den Support-Foren, in denen sich andere Entwickler tummeln. Dank engagierter Communitys sind Projekte wie WordPress, Joomla, Drupal oder Typo3 so groß und erfolgreich geworden.

Bei der Auswahl gilt: einfach ausprobieren! Wie der nachfolgende Artikel beschreibt, gibt es Demos und bei vielen Webhostern bequeme 1-Klick-Installationen, die das Reinschnuppern in CMSe zu einem Kinderspiel machen. (dbe@ct.de) **ct**

**Alle Content-Management-Systeme:**  
[ct.de/ycfd](http://ct.de/ycfd)

Content-Management-Systeme								
CMS	WordPress	Joomla	Drupal	Typo3	Contao	ProcessWire	Koken	Kirby
getestete Version	4.6.1	3.6.4	8.2.3	8.4.0	3.5.19	3.0.39	0.22.11	2.4.0
Open-Source-Lizenz	GPLv2	GPLv2	GPLv2	GPLv2	LGPL	MPL 2.0	–	–
Web	wordpress.org	www.joomla.org	www.drupal.org	typo3.org	contao.org	processwire.com	koken.me	getkirby.com
Anforderungen	PHP, MySQL	PHP, MySQL	PHP, MySQL	PHP, MySQL	PHP, MySQL	PHP, MySQL	PHP, MySQL	PHP
Dokumentation	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Support-Forum	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
CMS-Funktionen								
Benutzerverwaltung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓
Benutzergruppen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓
Vorschaufunktion	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Erweiterungen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Design-Vorlagen	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓
Caching	✓ <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	✓ <sup>1</sup>	✓	✓
Mehrsprachigkeit (Website)	✓ <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	✓	–	✓
Multisite-Fähigkeit	✓	✓ <sup>1</sup>	✓	✓	✓	✓	–	–
Templatesprache	PHP	PHP, XML	PHP	TypoScript	PHP	PHP	Lens	PHP
Backend								
mobilitätsfähig	✓	✓	✓	–	✓	✓	–	✓
Sprache	Deutsch	Deutsch	Deutsch	Deutsch	Deutsch	Deutsch	Englisch	Deutsch
Versionsverwaltung	✓	✓	✓ <sup>1</sup>	✓	✓	✓ <sup>1</sup>	–	–
WYSIWYG-Editor	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	–
Medien-Verwaltung	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Eingabe von Metadaten	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bewertung								
Funktionsumfang <sup>1</sup>	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	○	⊕
Bedienfreundlichkeit	⊕⊕	⊕	⊕	○	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
Konfigurationsaufwand	⊕⊕	⊕	⊕	⊖	○	○	⊕⊕	⊕
Versorgung mit Updates	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕
Preis (CMS)	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	kostenlos	15 €/79 € <sup>2</sup>
<sup>1</sup> mit Plug-Ins <sup>2</sup> kommerzielle Websites								
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden    k. A. keine Angabe								

Anzeige



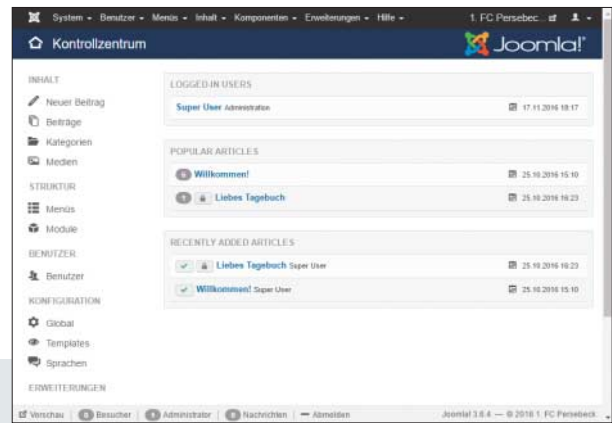
## WordPress: Das Plug-and-Play-CMS

Version 1.0 von WordPress erschien 2004, damals noch als CMS speziell für Blogs konzipiert. Im Laufe der Jahre wuchs der Funktionsumfang gewaltig und WordPress entwickelte sich zum populärsten CMS, das sich für alle möglichen Einsatzzwecke eignet. Wegen seiner Entwicklungsgeschichte bringt das CMS Besonderheiten in der Verwaltung von Inhalten mit: Texte sind als Beiträge oder statische Seiten abgelegt, die sich in Kategorien sortieren und mit Tags versehen lassen. Einen Seitenbaum mit der Struktur der Website stellt das Backend nicht dar, sondern listet die Inhalte einfach in chronologischer Reihenfolge auf. Für weitere Metadaten, die einen Artikel ergänzen, gibt es in Beiträgen und Seiten die „benutzerdefinierten Felder“. Bilder, Audiodateien und Videos verwaltet die „Mediathek“, die über eine einfache Bildbearbeitung verfügt.

WordPress eignet sich bestens für Einsteiger, die ohne viel Vorwissen und Mühe ein Blog oder eine Website online bringen wollen. Das CMS läuft in der Regel auf allen gängigen Webspaces mit PHP und MySQL. Es gibt eine ganze Reihe an Design-Vorlagen (Themes) sowie hochwertigen Erweiterungen (Plug-ins), von denen viele kostenlos sind. Mit ihnen lassen sich verschiedene Web-Projekte recht einfach und schnell umsetzen – von der simplen Web-Visitenkarte über ein Blog bis hin zu komplexeren Auftritten samt Onlineshop. Die Themes und Plug-ins lassen sich über das Backend von WordPress mit wenigen Klicks installieren und aktualisieren. Die flexible Bedienoberfläche ist sehr übersichtlich gestaltet, zudem gibt es eine WordPress-App.

Doch seine Popularität macht WordPress zu einem beliebten Angriffsziel für Hacker. Sicherheitslücken in der Software stopfen die Entwickler aber sehr zügig. Ein weiteres Einfallstor sind schlecht programmierte Plug-ins. Ideal geeignet ist WordPress nach wie vor für Blogs, trotz vieler Zusatzfunktionen. WordPress eignet sich auch, um ein umfangreicheres CMS zu ergänzen, wenn man seinen Auftritt um ein Blog erweitern möchte. Um die Weiterentwicklung von WordPress kümmert sich eine aktive Community.

- 👆 einsteigerfreundlich
- 👆 Fertig-Designs und Plug-ins
- 👇 Schwächen als CMS
- 👇 beliebtes Angriffsziel für Hacker



## Joomla: Der flexible Verfolger

Joomla ging 2005 aus dem Content-Management-System Mambo hervor und ist mittlerweile das zweitbeliebteste CMS der Welt. Berühmt-berüchtigt sind die Joomla-Entwickler für ihre wechselnde Release-Politik. Derzeit erscheinen neue Versionen in unregelmäßigen Abständen, Sicherheitslücken stopfen die Entwickler aber stets zeitnah. In jedem Fall aktualisiert man bestehende Installationen mit wenigen Mausklicks über das Backend.

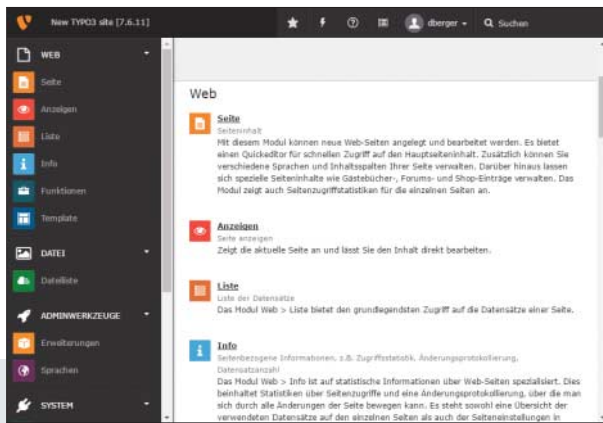
Joomla punktet mit einer einfachen Installation und Bedienung bei gleichzeitig großem Funktionsumfang. Ein Blog, Produktpräsentationen, die Vorstellung eines Vereins oder alles gleichzeitig sind für Joomla kein Problem. Der Inhalt einer einzelnen Webseite besteht aus einem Text, den der Autor formatiert und mit Bildern illustriert. Diese sogenannten „Beiträge“ lassen sich thematisch in Kategorien gruppieren, wobei die entstehende Struktur gleichzeitig die Gliederung der Website widerspiegelt.

Die Benutzerverwaltung erlaubt die flexible Einrichtung von geschützten Bereichen. Die Zugriffsrechte muss der Seitenbetreiber allerdings auf mehreren, teils in Untermenüs versteckten und dazu noch unübersichtlichen Seiten festlegen. Auch an anderen Stellen erschlägt Joomla den Nutzer mit unzähligen, teils kryptischen Einstellungen. Vor allem Unternehmen freut die Möglichkeit, beliebig viele Kontaktformulare einrichten zu können. Funktionen zur Suchmaschinenoptimierung (SEO) gehören bereits zum Lieferumfang.

Bei Bedarf verpasst man jeder Unterseite eine eigene Optik. Das Layout geben dabei Design-Vorlagen vor, die ebenfalls die Community in großer Menge feilbietet. Eigene Design-Vorlagen erstellt man in HTML und CSS, wobei Joomla-eigene Platzhalter die Positionen der Seiteninhalte kennzeichnen. Die „Kommandozone“ von Joomla ist responsive und lässt sich auch auf Smartphones bedienen. Dank einer sehr aktiven Community stehen zahlreiche Erweiterungspakete bereit, die sich mit wenigen Mausklicks einspielen lassen. Eigene Erweiterungen entstehen in PHP und müssen einem MVC-Entwurfsmuster folgen.

- 👆 gute Erweiterbarkeit
- 👆 flexible Benutzerverwaltung
- 👇 umständliche Konzepte und Bedienung
- 👇 veraltete Medienverwaltung





## Typo3: Der komplexe Profi

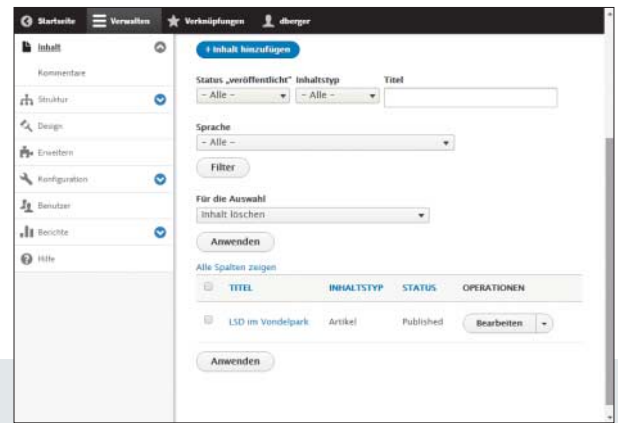
Das leistungsfähige Open-Source-CMS ist vor allem in Deutschland beliebt. Internet-Agenturen verwenden das CMS für Kunden-Projekte, weil es sich an individuelle Wünsche anpassen lässt und keine Lizenzgebühren kostet. Typo3 ist vor allem für komplexe Seiten geeignet wie Online-Marktplätze, Reiseportale oder Hochschulseiten mit unzähligen Unterseiten und Autoren. Für kleine Web-Auftritte ist das CMS jedoch völlig überdimensioniert. Zudem stellt Typo3 recht hohe Anforderungen an den Webserver – auf Shared Webspace mit beschränkten Ressourcen läuft das CMS nur unrund.

Die Einrichtung einer Website mit Typo3 ist komplizierter als etwa mit WordPress oder Joomla. Fertig-Vorlagen, die man einfach in einen Ordner lädt und im Backend aktiviert, gibt es für Typo3 in der Form wie bei WordPress nicht. Für Entwickler bedeutet das eine längere Einarbeitungszeit, weil sie sich ausgiebig mit der Metasprache TypoScript beschäftigen müssen, um eigene Projekte umzusetzen. Zur Unterstützung gibt es eine Fülle an deutschsprachiger Literatur sowie eine große Entwickler-Community; Support von Typo3 selbst gibt es allerdings nicht.

Typo3 ist auf Mehrsprachigkeit ausgelegt und beherrscht ein Multisite-Management. Eine Instanz kann also mehrere unterschiedliche Websites verwalten. Seitenbetreiber können Inhalte zentral ändern und auf mehreren Web-Auftritten verteilen (Content-Syndication). Autoren müssen ihre Texte nur an einer Stelle bearbeiten.

Zu weiteren Bordmitteln des CMS gehören eine umfangreiche Nutzer-Verwaltung mit umfassender Rechtevergabe, eine Bildbearbeitung sowie eine praktische Schnellsuche für alle möglichen Inhalte. Ein ausgefeiltes Caching-System verbessert die Performance der Website. Weitere nützliche Funktionen lassen sich direkt im Backend mit Zusatzmodulen nachrüsten, von denen es derzeit mehr als 6000 Stück gibt. Außer dem aktuellen Versionszweig 8 werden auch die beiden vorigen Versionen 6.2 und 7 noch eine Zeitlang zumindest mit Bugfixes versorgt.

- 👆 Flexibilität und Funktionsumfang
- 👆 komplexes CMS
- 👇 hohe Serveranforderungen
- 👇 TypoScript als Hürde für Einsteiger



## Drupal: Baukasten für Anspruchsvolle

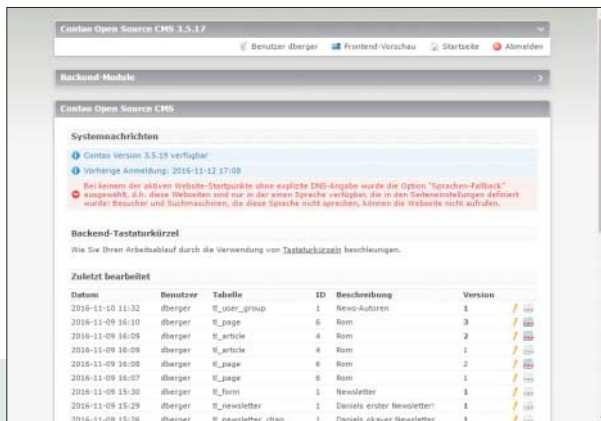
Drupal ähnelt Lego: Das „Content Management Framework“ ist ein Baukastensystem, das sich nicht auf einzelne Anwendungsfälle festlegt. Stattdessen können Drupal-Entwickler ihr maßgeschneidertes Web-Projekt aus vielen tausend Zusatzmodulen zusammensetzen. Das CMS eignet sich besonders gut für individuelle Projekte mit Online-Datenbank- oder Community-Charakter.

Drupal ist nicht wie viele andere CMS Seiten-basiert, sondern setzt auf strukturierte „Inhaltstypen“, die sich mit beliebigen Feldern bestücken lassen. Selbst komplexe Informationssysteme lassen sich zusammenklicken, ohne eine Zeile Code zu schreiben. Drupal kümmert sich darum, Eingabeformulare zu generieren, Inhaltstypen auf die Datenbank abzubilden, und die Ergebnisse in Website-Templates auszugeben. Mit dem Core-Modul „Views“ lassen sich leicht Datenbank-abfragen konfigurieren – ganz ohne SQL-Kenntnisse.

Viele Drupal-Module haben einen hohen Abstraktionsgrad und rüsten anders als bei WordPress oder Joomla keine fertigen Funktionen nach. Eine Bildergalerie etwa lässt sich mit eigenen Inhaltstypen und dem Views-Modul konfigurieren, ohne Code zu schreiben. Hinter Drupal steht eine freundliche Community, die mit mehreren hunderttausend Teilnehmern zu den größten der Open-Source-Welt zählt. An Drupal 8, das Anfang des Jahres fertiggestellt wurde, haben viele tausend Entwickler mehr als vier Jahre lang gefeilt und das System dabei komplett umgekrempelt, um es auf den aktuellen Stand der Technik zu bringen.

Drupal ist ein waschechtes GPL-Projekt. Module werden ausschließlich auf drupal.org entwickelt und kostenlos bereitgestellt, die Community gibt sich Mühe, Dopplungen zu vermeiden und Probleme gemeinsam zu lösen. Auf drupal.org wacht ein eigenes Security-Team penibel über Sicherheitslücken und kann Module auch aus dem Verkehr ziehen, wenn Entwickler Lücken nicht schließen. Drupal setzt der Fantasie von Entwicklern und Designern keine Grenzen, erfordert aber für viele Standard-Anforderungen deutlich mehr Einarbeitung als andere Systeme.

- 👆 kompromisslose Flexibilität
- 👆 hohe Code-Qualität und Sicherheitsstandards
- 👆 mächtiges API für PHP-Entwickler
- 👇 anspruchsvolle Einarbeitung



## Contao: Der barrierefreie Alleskönner

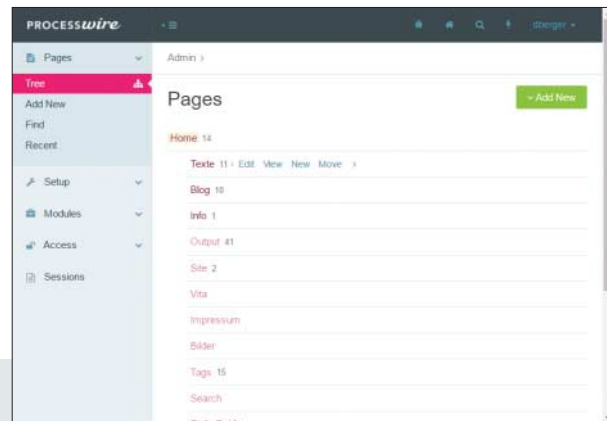
Vor zehn Jahren erschien Contao noch unter dem Namen Typolight. Weil der aber nach einem abgespeckten Typo3 klang, das sich nur für kleine Projekte eignet, änderte ihn der Entwickler Leo Feyer in Contao. Das CMS setzt konsequent auf Barrierefreiheit und aktuelle Webstandards – der erzeugte Code besteht jede W3C-Validierung. In Deutschland setzen vor allem Agenturen das CMS ein, um mittlere und größere Projekte wie Unternehmensseiten, Portale oder Onlineshops umzusetzen. Auch auf Webpace der mittleren Preisklasse (ab 10 Euro im Monat) läuft das CMS ordentlich, womit es durchaus für kleinere Seiten geeignet ist.

Contao verwaltet die Inhalte als Seiten. Gesondert gelistet sind Nachrichten, Termine und FAQs. Das CMS bietet zudem einen Generator, der Formulare etwa für Kontaktanfragen erzeugt. Auch Newsletter lassen sich direkt mit Contao verwalten, gestalten und verschicken. Mit dem eingebauten Mitglieder-System lassen sich passwortgeschützte Kundenbereiche ohne zusätzliche Module einrichten. Dadurch ist Contao auch fürs Intranet ein geeigneter Kandidat. Doch erst Plug-ins bringen Contao einen mehrstufigen Workflow bei: Ein Autor kann einen Artikel anlegen, den ein anderer Nutzer gegenliest und freigibt.

Über das Backend hat der Nutzer Zugriff auf zahlreiche andere Erweiterungen. Das „Extension Repository“ enthält mehr als 400 optionale Module. Das Aussehen der Seite legen Templates fest, deren Platzhalter das CMS mit Inhalten auffüllt. Für den Schnellstart gibt es einige Fertig-Designs. Contao eignet sich wie Typo3 gut für mehrsprachige Seiten; außerdem kann eine Instanz dank Multisite-Fähigkeit mehrere Domains verwalten.

Das Backend ist zwar mobiltauglich und übersichtlich gestaltet, wirkt mit seinen winzigen Icons aber ein bisschen angestaubt. Mit dem „Live-Update“ kann man Up- und Downgrades per Klick vornehmen – diese Bequemlichkeit kostet jedoch 10 Euro im Jahr. Um die Weiterentwicklung von Contao kümmern sich mehrere Arbeitsgruppen, welche die LTS-Versionen 24 Monate lang mit Updates versorgen.

- 👆 hohe Flexibilität für Entwickler
- 👆 moderate Server-Anforderungen
- 👇 Backend etwas altbacken



## ProcessWire: Das Laissez-faire-CMS

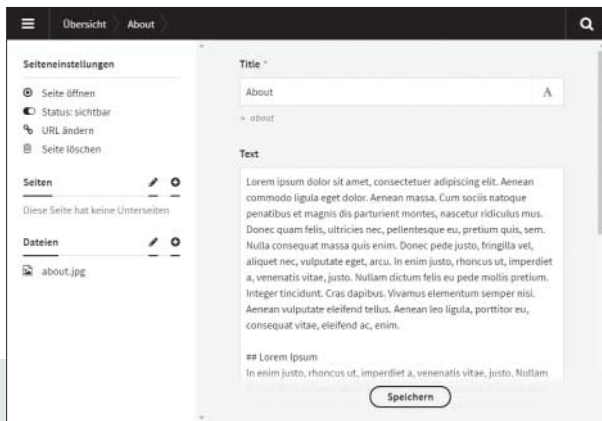
Ryan Cramer hat mit ProcessWire ein „Content Management Framework“ ohne langjährig gewachsene Altlasten entwickelt. Der Softwareentwickler steckt viel Energie in sein Projekt und hat dennoch Zeit, komplexe Fragen im Support-Forum zu beantworten. Regelmäßig gibt es für das Open-Source-CMS neue Updates mit neuen Features – darunter etwa eine In-Page-Editierfunktion. Damit sind Textänderungen direkt auf der Website möglich. Auf gängigen Webspaces sollte der Betrieb kein Problem darstellen, das CMS verlangt keine Extravaganzen.

ProcessWire ist „shockingly simple and fun“, verspricht die Projekt-Website. Tatsächlich macht die Arbeit mit dem CMS viel Spaß, weil es Entwicklern freie Hand lässt. Es gibt keine Template-Sprache, die Design-Vorlagen werden direkt in PHP programmiert. Zudem gibt es ein von jQuery inspiriertes API, um Inhalte aus dem CMS abzurufen und in die Webseiten einzubetten. Die Inhalte organisiert ProcessWire als Seiten, die im CMS eine zentrale Rolle spielen. Zum einen nehmen sie etwa Überschriften, Texte und Bilder auf und repräsentieren in einem Seitenbaum die Struktur der Seite. Zum anderen dienen die Seiten auch als Daten-Container, die der internen Organisation dienen.

Die Seiten lassen sich mit Feldern bestücken, die je nach Typ verschiedene Inhalte speichern; beim Typ „Bilder“ ist auch gleich eine komfortable Upload-Funktion eingebaut sowie ein simpler Bild-Editor, mit dem sich Grafiken zuschneiden lassen. Wie man die Seiten mit ihren Feldern nutzt, bleibt dem Seitenbetreiber überlassen – das CMS gibt keinen „richtigen“ Weg vor. Die Freiheit von ProcessWire bedeutet aber auch, dass die Nutzer viel selbst machen müssen. Die gute Dokumentation und die fleißigen Helfer im Forum erleichtern die Einarbeitung aber enorm.

Noch ist ProcessWire durchaus ein Geheimtipp, doch immer mehr Entwickler sind von seinem offenen Ansatz begeistert und geben freimütig zu: „Hab mich total verliebt.“ Dank Cramers Fleiß und Enthusiasmus dürfte sich das CMS weiterhin prächtig entwickeln.

- 👆 volle Kontrolle, kein Ballast
- 👆 gut dokumentiert, aktives Forum
- 👇 erfordert PHP-Grundkenntnisse
- 👇 keine Fertig-Designs



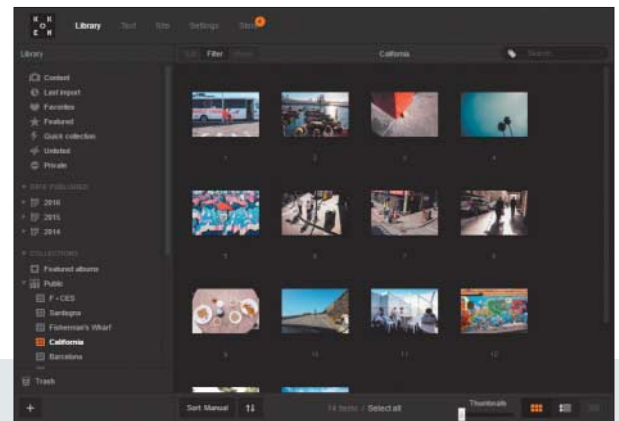
## Kirby: Datenbanklos glücklich

Das kleine CMS von Bastian Allgeier braucht nur PHP – und keine Datenbank. Kirby ist deshalb ein guter Kandidat für günstige Hosting-Pakete mit beschränkten Ressourcen. Besonders gut eignet sich das CMS für persönliche Websites, Prototypen, Blogs oder Portfolios. Kirby unterstützt außerdem mehrsprachige Websites, die über unterschiedliche Domains erreichbar sind. Weitere Funktionen rüsten Plug-ins von Drittanbietern nach. Für komplexe Websites mit vielen Autoren oder größere Onlineshops ist das CMS aber nicht geeignet.

Die Seitenstruktur bestimmen Ordner, in denen die Inhalte als simple Textdateien abgelegt sind. Sie enthalten außer Überschrift und Text weitere Felder, die zusätzliche Inhalte wie Datum, Keywords und andere Metadaten aufführen. Formatieren kann man den Text entweder mit HTML oder mit der Auszeichnungssprache Markdown. Die Installation von Kirby könnte kaum einfacher sein: Den Kirby-Ordner samt Inhalte auf den Server schieben – zack, fertig! So ist auch ein Seiten-Backup oder ein Umzug schnell erledigt; ein Datenbank-Dump oder ein Export über Zusatztools entfällt. Zur Verwaltung der Inhalte steht mit „Panel“ ein schickes Backend zur Verfügung, mit dem man wie bei anderen CMS seine Inhalte im Browser bearbeiten und die Struktur der Seiten ändern kann. Die aufgeräumte Bedienoberfläche passt sich flexibel an die Bildschirmgröße an.

Entwicklern bietet Kirby ähnlich wie ProcessWire ein von jQuery inspiriertes API: `$page->title()` ruft beispielsweise den Titel ab. Die Vorlagen, aus denen Kirby die Seite zusammenbaut und mit den Inhalten aus den Textdateien befüllt, programmiert man direkt in PHP. Weil der Entwickler sein CMS umfangreich dokumentiert hat, sind für viele Probleme bereits Lösungen vorhanden. Noch mehr Hilfe bietet das aktive, englischsprachige Support-Forum, besonders in der Rubrik „Solutions“. Kirby kostet für persönliche Projekte 15 Euro und kann vor dem Kauf umfangreich getestet werden. Kommerzielle Nutzer müssen pro Website 79 Euro zahlen und bekommen dafür zusätzlichen Support via E-Mail.

- ↑ braucht keine Datenbank
- ↑ flexibel, schlank und schnell
- ↓ kostenpflichtig
- ↓ wenige Fertig-Designs



## Koken: Schicker Foto-Verwalter

Koken ist auf Fotos-Sites spezialisiert und bringt eine umfangreiche Medienverwaltung mit. Bilder lassen sich per Drag-and-Drop in Alben sortieren, die wiederum in Sammlungen gebündelt sind. Die Bedienoberfläche des Backend erinnert in seinem eleganten Grau-Schwarz an die Fotoverwaltungssoftware Lightroom. Die lässt sich direkt mit Koken verbinden, sodass man das CMS auch vom Desktop aus befüllt. Die Metadaten wie Bildtitel oder Bildbeschreibung übernimmt das CMS dabei ebenfalls. Bearbeitet man ein Foto in Lightroom, ist es mit einem Klick auch auf der Website erneuert. Allerdings überschreiben die Metadaten von Lightroom immer die von Koken, auch bei jeder Synchronisation.

Koken bringt zudem ein simples Blog-Modul mit, das einem WordPress etwa wegen einer fehlenden Suchfunktion nicht das Wasser reichen kann. Für kurze Reisetouris samt passender Fotos reicht es aber allemal. Am besten eignet sich das CMS für die Verwaltung von Portfolio-Seiten.

Koken erzeugt serverseitig mehrere Versionen der Fotos, die das CMS passend zur Bildschirmauflösung ausgibt – Smartphone-Nutzer sparen damit wertvolles Datenvolumen. Koken greift dazu auf das Softwarepaket ImageMagick beziehungsweise Imagick zurück oder verwendet die GD-Library – beide sind üblicherweise vorinstalliert. Um die Ladezeiten zu verkürzen, legt das CMS einen Cache mit den verschiedenen Bildversionen an – es sollte ordentlich Speicherplatz auf dem Server zur Verfügung stehen.

Koken ist zwar kostenlos, aber nicht Open-Source. Das CMS gehört inzwischen zu NetObjects, die vor allem Webdesign-Software anbieten und sich nun auch um die Weiterentwicklung des Foto-CMS kümmern. Die Lizenz erlaubt den kostenlosen Einsatz von Koken auf persönlichen und kommerziellen Websites. Geld verdient der Anbieter mit Modulen und Design-Vorlagen. Koken bringt fürs Loslegen auch kostenlose Designs mit, die sich bequem über das Backend einrichten und in einem Live-Editor anpassen lassen. Bastler können mit HTML, CSS und der Template-Sprache Lens eigene Designs umsetzen.

- ↑ umfassende Foto-Verwaltung
- ↑ elegante und moderne Design-Vorlagen
- ↓ beschränkter Funktionsumfang
- ↓ überschaubare Entwickler-Community

# Entscheidungshelfer

## Content-Management-Systeme kostenlos und unverbindlich ausprobieren



**Bevor man ein Content-Management-System auf den angemieteten Server loslässt, sollte man es zunächst in einer Testinstallation auf seine Tauglichkeit prüfen. Dabei helfen kostenlose Demo-Installationen im Internet, vorgefertigte virtuelle Maschinen und spezielle Komplettpakete.**

Von Tim Schürmann

Soll WordPress oder Jekyll das Blog antreiben? Stellt man den Verein besser mit Joomla oder Drupal vor? Wer vor solchen Entscheidungen steht, sollte die infrage kommenden Content-Management-Systeme kurzerhand ausprobieren. Bei einer solchen Testfahrt lassen sich gefahrlos sämtliche Schalter umlegen und der angebotene Funktionsumfang erkunden. Zudem wird schnell klar, ob man mit der Bedienoberfläche eines CMS auf Kriegsfuß steht.

Der erste Weg führt dabei auf die Website des jeweiligen Content-Management-Systems. In vielen Fällen bieten die Entwickler dort einen Zugang zu einer Demo-Installation an. Im Fall von TYPO3 klicken Sie rechts oben in der Ecke auf „Demo“ (neben „Download“), auf der Homepage von Contao auf „Online-Demo“ und bei ProcessWire auf das pinkfarbene „Try The Demo“.

Doch Vorsicht: In einigen Fällen verbirgt sich hinter der Test- oder Demo-Installation ein kostenloser Schnupperzugang zu einem kommerziellen Hosting-Dienst, der nach der Testlaufzeit den Kunden zur Kasse bittet. Im Fall von Joomla kann man unter [joomla.org](http://joomla.org) etwa 90 Tage lang eine Installation beim Hoster SiteGround ausprobieren. Gleich mehrere solcher Angebote offerieren die Drupal-Entwickler auf ihrer Homepage unter „Try Drupal“. Misstrauisch sollten Sie immer dann sein, wenn Sie plötzlich eine E-Mail-Adresse hinterlegen oder sich sogar neu registrieren müssen. Zumindest die Joomla-Entwickler bieten stattdessen auch einen Zugang zu einer kostenlosen Test-Installation an. Um ihn zu erreichen, klicken Sie auf der Joomla-Homepage auf den blauen Button „Try out now! Demo“, fahren auf der neuen Seite nach unten und rufen „Launch Test Drive“ auf. Es öffnet sich dann ein neues Fenster mit der Verwaltungszentrale eines englischsprachigen Joomla.

Sind auf der Homepage eines CMS keine Demo-Installation zu finden, lohnt sich ein Besuch von Opensource CMS. Dieser Online-Dienst bietet Demo-Installationen für zahlreiche populäre Content-Management-Systeme an, darunter Drupal, Joomla, WordPress sowie einige Spezialisten. Sie müssen lediglich im Menü auf der linken Seite den Punkt „CMS / Portals“ anklicken und das gewünschte CMS aussuchen. Die neue Seite präsentiert dann



alle notwendigen Anmeldedaten sowie Links zur eigentlichen Beispielseite.

Sämtliche Demo-Installationen setzen sich nach einer vorgegebenen Zeit automatisch wieder in ihren Ursprungszustand zurück. Die Beispielseite auf der Joomla-Homepage führt nach 90 Minuten einen Reset durch, die übrigen Angebote setzen sich bereits nach 60 Minuten zurück. Alle bis dahin angelegten Inhalte sind dann unwiederbringlich verloren. Eine kleine Ausnahme ist die Demo-Installation auf der Homepage von ProcessWire: Diese besitzt zwar kein Zeitlimit, erlaubt dafür aber weder das Anlegen noch das Ändern von Inhalten. Aufgrund der Limitierungen eignen sich die Demo-Installationen folglich nur zum Reinschnuppern in die Kommandozentralen. Darüber hinaus bleibt unklar, was mit den von Ihnen eingetippten Daten passiert. Sie sollten daher bei Ihren ersten Gehversuchen mit den Demo-Installationen keine vertraulichen Informationen eingeben.

## 1-Klick-Hosting

Seitenbetreiber, die etwas mehr Zeit brauchen und die gepflegten Inhalte eine Weile behalten möchten, schauen nach kostenlosen Angeboten von Web-Hostern. Ein klassisches Beispiel ist Automattic mit seinem Angebot unter WordPress.com – nicht zu verwechseln mit der Projekt-Homepage unter wordpress.org. Nach einer Registrierung erhalten Sie bei WordPress.com ein kostenloses WordPress-Blog. Es ist allerdings sofort öffentlich unter einer Subdomain von wordpress.com erreichbar und mit Werbung gespickt, die sich nur gegen Bezahlung entfernen lässt.

Wenn Sie bereits einen kommerziellen Web-Hoster ins Auge gefasst haben, durchforsten Sie dessen Angebot nach sogenannten 1-Klick-Angeboten. Wie bei WordPress.com genügen dann wenige Mausklicks, um ein Content-Management-System einzurichten. Der Web-Hoster übernimmt dabei die Installation und die grundlegende Konfiguration. Da man dabei meist die Wahl zwischen verschiedenen Content-Management-Systemen hat, lassen sich so ebenfalls schnell WordPress, Joomla & Co. ausprobieren. Die Internet-Auftritte sind damit jedoch wie bei WordPress.com umgehend öffentlich zugänglich. Sofern es der Web-Hoster zu-

lässt, sollte man daher einen Verzeichnisschutz mit Login und Passwort aktivieren. Nach der Testphase sollte man zudem die Installation wieder löschen. Andernfalls besteht die Gefahr, dass sie unbeachtet auf dem Server vor sich hin altert und Angreifer über offene Sicherheitslücken den Server übernehmen.

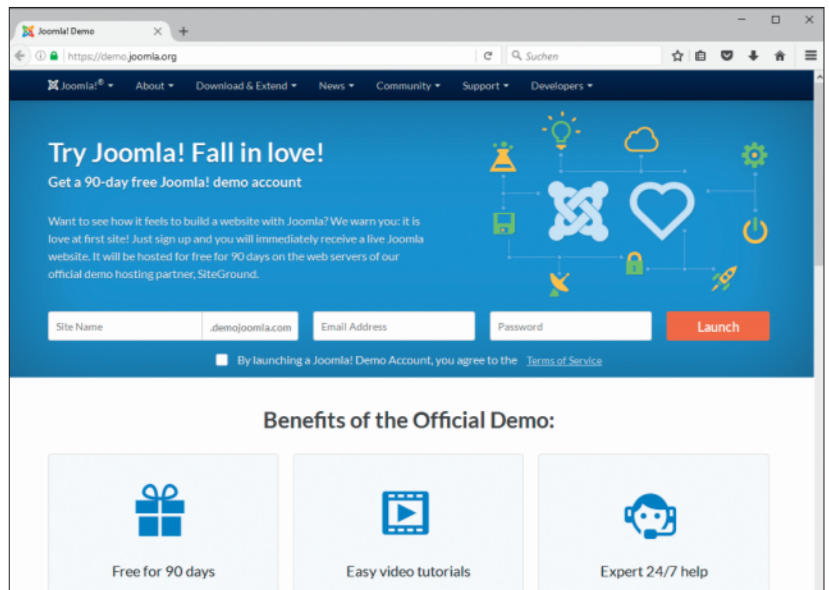
## Lokal ausprobiert

Möchten Sie ein Content-Management-System ohne jegliche Beschränkungen ausprobieren, starten Sie es einfach auf dem eigenen Rechner. Eigentlich müssten Sie dazu per Hand eine Datenbank, einen Webserver und dann noch das CMS installieren. Diese Arbeit entfällt mit vorgefertigten virtuellen Maschinen, auch „Appliances“ genannt: Sie müssen sich lediglich im Internet ein passendes Exemplar mit dem gewünschten vorinstallierten CMS herunterladen und es dann mit einer Virtualisierungssoftware wie VirtualBox, VMWare oder Parallels Desktop starten. Wenn Ihnen das CMS nicht gefällt, löschen Sie einfach die virtuelle Maschine. Diese Methode hat zudem den Vorteil, dass Sie dem CMS auch unter die Haube schauen können und die eingegebenen Inhalte auf Ihrem Rechner verbleiben.

In der Regel genügt dazu schon das kostenlose VirtualBox. Nach seiner Installation laden Sie sich die passende virtuelle Maschine herunter. Eine vertrauenswürdige Quelle mit einem großen Angebot ist das amerikanische Portal Bitnami. Die

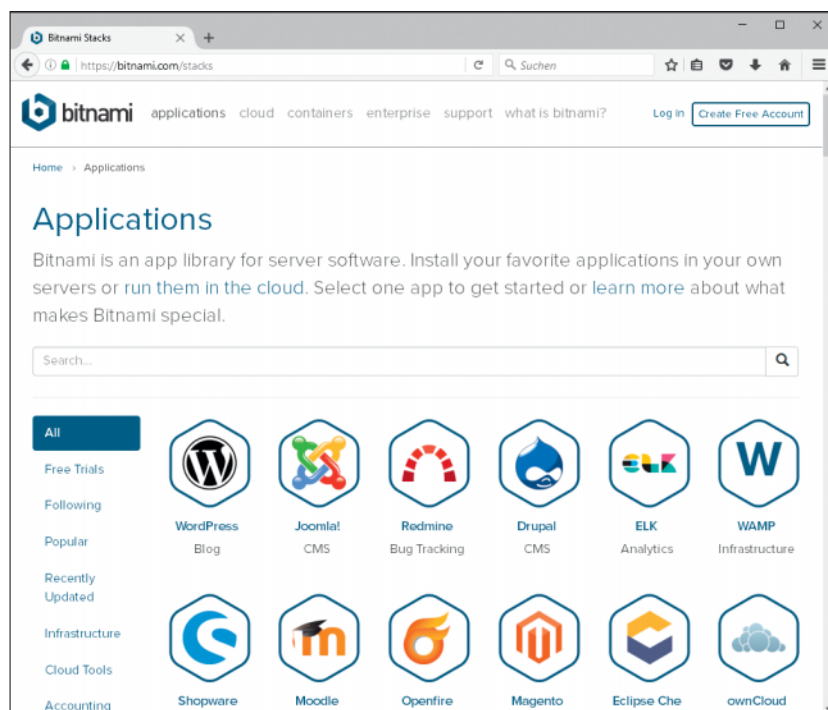
dort angebotenen virtuellen Maschinen mit vorinstallierten Content-Management-Systemen setzen allerdings ein 64-Bit-System voraus. In den virtuellen Maschinen läuft zudem aus Lizenz- und Platzgründen ein Linux-System, das ohne eine grafische Benutzeroberfläche daherkommt. Wer dem CMS auf die Dateien schauen möchte, muss sich daher ein wenig mit Linux und der Kommandozeile auskennen. Dies gilt auch für virtuelle Maschinen aus anderen Quellen.

Um eine virtuelle Maschine in Betrieb zu nehmen, wählen Sie auf der Bitnami-Homepage aus dem Hauptmenü „applications“, entscheiden sich für das gewünschte CMS und wechseln schließlich zu den „Virtual Machines“. Auf der jetzt angezeigten Seite notieren Sie sich zunächst die im oberen Teil angezeigten Anmeldedaten. Mit ihnen erhalten Sie gleich Zugang zum Content-Management-System und dem Linux-System in der virtuellen Maschine. Anschließend laden Sie sich eine der bereitgestellten Maschinen herunter – im Zweifelsfall die mit „Recommended“ gekennzeichnete. Die angebotene Anmeldung lässt sich via „No thanks, just take me to the download“ umgehen. Auf der Festplatte landet schließlich eine Datei mit der Endung .ova. In der Regel genügt ein Mausklick darauf, um sie in VirtualBox zu importieren. Andernfalls starten Sie den VirtualBox Manager und holen die virtuelle Maschine via „Datei/Appliance importieren“ an Bord.



Die offizielle Joomla-Demo entpuppt sich als Test-Zugang zu einem kommerziellen Hosting-Paket. Die kostenlose Test-Installation wartet weiter unten auf der Seite.





**Bitnami bietet für zahlreiche Content-Management-Systeme vorgefertigte virtuelle Maschinen, installationsfertige Komplettpakete und sogar Demo-Installationen im Internet an.**

In jedem Fall selektieren Sie im VirtualBox Manager auf der linken Seite die neue virtuelle Maschine, die Sie an ihrem Namen direkt erkennen sollten. So heißt die Fassung mit WordPress etwa „bitnami-wordpress“. Ein Klick auf „Starten“ fährt sie hoch, was wiederum knapp eine Minute dauern kann. In dieser Zeit passiert nichts im Fenster, ein Symbol in der Statusleiste des Fensters zeigt die Festplattenaktivität an. Am Ende präsentiert das System eine IP-Adresse. Unter dieser erreichen Sie ab sofort den Webserver in der virtuellen Maschine. Damit dies klappt, hat VirtualBox automatisch eine sogenannte Netzwerkbrücke eingerichtet, welche die virtuelle Maschine mit dem lokalen Netzwerk verbindet. Das System in der virtuellen Maschine holt sich dann per DHCP eine IP-Adresse – bei einem Heimnetzwerk in der Regel von Ihrem Router. Das Testsystem ist also nicht nur von Ihrem Rechner aus zu erreichen, sondern von jedem Gerät im lokalen Netzwerk. Ohne Port-Weiterleitung ist es aber nicht vom Internet aus erreichbar.

## Rein und runter

Unter der IP-Adresse erreichen Sie direkt eine kleine Beispielseite, im Fall von WordPress ist dies ein Blog. Die Adresse der Kommandozeile (Backend) variiert je nach CMS. Bei WordPress ergänzen

Sie die IP-Adresse um ein /wp-admin, bei Joomla um ein /administrator. Die Anmeldung erfolgt mit den vorhin notierten Zugangsdaten. Die virtuellen Maschinen von Bitnami zeigen diese auch noch einmal in ihrem Fenster an – in der Regel handelt es sich um den Benutzernamen „user“ und das Passwort „bitnami“.

Um die virtuelle Maschine kontrolliert auszuschalten, melden Sie sich zunächst beim in ihr laufenden Linux-System an. Die notwendigen Zugangsdaten präsentiert das Fenster der virtuellen Maschine in roter Schrift. Sie müssen jetzt das Passwort einmal ändern, indem Sie noch einmal blind das aktuelle Passwort eintippen, sich ein neues ausdenken und dieses zweimal blind eingeben. Anschließend können Sie das System mit dem Befehl `sudo shutdown -h now` herunterfahren. Aufgrund der englischen Tastenbelegung liegt das Minus-Zeichen auf der ß-Taste. Anschließend müssen Sie noch das neue Passwort eingeben und warten, bis die virtuelle Maschine heruntergefahren ist.

Dies kann mehrere Minuten dauern, die Sie unbedingt abwarten sollten – andernfalls drohen Datenverluste. Sofern Sie die Maschine nur möglichst schnell loswerden möchte, können Sie sie auch einfach abwürgen, indem Sie im VirtualBox Manager den Menüpunkt „Maschine/Schließen/Ausschalten“ aufrufen. Um

eine virtuelle Maschine komplett von der Festplatte zu putzen, selektieren Sie sie wieder im VirtualBox Manager, wählen „Maschine/Entfernen“ und dann „Alle Dateien löschen“.

Virtuelle Maschinen sind zwar schnell und bequem in Betrieb zu nehmen, alle angelegten Inhalte landen jedoch immer in der Maschine. Da zumindest die Exemplare von Bitnami keine Benutzeroberfläche mitbringen, gestaltet sich der Datenaustausch sowie ein Blick in das Dateisystem etwas aufwendig. Wenn das CMS eine Web-Oberfläche anbietet, muss man zudem VirtualBox, VMWare & Co. so einrichten, dass man zumindest mit einem Browser auf das System in der virtuellen Maschine zugreifen kann. Die virtuellen Maschinen von Bitnami bringen netterweise die passenden Einstellungen mit, die VirtualBox beim Import automatisch übernimmt. Des Weiteren frisst der simulierte Computer Rechenzeit und knapst etwas Hauptspeicher ab. Wenn Sie diese Nachteile vermeiden möchten, müssen Sie alle vom jeweiligen Content-Management-System benötigten Komponenten direkt auf Ihrem Rechner installieren. Auch das ist einfacher, als es zunächst klingt.

## Lokalbetrieb mit XAMPP

Netterweise gibt es fertig geschnürte und vorkonfigurierte Komplettpakete aus Webserver, Datenbank, PHP, Perl und anderen nützlichen Tools. Zu den bekanntesten Vertretern gehört XAMPP. Die Buchstaben des Akronym stehen für die Bestandteile Apache, MariaDB, PHP und Perl. Das X verdeutlicht, dass es das Paket für mehrere Betriebssysteme gibt – im Einzelnen Windows, macOS und Linux. XAMPP muss man lediglich herunterladen, starten, im Installationsassistenten immer auf „Weiter“ beziehungsweise „Next“ klicken und schon hat man eine perfekte Testumgebung für Content-Management-Systeme auf der Festplatte.

Mit dem dabei gleichzeitig installierten XAMPP Control Panel beziehungsweise seinem Pendant XAMPP Application Manager für macOS lassen sich die einzelnen Komponenten bequem per Mausklick starten und stoppen. Die Entwickler haben die Komponenten in XAMPP so eingerichtet, dass sich Web-Anwendungen besonders einfach installieren lassen. Dies bedingt wiederum ein

---

Anzeige

paar Sicherheitslücken. So ist etwa für den Zugriff auf die Datenbank kein Passwort nötig. Beim Einsatz von XAMPP sollten Sie daher sicherstellen, dass niemand von außen auf Ihren Rechner zugreifen kann. Unter Windows genügt es dazu schon, die beim ersten Start von Apache und MariaDB aufgeschreckte Firewall mit „Abbrechen“ alle Zugriffe blocken zu lassen.

Eine Alternative zu XAMPP ist AMPPS von Softaculous, das ebenfalls eine lokale Webserver-Laufzeitumgebung installiert. Der Clou: Web-Apps wie CMSe sind mit wenigen Klicks eingerichtet, zudem gibt es auf [www.ampps.com/apps](http://www.ampps.com/apps) auch Online-Demos von vielen Content-Management-Systemen. Unter macOS ist MAMP eine weitere beliebte Alternative, die sogar Python mitbringt. MAMP existiert in der kostenlosen Variante allerdings nur für macOS. Windows-Nutzer müssen in die Tasche greifen und zahlen rund 40 Euro.

XAMPP und MAMP haben allerdings den Nachteil, dass man das CMS anschließend noch per Hand installieren muss. Zudem funktionieren sie nur mit Content-Management-Systemen, die auf PHP oder Perl beziehungsweise im Fall von MAMP auf Python basieren. In Ruby on Rails programmierte CMSe lassen sich so nicht ohne Verrenkungen testen. Hier springt

wieder Bitnami ein, die auch das XAMPP-Projekt tatkräftig unterstützen. Bitnami bietet auf seiner Seite spezielle XAMPP-Fassungen mit vorinstallierten Content-Management-Systemen an. Einzige Voraussetzung ist ein 64-Bit-System mit Windows, macOS oder Linux. Derzeit ist die Auswahl der verfügbaren Bitnami-Pakete zudem noch überschaubar. So fehlen bislang beispielsweise neben Contao und Kirby auch viele CMS, die statische Websites generieren, etwa Jekyll oder Hugo.

Um beispielsweise WordPress auf dem eigenen Rechner auszuprobieren, klicken Sie auf der Bitnami-Homepage auf „applications“, dann auf das WordPress-Symbol und wenden sich schließlich dem Kasten „Local Install“ auf der rechten Seite zu. Dort laden Sie sich eines der Pakete herunter, in der Regel ist das oberste bereits das Richtige. Die Anmeldung umgehen Sie auch hier wieder über den Link „No thanks, just take me to the download“. Das erhaltene Programm müssen Sie nur noch starten und dann alle Fragen des Assistenten abnicken – mit zwei Ausnahmen: Je nach CMS fragt der Assistent die Daten für ein erstes Nutzerkonto ab. Da Sie sich mit diesen Daten nach der Installation beim CMS anmelden, sollten Sie hier keine Nonsense-Informationen hinterlegen. Darüber hinaus müssen Sie In-

formationen über die Website preisgeben, etwa den Namen des WordPress-Blogs.

Während der Installation findet man im Startmenü beziehungsweise im Fall von macOS unter „Programme“ einen Eintrag, mit dem sich alle vom CMS benötigten Komponenten hochfahren lassen. Haben Sie sich etwa für WordPress entschieden, müssen Sie unter Windows nur „Starte Bitnami WordPress Stack-Dienst“ aufrufen. Als Linux-Nutzer rufen Sie in einem Terminal `./ctlscript.sh start` auf. Das Skript befindet sich im Installationsverzeichnis des Pakets. In jedem Fall steuern Sie mit dem Browser die Adresse `http://localhost` an. Über die jetzt angezeigte Seite erreichen Sie dann das CMS und die Dokumentation. Zur Kommandozeile gelangen Sie wieder über die passend zum CMS modifizierte Adresse – bei WordPress `http://localhost/wordpress/wp-admin`.

Die im Hintergrund werkende Datenbank sowie die anderen Dienste sollten Sie nach der Arbeit wieder beenden. Unter Windows rufen Sie dazu einfach den entsprechenden Eintrag im Windows-Startmenü auf. Im Fall von WordPress lautet er „Bitnami WordPress Stack-Dienst anhalten“. Linux-Nutzer rufen einfach im Terminal `./ctlscript.sh stop` auf. Um später das CMS loszuwerden, müssen Sie lediglich das Komplettpaket über den mitgelieferten Deinstallationsassistenten wieder löschen.

## Geschmacksproben

Zumindest alle großen und bekannten Content-Management-Systeme lassen sich schnell und ohne umständliche Installation ausprobieren. Für einen ersten Einblick genügen die Demo-Installationen im Internet, wie sie OpenSource CMS anbietet. Sobald ein oder mehrere Content-Management-Systeme in die engere Wahl kommen, sollte man entweder die virtuellen Maschinen oder die XAMPP-Pakete von Bitnami heranziehen. Diese lassen zudem die Installation von Erweiterungen zu. Damit eignen sich die Bitnami-Angebote auch ideal zur groben Planung der neuen Website. Nach deren Fertigstellung migriert man dann die Website auf den Server. Das dazu notwendige Vorgehen hängt allerdings vom jeweiligen Content-Management-System ab: Bei WordPress und Joomla übernehmen beispielsweise spezielle Erweiterungen die Migration. (dbe@ct.de) 

## Docker: Die Alternative zu virtuellen Maschinen

Die Software Docker sperrt Anwendungen unter Linux, Windows und macOS in sogenannte Container. Auf diese Weise lassen sich die Programme nicht nur voneinander abschotten, sondern auch wesentlich einfacher installieren: Mit nur zwei Kommandozeilenbefehlen lädt man einen vorgefertigten Container aus einem Zentrallager herunter (dem Docker Hub) und nimmt ihn in Betrieb. Fertig geschnürte Docker-Container gibt es mittlerweile für alle großen und einige kleine Content-Management-Systeme. Die aktuelle WordPress-Version startet man beispielsweise via:

```
docker pull wordpress
docker run --name some-wordpress --link some-mysql:mysql -d wordpress
```

Bei Nichtgefallen eliminiert man einfach den Docker-Container. Docker hat zudem den Vorteil, dass man die Anwendungen recht einfach in den regulären Betrieb überführen kann. Allerdings besitzen einige Container Abhängigkeiten: Der Container mit WordPress benötigt einen Kollegen mit MySQL. Diesen muss man folglich ebenfalls hinzuholen, starten und darin für WordPress eine Datenbank anlegen. Welche Voraussetzungen notwendig sind, verrät die entsprechende Seite im Docker-Hub. Docker spart somit die Installation des jeweiligen CMS, erfordert jedoch auch einige Einarbeitungszeit. Wer sich mit Docker nicht auskennt, sollte daher eine virtuelle Maschine bevorzugen. Wie man mit Docker exemplarisch WordPress startet, erklärt c't 5/16 ab Seite 112.

Anzeige



# Blender

## XPS 13 Developer Edition 9360: Neuaufgabe des Linux-Ultrabooks von Dell

**Ein schickes und leichtes Notebook mit langer Akkulaufzeit und vorinstalliertem Ubuntu – das ist genau das, was so mancher Linuxer sucht. Selbst Linus Torvalds hat jüngst ein XPS 13 gekauft. Bei der neuesten Ausführung seines Linux-Notebooks patzt Dell aber gleich an mehreren Stellen.**

**Von Thorsten Leemhuis**

**E**in Ultrabook mit Linux, das sofort ordentlich läuft, ohne dass man erst mit Treibern fummeln muss. Das verspricht die mit Ubuntu Desktop 16.04 ausgelieferte „XPS 13 Developer Edition“, die Dell im Oktober grundlegend überarbeitet hat.

Das Gerät ist bereits die fünfte Generation der XPS 13 Developer Edition, die Dell seit Herbst 2012 verkauft. Wir haben die kleinste Ausführung der Dell-intern 9360 genannten XPS-13-Modellreihe unter die Lupe genommen, die einen Core i5-7200U mit einer 256-GB-PCIe-SSD, 8 Gigabyte Arbeitsspeicher und einem reflexionsarmen Full-HD-Display vereint.

Das 1,2 Kilogramm leichte und sehr dünne Ultrabook kostet 1250 Euro. Das sind 50 Euro weniger als ein vergleichbar ausgestattetes XPS 13 mit Windows 10; laut Dell sollen Hard- und Firmware der Windows-Geräte identisch sein, bei den Voreinstellungen im BIOS-Setup gäbe es aber Unterschiede.

Bei der Inbetriebnahme erscheinen keine Fragen zur Partitionierung; das ist komfortabel, raubt Käufern aber die Möglichkeit zur einfachen Vollverschlüsselung. Wer diese will, den nötigt Dell, einen Recovery-USB-Stick über die App „Dell Wiederherstellung“ anzulegen, um damit neu



zu installieren. Das vorinstallierte Ubuntu sieht wie ein reguläres Ubuntu Desktop 16.04.1 aus, wobei Dell nicht Firefox, sondern Chrome und Chromium einrichtet. Außerdem hat Dell ein gutes Dutzend Pakete installiert, die Anwendungen, Treiber und Firmware für das Gerät enthalten.

Auf den ersten Blick schien das Gerät richtig gut zu laufen, denn Bereitschaftsmodus (Standby), Webcam, Tastaturbeleuchtung und alles andere funktioniert ab Werk. Auf der gemeinhin Windows-Taste genannten Super-Taste prangt auch bei der Developer Edition ein Windows-Logo. Anders als bei einem normalen Ubuntu ruft diese aber nicht das Dash auf, weil ein von Dell eingerichtetes Paket die normalerweise mit der Super-Taste ausgeführten Tastenkürzel auf Strg + Alt umbiegt. Das Touchpad hat keine mechanischen Tasten und erkennt einen Rechtsklick nur an der Fingerposition. Einen Mittelklick kann man nur auslösen, wenn man tief in die Konfiguration eingreift (siehe S. 173/174).

## Summen am Meer

Nach dem Anstecken eines Geräts an der Audiobuchse fragt die Bedienoberfläche ab, ob man Kopfhörer, Headset oder Mikrofon angeschlossen hat. Bei Kopfhörern zeigte sich dann das erste größere Problem: Aus verschiedenen getesteten Kopfhörern tönt ständig ein leises, in ruhigen Umgebungen störendes Rauschen. Daran änderte sich auch nichts, als wir alle Eingangsquellen deaktivierten. Das Problem ist bekannt, denn im offiziellen Kernel findet sich seit dem Sommer ein Workaround, der das Rauschen beseitigen soll; er steckt auch im Soundtreiber, den Dell vorinstalliert. Der Workaround funktioniert aber offenbar nicht wie gedacht.

Bei Neustarts oder beim Abziehen oder Anstecken der Stromversorgung ertönte zudem jedes Mal ein kurzes Knacken in den Ohrmuscheln. Im Akku-Betrieb vernahmen wir dieses störende Geräusch noch viel häufiger, denn dann aktiviert das Betriebssystem einige Stromsparfunktionen; darunter auch die des Audio-Codes, damit er sich nach 5 Sekunden Inaktivität schlafen legt. An sich ist das sinnvoll, aber beim Testgerät knackte es jedes Mal aus dem Kopfhörer, wenn der Chip schlafen ging oder wieder zur Tat schritt. Während der Chip schlief, war zudem noch ein an Mückensummen erinnerndes Hintergrundgeräusch zu vernehmen, sobald ein Finger auf dem Touchpad lag.

Das nächste Problem zeigte sich bei einfachen WLAN-Tests über die quelloffene

nen Treiber des 802.11ac-Chips von Atheros, der eine Brutto-Übertragungsrate bis zu 867 MBit/s verspricht. Beim Empfangen von Daten schlug sich das Notebook auch respektabel und übertrug auf der Kurzstrecke im Mittel knapp 300 MBit/s netto. Beim Senden sollte das Notebook eigentlich einen ähnlichen Wert erreichen, schaffte aber nur schneckenlangsame 29 MBit/s. Eine Erklärung blieb Dell bis Redaktionsschluss schuldig.

## Akkutests

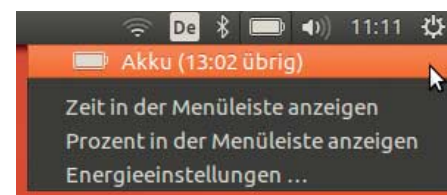
Beim Akkutest schien das Notebook wieder zu glänzen: Erst nach respektablen dreizehn Stunden Leerlauf war der fest verbaute 60-Wh-Akku leer. Bei einer Endloswiedergabe eines Videos war hingegen nach sechseinhalb Stunden Schluss.

Ein Netzwerk-Abschluss fehlt ebenso wie ein Display-Ausgang. Stattdessen gibt es einen USB-Typ-C-Stecker, über den das Notebook per Alternate Mode auch Thunderbolt- und DisplayPort-Hardware ansteuern kann. Das klappte einwandfrei am kürzlich von uns getesteten Philips 258B6QUE [1]. Beim Anschluss dieses Monitors lädt sogar gleich der Akku, weil er das Notebook per USB Power Delivery mit Strom versorgt.

Auch ein Typ-C-auf-DisplayPort-Adapter von Lindy aus einem früheren Test funktionierte [2]. Bei Beamern in Konferenzsälen sind aber häufig DVI, HDMI oder VGA gefragt. Solche kann man über das Dock DA200 anschließen, das Dell als XPS-13-Zubehör bewirbt und für 105 Euro verkauft; der freie Handel vertreibt den Adapter bereits für circa 65 Euro.

Der im Dock enthaltene und von einem USB-3-Chip versorgte Gigabit-Ethernet-Anschluss funktionierte im Test genauso problemlos wie der VGA-Ausgang.

Über optionale Docks für die USB-Typ-C-Buchse sollten sich DVI-, HDMI- oder VGA-Bildschirme ansteuern lassen – unter Ubuntu klappt das aber nicht zuverlässig.



Im Leerlauf hält Ubuntu dreizehn Stunden durch – das klingt nicht schlecht, es sind aber fast neuneneinhalb Stunden weniger als Windows.

Der HDMI-Ausgang, der auch DVI-Geräte ansteuern kann, arbeitete aber nur unzuverlässig. Ein Dell-Monitor U2410 beispielsweise zeigte kein Bild: Er behauptete, es sei kein Kabel angeschlossen, obwohl Ubuntu den Monitor erkannte. Auch ein anderer Full-HD-Monitor blieb anfangs schwarz, ließ sich aber zur Mitarbeit bewegen, als wir die Auflösungen auf 1280 × 780 reduzierten. Bei einem dritten Monitor funktionierte es immerhin bis zu 1400 × 900. Dell sagte dazu, der „DA200 und ähnliche Docks empfehlen sich derzeit nicht für den Einsatz mit Ubuntu“.

## Fedora-Vergleich

Aufgrund der vielen kleinen Probleme installierten wir versuchsweise die Fedora 25 Workstation Edition. Dort funktionierte die Super-Taste. Die bei Ubuntu umständlich zu konfigurierende Mittelklick-Emulation per Three Finger Tap gelang bei Fedora, nachdem wir in den Touchpad-Einstellungen das „Drücken zum Klicken“ aktivierten.

Die dürftige WLAN-Performance und die Schwierigkeiten bei der Bildschirmansteuerung über den Adapter zeigten sich aber auch bei Fedora. Das Rauschen in Kopfhörern war ebenfalls zu vernehmen; Knacken und Mückensummen folgten, als



wir testweise die Stromsparfunktionen von Audio-Chip und anderen Geräten aktivierten. Eine Vorabversion von Linux 4.9 brachte keine Besserung. Die Leistungsaufnahme eines so konfigurierten Fedora lag auf ähnlichem Niveau wie bei Ubuntu. Durch Setzen des Boot-Parameters `i915.enable_psr=1`, der den Panel Self Refresh aktiviert, sank die Leistungsaufnahme von circa 4,7 auf 4 Watt. Das dürfte die Akkulaufzeit um zwei oder drei Stunden verlängern – es ist aber keine alltags-taugliche Option, denn aufgrund von Treiberfehlern fror das Bild manchmal sekundenlang ein.

## Windows-Vergleich

Versuchsweise installierten wir daher auch Windows 10. Den aktuellen Installationsimages fehlen allerdings Treiber für den WLAN-Chip und den Ethernet-Chip des Docks, daher muss man die bei Dell herunterladen und über einen USB-Stick darreichen. Alle anderen erforderlichen Treiber kann Windows über seine Update-Funktion herbeischaffen.

Bei den Tests durften wir dann stauen: Keinerlei Störgeräusche an Kopfhörerausgang, rund 300 MBit/s auch beim Senden via WLAN und der HDMI-Ausgang am Adapter funktioniert so, wie er soll. Beim Laufzeittest wurde es noch besser: Unter Windows hielt das Notebook nicht nur dreizehn, sondern satte zweiundzwanzigeinhalb Stunden im Leerlauf durch. Auch bei der Videowiedergabe schlug sich Windows besser und lief acht Stunden mit Akku – also eineinhalb länger als mit Ubuntu. Darauf angesprochen antwortete Dell, der höhere Stromverbrauch läge womöglich an der noch unausgereiften Unterstützung für den Grafikprozessor in Intels Core-i-CPU der Kaby-Lake-Generation; außerdem verbräuche die Kombination von X-Server und Unity wohl mehr Strom.

Unter Windows bietet es sich auch an, das Gerät selbst bei kurzen Arbeitspausen zuzuklappen, denn es wechselt dann in den „Modern Standby“, der aus dem „Connected Standby“ hervorgegangen ist. Netzwerkverbindungen bleiben dabei erhalten und das Notebook wacht innerhalb einer halben Sekunde wieder auf. Letztlich ist das Gerät wieder voll einsatzbereit, sobald man das Display vollständig aufgeklappt hat. Moderne Linux-Kernel unterstützten mit Suspend-to-Idle etwas Ähnliches. Dell arbeitet laut eigener Aussage daraufhin, diesen Modus in Zukunft zu nutzen. Derzeit verwendet das Gerät

aber noch das klassische Suspend-to-RAM und braucht circa vier Sekunden zum Aufwachen; danach vergehen dann noch mal zwischen fünf und zehn Sekunden, bis die WLAN-Verbindung wieder steht.

Windows bootet auch schneller und ist schon 21 Sekunden nach dem Einschalten einsatzbereit; 8 davon vertrödelt die Firmware. Ubuntu braucht knapp fünf Sekunden mehr als Windows – es hätte genauso schnell sein können, wenn Dell die Sicherheitstechnik im BIOS-Setup deaktiviert hätte, statt Secure Boot über den MokManager von Shim lahmzulegen [3]. Dadurch ist die Sicherheitstechnik in der Firmware weiter aktiv, sodass man sie im BIOS-Setup ausschalten muss, um Distribution ohne Secure-Boot-Unterstützung starten zu können.

Das getestete Notebook findet sich auf Dells Website bei den anderen XPS-13-Geräten, aber etwas versteckt, denn man muss über einen unscheinbaren Weiter-Knopf in der Modellübersicht ganz nach rechts scrollen. Dort finden sich noch zwei weitere Varianten der Developer Edition, die 1529 und 1799 Euro kosten. Beide enthalten nicht nur schnellere Prozessoren oder mehr Speicherplatz, sondern auch einen QHD+-Bildschirm, der 3200 × 1800 Bildpunkte darstellt. Es ist nicht reflexionsarm, bietet dafür aber eine Touch-Funktion. Auch dort ist der

Displayrahmen nur fünf Millimeter schmal, daher nimmt das Notebook weniger Platz ein als andere 13-Zöller.

## Fazit

Auf den ersten Blick mag das Dell-Notebook ganz ordentlich mit Linux laufen – letztlich arbeitet das Gerät aber dennoch so schlecht, dass man Linuxern vom Kauf abraten muss, solange Dell die schlimmsten Probleme nicht beseitigt. Das sollte bei den Störgeräuschen am Kopfhörerausgang und der dürftigen WLAN-Performance möglich sein: Solche Probleme gab es auch schon bei anderen Notebooks und ließen sich dort über Treiber-Updates lösen. Die Schwierigkeiten des HDMI-Ausgangs am Originalzubehör zu beheben, erfordert vermutlich etwas mehr Arbeit an den Treibern. Die Akkulaufzeit auf ein Niveau zu bringen, das wenigstens halbwegs an Windows heranreicht, dürfte große Umbauten nötig machen. Diesen Nachteil müssen Linux-Anwender wohl auf absehbare Zeit in Kauf nehmen. (thl@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Bildgebendes Dock, c't 23/16, S. 50
- [2] Benjamin Benz, Kann gehen, muss aber nicht, Monitore per USB-Typ-C-Adapter anschließen, c't 4/16, S. 58
- [3] Thorsten Leemhuis, Ausgehebelt, Secure-Boot-Einschränkungen bei Fedora und Ubuntu loswerden, c't 14/16, S. 176

## Dell XPS 13 Developer Edition (9360): Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration / Lieferumfang	CNX93609 / Ubuntu 16.04.1, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort	– / – / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (SD) / L / –
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L, 1 × R / 1 × L (Typ-C) / –
Typ-C: Thunderbolt / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausstattung der getesteten Konfiguration</b>	
Display	13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, max. 330 cd/m², matt
Hauptprozessor / Hauptspeicher	Intel Core i5-7200U (2 Kerne mit HT) / 8 GByte PC3-14900L
WLAN & Bluetooth	Killer i535/Atheros QCA6174 (802.11ac, 2x2, Wi-Fi, Bluetooth 4.1)
Massenspeicher	NVMe-SSD, Toshiba XG3, 256 GB
Kamera / TPM / Fingerabdrucksensor	✓ / ✓ <sup>1</sup> / –
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	60 Wh Lithium-Ionen / – / ✓
Netzteil	45 W / 270 g / 8,7 cm × 5,5 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,23 kg / 30,4 cm × 20 cm / 1,5...2 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 18 mm
<b>Messwerte</b>	
Laufzeit Idle (100 cd/m²)	13 Stunden, 7 Minuten
Lautzeit Video-Wiedergabe (max. Helligkeit)	6 Stunden, 34 Minuten
Kcbench (Linux 4.4 kompilieren)	222 Sekunden
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 / 0,5 Sone
<b>Preis und Garantie</b>	
Listenpreis Testkonfiguration / Garantie	1250 € / 1 Jahr Premium-Support mit On-Site-Service
<sup>1</sup> im BIOS-Setup deaktiviert	✓ vorhanden – nicht vorhanden

Anzeige

# Von Ruhe und Rauschen

## 10 Kopfhörer mit Active Noise Cancelling



**Hörer über die Lauscher stülpen, einschalten und alles um einen herum verstummt – dieser Erwartung wird selbst das beste Active Noise Cancelling (ANC) nicht gerecht. Gute ANC-Kopfhörer dämmen immerhin genügend Alltag weg, um trotzdem Musik bei moderater Lautstärke genießen zu können.**

Von Gerald Himmelein

Der Begriff „Active Noise Cancelling“ (ANC) weckt die Erwartung, dass damit ausgestattete Kopfhörer den Umgebungslärm tatsächlich ausknipsen. Deutlich besser beschreiben „Active Noise Control“ und „Active Noise Reduction“ die Wirkung des Verfahrens: Es geht um eine Reduktion des Umgebungslärms.

Hierzu nehmen ANC-Kopfhörer die Umgebung mit Mikrofonen auf und spielen Gegenschall hinzu, der den Außen-

lärm aufhebt. Wie gut das klappt, hängt vom Frequenzbereich ab – am einfachsten lassen sich tiefe Frequenzen filtern. Hochfrequente Störungen sind hingegen schlecht zu kompensieren, zumal sich deren Wahrnehmung schon durch leichte Bewegungen deutlich ändert.

Das ANC zugrundeliegende Prinzip ist uralt – das erste Patent wurde 1936 veröffentlicht. Der erste praktische Einsatzbereich waren Kopfhörer für Piloten, damit sich das Cockpit-Personal miteinan-



der unterhalten konnte, ohne zu brüllen. Versuche zum Einsatz von ANC-Techniken in Autos und Flugzeugen waren teils erfolgreich, aber nicht kosteneffizient: Je größer der stillzulegende Raum ist, desto mehr Aufwand muss man betreiben, damit der Gegenschall keine störenden Artefakte erzeugt. Am besten funktioniert aktive Geräuschreduktion in kleinen Räumen – und die Ohrmuschel eines Kopfhörers ist ein sehr überschaubarer Raum.

Genug Theorie: Bei der Vorbereitung der Titelstrecke „Billig gegen teuer“ [1] warfen Kollegen die Frage auf, ob es bei den ANC-Kopfhörern keine gangbaren Alternativen zu den ziemlich teuren Produkten von Bose & Co. gibt. Die Suche nach preiswerten Noise-Cancelling-Kopfhörern führte durch Dutzende von Online-Rezensionen; die interessantesten Modelle wurden bestellt und mit den bekannten Größen verglichen. Und plötzlich waren zehn ohrmschließende ANC-Kopfhörer im Haus, zu Preisen zwischen 24 bis 400 Euro. Alle wurden sowohl unter Bürobedingungen getestet als auch im Heise-Server-Raum.

Für den ersten großen ANC-Vergleich hatte sich ein Redakteur ins Flugzeug gesetzt. Danach entdeckten wir, dass der Server-Raum des Heise-Gebäudes ein ähnliches Lärmprofil besitzt wie eine Flugzeugkabine: In den Höhen pfeifen und rauschen die Lüfter; in den Mitten sirren Festplatten-Arrays. Den Untergrund bildet die enorme Klimaanlage, deren Röhren bis in Subbass-Tiefen heruntergeht. Vorteile des Server-Raums: Man muss bei der Sicherheitskontrolle nicht die Schuhe ausziehen und hat mehr Zeit zum Testen.

Von zwei Ausnahmen mit AAA-Batterien abgesehen enthalten alle Kopfhörer fest eingebaute Akkus, die per Micro-USB-Kabel aufgeladen werden. Die preiswertesten Geräte sind kabelgebunden; den schnurlosen Modellen liegen Audio-kabel bei, um sie beispielsweise im Flugzeug strippengebunden zu betreiben.

Der c't-Link am Artikelende führt zu Einzelfotos aller im Folgenden vorgestellten Kopfhörer.

## Sparhörer ab 26 Dollar

Beim auch als „Airline Aviation Headset“ angebotenen **Active Noise Cancelling Headphone** mit „Super Bass“ von „Insermore“ machte schon der Preis miss-trauisch: In chinesischen Online-Shops ist der kabelgebundene Kopfhörer für unter 26 US-Dollar zu haben; auf Amazon gibt es ihn unter der Marke „MonoDeal“ für

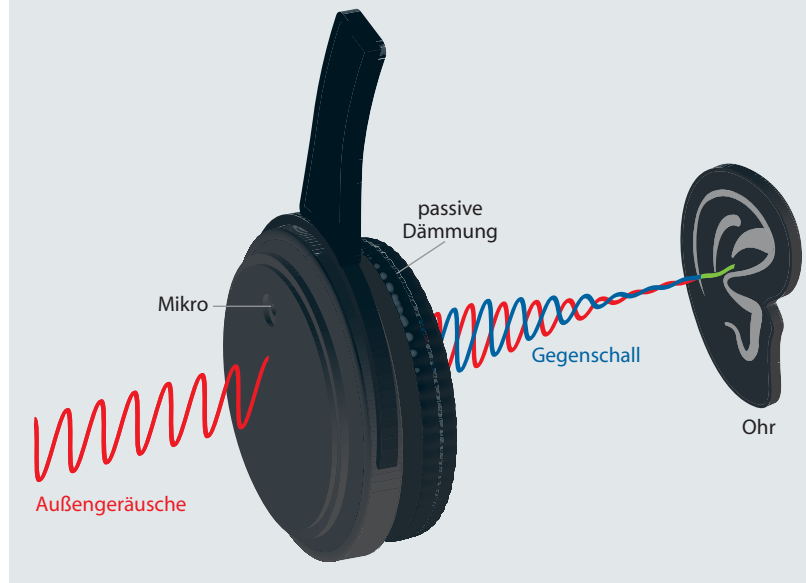
40 Euro. Das einzig Lobenswerte an unserem Testexemplar war der Tragekomfort – das Plastik-Headset macht keinen robusten Eindruck; der Klang ist dumpf und bassarm. Das Noise Cancelling wirkt nur in einem engen mittleren Frequenzbereich – spitzer und dumpfer Lärm kommen fast ungehindert durch.

Der AAA-batteriebetriebene **233621 H501** verspricht auf der Verpackung vollmundig „Ninety-two percent noise reduction“. Er ist in China ab 80 US-Dollar erhältlich. Optisch erinnern die Kopfhörer gewiss nicht von ungefähr an ältere Modelle der QuietComfort-Reihe von Bose. Der Klang ist dünn, das ANC reicht nicht einmal ansatzweise an das Original heran: In den Mitten und Tiefen funktioniert die Geräuschunterdrückung bestenfalls mittelpärchtig, in den Höhen fehlt es an passiver Dämmung. Angesichts der Ergebnisse fragten wir uns, was die überschwänglichen Hobby-Rezensenten auf Amazon wohl geraucht haben.

Ähnlich enttäuschend war der Eindruck des bei Amazon mittlerweile nicht mehr gelisteten Bluetooth-Headsets **Auna BNC-10**, der aber auch mit den Labels Ausdom, Karak, Niub5 und Igadgitz ab 60 Euro erhältlich ist. Klanglich spricht der Kopfhörer zunächst an, doch auf Dauer nerven die überspitzten Höhen und der undifferenzierte Wummerbass. Das ANC rauscht sehr stark, ist aber so gut wie wirkungslos.

## Noise Cancelling: Grundprinzip

Zur aktiven Geräuschunterdrückung nimmt der Kopfhörer über Mikrofone innen und außen auf, was am Ohr ankommt, und versucht, diese Schwingungen mit Gegenschall aufzuheben.



## Mittelklasse ab 130 Euro

Also doch lieber Markenware? Unsere Überraschung war nicht schlecht, dass der 130 Euro teure **Creative Aurvana ANC** fast identisch zum 233621 H501 ist – auch das Noise Cancelling war genauso schwach. Noch mehr staunten wir, dass das vermeintliche Markenprodukt sogar noch einen Tick schlechter klang als der H501: belegte Höhen, stumpfer Bass.

Der **Sony MDR-ZX770BN** kostet etwa dasselbe wie der Creative Aurvana ANC, bietet dafür aber deutlich mehr. Der Klang ist recht ausgeglichen, wenn auch bassarm. Das ANC rauscht relativ leise, entfaltet aber auch nur mittelpärchtige Wirkung – insbesondere in den Höhen kommt noch viel Außenwelt durch, weil es an passiver Dämmung fehlt. Hier hilft es auch wenig, den Kopfhörer per Tastendruck den optimalen ANC-Modus auswählen zu lassen.

In derselben Preisklasse liegen der kabelgebundene **Jabra Vega** [2] und der schnurlose **Plantronics Backbeat Pro** [3], die aber beide recht stark rauschen und die Bassbetonung übertreiben. Der Backbeat Pro 2 (250 Euro) soll es besser machen – Test folgt.

Der Bluetooth-Kopfhörer **JBL Everest Elite 700** [4] kostet 270 Euro, rauscht für den Preis allerdings relativ laut und schwächelt beim ANC vor allem im unteren Frequenzbereich. Höhen und Tiefen werden bei der Musikkwiedergabe zwar



## So klingt ANC

Wer zum ersten Mal einen Kopfhörer mit Active Noise Cancelling (ANC) ausprobiert, ist zunächst baff. Alle möglichen Alltagsgeräusche fallen weg, die man sonst ausblendet: am Arbeitsplatz etwa das Rauschen des PC-Lüfters, das Sirren der Festplatte und das Pfeifen der Heizung. Einige Leute nehmen das plötzliche Wegfallen gewohnter Umgebungsgeräusche so intensiv wahr, dass sie kurz das Gleichgewicht verlieren.

Hat man sich an die Veränderung gewöhnt, bemerkt man bald das Eigenrauschen des Kopfhörers, das je nach Modell und subjektivem Empfinden unterschiedlich störend ausfällt. Aufgrund seiner Unmittelbarkeit hört man das Rauschen selbst in lauten Umgebungen noch.

Nach dem ersten Aha-Erlebnis fällt nach und nach auf, was Noise Cancelling nicht herausfiltert: Kurzzeitige Geräusche wie Hämmern, Gleisrattern oder Tastenanschläge werden bestenfalls teilweise gedämpft. Hohe Frequenzen, etwa Luftdüsen in Flugzeugen oder Kreissägen auf Baustellen, filtert allenfalls passiv das Dämmmaterial in den Hörmuscheln. Ganz tiefe Frequenzen, etwa das Brummen eines Automotors oder eines Zugs, reduzieren nur die besten ANC-Kopfhörer.

Stimmen kommen unterschiedlich stark durch: Brummelige Männer werden effektiver herausgefiltert als hochsprechende Frauen. Geht eine Stimme quer durch das Frequenzspektrum, klingt sie mit ANC-Kopfhörern im besten Fall etwas gequetscht, im schlimmsten Fall wie bei einem schlecht verbundenen Telefonat.

Eine komplette Aufhebung der Umgebungsgерäusche darf man also nicht erwarten, wohl aber eine mehr oder weniger deutliche Reduktion. Durch das selektive Filtern der Frequenzbereiche nervt das, was übrig bleibt, bisweilen mehr als zuvor. Bleibt von der Lärmkulisse der Baustelle nur noch die Kreissäge übrig, sägt diese doppelt so heftig an den Nerven. Fällt im Flugzeug das ganze Brummen und Dröhnen weg, klingt das Dauerschreien des zehn Reihen entfernten Babys so direkt, als sei es nur zwei Plätze entfernt.

Auch treten bei der Geräuschunterdrückung gelegentlich unangenehme Artefakte auf, etwa ein Knallen, wenn der ICE mit hoher Geschwindigkeit in Tunnel hinein- und wieder hinausfährt. Das ist zwar nicht laut genug, um einen Gehörschaden zu verursachen, schreckt aber ganz schön aus der relativen Ruhe.

deutlich betont, kommen aber trotzdem unverzerrt rüber.

Für 300 Euro bekommt man den kabellosen **Sony MDR-100ABN**. Er klingt ebenso sauber, aber natürlicher als der JBL Elite Everest. Das Noise Cancelling rauscht noch weniger als beim Sony MDR-ZX770BN, arbeitet aber wesentlich effektiver und reicht bis in die Tiefen. Gegen den MDR-100ABN sprechen nur zwei Schwachstellen: Große Ohren kommen unter den engen Ohrpolstern schnell ins Schwitzen; zudem sirrte das Testexemplar während der Bluetooth-Wiedergabe konstant in der rechten Ohrmuschel, was schnell nervt.

## Königsklasse ab 380 Euro

Ab hier wird es richtig teuer: Der Bluetooth-Kopfhörer **Bose QuietComfort 35** kostet 380 Euro Liste, ab 350 Euro Straße. Die Noise-Cancelling-Methoden des Herstellers werden gerne als Referenz betrachtet – tiefes Turbinenbrummen kann-

te bis vor Kurzem kein Konkurrent ähnlich effektiv herausfiltern.

Beim konsequent auf ANC optimierten Design bleibt jedoch der Klang deutlich zurück: Bässe wirken etwas undifferenziert, die abgesenkten Mitten lassen Streicher verblassen. Im Bluetooth-Modus fehlt dem QC 35 der AptX-Codec, weshalb Android-User lieber zum kabelgebundenen QuietComfort 25 [5] greifen sollten, der 90 Euro weniger kostet. iOS-Benutzern kommt der QC 35 hingegen mit dem hochwertigen Bluetooth-Codec AAC entgegen.

Die leichte Bauweise und das ANC-Verfahren von Bose haben eine Achillesferse: Hochfrequenten Störgeräuschen kann der Kopfhörer weder passiv noch aktiv etwas entgegensetzen. Beim QC 25 führte das zur irritierenden Situation, dass der Tester bei einem Flug mit den Kopfhörern auf den Ohren einer vier Reihen entfernten Konversation Wort für Wort folgen konnte – ohne ANC verschwand das Ge-

spräch im Dröhnen der Kabine. Auch das Schreien von Babys wird mit ANC eher verstärkt als gedämpft. Bose nennt diese Schwachstelle ein Feature – so könne man die Flugbegleiter verstehen, ohne dafür den Kopfhörer abnehmen zu müssen.

Für dieses „Problem“ hat die Konkurrenz eine elegantere Lösung gefunden: Hält man beim **Sony MDR-1000X** [5] die Handfläche vor die rechte Hörmuschel, schaltet der Kopfhörer kurzzeitig auf Durchzug. Dann ertönen Ansagen ebenso glasklar wie wohlgemeinte Ratschläge („Sieht voll albern aus, wie du die Hand auf den Hörer legst“). Mit AAC sowie AptX bedient Sony sowohl Android als auch iOS mit hochwertigen Bluetooth-Codecs. Die Wiedergabe steuert ein Touchpad im rechten Hörer; das Noise Cancelling lässt sich mit einem „Optimizer“ an die aktuelle Umgebung anpassen. In den meisten Situationen erzielt der Optimizer keine merkliche Verbesserung – anders im in allen Tonlagen lärmenden Server-Raum: Hier war das tiefe Grollen der Klimaanlage nach der Anpassung plötzlich weg.

Und was passt am MDR-1000X wieder nicht? Über den Klang kann man nicht klagen – der Kopfhörer betont den Bassbereich zwar ein bisschen, gibt sich ansonsten jedoch keine Blößen. Aber auch bei diesem Kopfhörer hat Sony die Entstörung nicht im Griff: Bucht sich in der Nähe ein Handy per GSM ins Netz ein, ertönt im Hörer ein lautes Störgeräusch. Im ICE kann das sehr nerven, zumal der MDR-1000X zusätzlich bei Tunneln laut ploppt. Ach ja, und: Für Menschen mit Segelohren ist er ein bisschen eng gebaut. Und er kostet 400 Euro.

Preislich sieht es beim **Sennheiser PXC 550 Wireless** [6] nicht besser aus. Auch hier steuert ein Touch-Feld am rechten Hörer die Lautstärke und Wiedergabe. Ein Doppeltapser reicht kurzzeitig Außengeräusche durch, was genauso albern aussieht wie beim Sony MDR-1000X. Zunächst klingt der Kopfhörer ein bisschen arg neutral – klasse für Klassik, aber bei Dance-Tracks muss man doll aufdrehen, bis die Bässe die nötige Wucht entwickeln. Drückt man am rechten Hörer auf einen kleinen Knopf, wird aber alles gut: Dann sagt eine etwas streng klingende Dame „Effektmodus Club“ und der Hörer hebt Bässe und Höhen an – aber so, dass sie weder undifferenziert loswummern noch spitz ins Gehör stechen. Mit der App CapTune für Android und iOS kann man sein eigenes Preset zusammenstellen, das



Diverse Knöpfe und Regler steuern die wesentlichen Funktionen der mit Bluetooth ausgestatteten ANC-Kopfhörer – im Bild der Sony MDR-ZX770BN. Ein Anschluss für ein Audiokabel sowie eine Micro-USB-Buchse zum Aufladen des Akkus sind immer dabei.

dann als „Effektmodus Regisseur“ direkt im Hörer gespeichert wird.

Das Noise Cancelling lässt sich in zwei Stufen hochschalten: Im adaptiven Modus I variiert die Wirkung je nach Umgebungslärm. Richtig laute Umgebungen mit tiefen Störgeräuschen filtert der PXC 550 aber erst im Modus II gut weg. Insgesamt liegt das ANC in etwa gleichauf mit dem Sony MDR-1000X.

Wo ist hier der Haken? Für hochwertige Bluetooth-Verbindungen unterstützt Sennheiser nur AptX, aber kein AAC, was ihn für iOS-Geräte weniger attraktiv macht. Freilich lässt sich der PXC 550 – wie alle hier vorgestellten Bluetooth-Kopfhörer – auch mit Kabel betreiben, was etwa im Flugzeug praktisch ist. Aber dann kann man auch gleich zum PXC 480 greifen, der zwar nur Kabelbetrieb unterstützt

und kein adaptives ANC besitzt, dafür aber auch 100 Euro weniger kostet.

### Ferner liefern

Wo wir schon dabei waren, haben wir versuchsweise ein paar In-Ears mit ANC mitgetestet sowie einen On-Ear-Kopfhörer. On-Ears liegen auf den Ohren, statt sie zu umschließen, weshalb sie passiv nicht so gut dämpfen. So arbeitet das ANC des ka-

Anzeige



Unterschiedliche Marken, gleiches Innenleben: Die ANC-Kopfhörer von 233621 und Creative unterscheiden sich primär in der Hörer-Abdeckung.

bellosen **Bang & Olufsen BeoPlay H8** in den Mitten befriedigend, lässt aber in den Höhen zu viel durch (ca. 350 Euro).

Auch wenn die Geräuschunterdrückung in den tiefen Frequenzen nicht so effektiv ist wie bei den Top-Produkten der Konkurrenz, kommt basslastige Musik immer noch laut und deutlich durch – weil der BeoPlay H8 diesen Frequenzbereich stark anhebt. Der daraus resultierende Sound klingt nicht schlecht, ist aber Geschmackssache.

Die Bassbetonung gehört beim Hersteller zum Konzept: Die In-Ears **Bang &**

**Olufsen BeoPlay H3 ANC** (ca. 220 Euro) klingen ähnlich wie die On-Ears. Eigentlich sollten ANC-In-Ears dadurch, dass sie direkt im Ohrkanal stecken, die Umgebung besonders gut wegfiltern können, doch beim H3 ANC bleibt die Geräuschunterdrückung in den unteren Tiefen weit hinter den Erwartungen zurück.

Wie der H3 ANC lagern auch die In-Ears von Bose und Sony den zur Signalverarbeitung benötigten Akku in ein Kästchen aus, das am Kabel kurz vor dem Stecker hängt. Beim **Sony MDR-EX750NA** (ca. 120 Euro) fallen die Mikrofone am

Ende der etwas lang geratenen Stöpsel ins Auge. Die Geräuschreduktion ist gerade noch durchschnittlich, erlaubt sich aber auch keine Blöße in einzelnen Bereichen. Anders beim **Bose QuietComfort 20** (270 Euro): Der dämpft zwar Mitten und Tiefen sehr gut, lässt aber Sirren und Fiepen so gut wie komplett durch – was bei In-Ears schon fast ein Kunststück ist.

## Fazit

Bei keiner anderen Produktkategorie rächt es sich so sehr, beim Kauf zu knausern. Alle getesteten vermeintlichen Schnäppchen enttäuschen durch unbefriedigende Geräuschreduktion und kläglichen Klang. Auch von den Mittelklasse-Geräten kann keines langfristig überzeugen.

Wer wenig ausgeben will und wirklich nur Ruhe braucht, ist mit Ohrschützern („Kapselgehörschutz“) oder Ohrstöpseln aus Wachs oder Schaumstoff besser bedient. Die reduzieren zwar tiefe Frequenzen nicht so gut wie ANC-Kopfhörer, dämpfen dafür jedoch gleichmäßig. Einen guten Kopfhörerschutz Stufe II bekommt man schon für unter 30 Euro. Rauschen tun diese Lösungen zwar auch – das ist dann aber das eigene Blut, kein digitales Artefakt.

Gute ANC-Kopfhörer sind geradezu unverschämte teuer, das Geld aber auch wert. Wer ein billiges Exemplar kauft, gibt letztlich mehr aus als jemand, der von



Die Königsklasse unter den ANC-Kopfhörern: Bose QuietComfort 35 (rechts), Sennheiser PXC 550 Wireless (links) und Sony MDR-1000X (unten)

vornherein zu einem teuren Modell greift. Hat man einmal einen Top-ANC-Kopfhörer auf den Ohren gehabt, mag sich nicht mehr lange mit weniger zufriedengeben. Sparen kann man allenfalls, indem man eine Modellvariante ohne Bluetooth nimmt – aber wer wirklich Ruhe will, will auch Ruhe vom Kabel.

Die Top-Produkte von Bose, Sennheiser und Sony stehen fast auf einer Stufe – würde sich nicht jeder Hersteller seinen eigenen Patzer leisten. Der Bose QuietComfort 35 hat das Manko der kaum ge-

filterten hohen Frequenzen, wozu der unausgeglichene Sound und die fehlende AptX-Unterstützung kommen.

Der Sennheiser PXC 550 Wireless gibt sich weder beim Klang noch beim Noise Cancelling irgendwelche Blößen – das Fehlen des AAC-Codecs wird aber insbesondere iPhone-7-Besitzer schmerzen. Der Sony MDR-1000X macht zwar bei den Codecs und dem Noise Cancelling alles richtig, ist aber schlecht entstört und liegt etwas zu dicht auf den Ohren, um längere Zeit bequem zu sein. (ghi@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Billig gegen teuer, Internet-Schnäppchen gegen etablierte Markenware, c't 21/16, S. 82
- [2] Gerald Himmelein, Oranges Rauschen, c't 16/15, S. 54
- [3] Gerald Himmelein, Ruhe, bitte, Headsets mit aktiver Geräuschunterdrückung im Praxistest, c't 6/15, S. 108
- [4] Gerald Himmelein, Der Gehöranalytiker, c't 18/16, S. 60
- [5] Sven Hansen, Uhuras Headphones, c't 22/16, S. 52
- [6] Gerald Himmelein, Alle mal ruhig, c't 22/16, S. 53

Einzelbilder aller Kopfhörer: [ct.de/yyhf](http://ct.de/yyhf)

### Kopfhörer mit aktiver Geräuschunterdrückung (ANC)

Hersteller	233621	Auna	Bose	Creative Labs	JBL	MonoDeal	Sennheiser	Sony	Sony	Sony
Name	H501	BNC-10	QuietComfort 35	Aurvana ANC	Everest Elite 700	MD-030 ANC Headphone	PXC 550 Wireless	MDR-100ABN	MDR-1000X	MDR-ZX770BN
Laufzeit	ca. 80 h <sup>2</sup>	ca. 10 h <sup>1</sup>	ca. 22 h <sup>1</sup>	ca. 60 h <sup>2</sup>	ca. 20 h <sup>1</sup>	ca. 15 h	ca. 24 h <sup>1</sup>	ca. 22 h <sup>1</sup>	ca. 22 h <sup>1</sup>	ca. 14 h <sup>1</sup>
Bewertungen										
ANC	⊖	⊖	⊕	⊖	○	⊖⊖	⊕⊕	⊕	⊕⊕	○
Klang	⊖	○	○	⊖	⊕	⊖⊖	⊕⊕	⊕	⊕⊕	○
Tragekomfort	⊕	○	⊕⊕	⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕
Preis	ab 80 US-\$	ab 60 €	ab 350 €	ca. 130 €	ca. 270 €	ab 26 US-\$	ca. 400 €	ca. 300 €	ca. 400 €	ca. 130 €
<sup>1</sup> im Bluetooth-Betrieb <sup>2</sup> mit AAA-Batterie										
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   — nicht vorhanden   k. A. keine Angabe										

Anzeige





# Spielen in HDR

**High Dynamic Range auf der PS4,  
PS4 Pro und Xbox One S**



## HDR-Grafik verspricht größere Kontraste und knalligere Farben. Was Filme optisch aufpeppt, soll jetzt auch Spiele verschönern. Den Anfang machen die Spielkonsolen von Sony und Microsoft.

Von Hartmut Gieselmann

**H**DR ist das neue Buzzword der Unterhaltungsindustrie. Denn moderne 4K-Fernseher schaffen nicht nur höhere Auflösungen als die alten Full-HD-Geräte, sondern können dank HDR (High Dynamic Range) auch mehr Farben und höhere Kontraste darstellen. Nachdem seit Anfang des Jahres bereits erste Filme auf UHD-Blu-ray und über die Streaming-Dienste von Amazon und Netflix verfügbar sind, ziehen nun die Spiele-Hersteller nach. Sony hat seine Spielkonsole Playstation 4 per Firmware-Update fit für HDR gemacht. Allerdings kann sie Spiele und Filme nur in Full-HD-Auflösung (1080p) ausgeben. Wer auch 4K (2160p) will, muss zur PS4 Pro greifen. Microsoft geht mit der Xbox One S hingegen einen Mittelweg: Sie beherrscht zwar HDR, kann aber nur Filme in 4K ausgeben, Spiele laufen generell nur in Full-HD.

In diesem Artikel geht es um die Konsolen-Hardware und das dortige Angebot an HDR-Spielen und -Filmen. Um die Unterschiede sehen zu können, braucht man einen neuen HDR-fähigen Fernseher. Die findet man derzeit nur bei den 4K-Geräten. Ab Seite 154 vergleichen wir sechs aktuelle Modelle verschiedener Hersteller. Schließlich blicken wir auf Seite 162 in die Windows-Welt. Für PCs ist vor kurzem mit „Shadow Warrior 2“ das erste HDR-Spiel erschienen. Nvidia und AMD bieten bereits HDR-fähige Grafikkarten an – nur passende Monitore gibt es noch nicht. Wer HDR am PC nutzen will, muss ihn an einem neuen Fernseher anschließen.

### Was bringt HDR?

Bislang hatten Spiele in der Standard Dynamic Range (SDR) nur 8 Bit pro Farbkanal zur Verfügung – für jedes Pixel jeweils 256 Abstufungen von Rot, Grün und Blau. Das kann beispielsweise bei weichen Farbverläufen an blauem Himmel dazu führen, dass man Farbbänder sieht. Zudem reicht die 8-Bit-Abstufung häufig nicht aus, um noch Details in sehr hellen

oder sehr dunklen Bereichen zu erkennen: Sie überstrahlen dann oder saufen ab.

In HDR stehen Spielen und Filmen normalerweise 10 Bit pro Farbkanal zur Verfügung, also 1024 Abstufungen von Rot, Grün und Blau (HDR 10 genannt). Das erlaubt weiche Farbverläufe, eventuelle Farbbänder verschwinden. Schaut man in einen dunklen Tunnel, so kann man Schatten und Wandstrukturen noch erkennen, wo vorher nur ein schwarzes Loch war. Blickt man gegen die Sonne, dann ist womöglich noch die Corona zu sehen statt eines weißen Flecks.

Wenn man ein SDR- mit einem HDR-Bild vergleicht, hat man häufig den Eindruck, als sei eine Gardine weggezogen worden – der Grauschleier ist weg. Natürlich braucht es dazu Fernseher und Bildschirme, die diesen erhöhten Kontrast darstellen können. Sie entscheiden, wie groß letztlich der Unterschied ist, den man zwischen SDR und HDR sehen kann. Zudem ändert sich auch die Farbdarstellung, weil die Fernseher bei HDR in einen

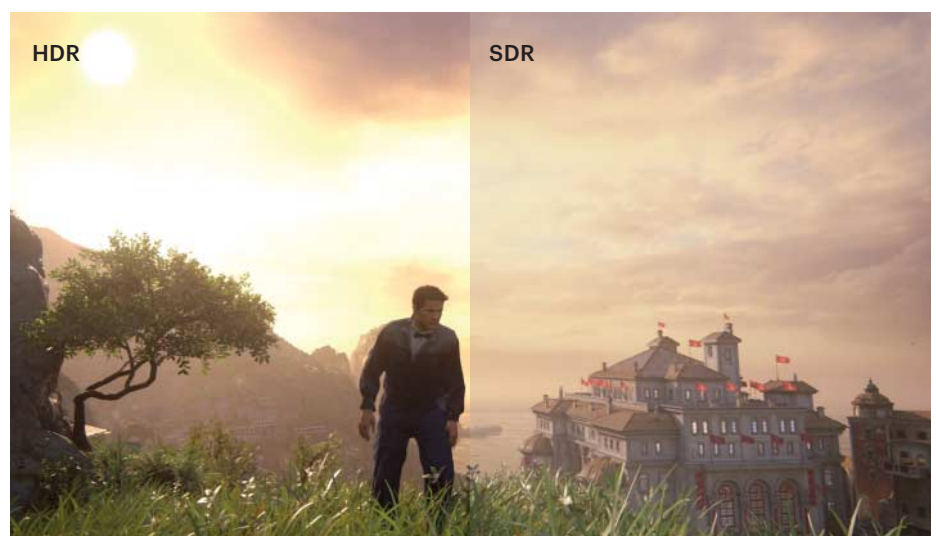
anderen Farbraum und Darstellungsmodus schalten als bei SDR.

Die Unterschiede lassen sich schwer in Screenshots darstellen – egal ob auf bedrucktem Papier oder digital auf einem nicht HDR-fähigen Bildschirm. Man muss sie live sehen.

### Flaschenhals HDMI

Die größeren Bit-Tiefen der Farbkanäle benötigen bei der Übertragung aber auch eine höhere Bandbreite. Der alte Standard HDMI 1.4 reicht dazu nicht aus, es muss HDMI 2.0a sein. Allerdings ist auch dessen Bandbreite begrenzt. Die vorgesehenen 18 GBit/s genügen, um ein 4K-Bild in RGB mit 10 Bit pro Farbe mit 30 fps zu übertragen. Für Filme reicht das locker aus. Spiele werden mitunter jedoch mit 60 Bildern pro Sekunde berechnet. Um diese zu übertragen, muss die Bit-Tiefe aber zwangsläufig verringert werden, sonst passen die Daten nicht durch eine HDMI-2.0a-Strippe.

Eine gängige Methode ist die Umwandlung aus dem RGB-Format in YCbCr (in manchen Menüs auch YUV genannt). Diese Kodierung erlaubt es, die Auflösung der Helligkeits- und Farbinformationen voneinander zu trennen: Die Helligkeit (der Y-Kanal) wird in voller Auflösung, die beiden Farbkanäle (Cb und Cr) jedoch nur mit halber (YUV 4:2:2) oder mit einem Viertel der



Uncharted 4 ist eines der wenigen auf die PS4 Pro optimierten Spiele, das in HDR10 gerendert wird (links). Die Unterschiede zu SDR (rechts) fallen im Druck aber weniger auf als auf einem HDR-Fernseher.



## Xbox One S

Microsoft hat seine erste klobige schwarze Xbox One durch die kleinere weiße Xbox One S ersetzt. Sie beherrscht zwar HDR, kann aber nur Filme in 4K-Auflösungen ausgeben, Spiele werden maximal in Full-HD gerendert und sehen dann fast genauso aus wie auf der normalen PS4.

Größter Vorteil der Xbox One S ist die Wiedergabe von UHD-Blu-rays. Zudem kann sie HDR-Filme und -Serien per Netflix streamen. Zur Tonausgabe beherrscht die Xbox die normalen Dolby- und DTS-Formate mit 5.1- und 7.1-Kanälen. Dolby Atmos und DTS:X will Microsoft mit einem Firmware-Update im Frühjahr nachrüsten.

Die Xbox kann HDR nicht nur mit 10, sondern auch mit 12 Bit pro Farbkanal übertragen, was allerdings noch keiner der von uns getesteten Fernseher entgegennimmt. Recht genügsam ist sie bei der Stromaufnahme. Mit 30 Watt bei ruhendem Desktop und 63 Watt bei einem HDR-Spiel genehmigt sie sich weniger als die Hälfte einer PS4 Pro. Dadurch muss auch der Lüfter nicht ganz so laut rauschen (0,3 Sone bei ruhendem Desktop, bis 1,5 Sone bei einem Spiel).

Im Betrieb stolpert man des öfteren über die überladenen Menüs, die rechts und links am Bildschirm immer neue Funktionen aufploppen lassen. Zudem zerren lange Lade- und Umschaltzeiten des Öfferns am Geduldsfaden.

- 👆 spielt UHD-Blu-rays
- 👆 HDR-Filme per Netflix
- 👆 genügsame Leistungsaufnahme
- 👇 keine 4K-Ausgabe für Spiele
- 👇 weniger attraktive Exklusiv-Titel
- 👇 überladenes Menü

Preise: 280 bis 350 €



## Playstation 4 und PS4 Pro

Mit dem Pro-Modell (Bild) ergänzt Sony die weiterhin erhältliche PS4. Sie ist bislang die einzige Konsole, die Spiele in 4K rendern kann. Allerdings müssen sie dazu gepatcht werden.

Nur wenige Spiele unterstützen HDR10, die die PS4 nur in Full-HD ausgibt. Beide Sony-Konsolen sind bei der Filmwiedergabe schwach aufgestellt: Ihr Laufwerk spielt nur DVDs und Blu-ray Discs ab, jedoch keine UHD-Blu-rays und Audio-CDs. Das schmerzt umso mehr, weil auch die Netflix-App bislang keine HDR-Ausgabe beherrscht, sondern bestenfalls in 4K streamt. Sony verspricht ein Update.

Die PS4 Pro langt bei der Leistungsaufnahme kräftig zu. Im Vergleich zur Xbox One S genehmigt sie sich mit rund 70 Watt bei ruhenden Desktop und bis zu 155 Watt bei einem 4K-Spiel mehr als das Doppelte. Das Lüfterrauschen bleibt bei der Wiedergabe eines Streaming-Films gleichauf mit der Xbox One S (0,3 Sone), kann aber beim Spielen auf bis zu 1,7 Sone anschwellen.

Neben der 4K-Ausgabe profitieren auch VR-Spiele von der Mehrleistung und können häufig eine doppelt so hohe Render-Auflösung nutzen. Der Rest läuft auf der PS4 Pro genauso gut oder schlecht wie auf der normalen PS4, die neuerdings in einer stromsparenden Slim-Version verkauft wird.

- 👆 PS4 Pro rendert Spiele in 4K
- 👆 flüssige Bedienung
- 👆 viele attraktive Exklusiv-Spiele
- 👇 keine UHD-Blu-ray-Wiedergabe
- 👇 Netflix bislang ohne HDR
- 👇 PS4 Pro braucht viel Leistung

Preise: PS4: 300 € PS4 Pro: 400 €

Bildaufklärung übertragen (YUV 4:2:0). In letzterem werden auch Filme auf UHD-Blu-rays gespeichert.

HDR-fähige Spiele auf der PS4 Pro, die mit 10 Bit pro Farbkanal gerendert werden, konvertiert die Konsole zur Ausgabe hingegen in YUV 4:2:2. Feststellen lässt sich dies, wenn man im laufenden Spiel im Einstellungsmenü unter „Sound und Bildschirm/Videoausgabe Einstellungen“ sich die „Informationen über die Videoausgabe“ anzeigen lässt.

Eine Alternative zur YUV-Konvertierung ist die HDR-Ausgabe in RGB mit 8 Bit Farbtiefe pro Farbkanal, garniert mit einem speziellen Dithering für sanfte Farbverläufe. Diese nutzt beispielsweise AMD bei seinen Desktop-GPUs für HDR. Hier lässt sich dann auch bei 60 Hz die volle Helligkeits- und auch Farbaufklärung per HDMI 2.0a übertragen (in RGB beziehungsweise YUV 4:4:4).

## HDR-Spiele auf PS4 und PS4 Pro

Sony ist mit der Veröffentlichung der PS4 Pro in die HDR-Offensive gegangen. Von den bislang fast 40 Titeln, die für die Konsolen gepatcht wurden, unterstützt aber nur eine Handvoll die Ausgabe in HDR10.

Zu den Vorzeigetiteln zählen „Uncharted 4“ und „The Last of us“, zwei exzellente Action-Abenteuer vom US-Entwickler Naughty Dog. Deren Grafik profitiert besonders von HDR, da der Spieler sowohl durch sonnendurchflutete Städte und Ruinen streift, als auch durch düstere Katakomben, die häufig nur von Fackeln beleuchtet werden. Während das Bild in SDR je nach Einstellung des Fernsehers entweder hell überstrahlt oder in den dunklen Kellern absäuft, kann man in HDR bei beiden Extremen noch Details erkennen. Die Sonne blendet dann noch mehr, wenn man aus einer Höhle ans Tageslicht tritt. „Ratched & Clank“ zeigt mit seiner Comic-Grafik in HDR etwas knalligere Farben. Gleiches gilt für den Superheldentitel „Infamous First Light“. Die subtilen Unterschiede zu SDR erkennt man nur im direkten Vergleich.

Die meisten der für die PS4 Pro optimierten Titel unterstützen zwar die 4K-Ausgabe, aber kein HDR. Dazu zählen etwa neue Blockbuster wie „Rise of the Tomb Raider“, „Call of Duty Infinite War-

Anzeige

fare“ oder „Skyrim“. Man erkennt die fehlende HDR-Ausgabe, wenn man bei laufendem Spiel die Infos der Videoeinstellungen wechselt und dort als Farbformat „RGB“ genannt wird.

## HDR-Spiele auf der Xbox One S

Microsoft hat bislang nur zwei exklusive HDR-Spiele zu bieten: die Rennsimulation „Forza Horizon 3“ und den Action-Shooter „Gears of War 4“. Letzterer sieht wegen der fehlenden 4K-Auflösung zwar etwas krümelig aus, im HDR-Modus leuchten die Flammen in den düsteren Ruinen aber wesentlich kräftiger als in SDR. Dessen Grafik wirkt im Vergleich verwaschen.

Über diese Exklusivtitel hinaus konnten wir nur zwei Spiele von anderen Publishern finden, die sowohl auf der Xbox One S als auch auf der PS4 in HDR laufen. Dazu gehört das dystopische Rollenspiel „Deus Ex Mankind Divided“. Im Vergleich sehen sich die Versionen der PS4 und Xbox täuschend ähnlich. Deutlich klarer wird das Bild auf der PS4 Pro, wenn es dort in 4K gerendert wird. Auch hier treten die Farben in HDR wesentlich kräftiger hervor.

Darüber hinaus spielen noch die Basketballer von „NBA 2K17“ auf beiden Konsolen in HDR auf. Die Unterschiede zur SDR-Ausgabe sind jedoch marginal und im Wesentlichen von den unterschiedlichen Farbeinstellungen der Fernseher abhängig.

## HDR-Filme

Ihren Nachteil bei der fehlenden 4K-Spieleausgabe gleicht die Xbox One S bei Filmen aus. Sie spielt als einzige Konsole UHD-Blu-rays ab, die eine weitaus bessere Bildqualität bieten als gestreamte Filme. Allerdings sind die Discs derzeit noch teuer und die Auswahl ist gering. Amazon listet etwa 60 verschiedene Titel, meist zu Preisen zwischen 20 und 30 Euro.

Konkurrenz bekommt die UHD-Blu-ray von den beiden Streaming-Anbietern Amazon und Netflix. Bei Amazon sind bislang nur einzelne HDR-Serien wie „Mozart in the Jungle“ und „Red Oaks“ im Prime-Abo enthalten. HDR-Filme muss man extra leihen oder zu Preisen kaufen, die kaum günstiger sind als die einer UHD-Blu-ray. Allerdings lassen sich



Nur wenige PS4-Pro-Spiele unterstützen neben 4K auch HDR10. Bei laufendem Spiel zeigen die Infos der Video-Ausgabe-Einstellungen dann das Farbformat „YUV422“ an.

diese HDR-Inhalte bislang nur auf dafür ausgerüsteten Fernsehern oder auf einem FireTV 2 in 4K mit HDR abspielen. Die Amazon-Apps auf der Playstation und Xbox One bieten sie nur in SDR und Full-HD an.

Netflix ist da schon weiter. Wer für das monatliche Abo 12 Euro bezahlt, bekommt erste Serien und Filme auch in 4K mit HDR. Es kommt aber auf das Abspielgerät und die jeweilige Netflix-Implementation an, ob man eine Serie wie „Marco Polo“ auch tatsächlich in 4K und HDR zu sehen bekommt. Hier gibt es nämlich feine Abstufungen: Die beste Qualität in „Dolby Vision“ mit 12 Bit Farbtiefe kann Netflix bislang nur auf bestimmten Fernsehern wie dem OLED-Modell von LG abspielen. Darunter liegt HDR mit 10 Bit Farbtiefe, zu erkennen am Kürzel „HDR“, das die Netflix-App beispielsweise auf der Xbox One S einblendet. Sie spielt „Marco Polo“ in 4K mit HDR und 5.1-Surround-Sound ab.

Nicht so die PS4 Pro. Deren aktuelle Netflix-App zeigt „Marco Polo“ nur in „Ultra HD 4K“ an, also mit 4K-Auflösung ohne HDR. Laut Sony soll die Netflix- wie auch die YouTube-App bald ein Update auf HDR bekommen. Derzeit kann man aber noch keine HDR-Filme auf der PS4 Pro abspielen.

## HDR-Einstellungen

Damit HDR-Fernseher von den Konsolen richtig angesteuert werden, muss man in deren Video-Setup die richtigen Einstellungen vornehmen. Bei der Xbox One S findet man die HDR-Modi unter „Einstellungen/Anzeige & Sound/Videoausgabe“.



„Marco Polo“ ist eine der ersten Serien, die Netflix in HDR ausstrahlt. Zu sehen ist es aber nur, wenn in der Beschreibung das HDR-Logo oder „Dolby Vision“ auftaucht.

Die Auflösung stellt man auf „4K (UHD)“, Farbtiefe auf „30 Bit“ und den Farbraum auf „PC-RGB“. Wenn alles stimmt, sieht man in den Details unter „Erweiterte Einstellungen“ bei allen Ausgabeformaten ein grünes Häkchen.

An der PS4 muss man unter „Einstellungen/Sound und Bildschirm/Videoausgabe Einstellungen“ sowohl „HDR“ als auch die „Auflösung“ und den „RGB-Bereich“ auf „Automatisch“ stellen. Die Informationen geben dann an, ob HDR tatsächlich unterstützt wird. Bei ruhendem Desktop und bei SDR-Spielen wird das Farbformat „RGB“ angezeigt. Erst wenn man ein HDR10-Spiel startet, wechselt das Farbformat auf „YUV422“.

## Fazit

Die Konsolen erlauben die ersten Schritte in Richtung HDR. Die Sony-Konsolen haben ein stärkeres Angebot an Spielen. Zumindest mit Netflix wird man bald aber auf der PS4 Pro HDR-Filme gucken können. Die Xbox One S kann wiederum UHD-Blu-rays und gestreamte Filme in 4K und HDR darstellen, bleibt in Spielen aber bei der Full-HD-Auflösung stecken.

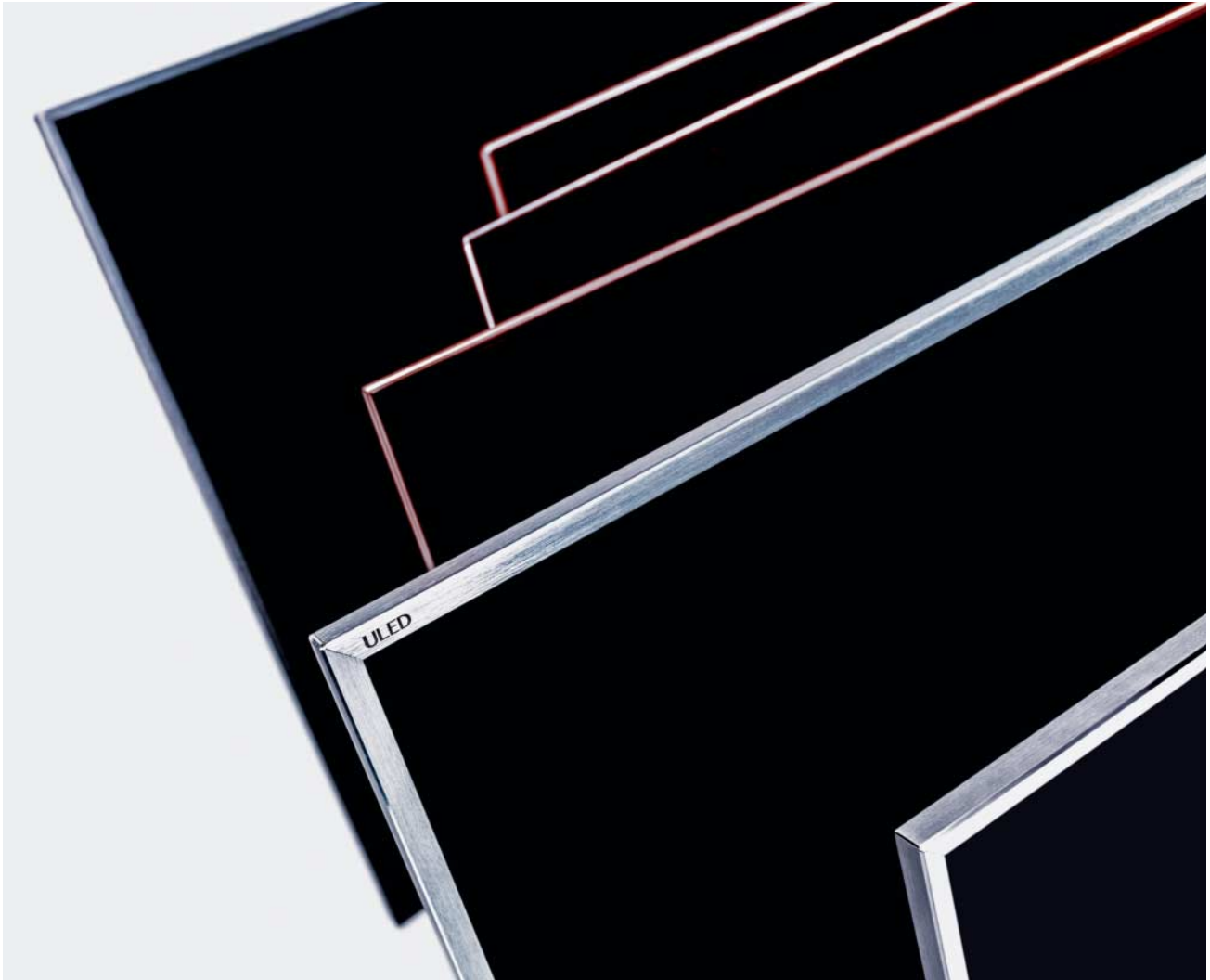
Von den Vorteilen der HDR-Grafik profitieren in erster Linie aufwendige Abenteuer-Spiele, in denen die Figuren in dunklen Gemäuern kraxeln und am Abend in den Sonnenuntergang reiten. Mit dem passenden Fernseher lässt sich dann in wunderbaren Farben und Kontrasten schweben. Da bislang aber gerade mal nur eine Handvoll Spiele HDR unterstützen, kann man den Neukauf der teuren Hardware getrost noch auf das nächste Jahr verschieben. (hag@ct.de) **ct**

Anzeige



# Großes Kino

**Sechs HDR-fähige Smart-TVs von 950 bis 2900 Euro**



**Sechs Fernseher, sechs Ansätze, ein Ziel: HDR-Inhalte in voller Pracht anzeigen. Im Test mussten sich die Geräte bei rasanten Spielen, aktuellen Filmen und im ganz normalen TV-Betrieb behaupten.**

**Von Ulrike Kuhlmann**

**W**as bringt eigentlich HDR und wie kommen aktuelle TVs beim Spielen an Konsole und PC, bei der Wiedergabe von UHD Blu-ray und beim Streamen von HDR-Inhalten mit den neuen Hochkontrast-Bildern klar? Um das zu prüfen, holten wir sechs aktuelle TV-Geräte von Sony, Samsung, Philips, Panasonic, LG und Hisense mit Bild diagonalen von 1,27 bis 1,65 Meter (50 bis 65 Zoll) ins Labor. Alle zei-

gen 4K-Auflösung und beherrschen die Wiedergabe kontraststarker Videos.

Das günstigste Gerät stammt von Hisense und kostet 950 Euro, das teuerste kommt von LG, nutzt ein organisches Display und kostet 2900 Euro. Die TVs von Sony und Samsung bekommt man ab 1875 Euro respektive 1700 Euro. Die Geräte von Philips und Panasonic haben Bild diagonalen von 1,65 Meter (65 Zoll) und 1,27 Meter

(50 Zoll), die anderen vier sind 55-Zöller mit 1,40 Meter Diagonale. Um die Preise vergleichen zu können, haben wir alles auf eine Diagonale von 1,40 Meter (55 Zoll) umgerechnet: Dann liegt das Philips-TV bei etwa 1500 Euro und der Panasonic-Fernseher kostet circa 1550 Euro.

## Ausstattungsvarianten

Philips bringt als Besonderheit die Ambient-Light-Raumbeleuchtung und ein sogenanntes Direct-LED-Backlight ein: Die Hintergrundbeleuchtung des 65PUS7601 besteht aus 128 einzeln dimmbaren Segmenten. Damit kann das Display gleichzeitig sehr helle und sehr dunkle Bildteile passend beleuchten, was dem In-Bild-Kontrast ungemein zugutekommt. Sony nutzt ein Edge-LED-Backlight mit zwei Lichtleiterplatten und doppelt ausgelegten LED-Leisten. Mit diesem „Slim Backlight Drive“ verdoppelt Sony die Anzahl der dimmbaren Segmente, wovon wiederum der Kontrast innerhalb des Bildes profitiert. Die anderen vier TVs nutzen ein herkömmliches Hintergrundlicht aus seitlich oder oben und unten angebrachten LED-Leisten. Dieses Edge-LED limitiert die Anzahl der dimmbaren Segmente und führt unweigerlich dazu, dass helle Stellen im Bild stets von einer kleinen Aura umgeben sind.

Außer LGs OLED-TV hat auch der Samsung-Fernseher ein leicht gebogenes Display – das sogenannte Curved-Design wurde vor etwa zwei Jahren von Samsung eingeführt; richtig durchgesetzt hat es sich nicht. Der Vorteil gebogener Displays: Sie sehen schick aus und fallen auf. Allerdings gibt es auch negative Effekte: Das Spiegelbild am ausgeschalteten Schirm verzerrt irritierend und mit seiner Biegung empfindet sich so ein Schirm eher für Einzelpersonen-Haushalte – bei großen Zuschauergruppen schauen die seitlich sitzenden Personen auf den Displayrand. Der versprochene Immersionseffekt stellt sich nur vor sehr großen Displays ein: Erst ab etwa 65 Zoll Diagonale und wenn man nahe genug davor sitzt, wird man etwas stärker ins Bild gezogen.

Der empfohlene Sitzabstand zum Display liegt ungefähr beim 2,5-fachen der Bildhöhe: Vom 55-Zöller mit 1,40 m Diagonale sitzen Sie also optimal etwa 3,50 m entfernt. Allerdings sieht der normalsichtige Zuschauer aus 2,50 Metern am 55-Zoll-Display keinen Unterschied mehr zwischen Full-HD- und Ultra-HD-Auflösung. Wer weiter entfernt sitzt, sollte deshalb entweder größer kaufen oder kann ein TV mit der geringeren HD-Auf-

lösung nutzen – muss dann allerdings auf Komfortfunktionen wie HDR verzichten, denn die gibt es derzeit nur in 4K-TVs.

Alle Fernseher im Test beherrschen die Wiedergabe von Filmen und Spielen mit Hochkontrast, kurz HDR (High Dynamic Range). Diese werden derzeit auf Ultra HD Blu-ray angeboten, von Spielkonsolen wie der PS4 und Xbox One S ausgegeben und per Streaming von Netflix und Amazon ins Haus geliefert. Fürs Streaming müssen die Fernseher eine passende App mitbringen – die ebenfalls HDR unterstützt. Leider patzen hier zwei TVs im Test: Die Apps von Philips und Hisense streamen zwar UHD-Inhalte, aber kein HDR.

Möglicherweise liefern die Hersteller das irgendwann über ein Firmware-Update nach – Updates holten fast alle Geräte im Laufe des Tests mindestens einmal aus dem Internet (zu Testbeginn haben wir alle TVs aktualisiert). Hieran und an den teilweise nervig langen Boot-Zeiten zwischen „TV anschalten“ und „Bild erscheint“ sieht man auch, dass es sich bei den smarten Fernsehgeräten im Grunde um ausgewachsene Computer mit TV-Bildschirm handelt.

## Echtes und nachgemachtes HDR

Wenn man HDR-Inhalte zuspiziert, aktivieren die Geräte automatisch einen HDR-Bildmodus. Zuvor muss man allerdings in den Einstellungsmenüs die HDR-Unterstützung aktivieren. Wie das bei den einzelnen Geräten im Detail geht, zeigt unsere Bilderstrecke, die Sie online über den c't-Link finden. Bemerkenswert: Bei fast allen TVs muss man das Gerät anschließend neu booten – für jeden einzelnen Eingang. Bei den TVs von Panasonic, Hisense und Philips sind zwei Eingänge bereit für HDR, bei Sony und LG drei. Nur Samsung hat seinem TV vier HDR-kompatible Eingänge spendiert; die Umstellung gelingt bei ihm ganz ohne Neustart.

Einige Geräte besitzen mehrere HDR-Presets, etwa Video, Spiel, Foto oder Standard. Wobei die damit verknüpften Einstellungen nicht immer sinnvoll sind. So ist bei Philips beispielsweise im Modus „HDR-Spiel“ die Bewegungskompensation aktiv, bei Samsung wird im Preset „Sport“ geglättet – das will kein Spieler!

Die meisten Hersteller bieten zusätzlich einen Bildmodus an, der HDR simuliert: Er peppt Inhalte mit „normalem“ Kontrast und Standard-Farben HDR-mäßig auf. Die Unterschiede zwischen derart hochgerechneten Inhalten und origina-

HDR-Content sieht man häufig nur im direkten Vergleich. Das war beim Wechsel von Full-HD- auf UHD-TVs ähnlich: Die 4K-Geräte rechneten HD-Inhalte so sauber auf ihre höhere Auflösung um, dass echte Unterschiede nur richtig bei guten 4K-Aufnahmen zutage traten – auch bei HDR hängt die Bildqualität stark vom Inhalt ab. Wenn sauber gemastertes HDR-Material zugespielt wird, wirkt die „echte“ HDR-Darstellung brillant und dennoch natürlich. Simulierte HDR hat dagegen immer eine etwas quietschige Anmutung.

## Bedienung leicht gemacht

Wie gut man mit einem Gerät im Alltag zurechtkommt, hängt auch oder sogar maßgeblich von der Benutzerführung ab. Hier verfolgen die Hersteller recht unterschiedliche Konzepte.

So mag es LG mit WebOS und der Wii-mote-ähnlichen Fernbedienung verspielt, während Panasonic mit einer klassischen Fernbedienung und dem FirefoxOS sehr sachlich daherkommt. Samsung hat sich von seinen vormals überbordenden Menüs verabschiedet und legt Apps im Tizen-System zurückhaltend in den unteren Bildbereich; auch die elegante Bluetooth-Fernbedienung folgt diesem Trend. Ganz anders die schwere Fernbedienung von Philips: Sie hat sehr viele Knöpfe und hält rückwärtig eine vorzügliche Bluetooth-Tastatur parat, die automatisch aktiviert wird, wenn sie nach oben zeigt. Das Einstellungsmenü lässt den Nutzern jede erdenkliche Option – was viele überfordern dürfte. Sony nutzt wie Philips Android-TV als Betriebssystem, mit gleicher App-Auswahl und etwas überladener Anmutung. An der Fernbedienung sollte Sony noch etwas feilen, sie verleitet häufig zu Fehlbedienungen. Hisense hat dagegen einen sehr aufgeräumten Home-Screen, in dem man sich schnell zurechtfindet; etwas chaotischer wird es erst, wenn man in den Foxxum-AppStore geht. Die Einstelloptionen am Hisense-TV sind überschaubar.

Alle Geräte im Test haben Tuner für DVB-C, -S2 und T2 HD – LG, Panasonic und Sony sogar doppelt ausgelegt, damit man eine Sendung aufnehmen kann, während ein anderes Programm läuft. Alle sechs können TV-Sendungen auf eine angeschlossene USB-Platte speichern und laufende Programme per Timeshift zeitverzögert anzeigen.

Wer Urlaubsfotos am großen Schirm bewundern will, hängt entweder das Notebook per HDMI an den Fernseher oder speichert die Bilder auf einen USB-Stick



## Hisense H55M7000

Der Hisense-TV gefällt mit seinem gebürsteten Alurahmen und dem schnörkellosen Design. Die Fernbedienung wirkt etwas altbacken, außerdem muss man mit ihr sehr genau unten links auf den Rahmen zielen, damit das Display reagiert.

Zwei der vier HDMI-Ports – interessanterweise Eingang 3 und 4 statt wie üblich 1 und 2 – sind für 4K mit HDR vorbereitet. Wer HDR-Inhalte zuspielt, sollte den Menüpunkt „Adaptiver Kontrast“ deaktivieren, andernfalls überstrahlt das Bild zu sehr. Die Darstellung neigt im HDR-Modus ohnehin dazu, sehr helle Bereiche zu vereinheitlichen; dunkle werden dagegen sauber aufgelöst. Insgesamt fehlt den HDR-Bildern etwas Pepp. Außerdem hat die Darstellung einen leichten Hang ins Grüne – ändern kann man das nicht. Die Apps von Amazon, Netflix und YouTube unterstützen am Hisense-TV kein HDR-Streaming. Die HDR-Wiedergabe funktioniert deshalb nur, wenn man Inhalte an HDMI oder von USB-Speicher zuspielt. Manuell lässt sich der HDR-Preset nicht aktivieren.

Während die Einrichtung des Geräts schnell und unkompliziert verläuft, dauert es nach jedem Einschalten etwa 15 Sekunden, bis ein Bild erscheint – das nervt. Die Zwischenbildberechnung („Gleichmäßige Bewegung“) sollte man auf „mittel“ stellen, dann verschwinden Ruckler bei Kameraschwenks und die Darstellung wird nicht übermäßig glattgezogen.

Die Audioqualität ist nicht berauschend, der Ton klingt undeutlich und wird bei großen Lautstärken sehr hart und übersteuert. Dem Display fehlt ein Sensor, der die Schirmhelligkeit der Umgebung anpasst.

Das von Hisense genutzte Betriebssystem Roku TV findet man auch auf Geräten anderer chinesischer Hersteller. Die Home-Taste ruft eine gut strukturierte Übersicht mit allen Eingängen, angeschlossenen Medien und „Premium“-Apps von Netflix, Amazon, YouTube & Co. auf. Weitere Apps wie die der Mediatheken oder von Musikdiensten wie Deezer kann man sich aus dem Foxxum-AppStore herunterladen. Leider reagiert das Home-Menü ebenso wie das Einstellungs Menü und die Programmumschaltung nur langsam auf Eingaben mit der Fernbedienung.

- ↑ preiswertes HDR-TV
- ↓ lahme Reaktion auf Eingaben
- ↓ kein HDR-Streaming
- ↓ schlechter Klang



## LG OLED55C6D

Der superschlanke LG-Fernseher besticht mit seiner kontraststarken Darstellung, bei der die Farben auch aus großen Einblickswinkeln satt bleiben. Das ist bei allen anderen Displays im Test nicht der Fall. Typisch für OLED ist das satte Schwarz, das im HDR-Modus gut durchzeichnet ist.

HDR unterstützt das LG-TV an seinen drei HDMI-Eingängen, nachdem man die höhere Farbsättigung („Deep Color“) im Einstellungs Menü aktiviert hat. Dabei ist für jeden Eingang ein Neustart des Geräts erforderlich – zum Glück muss man das nur bei der Erstinstallation erledigen.

Liegen HDR-Inhalte an, schaltet der Fernseher automatisch in einen passenden Bild-Preset. Es gibt drei Modi: HDR-hell funktionierte im Test am besten, HDR-lebhaft war too much, bei HDR-Standard fehlte der Pepp. Zusätzlich kann man im erweiterten Bildmenü den „Dynamischen Kontrast“ variieren und so die Wiedergabe sehr heller oder sehr dunkler Szenen optimieren – beides geht leider nicht. Die Streaming-App für Netflix aktiviert automatisch Dolby Vision, wenn Hochkontrast-Inhalte gestreamt werden, bei Amazon ist es HDR10. In beiden Fällen wird am TV automatisch der passende Bildmodus aktiviert.

Bei HDR-Spielen mit der PS4 Pro und am PC gefiel uns die Darstellung am LG-TV besser als bei Samsung und Sony. Nur fehlte ihr in helleren Szenen entweder die Auflösung (dynamischer Kontrast hoch) oder die Strahlkraft (dynamischer Kontrast niedrig) – hier macht sich die geringe maximale Helligkeit des OLED-Displays bemerkbar.

Die angebotene Simulation „HDR-Effekt“ für herkömmliche Inhalte überstrahlte im Test in hellen Szenen und ließ dunkle Bildteile absaufen. Deshalb empfahl sich am ehesten der Standardmodus. Deutlich natürlicher, aber nicht ganz so knackig, war die Darstellung im Film-Modus.

An das etwas verspielte WebOS-Betriebssystem muss man sich gewöhnen. Über die sich von unten ins Bild schiebende Taskbar bekommt man ähnlich wie bei Samsung Zugriff auf die Apps. Das Einstellungs Menü ruft man direkt über eine Taste auf der Wiimote-ähnliche Fernbedienung auf. Mit der Fernbedienung steuert man den Cursor auf dem Bildschirm recht intuitiv per Handbewegung.

- ↑ blickwinkelstabile Darstellung
- ↑ super Schwarzwert
- ↑ elegantes, rahmenloses Design
- ↓ geringe maximale Helligkeit

Anzeige





### Panasonic TX-50DXW784

Der Panasonic-Fernseher ist etwas kleiner als die anderen Geräte im Test, muss sich aber keineswegs hinter diesen verstecken. Im Gegenteil gefiel er etlichen Testern durch seine einfache Handhabung: anstellen und loslegen, ohne langwierige Setup- und Bildeinstellungs-Organen.

Kleine Ausnahme: Auch bei ihm muss man HDR an den HDMI-Eingängen zunächst im System-Menü aktivieren und den Fernseher dafür neu starten. Zwei der vier HDMI-Ports nehmen dann 2160/60p mit HDR entgegen.

Das TV-Display zeigt ausgewogene Farben und löst dunkle und helle Bildbereiche sauber auf. Auch im HDR-Modus, der bei HDR-Inhalten am HDMI-Eingang automatisch aktiviert wird, gefiel uns die unaufgeregte Darstellung. Allerdings wirkt sie in HDR-Spielen von PS4 Pro und bei HDR-Filmen nicht so super strahlend wie bei Samsung oder Sony – die Spitzenhelligkeit des Panasonic-Display ist deutlich geringer als bei diesen beiden TVs. Gut: Aktiviert man im Bild-Menü unter Optionen den „Spielmodus“, werden automatisch die Bewegungskompensation und damit einhergehende Latenzen ausgeschaltet.

Die Apps von Netflix und Amazon unterstützen das Streamen von HDR-Inhalten. Zwar wird dabei automatisch der größere Farbraum aktiviert, aber nicht der HDR-Bildpreset. Hier wirkt die Darstellung nicht ganz so knackig. Für Filme ohne HDR-Anmutung empfiehlt sich der „True Cinema“ Modus. Eine HDR-Simulation bietet Panasonic nicht an.

Der Home-Screen des von Panasonic genutzten Firefox OS besteht zunächst nur aus drei bunten Kreisen für TV, Apps und Anschlüsse. Das App-Menü verdeckt das komplette Bild, enthält wichtige Streaming-Apps und zwei große Werbeflächen. Das schnörkellose TV-Einstellungsmenü verzichtet auf verspielte Icons. Darin findet man sich ebenso schnell zurecht wie auf der profanen, aber zweckmäßigen Riegelfernbedienung.

Eine Besonderheit ist der eingebaute TV-over-IP-Server, der die vom Gerät empfangenen TV-Signale im heimischen LAN an Fernseher mit TV-over-IP-Empfänger weiterreicht. Das erspart die zusätzliche Coax-Verkabelung im Haus.

- ⬆️ ausgewogene Darstellung
- ⬆️ einfache Steuerung
- ⬆️ TV-over-IP-Server/Receiver
- ⬇️ HDR-Bildern fehlt Strahlkraft



### Philips 65PUS7601

Philips nutzt als einziger Hersteller im Test gleichmäßig im Displayrücken verteilte LEDs, das sogenannte Direct-LED-Backlight. Die Darstellung auf dem Philips-TV entwickelt dadurch eine ungemeine Dynamik – obwohl die Spitzenhelligkeit deutlich geringer ist als bei Samsung und Sony. Das ist auch den guten Displayfarben geschuldet, die aber wie bei allen LCDs im Test von der Seite betrachtet unübersehbar ausbleichen.

Die HDMI-Ports 1 und 2 nehmen HDR-Signale entgegen, sofern man die Option vorher aktiviert hat. Der Fernseher schaltet bei anliegenden HDR-Signalen automatisch in einen von sieben HDR-Presets. Dummerweise ist ausgerechnet im Modus „HDR-Spiel“ die Bewegungskompensation unabänderlich aktiviert. Deshalb haben wir zum Spielen „HDR-Persönlich“ gewählt und dort „Perfekt Motion“ abgeschaltet. Zusätzlich wählten wir unter anderem in den Kontrasteinstellungen des Bildmenüs als Kontrastmodus „optimales Bild“, stellten den HDR-Videokontrast auf 100 Prozent und „Perfekter Kontrast“ auf „Aus“ – die Einstellung des Philips-TV erfordert ebenso wie das Anschalten des Geräts einige Muße.

Für herkömmliche Inhalte und Video-Streams von Netflix oder Amazon (beide Apps sind nicht HDR-tauglich) bietet Philips unter Bildmenü/Erweitert/Kontrast das HDR-Upscaling an. „Perfekter Kontrast“ sollte man dabei auf Mittel stellen und „Perfekt Motion“ abschalten, um störende Artefakte an bewegten Kanten zu umgehen. Die HDR-Simulation führt ebenfalls zu einer kontraststarken Darstellung, sehr dunkle Bildbereiche saufen dann allerdings anders als bei echter HDR-Wiedergabe etwas ab. Unser Testgerät zeigte unten zwei größere Flecken, die aussahen, als wäre ein Gabelstapler etwas unsanft mit dem Karton kollidiert.

Das besondere Merkmal der Philips-Fernseher ist Ambilight: Im 65PUS7601 strahlen kleine RGB-LEDs von beiden Seiten und vom oberen Displayrand die Wand hinter dem TV an. Die LEDs leuchten passend zum jeweiligen Bildinhalt oder zum Ton je nach Wunsch mehr oder weniger kräftig stark. Wer die Wandbeleuchtung nicht mag, kann sie auch ausschalten.

- ⬆️ ausdrucksstarke Darstellung
- ⬆️ Ambilight-Wandbeleuchtung
- ⬇️ überladenes Menü
- ⬇️ kein HDR-Streaming





## Samsung UE55K759OU

Beim HDR-TV von Samsung gilt: einschalten und läuft. Das fängt schon bei der Schnellstart-Funktion an, die dafür sorgt, dass zwei Sekunden nach Drücken der Einschalt-Taste das Bild erscheint. Für herkömmliche Video- und TV-Signale wählt man den Bildmodus „Kino“ und passt allenfalls noch die Bewegungskompensation den persönlichen Vorlieben an.

Das rahmenlose Display beschreibt wie das des LG-TV eine elegante Kurve, von der man beim Fernsehschauen aber nicht wirklich profitiert. Die schlanke Bluetooth-Fernbedienung wirkt zunächst arg spartanisch, doch man kommt nach kurzer Eingewöhnungszeit gut damit klar. Mit einer Spitzenhelligkeit von über 1000 cd/m<sup>2</sup> trägt der 55-Zöller als einziges Gerät im Test das Logo Ultra HD Premium.

Nachdem man im Menü „HDMI UHD Color“ ohne Neustart aktiviert hat, wechselt das Display bei angelegten HDR-Signalen automatisch in den passenden Modus. Gleiches gilt für das Streamen von HDR-Content per Netflix- oder Amazon-App. Dunklere Bildbereiche löst der Samsung-Fernseher etwas besser auf als das Sony-TV. Helle Bildbereiche strahlen sehr beeindruckend, und wenngleich in den Lichtern schon mal Details wegbrechen, macht die Darstellung mehr her als beim ebenfalls hellen Sony-TV.

Bei Samsung lässt sich der HDR-Modus manuell ausschalten. Wer herkömmliche Inhalte HDR-mäßig aufpeppen will, kann den HDR-Modus im Bildmenü unter „Spezialmodus“ manuell aktivieren. Das Ergebnis ist naturgemäß nicht ganz so gut wie bei echtem HDR-Content.

Ein Schwachpunkt des Samsung-Fernsehers ist seine miserable Ausleuchtung: Drei größere Stellen an unserem Testgerät erschienen bei dunkleren Bildinhalten als undifferenzierte graue Flecken. Außerdem wird die Darstellung bei schnellen Schwenks etwas unscharf.

Leider profitieren von der wirklich guten HDR-Wiedergabe des Samsung-TVs nur diejenigen Zuschauer, die mittig auf den Schirm schauen. Sobald man nur leicht seitlich zum Display sitzt, bleichen die Farben dramatisch aus und der schöne HDR-Effekt ist futsch.

- ↑ elegantes, rahmenloses Design
- ↑ HDR-Wiedergabe mit Strahlkraft
- ↑ einfache Bedienung
- ↓ ungleichmäßige Ausleuchtung



## Sony KD55XD9305

Mit dem doppelt ausgelegten Slim-Backlight-Drive im TV erzielt Sony nicht ganz so beeindruckende In-Bild-Kontraste wie das Philips-TV mit seinen 128 Segmenten. Dafür beeindruckt der XD9305 mit seiner Farb Gewalt – wenn man hier alles rausholt, wird die Darstellung knallbunt.

Spielt man HDR-Inhalt per HDMI oder im Stream von Netflix oder Amazon zu, aktiviert der Fernseher automatisch den Bildmodus HDR-Video. Man kann den Modus selbst nicht abschalten, aber wie bei den anderen Geräten noch etliche Einstellungen darin manipulieren. Wir ließen den Farbraum im Test auf „Auto“ und stellten die Farbbrillanz je nach HDR-Material auf gering oder mittel. Zwar verweigert sich der Hersteller noch dem Ultra-HD-Premium-Logo, das Display leuchtet aber mit 1000 cd/m<sup>2</sup> ausreichend hell.

Weil die Darstellung bei HDR-Spielen an der PS4 Pro in dunklen Bereichen etwas absoff, hoben wir die Helligkeit (den Schwarzpegel) etwas an. In der Folge wirkten dunkle Szenen etwas milchig – hier muss man Kompromisse eingehen. Beim Streamen der Netflix-eigenen Marco-Polo-Serie hatte das Bild eine leicht violette Anmutung, was sich auch über eine warme Farbtemperatur nicht korrigieren ließ. Bei Wiedergabe von HDR-Filmen an HDMI wirkte die Darstellung farblich ausgewogener.

Sony nutzt wie Philips Android TV als Betriebssystem, die App-Anordnung ist Geschmackssache, immerhin kann man dank Googles Hilfe jede Menge Apps aus dem Store installieren. Einige Bildeinstellungen erreicht man über die „Quick-Home“-Taste, für umfangreichere Manipulationen muss man jedoch das überladene Einstellungsmenü ganz unten auf dem gut gefüllten Home-Screen bemühen. Das ist wenig intuitiv. Die schicke Fernbedienung verleitet häufig zu Fehlbedienungen, weil der Abstand zwischen dem Steuerkreuz und den benachbarten Tasten zu klein ist.

Wie die anderen Geräte im Test bietet Sonys XD9305 im herkömmlichen TV-Betrieb eine ansprechende Bildqualität. HD-Sendungen werden sauber auf die größere Displayauflösung umgerechnet – SD-Programme sind an den 4K-TVs dagegen Perlen vor die Säue.

- ↑ farbstarkes Display
- ↑ rahmenloses Display
- ↓ überladener Home-Screen
- ↓ wenig intuitive Bedienung

und gibt sie von dort über den im TV eingebauten Mediaplayer wieder. Fotos und Videos vom NAS können die TVs auch per DLNA streamen. Welche Formate dabei unterstützt werden, finden Sie online – der c't-Link am Ende des Artikels leitet Sie an die passende Stelle auf der ct-Webseite.

## Fazit

Der LG-Fernseher glänzte bei der Wiedergabe von HDR-Inhalten. Das galt sowohl für die gestreamten Inhalte als auch bei Zuspiesung von Spielkonsole und PC oder UHD-Blu-ray am HDMI-Eingang.

Dunkle Bildbereiche wurden sehr gut durchgezeichnet, es haperte den Bildern jedoch an Strahlkraft: Das OLED-Display bringt zwar ein sattes Schwarz zustande, aber keine hohen Leuchtdichten.

Das Gegenteil gilt für das Samsung-TV: Es überzeugt mit ausdrucksstarken (fast schon zu hellen) Bildern, soff in dunklen Bereichen aber etwas ab. Hier machte der Philips-Fernseher mit seinem Direct-LED-Backlight eine bessere Figur: Er überzeugte mit sauber durchgezeichneten Bildern und satten Farben. Die geringere Leuchtdichte machte sich dabei

kaum bemerkbar; die fehlende HDR-Unterstützung in den Apps von Amazon und Netflix ist dagegen ärgerlich. Sony erreicht mit seinem Slim-LED-Backlight nicht ganz die Bildtiefe des Philips-TV, zeigt aber sehr satte – manchmal zu kräftige – Farben. Panasonic blieb in Sachen HDR etwas hinter den anderen Geräten zurück, bei Hisense bemerkte man kaum, wenn HDR aktiv war. Der große Vorteil des Panasonic-Geräts: Das Bild ist schon ab Werk in sich stimmig eingestellt, weshalb man das schnörkellose Menü kaum bemühen muss.

HDR-fähige 4K-TVs			
Gerät	H55M7000	OLED55C6D	TX-50DXW784
Hersteller	Hisense	LG	Panasonic
Auflösung	3840 × 2160	3840 × 2160	3840 × 2160
sichtbare Bildfläche / Diagonale	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")	111 cm × 62 cm / 127 cm (50")
Backlight / local dimming	Edge LED / ✓	OLED	Edge-LED / –
Gerätemaße mit Fuß (BxHxT) / Gewicht	123,5 cm × 76 cm × 22 cm / 19,6 kg	146 cm × 83,5 cm × 23 / 16,5 kg	112 cm × 95 cm × 20 / 17 kg
Displaydicke / Rahmenbreite	1 cm Display, 6 cm Gehäuse / oben 1 cm, unten 1,8 cm	0,3 – 3,9 cm / 0,1 (+ 0,9 cm Blackmatrix)	1,5 – 3,1 cm / 0,8 cm
TV-Tuner: Art / Anzahl	analog Kabel, DVB-C, S2, T2 HD / 1	analog Kabel, DVB-C, S2, T2 HD / 2	analog Kabel, DVB-C, S2, T2 HD / 2
CI-Plus-Slot für Smartcards	1	1	1
3D (Technik) / Brillen mitgeliefert (Anzahl)	–	✓ (passiv) / 2	✓ (Shutter) / –
Betriebssystem	Roku TV	webOS 3.0	Firefox OS
Firmware-Version	V00.01.00a.G0825	04.30.65	3.232
HDR 10 / Dolby Vision / Ultra HD Premium	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –
Eingänge			
Composite/S-Video/Komponente/Scart (Anzahl)	1 / 0 / 1 / 1	1 / 0 / 1 / 0 (per Adapter)	1 / 0 / 1 (per Adapter) / 0
HDMI / Ausführung	4 (2 × HDR) / 4K/60 an HDMI 3,4	3 / HDCP 2.2 an HDMI 2, 4K/60 an HDMI 1/2/3	4 / 4K/60 mit HDCP 2.2 an HDMI 1/2
Audio analog-in/audio-out/Kopfhörer (Anzahl)	1 × Cinch / 1 × SPDIF / 1 × Klinke	1 × Chinch, 1 × Klinke / 1 × SPDIF / 1 × Klinke	1 × Chinch / 1 × SPDIF / 1 × Klinke
USB (Anzahl) / LAN / WLAN / Bluetooth	3 (1 × USB 3.0) / ✓ / ✓ / –	3 (1 × USB 3.0) / ✓ / ✓ / ✓	3 (2 × USB 3.0) / ✓ / ✓ / –
Streaming (DLNA) von Audio/Foto/Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Mediaplayer (USB) für Audio/Foto/Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
USB-Recording / Timeshift	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Internetfunktionen / freier Browser / HbbTV	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
TV-Funktionen			
Senderliste/Favoritenliste	✓ / 4	✓ / 8	✓ / 4
Programmplätze verschieben/tauschen	✓ / –	– / ✓	✓ / –
Senderlisten am PC editieren	✓	✓	–
Messungen			
Umschaltzeiten TV digital	3,5 s	1,5 s	2,5 s
Helligkeitsbereich <sup>1</sup> /Ausleuchtung	36 – 345 cd/m <sup>2</sup> / 69 %	21 – 206 cd/m <sup>2</sup> / 84 %	58 – 465 cd/m <sup>2</sup> / 60 %
Kontrast min. Blickfeld/proz. Abweichung	1211:1 / 1020 %	(nicht messbar)	2075:1 / 1108 %
Kontrast erweitert. Blickfeld/proz. Abweichung	596:1 / 828 %	(nicht messbar)	1088:1 / 1068 %
Leistungsaufnahme Aus/Standby/Betrieb (bei Helligkeit)	0,4 W / 0,4 W / 131 W (270 cd/m <sup>2</sup> ) Energieeffizienzklasse B	0,1 W / 0,1 W / 134 W (177 cd/m <sup>2</sup> ), Energieeffizienzklasse B	0,3 W / 0,3 W / 86 W (280 cd/m <sup>2</sup> ) Energieeffizienzklasse A
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall wäre das ganze Bild pink. winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand 0 200 400 600			
Bewertung			
Bildeindruck SDR / HDR	○ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ○
Klangeindruck	⊖	⊕	○
Bedienung allgemein / Internet, Medien	○ / ○	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Preis empf. VK / Straße	2000 € / 950 €	3000 / 2900 €	1300 € / 1300 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe <sup>1</sup> gemessen auf 50 Prozent Weiß			

Wie wichtig HDR ist, ist eine persönliche Entscheidung: Cineasten werden die Frage sofort mit „Ja, sehr wichtig“ beantworten, der gemeine TV-Zuschauer eher mit „keine Ahnung“; TV-Sendungen in HDR gibt es noch nicht. Gamer können an Sonys Playstation 4 bei etlichen HDR-Spielen die satteren Farben und bessere Bildtiefe genießen, beim Pro-Modell auch in 4K. Dass sie den Unterschied zu nicht HDR-Titeln ohne den direkten Vergleich sofort bemerken werden, ist jedoch bei vielen Titeln eher unwahrscheinlich. Das gilt umso mehr fürs Spielen am PC.

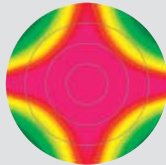
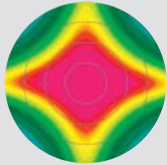
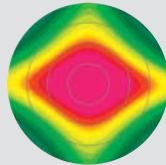
Davon abgesehen gibt es im Augenblick wenige Inhalte, weshalb ein Fernsehgerät mit HDR auch eine Wette auf die Zukunft ist. Die kann man aber auch verlieren: Möglicherweise wird es in absehbarer Zeit neue Standarderweiterungen geben, an denen das heute gekaufte, vermeintlich zukunftssichere Gerät dann scheitert. So könnte die im Hochkontrast-Standard Dolby Vision implementierte dynamische Anpassung der Bildparameter an den Bildinhalt auch in einem kommenden HDR-10-Update landen – das sich eher nicht per Firmware-Update nachrüsten lässt. HDR

10 ist der von den meisten Fernsehherstellern aktuell genutzte Standard, nur LG unterstützt zusätzlich das konkurrierende Format Dolby Vision.

Grundsätzlich sieht auch Samsung Vorteile in der dynamischen Anpassung des Kontrastes, erklärte aber zugleich, dass Dolby für sein HDR-Modell hohe Lizenzgebühren und zu starke Eingriffe in die Darstellungstechnik fordere. Das dürfte auch andere Hersteller abschrecken.

(uk@ct.de) **ct**

**HDR-Einstellungen:** [ct.de/ydy4](http://ct.de/ydy4)

65PUS7601	UE55KS7590U	KD55XD9305
Philips	Samsung	Sony
3840 × 2160	3840 × 2160	3840 × 2160
144 cm × 81 cm / 1,65 m (65")	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")	121 cm × 68 cm / 140 cm (55")
Direct-LED / ✓	Edge LED / ✓	Edge-LED (doppelt ausgelegt) / ✓
145 cm × 90,5 cm × 26 / 27,5 kg	123,5 cm × 77,5 cm × 23 cm / 17,9 kg	124 cm × 77 cm × 26 / 24,9 kg
2,5 Display, 5,8 cm Gehäuse / 0,9 cm	1 – 4,5 cm / oben: 0 cm, unten 1,1 cm (+ 0,5 cm Blackmatrix)	1,1 cm Display, 3,4 cm Gehäuse / 0,2 cm (+ 1,2 cm Blackmatrix)
analog Kabel, DVB-C, S2, T2 HD / 1	analog Kabel, DVB-C, S2, T2 HD / 1	analog Kabel, DVB-C, S2, T2 HD / 2
1	1	1
–	–	✓ (Shutter) / 0
Android 5.1 (Lollipop)	Tizen	Android TV 5.1.1 (Lollipop)
QM163E0.1.15.15	1142	PKG8.533.0108EUB
✓ / – / –	✓ / – / ✓	✓ / – / –
1 / 0 / 1 / 1	1 / 0 / 1 / 0 (per Adapter)	1 / 0 / 1 / 1
4 / (HDCP 2.2 an HDMI 2; 4K/60 an HDMI 1/2)	4 / (HDCP 2.2 an HDMI 1/2/3/4; 4K/60 an HHDMI 1/2/3/4)	4 / HDCP 2.2 an HDMI 1/2/3/4; 4K/60 an HHDMI 1/2/3/4
1 × Chinch, 1 × Klinke / 1 × SPDIF / 1 × Klinke	1 × Chinch (per Adapter) / 1 × Optisch (per Adapter) / 1 × Klinke	1 × Chinch / 1 × SPDIF / 1 × Klinke/Subwoofer
3 (1 × USB 3.0) / ✓ / ✓ / ✓	2 (1 × USB 3.0) / ✓ / ✓ / ✓	3 (1 × USB 3.0) / ✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
✓ / 8	✓ / 5	– / 4
✓ / –	✓ / –	✓ / –
✓	✓	–
3-4 s	2,5 s	4 s
311 cd/m² (kein Backlight-Regler) / 61 %	18 – 508 cd/m² / 68 %	100 – 373 cd/m² / 48 %
3504:1 / 3193 %	1680:1 / 1415 %	1001:1 / 755 %
1814:1 / 2618 %	816:1 / 1150 %	520:1 / 627 %
0,1 W / 0,3 W / 101 W (311 cd/m²), Energieeffizienzklasse A+	0,3 W / 0,3 W / 98 W (358 cd/m²), Energieeffizienzklasse A+	0,5 W / 0,5 W / 120 W (306 cd/m²), Energieeffizienzklasse B
		
⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
⊕	○	⊕
⊖ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	⊖ / ○
3000 € / 2500 €	2100 € / 1700 €	2200 € / 1875 €





# Hochglänzend

## HDR-Gaming am PC

**Spiele sehen durch High Dynamic Range Rendering hübscher aus und benötigen dazu nur wenig mehr 3D-Leistung.**

**Von Martin Fischer**

**H**DR ist ein Garant für satte Farben und hohe Kontraste. Während Streaming-Dienste wie Amazon Video und Netflix noch keine HDR-Inhalte für PC-Nutzer ausliefern, können PC-Spieler schon jetzt von der höheren Grafikqualität durch HDR profitieren. Damit das klappt, müssen Grafikkarte, Display und Software HDR unterstützen.

Aktuelle AMD- oder Nvidia-Grafikkarten aus den Serien GeForce GTX 1000 und Radeon RX 400 bieten 4K-HDR-fähige Grafikchips (AMD Polaris, Nvidia Pascal) und Display-Ausgänge mit ausreichender Bandbreite, nämlich HDMI 2.0a und DisplayPort 1.4.

Mau sieht es im Bereich der HDR-fähigen Computermonitore aus – es gibt schlicht noch keine. Und das wird sich in diesem Jahr wahrscheinlich auch nicht ändern. So bleibt PC-Spielern mit HDR-Ambitionen nur übrig, einen HDR-fähigen UHD/4K-Fernseher via HDMI 2.0a anzu-

schließen. Allerdings reicht die Bandbreite von HDMI nicht aus, um HDR-Bilder mit 10 Bit Farbtiefe und voller YCbCr-4:4:4-Farbabtastung darzustellen. AMD reduziert jedoch nicht die Farbabtastung auf 4:2:2 oder 4:2:0, da diese an kontrastreichen Kanten Farbschlieren verursachen könnte. AMD senkt vielmehr die HDR-Farbtiefe auf 8 Bit. HDR-Fernseher erkennen trotzdem ein HDR-Signal, auch wenn es sich eigentlich nur um eine Art simulierte HDR handelt. Nvidia setzt auf echte 10 Bit bei 4:2:2/4:2:0-Abtastung.

Bisher gibt es erst ein einziges HDR-fähiges PC-Spiel: den Ego-Shooter Shadow Warrior 2. Rund 20 Stunden kann man sich an der hübschen HDR-Darstel-

lung ergötzen, bis der gut gelungene Shooter durchgespielt ist. Ist ein aktueller Grafiktreiber installiert (Nvidia GeForce 375.70, AMD Crimson Edition 16.11.3) und die Spielanzeige auf exklusives Vollbild gesetzt, lässt sich HDR im Grafikmenü einschalten und wird ohne Neustart sofort übernommen. Im Test mit einer GeForce GTX 1080 und Radeon RX 480 klappte das problemlos.

### Bunter Schattenkrieger

Über einen separaten HDR-Schieber stellt man die Helligkeit ein. In unseren Tests sorgte der Wert 1,5 in Verbindung mit dem 50-Zoll-Fernseher Panasonic TX-50DXW784 für ein ausgewogenes Bild. Mit HDR wirken die Farben in Shadow Warrior satter, die Sonnenstrahlung intensiver und auch Überstrahleffekte kommen besser zur Geltung. Screenshots ließen sich im HDR-Modus nicht erstellen, weder mit dem integrierten Steam-Tool noch mit Fraps oder mit der Druck-Taste.

Nvidias GeForce GTX 1080 sorgte auf dem Panasonic-Fernseher im Vergleich mit der Radeon RX 480 für eine etwas harmonischere HDR-Farbdarstellung und erzeugte ein besseres Bild. Auf dem OLED-Fernseher OLED55C6V (2700 Euro) von LG und Samsungs UE55K7590U (1700 Euro) zeigten beide ein ähnlich gutes Bild. Ganz wichtig: Deaktivieren Sie unbedingt die Option „Farbabweichung“ im Spielmenü, um Farbschlieren bei filigranen Details zu vermeiden.

Wer das nötige Equipment sein Eigen nennt, sollte HDR einschalten, denn die Bildrate sinkt im Vergleich zum normalen Render-Modus kaum. So erreichte die GeForce GTX 1080 in unserer Testszene mit maximaler Detailstufe durchschnittlich 54 Bilder pro Sekunde (fps), mit HDR-Rendering 52 fps. Die Radeon RX 480 schaffte in der gleichen Szene rund 26 fps; HDR wirkte sich hier nur in den Nachkommastellen aus. (mfi@ct.de) **ct**



**HDR belohnt Spieler in Shadow Warrior 2 mit kräftigen Farben und hübschen Überstrahleffekten. Es kostet kaum Leistung und lässt sich im Optionsmenü aktivieren.**

Anzeige



# Schwarmdollars und Sternschnuppen

## Rechtliche Aspekte beim Crowdfunding



Bild: Jörg Niehage

**Crowdfunding birgt sowohl für Unterstützer als auch für Anbieter Risiken. Auf Plattformen wie Kickstarter tummeln sich neben aufrichtigen Projektbetreibern auch viele Glücksritter. Gut, wenn man da seine Rechte kennt.**

**Von Verena Ehrl**

**C**rowdfunding für Erfindungen, technische Vorhaben oder auch Spiele hat Hochkonjunktur. Es kann sehr befriedigend sein, als sogenannter Backer mit vielen Gleichgesinnten Geld in eine begeisternde Idee zu stecken und etwas zurückzubekommen – ein fertiges Produkt, ein spezielles Privileg, einen Rabatt, eine Sonderedition.

Allerdings kann man auch enttäuscht werden; bisweilen verlaufen Projekte nach dem Prinzip Sternschnuppe: Erst erstrahlt eine Idee auf einer Crowdfunding-Plattform, dann fließen die Unterstützungsdollars, und am Schluss muss der Projektbetreiber einräumen, sein Vorhaben nicht realisieren zu können. Im schlimmsten Fall ist alles Geld verglüht.

Das Modell des Crowdfunding ist noch jung: Vor zehn Jahren war diese Finanzierungsmethode nur wenigen Insidern bekannt. Als 2008 die Plattform Indiegogo und ein Jahr später Kickstarter an den Start gingen, begann der Boom. Die Idee: Viele kleine finanzielle Beiträge machen große und größere Projekte möglich – von der Hochzeitsfeier über eine neue Schaukel für den Kindergarten

bis hin zu anspruchsvollen technischen Entwicklungen.

Juristen pflegen auf viele Phänomene gern mit anderen Augen zu schauen als die meisten Kreativen oder auch Techniker. Sie interessieren sich dafür, wie etwas im Geltungsbereich bestimmter Rechtssysteme verankert ist, welche Ansprüche der Beteiligten entstehen und wo Risiken drohen. Die rechtliche Einordnung der Schwarmfinanzierung hängt stark vom jeweiligen Modell ab – denn unter dem Stichwort „Crowdfunding“ laufen sehr unterschiedliche Verfahren.

### **Geschenkt ist geschenkt**

Die vielleicht simpelste Form ist das „Donation-based Crowdfunding“, das überwiegend zur Finanzierung von Projekten mit gemeinnützigen Zwecken dient. Der Geber

übersendet Geld als Spende, ohne eine Gegenleistung zu erwarten oder verlangen zu können. Rechtlich betrachtet handelt es sich um eine Schenkung im Sinne von Paragraph 516 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB). Ein Vorteil: Wenn der Träger des Projekts von den Finanzbehörden als gemeinnützig anerkannt ist, kann der Unterstützer seine Spende steuerlich absetzen.

Allerdings bedarf eine Schenkung einer bestimmten Form und muss nach Paragraph 518 Abs. 1 BGB notariell beurkundet werden. Der Schenkende gibt seine Position als Eigentümer komplett auf, ohne irgendeine Gegenleistung als Ersatz zu erhalten. Aufgabe des Notars ist es, genau darauf hinzuweisen und die Folgen zu erklären.

Liegt zwischen dem Versprechen „Ich überweise dir den Betrag X“ und der Zahlung ein längerer Zeitraum, handelt es sich um ein formbedürftiges „Schenkungsversprechen“. Und ohne notarielle Beurkundung kann der Schenkungsempfänger dann keinen Anspruch darauf geltend machen, dass das Geld auch tatsächlich fließen muss. Sobald die Überweisung erfolgt, ist die Schenkung wirksam. Juristen sprechen davon, dass der Formmangel dann als „geheilt“ gilt.

Nur wenn es sich lediglich um eine „Handschenkung“ handelt, bei der ein Geldbetrag sofort oder zumindest zeitnah übergeben wird, ist eine Beurkundung nicht notwendig. Überweist der Geber also beim Donation-based Crowdfunding sofort den versprochenen Betrag, gilt das als Schenkung und er kann die Summe später nicht mehr zurückfordern.

Für den Geber ist es ohnehin schwer, sein Geschenk – warum auch immer – zurückzuerhalten. Es gibt die Möglichkeit, ein Rückforderungsrecht vertraglich zu vereinbaren. Gegenstand eines Vertrags können auch Auflagen für eine Schenkung sein – wenn der Empfänger diese nicht erfüllt, ist die Rückzahlung fällig (Paragrafen 525, 527 BGB). Zurückfordern kann ein Schenkender auch, wenn er innerhalb von zehn Jahren nach der Schenkung selbst verarmt (Paragraph 528 BGB).

## Belohnt wie versprochen

Auch „grober Undank“ des Empfängers kann ein Rückforderungsgrund sein (Paragraph 530 BGB). Dieser wird von Gerichten allerdings längst nicht so häufig attestiert wie von Schenkenden geltend gemacht. Nach Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs (BGH) ist grober Undank „die Verletzung der Verpflichtung zu einer von Dankbarkeit geprägten Rücksichtnahme auf die Belange des Schenkers, die dieser erwarten kann“. Zusätzlich muss der Beschenkte dieser Erwartung in „nicht mehr hinnehmbarer Weise nicht mehr genügt“ haben.

Dazu müssen in einer Gesamtwürdigung alle relevanten Umstände des Einzelfalls beurteilt werden. Es reicht also nicht aus, dass ein Beschenkter – wie es beim Crowdfunding wohl am ehesten der Fall sein dürfte – bestimmten individuellen Erwartungen nicht gerecht wird. Der BGH hat groben Undank vielmehr bei körperlicher Misshandlung, grundlosen Strafanzeigen, schweren Beleidigungen wie „alte Hexe“ oder „verlogene Sau-brut“ sowie beim Versuch der Tötung des Schenkers angenommen. Der Widerruf einer Schenkung infolge groben Undanks ist überdies nur innerhalb eines Jahres nach dem ausschlaggebenden Ereignis – also etwa der Beleidigung – möglich.

Die zweite, besonders boomende Variante bezeichnet man als „Reward-based Crowdfunding“; hier bekommt der Unter-

Anzeige

Die Fundraising-Plattform **betterplace.org** vermittelt bereits seit 2007 Geld- und Zeit-Spenden für konkrete soziale Projekte.

Unternehmen oder ein Projekt. Laufzeit und Verzinsung sind vertraglich ebenso festgelegt wie die monatlichen Zins- und Tilgungszahlungen durch den Kreditnehmer an die Kreditgeber. Wie bei jedem normalen Kredit auch ist eine vorherige Risikobewertung ausschlaggebend für die Freigabe des Projekts auf der Plattform – wer Negativeinträge bei Schufa, Creditreform und Co. hält, den lehnen Crowdfunding-Plattformen eher ab.

stützer eine „Belohnung“ – bestehend aus einem konkreten Produkt oder einer Dienstleistung – für seinen Anteil. Diese Belohnung kann materiell, ideell oder eine Kombination aus beidem sein. So stellt der Entwickler den Geldgebern seine App vor dem eigentlichen Launch zur Verfügung, oder er spendiert spezielle Upgrades. Besonders beliebt ist diese Crowdfunding-Form zur Finanzierung von kleinen und mittelgroßen Film- oder Musikproduktionen, die dann mit Fan-Paketen, Nennung der Geldgeber im Abspann, CD-Booklet oder mit Meet & Greet vergütet werden.

Juristisch lässt sich das alles mit „typengemischter Vertrag“ beschreiben: Je nach Art der Belohnung beziehungsweise Gegenleistung kann sie aus kauf-, dienst- oder werkvertragsähnlichen Elementen bestehen, was nicht gerade zur Vereinfachung des rechtlichen Konstrukts führt. Welche Art von Vertragsrecht ist anwendbar, wonach richtet sich die Gewährleistung? Des Juristen liebste Antwort auf derlei Fragen: Es kommt darauf an.

Tatsächlich kommt es bei Streitigkeiten darauf an, welcher Vertragsteil betroffen ist. Die herrschende Meinung in Rechtsprechung und Wissenschaft wendet die sogenannte Kombinationsmethode an, bei der geprüft wird, welcher Vertragsbestandteil betroffen ist. Ein Beispiel: Der Backer soll als Gegenleistung das Produkt geliefert bekommen und auf der Firmen-Website genannt werden. Er erhält ein kaputtes Produkt – damit ist nur das kaufvertragliche Element des Vertrags betroffen und es gelten die Paragraphen 433 ff BGB, die Nennung auf der Website bliebe unberührt. Wäre das gelieferte Produkt allerdings ein eigens angefertigtes Portrait, müsste man von einem Werk-

vertrag nach den Paragraphen 631 ff BGB ausgehen.

Bei rechtlichen Streitigkeiten, die den gesamten Vertrag betreffen, greift die Kombinationstheorie nicht. Hier wird dann auf den Part abgestellt, der den Schwerpunkt des Vertrags ausmacht. Beispielsweise wird jeder Reward-Vertrag unter der Bedingung abgeschlossen, dass die für das Projekt erforderliche Mindestsumme erreicht wird. Erst mit Eintritt der Bedingung ist die Zahlung an den Empfänger fällig – ansonsten ist der Vertrag beendet. Falls das Geld entweder von der vermittelnden Plattform treuhänderisch oder vom Empfänger direkt bereits eingezogen wurde, müssen diese es zurückzahlen.

Die dritte Variante: Beim sogenannten „Lending-based Crowdfunding“ oder auch „Crowdlending“ vergeben viele Backer über eine Plattform Kredite für ein

## Crowd-Investitionen

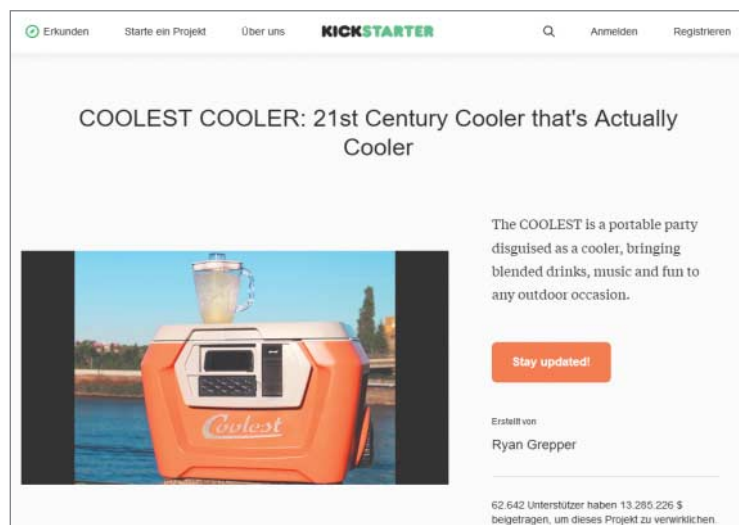
Als rechtliche Grundlage fürs Crowdlending fungieren hierzulande die üblichen Regelungen zum Darlehensvertrag: die Paragraphen 489 ff BGB. Außer der Vereinbarung eines Zinses sowie Tilgungsplans sollten Sie beachten, dass das Recht zur ordentlichen Kündigung nach Paragraph 489 Abs. 4 BGB nicht vertraglich ausgeschlossen werden kann – im Unterschied zur vorzeitigen Rückzahlung, die gesetzlich zwar nicht vorgesehen ist, jedoch im Einzelfall mit und ohne Vorfälligkeitsentschädigung ebenso vereinbart werden kann wie Sondertilgungsrechte. Der Darlehensnehmer ist beim Crowdlending nicht verpflichtet, die Geber zu informieren, wofür das Geld verwendet wurde oder welche Einnahmen er generiert hat.

Das sieht beim sogenannten „Equity-based Crowdfunding“ oder „Crowdinvesting“ anders aus. Diese Methode ähnelt in

Einen guten Einstieg bietet das Infoportal **crowdfunding.de**. Hier findet sich auch eine stets aktuelle, kategorisierte Liste mit Funding-Plattformen.

Anzeige





**Mehr als 62.000 Backer haben die Realisierung dieser rollenden Kühlbox unterstützt. Viele werden wohl leer ausgehen.**

Mitsprache- noch Kontrollrechte ausüben und vor allem nicht an Verlusten des Unternehmens beteiligt werden kann.

### Geber, Plattform, Empfänger

Generell kann sich beim Crowdfunding über vermittelnde Plattformen die juristische Situation verkomplizieren. Zwischen Geldgeber und Plattform existiert genauso wie zwischen Geldempfänger und Plattform ein entgeltlicher Vertrag. Dieser bezieht sich auf die Nutzung der Plattform. Wie dargelegt entstehen außerdem Verträge zwischen Geber und Empfänger – und zwar direkt. Nach wie vor nicht ganz geklärt ist die Frage, wie die Allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB), die der Plattformbetreiber den Nutzern vorgibt, im Verhältnis der beiden Finanzierungspartner zu behandeln sind.

Die überwiegende Expertenmeinung derzeit: Die AGB gelten nur zwischen den Vertragsparteien, also im Verhältnis Plattform zu Nutzer. Es gibt aber durchaus Stimmen, die die AGB auch zwischen Geber und Nehmer direkt anwenden wollen. Der Bundesgerichtshof ist diesbezüglich anderer Meinung und favorisiert in seiner bisherigen eBay-geprägten Rechtsprechung die sogenannte Auslegungslösung: Die AGB des Plattformbetreibers werden nicht direkt einbezogen, gelten aber im Streitfall als Indiz dafür, wie die einzelnen Regelungen des Vertrags zu verstehen sind.

Was passiert, wenn Projekte nicht so laufen wie sie sollen? Für den einzelnen

einigen Aspekten dem Verkauf von Unternehmenskapital durch Aktiengesellschaften. Sie ist das wohl attraktivste Finanzierungsmodell für Start-ups wie auch Anleger, denn bei einem erfolgreichen Projekt winkt auch eine ebenso erfolgreiche Gewinnbeteiligung. Doch man könnte Crowdinvesting durchaus auch mit einer arrangierten Ehe vergleichen: Man kennt den anderen allenfalls flüchtig, jeder will mitreden, aber nicht jeder darf, und überhaupt ist im Alltag sowieso alles anders als gedacht.

Zunächst gilt es abzugrenzen, ob eine „stille Beteiligung“ oder ein „partiarisches Darlehen“ vorliegt. In beiden Formen fließt zwar ein Investment in Form eines Geldbetrags vom Investor zum Unternehmen, der sich damit eine Gewinnbeteiligung am Unternehmenserfolg sichert. Grundlegend unterscheiden sich die beiden aber in ihrer Rechtsform: Die stille Beteiligung ist eine Unterform der Gesellschaft bürgerlichen Rechts nach den Paragraphen 705 ff BGB – das bedeutet, die Investoren verfolgen einen gemeinsamen Zweck und wollen das auch.

Als Innengesellschafter treten sie nicht nach außen in Erscheinung, können das Unternehmen also weder vertreten noch in dessen Namen handeln. Geregelt ist die stille Beteiligung in den Paragraphen 230 ff des Handelsgesetzbuchs (HGB). Vorsicht: Diese Regelungen sind nicht „indisponibel“, können also vertraglich verändert oder ganz außer Kraft gesetzt werden. Ein geldsammelndes Start-up könnte etwa vereinbaren, die Backer außer am Gewinn auch am Verlust des Unterneh-

mens zu beteiligen, oder es könnte konkrete Mitbestimmungsrechte einräumen.

Eins allerdings darf das Start-up keinem noch so stillen Gesellschafter nehmen: das Kontrollrecht. Gemäß Paragraph 232 Abs. 1 HGB darf in dieser Konstellation jeder Unterstützer nicht nur eine Kopie des Jahresabschlusses verlangen, sondern auch Einsicht in Bücher, Papiere und ähnliches, um deren Richtigkeit überprüfen zu können.

Bei normalen Darlehen, also den „partiarischen Darlehen“ wird im Unterschied zu stillen Beteiligungen kein gemeinsamer Zweck verfolgt. Sie sind bankenüblich gesichert, und der Darlehensgeber trägt kein unternehmerisches Risiko. Dies bedeutet auch, dass er weder

### Crowdfunding-Gesetz

Zum Schutz von privaten Investoren gerade beim Crowdfunding hat der Gesetzgeber 2015 ein Sammelsurium von Gesetzesänderungen verabschiedet. Das Paket läuft unter dem Namen „Kleinanlegerschutzgesetz (KASG)“. Zum großen Teil ist es im Juli 2015 und Januar 2016 in Kraft getreten; letzte Änderungen werden im Januar 2017 wirksam. Insgesamt sind die regulatorischen Anforderungen an ein Crowdfunding und damit auch die Haftungsrisiken für Projektverantwortliche gestiegen. Für Unterstützer und Investoren bringt das Paket Vorteile.

Geregelt wird nämlich insbesondere die Transparenz zugunsten der Anleger. So müssen Chancen und Risiken hinreichend im Prospekt für den potentiellen Anleger ersichtlich und zudem immer auf dem aktuellen Stand sein. Die Kompetenzen der Bankenaufsicht BaFin wurden ebenso gestärkt wie die Möglichkeit der Honorarberatung in Abgrenzung zur Provisionsberatung. Das Gesetz sieht außerdem ein Widerrufsrecht zugunsten des Anlegers beim Crowdinvesting vor. Die Widerrufsfrist beträgt 14 Tage nach Abschluss des Vertrags.



Backer kann das im schlimmsten Fall bedeuten, dass er sein Geld erst einmal nicht wiedersieht und einklagen muss. Dann sieht er sich allerdings einem Crowdfunder gegenüber, der ums finanzielle Überleben kämpft.

## Verlorenes Geld

War die benötigte Geldsumme zusammengesammelt, startete dieser vielleicht mit Elan in sein Projekt, stellte aber nach einiger Zeit fest, dass die ursprünglich tolle Idee in der Realität doch nicht überlebensfähig ist. Die Macher des Computerspiels Clang beispielsweise sammelten via Kickstarter 530.000 US-Dollar von erwartungsfreudigen Nutzern ein. Das Projekt scheiterte, weil sein Macher zugab, das Spiel mache keinen Spaß und sei nicht verkaufsfähig. Vom eingesammelten Geld zahlte er gerade mal 700 US-Dollar an die Backer-Community zurück.

Noch schlimmer erwischte es die Backer der Kühlbox „Coolest Cooler“: 13,2 Millionen US-Dollar wurden gesammelt, dieses Geld war aber im Laufe des Produktionsprozesses schnell verbraucht. Im März 2016 gab das Projekt massive Lieferschwierigkeiten zu. Bis heute haben längst nicht alle Unterstützer eine Box erhalten, manche werden es wohl nie.

Verlorenes Geld ist für die Investoren bitter. Rechtlich ist zumindest bei den Darlehensvarianten die Sache klar: Der Rückzahlungsanspruch der gesammelten Summe besteht zumindest nach erfolgter Kündigung. Hier ist aber immer darauf zu achten, was vertraglich vorher vereinbart worden ist. Je nach Regelung kann sich der Zeitpunkt der Rückzahlung erheblich verschieben. Ebenso bei den Reward-be ruhenden Funding-Projekten: Aufgrund des Kaufvertrags ist der Hersteller zur Lieferung der Rewards verpflichtet; liefert er

nicht, greifen die normalen Folgen der Vertragsnichterfüllung nach den Paragraphen 280 ff BGB – der Backer hat Anspruch auf Schadensersatz.

Der absolute Worst Case für alle Beteiligten ist die Insolvenz des Plattformbetreibers, sofern dieser die vereinnahmten Gelder treuhänderisch verwaltet und noch nicht an den Projektverantwortlichen ausgezahlt hat. Doch selbst wenn alle genannten Ansprüche grundsätzlich einklagbar und nach Urteil 30 Jahre lang vollstreckbar sind, bleibt die Frage, ob man sie irgendwann geltend machen kann. Ganz schwierig wird es, wenn der Projektverantwortliche im Ausland sitzt – von der Möglichkeit der Restschuldbefreiung in der Insolvenz gar nicht zu reden. Letztendlich sollte jedem klar sein, dass Crowdfunding-Kampagnen trotz der recht eindeutigen juristischen Lage Risiken für alle Beteiligten bergen. (hob@ct.de) **ct**

Anzeige

# FAQ Steam

## Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Dennis Schirmmacher

### Spiele auf verschiedenen Festplatten

**?** Meine Systemfestplatte, auf der sich Steam und verschiedene Spiele befinden, ist voll. Kann ich die Titel auch auf einer anderen Festplatte installieren?

**!** Ja, das geht. Dafür rufen Sie die Einstellungen des Steam-Clients auf und wählen dort „Downloads“ aus. Anschließend klicken Sie auf den Punkt „Steam-Bibliotheksortner“. Dort können Sie weitere Laufwerke hinzufügen. Beim Installieren kann man einen der Datenträger auswählen. Über die Option „Spiele sichern und wiederherstellen“ lassen sich Spiele zudem als komprimiertes Backup auf einem Laufwerk speichern. Ein rund acht GByte großer Titel wiegt dann noch zwei GByte. Damit man einen auf diesem Weg weggespeicherten Titel wieder spielen kann, muss man ihn über den Steam-Client wiederherstellen. Wem das zu kompliziert ist, der kann auch einfach den ganzen Spieleordner unkomprimiert auf eine Backup-Festplatte kopieren und bei Bedarf wieder zurückschieben. Steam-Spiele finden sich standardmäßig im Windows-Programme-Ordner unter „Steam\steamapps\common“.

### Nicht-Steam-Spiel in Bibliothek

**?** Lassen sich eigentlich auch Titel, die man nicht über Steam gekauft hat, mit dem Client starten?

**!** Ja, das funktioniert. Wer möchte, kann über die Steam-Oberfläche jede auf dem Computer liegende ausführbare Datei starten. Dafür klickt man im Client unten links auf „Spiel hinzufügen“ und dann auf „Steam-fremdes Spiel hinzufügen“. Anschließend sucht man die .exe-Datei des gewünschten Titels. Nun taucht das Spiel in der Steam-Bibliothek auf und man kann es starten. Auf Wunsch lassen sich Steam-fremde Spiele zum einfacheren Auffinden Kategorien zuweisen. Zu-

satzinfos von Titeln sind aber nicht verfügbar. Zudem macht das Steam-Overlay, etwa zur Darstellung von Chat-Nachrichten während des Spielens, bei einigen Titeln Problemen.

### Steam-Titel zurückgeben

**?** Ich habe mir vor einer Woche ein Spiel bei Steam gekauft und nach zwei Stunden festgestellt, dass es total blöd ist. Kann ich den Titel zurückgeben und mein Geld wiederbekommen?

**!** In der Regel sollte das klappen. Dafür klicken Sie auf „Hilfe“ und „Steam-Support“. Hier wählen Sie das Spiel und den Punkt „Es ist nicht, wie ich es mir vorgestellt habe“. Nun können Sie eine Rückerstattung beantragen und sehen prompt, ob das klappt und wie viel Geld Sie zurückbekommen. Limitierend gibt Valve an, dass es für Einkäufe, die mehr als 14 Tage zurückliegen, oder für Titel mit hoher Spielzeit „normalerweise keine Rückerstattungen“ gibt. In unserem Fall konnten wir ein vor neun Monaten gekauften Titel, den wir bereits 19 Stunden gespielt haben, erfolgreich zurückgeben und erhielten den vollen Einkaufspreis zurück. Spiele, die man per Geschenk-Option erhalten hat, kann man nur zurückgeben, wenn der Schenkende zustimmt. Für Titel, die man über Codes aus dem Einzelhandel oder von Key Resellern freigeschaltet hat, gibt es keine Rückerstattungen. Darunter fallen auch Spiele-Pakete, etwa von Humble Bundle.

### Spiele dauerhaft entfernen

**?** Ich habe mir ein DRM-freies Spiel bei GOG gekauft, welches ich auch schon bei Steam erworben habe. Ich spiele aber lieber die Variante ohne DRM und frage mich nun, ob ich den Titel aus meiner Steam-Bibliothek entfernen kann. Wenn ich das Spiel deinstalliere, ist es ja immer noch mit meinem Account verknüpft und taucht in der Bibliothek auf.

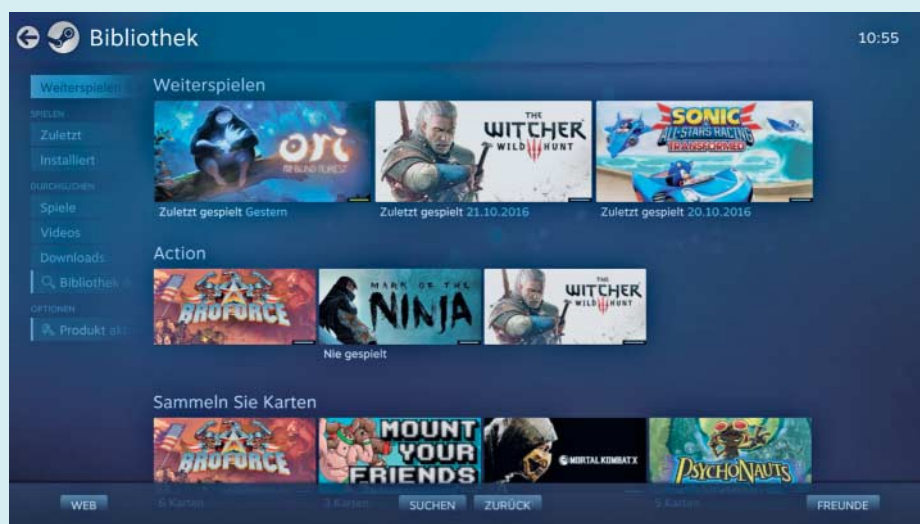
**!** Das ist möglich – dieser Vorgang ist aber endgültig. Alternativ kann man ein Spiel auch verstecken, sodass es nicht mehr in der Bibliothek auftaucht. Das funktioniert nach einem Rechtsklick auf ein Spiel unter dem Punkt „Kategorie bearbeiten“. Wer einen Titel dauerhaft loswerden will, stößt das endgültige Löschen im Steam-Client über den Reiter „Hilfe“ und den Punkt „Steam-Support“ an. Hier wählt man „Spiele und Anwendungen“ aus und sucht den jeweiligen Titel. Achtung: Über diesen Vorgang beantragen Sie keine Rückerstattung, sondern entfernen das Spiel dauerhaft aus Ihrem Account. Das lässt sich nicht mehr rückgängig machen. Zudem erhält man bei einem erneuten Kauf keinen neuen Produktschlüssel mehr.

### Bedienung mit Gamepad optimieren

**?** Spiele zocke ich am PC mit einem Gamepad statt mit Maus und Tastatur. Um einen Titel vom Sofa aus zu star-



Über Steam gekaufte Titel kann man unter gewissen Voraussetzungen zurückgeben und erhält den Kaufbetrag zurück.



Auf Wunsch startet Steam nach dem Einschalten des Computers unmittelbar im Big-Picture-Modus. So fühlt sich der PC fast wie eine Spielkonsole an.

ten, muss ich aber immer die Augen zusammenkneifen, um den Mauszeiger auf dem Fernseher erkennen zu können. Geht das nicht irgendwie bequemer?

**!** Dafür ist der Big-Picture-Modus da. Dabei handelt es sich um eine spezielle Vollbildansicht mit großen Icons. In diesem Modus kann man den Spielstart bequem über ein Gamepad anstoßen und verschiedene Einstellungen vornehmen: Das fühlt sich wie auf einer Spielkonsole an.

## Spiele gemeinsam nutzen

**?** Ein Freund bat mich darum, dass ich meine Spiele-Bibliothek mit ihm teile. Funktioniert das überhaupt und ist das legal?

**!** Ja, das geht ganz offiziell und nennt sich Steam-Familienbibliothek. So kann man laut Valve „Familienmitgliedern und deren Gästen“ Zugriff auf einen Großteil der eigenen Spiele ermöglichen. Damit das klappt, muss man jeweils Computer und Steam-Accounts für den Zugriff auf die eigene Spiele-Bibliothek freischalten. Das funktioniert maximal für zehn Computer und fünf Accounts parallel. In

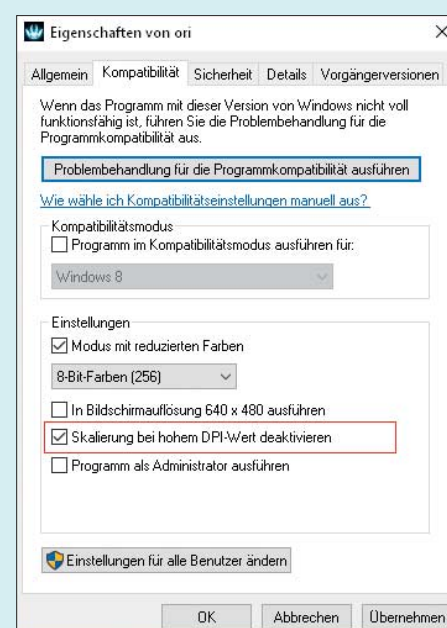
Ihrem Beispiel müssen Sie sich mit Ihrem Steam-Account auf dem Computer Ihres Freundes einloggen und das Gerät in den Einstellungen für die Familienbibliothek autorisieren. Nun schalten Sie noch den Account des Freundes frei. Im Anschluss kann er auf diesem Computer und mit seinem Account Spiele aus Ihrer Steam-Bibliothek spielen – Spielstände werden unter seinem Konto gespeichert. Das Teilen funktioniert aber nur, wenn Sie selbst gerade nicht spielen und der Freund online ist.

## Titel starten nicht in Full HD/4K

**?** Ich habe meinen Computer an einen Full-HD-Fernseher angeschlossen. Einige Spiele, wie „Ori and the Blind Forest“, starten aber immer in 720p – die Einstellung im Grafikmenü für Full HD wird nicht übernommen. Kann ich den Titel gar nicht ohne Auflösungsverlust spielen?

**!** Dafür ist ein Workaround nötig. Die Ursache für das Problem ist offensichtlich ein Bug in Steam. Der ist dafür verantwortlich, dass die Auflösung von

einigen Spielen auf 720p forciert wird, wenn man in Windows die Skalierungsoption nutzt. Diese lässt Elemente auf dem Desktop für eine bessere Bedienbarkeit größer erscheinen – sinnvoll ist das vor allem auf Flachbildfernsehern, von denen man mehrere Meter entfernt sitzt. Um das Problem zu lösen, müssen Sie per Rechtsklick die Einstellungen der .exe-Datei des jeweiligen Titels aufrufen. Standardmäßig finden sich die ausführbaren Dateien in einem Ordner mit Namen des Spiels unter „C:\Program Files\Steam\steamapps\common“. In den Einstellungen wählen Sie den Reiter Kompatibilität aus. Dort aktivieren Sie den Punkt „Skalierung bei hohem DPI-Wert deaktivieren“. Anschließend startet das Spiel auch in höheren Auflösungen als 720p. Dieser Workaround funktioniert leider nicht für den Big-Picture-Modus von Steam. Damit dieser ohne Auflösungsbegrenzung läuft, muss man die Skalierungsoption global in Windows deaktivieren. (des@ct.de)



Starten Spiele unter Windows nur mit 1280 x 720 Pixeln, muss man in den Einstellungen der ausführbaren Datei des jeweiligen Titels die Skalierung des Betriebssystems deaktivieren.

# Tipps & Tricks

## Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

### unsere Kontaktmöglichkeiten:

 [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

  c't magazin

 @ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

## Windows 10 kann ISO-Datei nicht öffnen

**?** Theoretisch kann Windows 10 doch ohne weitere Software ISO-Dateien als optisches Laufwerk ins System einbinden. Wenn ich das per Doppelklick versuche, erhalte ich auf diversen PCs die Meldung „Datei konnte nicht bereitgestellt werden“. Was kann ich tun?

**!** Uns begegnet das auch häufiger, ohne dass wir eine vollständige Systematik dahinter erkannt hätten. In einem Fall ließ sich ein Zusammenhang mit einem defekten DVD-Laufwerk herstellen; nach dem Ausbau war der Spuk vorbei. In einem anderen Fall verursachte ein externer USB-Brenner das Problem. Als Abhilfe taugte in jedem Fall das „Deinstallieren“ aller Instanzen des Geräts „Microsoft virtuelles DVD-ROM-Laufwerk“ im Gerätemanager.

Damit Sie dort alle Instanzen überhaupt zu Gesicht bekommen, öffnen Sie eine Kommandozeile mit Admin-Rechten und geben dort ein: `set devmgr_show_nonpresent_devices=1 && devmgmt.msc`. Im Ansicht-Menü aktivieren Sie dann noch „Ausgeblendete Geräte anzeigen“. Wenn Sie jetzt per Kontextmenü unter

DVD/CD-ROM-Laufwerke alle Einträge mit „Microsoft virtuelles DVD-ROM-Laufwerk“ deinstallieren, sollte sich nach einem Doppelklick die widerspenstige ISO-Datei auch als virtuelles Laufwerk zeigen. (ps@ct.de)

## Xbox GameDVR in Windows 10 deaktivieren

**?** Ich nutze Steam und GeForce Experience, wenn ich in einem 3D-Spiel Screenshots oder Screenrecordings machen möchte. Das Microsoft-eigene Tool GameDVR brauche ich gar nicht, aber es nervt mich immer mit Pop-ups, sobald es ein neues Spiel erkennt. GameDVR ließe sich in der Xbox-App ausschalten, aber dafür müsste ich mich erst mit einem Microsoft-Konto einloggen. Wie kann ich GameDVR ansonsten lahmlegen?

**!** Das klappt mit einem Registry-Eintrag. Öffnen Sie den Registry-Editor mittels Windows-Taste, „regedit“ und Eingabetaste. Navigieren Sie zum Schlüssel HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SOFTWARE\Policies\Microsoft\Windows. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Schlüssel „Windows“ und dann auf „Neu > Schlüssel“ und geben Sie ihm den Namen GameDVR. Klicken Sie dann mit der rechten Maustaste auf diesen neuen Schlüssel, wählen Sie „Neu > DWORD-Wert (32-Bit)“ und geben Sie ihm den Namen AllowGameDVR. Den Default-Wert des Eintrags „0x00000000 (0)“ belassen Sie, wie er ist.

Nach einem Neustart des Systems ist GameDVR systemweit deaktiviert. Wollen Sie die Funktion später doch einmal verwenden, ändern Sie den Wert des Eintrags AllowGameDVR auf „1“. (jss@ct.de)

## Memtest86 hängt sich auf

**?** c't empfiehlt zum Testen des Arbeitsspeichers das Programm Memtest86. Bei meinem Rechner mit X99-Chipsatz stoppt der Test allerdings schon nach wenigen Minuten ohne Fehlermeldung und ich muss meinen PC per Reset-Knopf neu starten. Ist mein RAM defekt?

**!** Das ist ein bekanntes Problem bei Mainboards der Firma Asus mit X99-Chipsatz für LGA2011-v3-Prozessoren. Ursache ist ein Fehler im UEFI-BIOS, der dazu führt, dass sich der Rechner aufhängt, wenn alle CPU-Kerne gleichzeitig aktiv sind. Wenn Sie unter „(C)PU Selection“ Single CPU, Round Robin oder Sequential auswählen, läuft der Test bei intaktem RAM stabil. Allerdings benötigt der Rechner für einen Durchlauf mit diesen Einstellungen deutlich länger. Laut einem Beitrag im Memtest86-Forum plant Asus für die betroffenen Mainboards kein BIOS-Update, da es sich nicht um einen kritischen Fehler handle (siehe c't-Link). (chh@ct.de)

**Hinweis im Memtest86-Forum:**  
[ct.de/y6kr](http://ct.de/y6kr)

## ATA-Passwort: Vorsicht beim Ändern

**!** Beim Einrichten und Ändern des Passworts, das den Zugriff auf eine SSD oder Festplatte eines Desktop-PC oder Notebooks freigibt, sollte man mit Bedacht vorgehen – vor allem, wenn es



Ein Registry-Eingriff legt den GameDVR systemweit lahm – und zwar so, dass er sich auch in der Xbox-App nicht mehr einschalten lässt.



eine SSD mit Verschlüsselungstechnik schützt.

Das BIOS mancher Notebooks und auch einiger Desktop-PCs erlaubt es, den Zugriff auf eine SATA-SSD oder -Festplatte mit einem Passwort zu verriegeln. Genau genommen fragt das BIOS dabei nur das Passwort ab, die eigentliche Authentifizierung erledigt die Platte oder SSD selbst. Außerdem stellt das BIOS-Setup Funktionen bereit, um das Passwort einzurichten, zu ändern und wieder zu löschen.

Durch Kommunikationsfehler zwischen System und Platte oder auch durch Bugs in BIOS und Firmware der Platte oder SSD können aber Pannen auftreten. Daher ist es ratsam, vor dem Setzen, Ändern oder Löschen eines ATA-Passworts ein Backup der Festplatte oder SSD anzufertigen. Vor allem bei Speichermedien mit Hardware-Verschlüsselung (Self-Encrypting Drives, SED) sind Daten unrettbar verloren, wenn die Elektronik des SED das interne Geheimnis vergisst, das zur Verschlüsselung der Daten verwendet wurde. (ciw@ct.de)

## Fritzbox-Mediaserver spielt M4A-Dateien nicht ab

**?** Eigentlich wollte ich meine Fritzbox 7490 als Mediaserver für Musik nutzen. Problem dabei: Er kann mit M4A-Dateien nicht richtig umgehen. Mein Fritzfon C5 bietet M4A-Dateien gar nicht zur Wiedergabe an, auf meinem iPhone mit der PlayerXtreme-App kann ich nur über die normale Ordnerstruktur auf die Dateien zugreifen. Mit welchem Mediaserver lässt sich das Problem zuverlässig lösen?

**!** Laut AVM unterstützt der Mediaserver der Fritzbox M4A-Dateien grundsätzlich, wertet aber deren Metatag-Informationen nicht aus. Darum tauchen sie nur in der Ordneransicht auf, aber nicht unter Interpreten, Alben ... Dass das Fritzfon C5 die M4A-Dateien nicht abspielt, liegt daran, dass es nur MP3 und WAV beherrscht.

Tatsächlich schwächeln einige UPnP-Server bei M4A-Dateien. Geräte, auf denen der Twonky-Server läuft oder sich nachinstallieren lässt, dürften mit den Metatags der M4A-Dateien problemlos klarkommen.

Um solchen Problemen bei Servern und Clients aus dem Weg zu gehen, wäre

eine Batch-Konvertierung der übrigen M4A-Dateien in MP3-Files mit 256 kBit/s der bessere Weg. Damit kann jedes Device umgehen. Die Konvertierung lässt sich übrigens sogar mit iTunes erledigen.

(vza@ct.de)

## Internet-Speedtests liefern verschiedene Ergebnisse

**?** Um meinen Internet-Vertrag zu testen, führe ich bei verschiedenen Webanbietern kurz hintereinander Speedtests durch. Die Messergebnisse unterscheiden sich zum Teil deutlich. Einer der Werte erreicht 190 MBit/s, während die anderen bei 10 bis 100 MBit/s vor sich hindümpeln. Was kann der Grund sein?

**!** Höchstwahrscheinlich sind alle gemessenen Werte korrekt. Die Unterschiede kommen durch viele verschiedene Variablen in den Messsystemen zustande. Die Verbindungen zwischen Ihrem Anschluss und den Servern der verschiedenen Webanbieter führen über unterschiedliche Strecken. Übertragen auf Fahrzeitmessungen auf Autobahnen beispielsweise kämen ja auch unterschiedliche Maximalwerte heraus, wenn man die Strecken von Hannover nach Berlin, Hamburg oder Dresden untersuchen würde.

Allein schon aus der Anzahl der Einzelabschnitte und der Datenrate, die die jeweiligen Router erreichen, sowie den Latenzen und Server-Leistungen ergeben sich Unterschiede. Weitere Variablen, auf die man keinen Einfluss hat, betreffen zum Beispiel die Implementierungen des TCP-Stacks auf Server-Seite sowie seine jeweilige TCP-Konfiguration während der Messung und die Dateigrößen, die zum Messen verwendet werden – für all das gibt es keine Vorschriften, man kann die Tests auf diverse Art implementieren. Generell gilt: Um schnelle Leitungen ausschöpfen zu können, sollte der Mess-Server möglichst nah an den Kunden-Anschlüssen stehen. (dz@ct.de)

## Ubuntu: Mittelclick bei Clickpads

**?** Ich habe ein neues Notebook, bei dessen Touchpad sich linke und rechte Taste nicht gleichzeitig betätigen lassen. Wie erzeuge ich bei Ubuntu Desktop ei-

Anzeige



nen Mittelklick, um zuvor markierten Text einzufügen oder Links im Browser in neuen Tabs zu öffnen?

! Sie haben wahrscheinlich ein sogenanntes „Clickpad“, bei dem nur die Fingerposition entscheidet, ob der Touchpad-Treiber einen Klick als Links- oder Rechtsklick interpretiert. Letzteren kann man auch auslösen, indem man kurz mit zwei Fingern gleichzeitig aufs Pad tippt (Two Finger Tap). Solche Touchpads können zumeist mehr als zwei Finger erkennen; sie lassen sich daher so konfigurieren, dass ein gleichzeitiges Antippen mit drei Fingern einen Mittelklick auslöst (Three Finger Tap).

Bei der Bedienoberfläche von Ubuntu Desktop sind dazu zwei Schritte nötig, da sich dessen Maus-Konfigurations-Plug-in sonst querstellt. Deaktivieren Sie dieses Systemsteuerungs-Plug-in von Unity mit folgenden Befehl:

```
dconf write /org/gnome/settings-daemon/plugins/mouse/active false
```

Ferner müssen Sie ein Konfigurations-schnipsel erzeugen, das die Tap-Funktion aktiviert. Erstellen Sie dazu das Verzeichnis „/etc/X11/xorg.conf.d/“, um darin die Datei 52-synaptics-addon.conf anzulegen und wie folgt zu füllen:

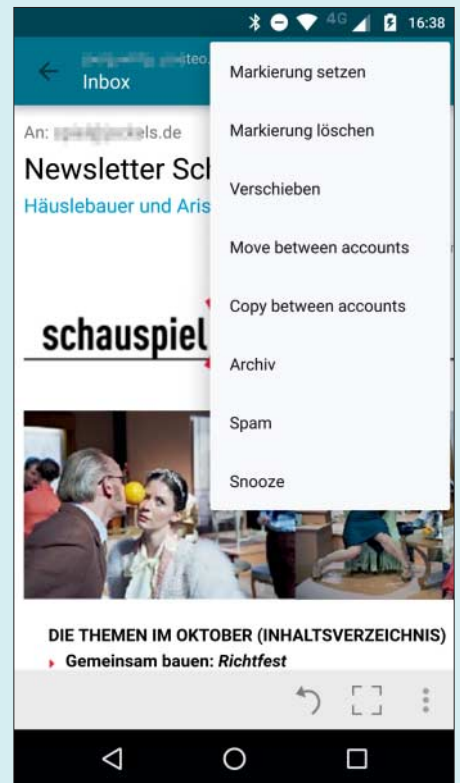
```
Section "InputClass"
    Identifier "Three-Finger-Tapping"
    Driver "synaptics"
    MatchIsTouchpad "on"
    Option "TapButton3" "2"
EndSection
```

Achtung: Vertipper an dieser Datei können dazu führen, dass die grafische Bedienoberfläche nicht mehr startet! Außerdem könnte das Lahmlegen des Maus-Plug-ins von Unity irgendwann unerwünschte Nebenwirkungen nach sich ziehen; sollte das der Fall sein, führen Sie den oben genannten Befehl erneut aus, ändern dabei aber „false“ in „true“.

(thl@ct.de)

## Mails unter Android zwischen Accounts verschieben

? Auf meinem Android-Smartphone habe ich schon zwei Mail-Apps installiert, doch beide sind nicht in der Lage, Mails von einem IMAP-Konto in ein anderes zu schieben. Mit Thunderbird am PC geht das problemlos, und auch unter



Maildroid ist unseres Wissens der einzige Android-Mailer, der Mails zwischen zwei Mail-Konten verschieben und kopieren kann.

iOS räume ich so zwischen meinen Mail-Konten auf. Wie erledige ich das unter Android?

! Tatsächlich können die meisten Mail-Apps von Android die Nachrichten nur zwischen IMAP- oder Exchange-Ordern des gleichen Mail-Accounts verschieben. Als Notlösung können Sie die Mails natürlich einfach weiterleiten, aber dabei gehen ja verschiedene Informationen verloren.

Besser macht es Maildroid von Flipdog Solutions. Hier finden Sie im Kontextmenü Einträge zum Kopieren und Verschieben „between accounts“. Das geht auch, wenn Sie mehrere Mails markiert haben. Maildroid finanziert sich über Werbeeinblendungen, alternativ kostet das werbefreie Maildroid Pro 10 Euro.

Große Mails sollten Sie dabei nur im WLAN umsortieren, nicht per Mobilfunk. Denn die App muss die Mails inklusive aller Anhänge erst aufs Gerät herunterladen und dann zum neuen Server senden, und das jeweils in der um 33 Prozent vergrößerten MIME-Kodierung. Das schlägt bei Ihrem Mobildaten-Volumen also mit fast dem Dreifachen der Größe der Anhänge zu Buche.

(jow@ct.de)

Anzeige

## Windows für Systemumzug deaktivieren

**?** Ich will mein Windows auf einem neuen PC weiternutzen und habe irgendwo im Netz gelesen, dass ich dazu das System auf dem alten PC nur mit dem Befehl „slmgr -upk“ zu deaktivieren brauche. Stimmt das?

**!** Nein. Dieser Befehl entfernt zwar den Schlüssel aus dem System und Windows will anschließend erneut aktiviert werden, doch Microsofts Aktivierungsserver bekommen das nicht mit: Der alte Schlüssel gilt weiterhin als aktiviert. Uns ist auch kein anderer Deaktivierungsmechanismus bekannt.

Macht aber nichts. Falls Sie die alte Installation mit einer anderen Lizenz weiterbetreiben wollen, reicht es, den Schlüssel im Aktivierungsdialog von Windows zu tauschen. Klicken Sie dazu auf den Link „Product Key ändern“. Den finden Sie unter Windows 7 und 8.1 in der Systemsteuerung unter „System“ und unter Windows 10 in den Einstellungen unter „Update und Sicherheit“/Aktivierung.

Steht nur der Umzug an, löschen Sie das alte Windows einfach. Das müssen Sie ohnehin, denn das Weiterbetreiben ohne Lizenz wäre nicht legal. Falls die Online-Aktivierung der neuen Installation scheitert, probieren Sie es telefonisch. Je nachdem, wie lange der letzte Aktivierungsvorgang zurückliegt, werden Sie dann von der Maschine gefragt, auf wie vielen PCs Ihr Windows installiert ist. Bei unseren Tests reichte es stets aus,

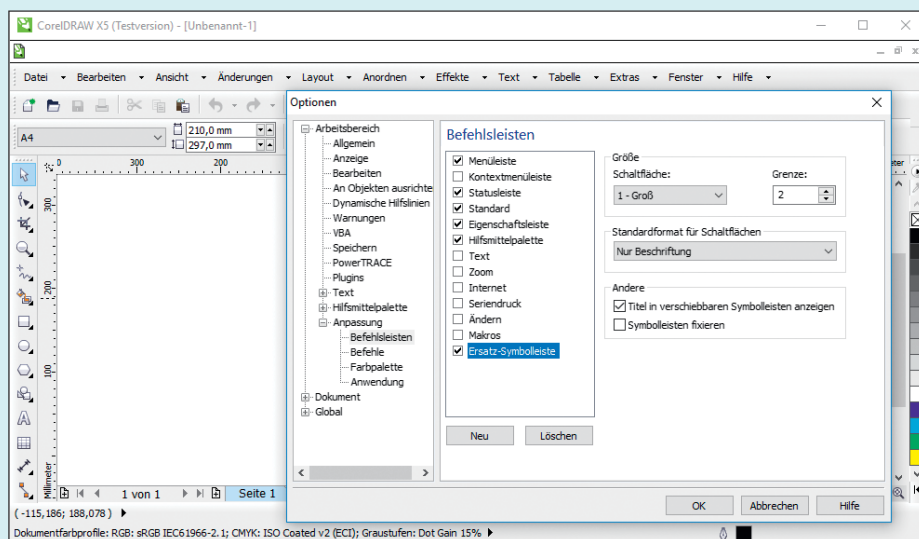
dann einfach die wahrheitsgemäße Antwort „1“ in die Telefongastatur zu tippen. Anschließend klappte das Aktivieren reibungslos. (axv@ct.de)

## CorelDraw: Menüleiste unter Windows 10 nicht sichtbar

**?** Ich hatte unter Windows 7 die CorelDraw Graphics Suite X5 installiert. Nach dem Upgrade auf Windows 10 erscheint die Menüleiste in weißer Schrift auf weißem Hintergrund. Nur wenn ich den Mauszeiger in die Menüleiste ziehe, zeigt CorelDraw den Inhalt in weißer Schrift auf blauem Hintergrund an. Wie kann ich die Schriftfarbe wieder in Schwarz ändern?

**!** Sie können die Menüleiste unseres Wissens nicht wieder sichtbar machen, aber mit den Mitteln von CorelDraw eine neue erstellen. Gehen Sie dazu in die Optionen des Programms und wählen Sie unter „Anpassung“ den Bereich „Befehlsleisten“. Wenn Sie auf „Neu“ klicken und rechts als Standardformat „Nur Beschriftung“ wählen, erscheint auf der Arbeitsfläche eine leere Menüleiste. Unter „Optionen/Anpassung/Befehle“ können Sie die gewünschten Menüpunkte mit der Maus in die neue Menüleiste ziehen. Die alte Menüleiste können Sie per Kontextmenü ausblenden. Anschließend ziehen Sie die neue Leiste an deren Stelle und wählen über das Kontextmenü den Befehl „Symboleiste fixieren“. (akr@ct.de)

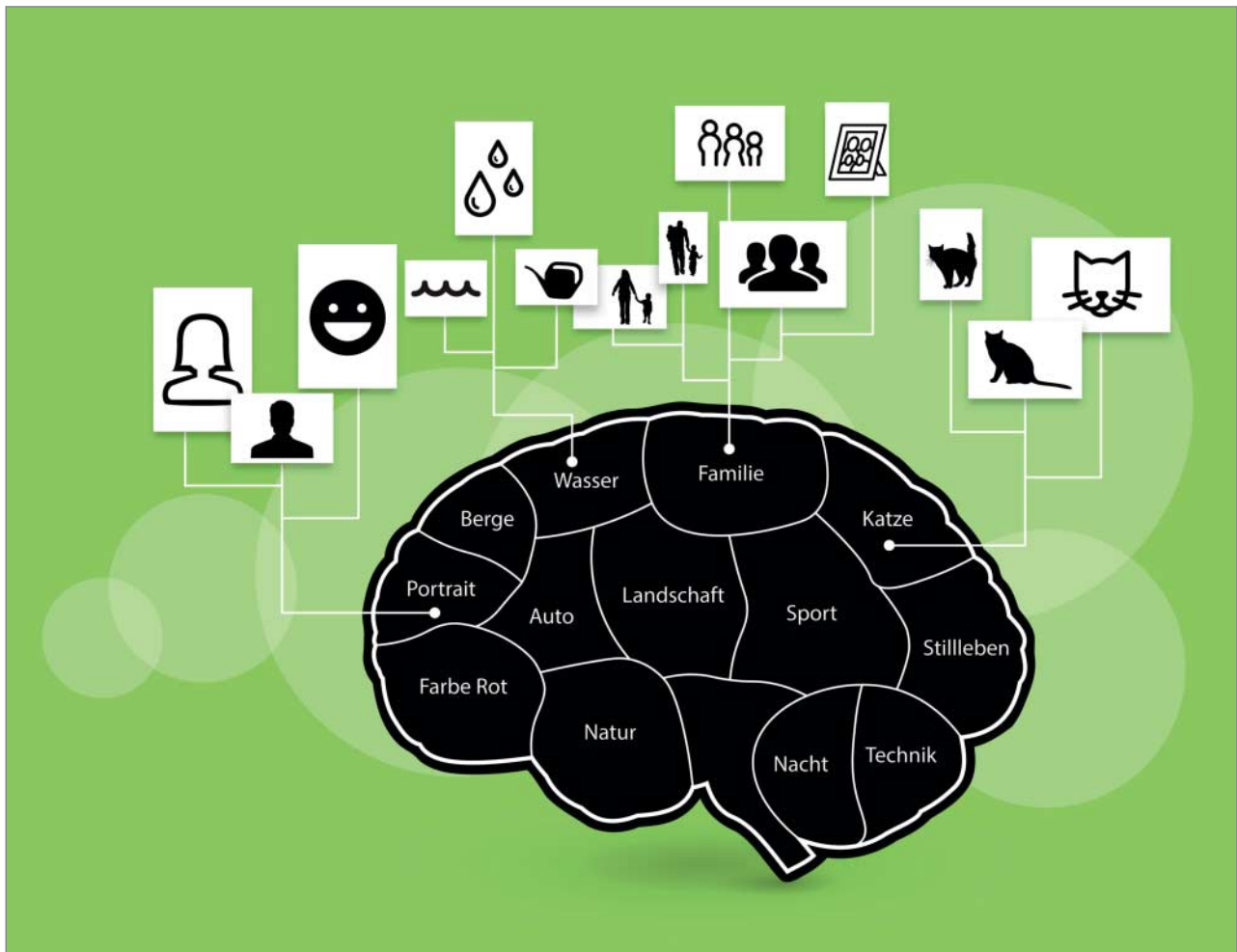
Anzeige



Die Menüleiste von CorelDraw X5 ist unter Windows 10 unsichtbar. Als Workaround lässt sich darunter eine eigene Menüleiste als Ersatz zusammenklicken.

# Bild-Erkennungsdienst

## Selbstlernende Bildarchive: Fotos finden und bewerten lassen



**Fotografieren macht Spaß, die Bilder zu verwalten allerdings nicht so sehr. Wer trotzdem von der gepflegten Fotosammlung träumt, kann jetzt Hoffnung schöpfen. Maschinell trainierte Suchmaschinen erkennen tausende Motive, verschlagworten Fotos automatisch und helfen bei der Suche nach den besten Aufnahmen.**

Von Andrea Trinkwalder

Wenn Fotografen mit randvollen Speicherkarten vom Shooting zurückkommen, fängt die Arbeit erst richtig an: die schiere Masse auf die besten zehn Prozent reduzieren, diese mit aussagekräftigen Schlagwörtern versehen und bearbeiten. Viele Fotografen entwickeln zwar Routine und einen Kennerblick für schnelle Bildauswahl, aber selten eine Leidenschaft für die monotone Arbeit. In der Folge verwildert das Bildarchiv zusehends. Da käme ein allwissender Sortierknecht aus den KI-Laboren gerade recht:

einer, der gute Bilder von schlechten unterscheidet und selbst nach einem Zwölfstundentag noch unermüdlich für tausende Fotos passende Stichwörter findet.

Die Chancen stehen gut. Seit Google vor vier Jahren mit einem tiefen neuronalen Netz (Deep Learning) die Bilderkennungs-Szene revolutionierte, erscheinen laufend neue Systeme zur automatischen Bildanalyse. Der Überraschungserfolg versetzte die fast vergessene KI-Forschung in Aufbruchsstimmung. Seitdem tüfteln die Entwickler an immer raffinierteren und



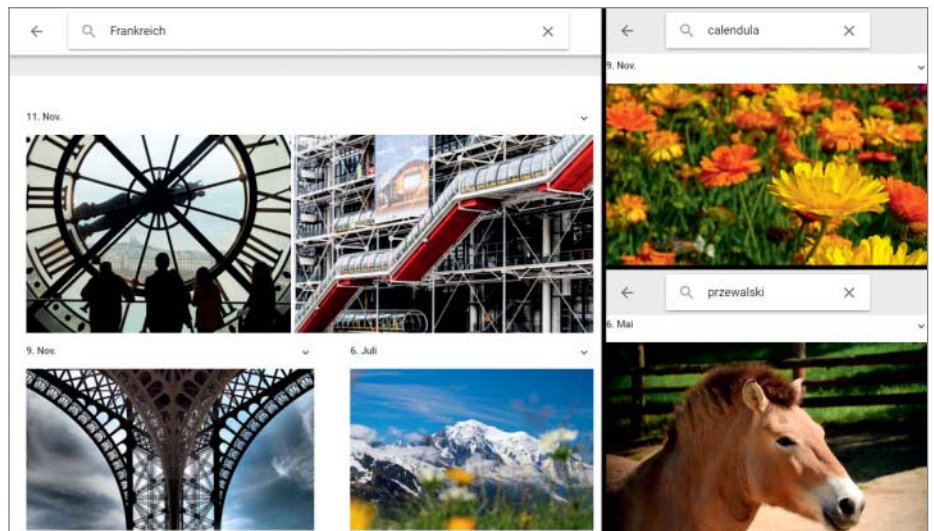
tieferen Architekturen. Heute erfassen solche Systeme nicht nur die wichtigsten Objekte im Bild, sondern konstruieren daraus Bildbeschreibungen, versuchen die Stimmung zu greifen und bewerten sogar die Qualität und Ästhetik von Fotos. Der die Kreativ-Szene seit Jahrzehnten dominierende Adobe-Konzern gehört übrigens nicht gerade zu den KI-Pionieren, bringt sich aber massiv in Stellung: Mit Sensei hat der Hersteller auf seiner Hausmesse Adobe MAX ein Framework vorgestellt, das maschinelles Lernen für die Creative Cloud, Marketing und Dokumentenverarbeitung vereint. Und mit der Marketing Cloud hat sich die Kreativschmiede über die Jahre ein perfektes drittes Standbein geschaffen: Web Analytics.

Wir haben uns die interessantesten Systeme für Profi- und Hobbyfotografen näher angesehen. Das Browser-, App- und Cloud-gestützte Fotos von KI-Pionier Google optimiert Bilder szenenabhängig und vergibt Stichwörter. Apple Fotos für iOS und macOS sowie die Bildbearbeitung Photoshop Elements kombinieren Objekt mit Gesichtserkennung. Das in Lübeck entwickelte Excire beglückt Lightroom-Anwender mit intelligenter Stichwort- und Ähnlichkeitssuche. Beim konsequenten Aussortieren wollen Picturio und EyeEm Vision helfen: Beide haben gelernt, die visuelle und technische Qualität von Fotos zu beurteilen und könnten Fotografen die Auswahl ihrer besten Shots erleichtern.

So faszinierend und aufwendig die Technik ist, so schlicht kommt sie meistens daher. Die Systeme analysieren und vorschlagworten jedes Foto automatisch beim Import; Photoshop-Elements-Nutzer können dies unterbinden. Über ein einfaches Suchfeld tippt der Nutzer anschließend Begriffe ein oder diktiert sie – wie bei Apple und Google. Als Ergebnis erhält er sämtliche Bilder aus seinem Archiv, in denen die Software das gesuchte Objekt gefunden hat. Photoshop Elements und EyeEm Vision verraten, welche Stichwörter sie insgesamt vergeben haben, die anderen Systeme halten sich bedeckt. Fehler oder unzureichendes Tagging kann man so weder erkennen noch korrigieren. Vor allem für Profi-Fotografen operieren die smarten Verwalter noch zu sehr im Verborgen – insbesondere da sie ihre Stichwortsammlung nicht in die Metadaten von JPEGs, TIFFs und PNGs schreiben.

## Geknüpfte Netze

Künstliche Neuronale Netze (KNN) lösen ein kniffliges Problem in der Mensch-Ma-



**Weil Google weiß, wie man Trainingsmaterial anhäuft, kennt das Netz die Sehenswürdigkeiten dieser Welt, unterscheidet das gemeine Pferd vom Przewalski-Pferd und die Ringel- von der Sonnenblume.**

schine-Kommunikation: Der Mensch erfasst, verarbeitet und interpretiert permanent Sprache und Bilder, auch abstrakte Inhalte wie deren Stimmung. Er scheitert aber daran, Computern mit Hilfe von Regeln und Anweisungen diese Art Wahrnehmung einzuprogrammieren. Die Hirnforschung ist noch nicht auf dem Stand, die Funktionsweise des Gehirns formalisieren zu können. Dagegen kann man ganz gut studieren, wie sich Menschen kognitive Fähigkeiten aneignen, nämlich durch Training anhand von Beispielen, Trial-and-Error sowie Bestätigung und Belohnung. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse bauen die Forscher künstliche neuronale Netze, um das Zusammenspiel der menschlichen Nervenzellen zu simulieren, die beim Sehen oder Sprechen aktiviert werden.

Ein solches Netz besteht aus Millionen miteinander verknüpfter, sehr einfacher Basisfunktionen und Gewichte, die das Verhalten von Neuronen nachbilden. Dank der Vernetzung können sich diese simplen Bausteinen zu beliebig komplexen Funktionen verschalten. Damit sich ein solches Netz zum Bildklassifikationssystem entwickelt, benötigt man eine Vielzahl getaggtter Fotos. Füttert man es beispielsweise mit ein paar hundert Hundefotos, lernt es Bildbearbeitungsfilter, die solche Motive auf universelle Strukturen, Kanten und Farbmuster reduzieren und daraus charakteristische Bildteile – etwa Fell, Auge, Nase, Mund, Gesicht – isolieren. Trainiert man es weiter auf Landschaftsbilder, prägen sich Konzepte für Berge, Seen, Wiesen und Wälder aus.

Auch abstraktere Begriffe wie Frühling, Sommer, Herbst und Winter können die Netze verinnerlichen.

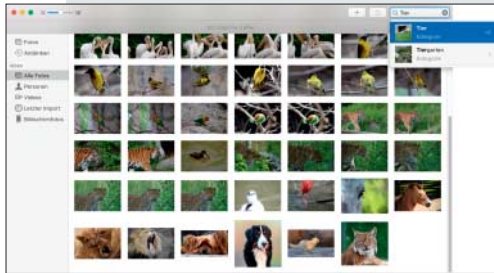
Dabei bewirkt jedes Bildbeispiel, dass sich die Parameter neu justieren. Das Training ist beendet, wenn sich die Erkennungsquote nicht mehr weiter steigern lässt. Dann hat das Netz sein Handwerkszeug entwickelt, mit dem sich Objekte in Fotos erkennen lassen. Trainiert man ein Netz hingegen mit qualitativ kategorisierten Fotos, lernt es etwas andere Filter, die harmonische Bildaufteilung, feine Schärfe-Unschärfe-Verteilung, gelungene Farbkombinationen et cetera herausarbeiten.

## Gepflegte Daten

Ein neuronales Netz ist nur so gut wie seine Trainingsdaten. Im Vorteil ist, wer an der Quelle sitzt: Google, Flickr und Instagram beispielsweise haben bereits Millionen Fotos über ihre Plattformen eingesammelt, EyeEm kann auf 80 Millionen Bilder zugreifen. Ein sehr ambitioniertes Projekt ist die ImageNet-Datenbank, die allerdings nur für nicht-kommerzielle und Forschungszwecke offensteht. Derzeit enthält sie fünfzehn Millionen Bilder in einem hierarchisch aufgebauten Kategorienbaum. Am Ende soll sie 50 Millionen Bilder mit 500 bis 1000 Fotos pro Kategorie fassen.

Wieviel Aufwand und akribische Planung hinter einer hochwertigen Datensammlung steckt, zeigt ein Artikel, in dem Princeton-Forscher das ImageNet-Konzept detailliert beschreiben: Jede Kategorie soll eine Beispielsammlung enthalten, die das Objekt in seiner ganzen Vielfalt, aus mög-

## Apple Fotos



Seit gut einem Jahr pflegt Apples Fotos-App das Bildarchiv auf OS-X- und iOS-Geräten. Die Software erkennt Gesichter, Emotionen, Objekte und Szenen – insgesamt soll sie 4432 Kategorien unterscheiden. Die Intelligenz verschanzt sich nicht auf einem fernen Server in Übersee, sondern analysiert die Bilder lokal auf dem jeweiligen Gerät. Damit grenzt sich Apple klar von Konkurrent Google ab, der sämtliche Fotos zur Analyse auf seine Server hochlädt – und sich beispielsweise das Recht einräumt, anhand der gewonnenen Informationen personalisierte

Werbung zu schalten oder die Daten an Dritte weiterzugeben. Deshalb kommt der Apple-Kunde hierzulande auch in den Genuss einer Gesichtserkennung, die Facebook (Moments) und Google (Fotos) in Deutschland aus rechtlichen Gründen deaktiviert haben. Datensparsamkeit bedeutet aber auch Komfortverzicht: Objekte, Gesichter und Stichwörter werden derzeit nicht zwischen den eigenen Geräten synchronisiert.

Gibt man im Suchfeld einen Begriff ein, präsentiert Fotos zunächst eine Liste mit Fundstellen. Dabei unterscheidet es zwischen Orten, Alben, Andenken und den automatisch zugewiesenen Kategorien. Ein Info-Dialog erfasst benutzerdefinierte Stichwörter, Beschreibungen und Bewertungen – die bei der Suche ebenfalls berücksichtigt werden. Dennoch klafft hier eine Lücke zwischen KI und Anwender: Die Info-Palette zeigt zu einem Foto nur diejenigen Stichwörter, die

der Nutzer selbst vergeben hat, nicht aber die automatisch ermittelten Kategorien. So bleibt unklar, welche Fotos korrekt und umfangreich beschrieben wurden – und welche Suchbegriffe die Software überhaupt kennt. Es fehlt schlichtweg der Überblick, trotz aller Intelligenz.

Im Test erkannte die Foto-Suche souverän Tiere, Pflanzen, Früchte, Landschaften, auch manche Hunderrassen oder Blumenarten. Sehenswürdigkeiten gehören nicht zum Repertoire. Praktisch: Man muss nicht tippen, die Spracheingabe mit Siri funktionierte ebenfalls sehr gut. Weil Umlaute dabei nicht korrekt geschrieben werden – Loewe statt Löwe – läuft die Suche nach solchen Begriffen allerdings ins Leere.

- 📌 **umfangreiche Erkennung, arbeitet lokal**
- 📌 **synchronisiert nicht zwischen Geräten**

## Excire



Mit Excire verkauft die Lübecker Pattern Recognition Company (PRC) eine kombinierte Technik, die Objekte in Bildern erkennt sowie anhand eines Beispielfotos ähnliche Motive im Archiv sucht. Die Technik ist schon allein deshalb interessant, weil sie ausschließlich lokal auf dem Rechner des Anwenders arbeitet und nicht an ein soziales Netzwerk oder bestimmte Hardware gekoppelt ist. Erstes Produkt für Fotografen ist ein Lightroom-Plug-in für Windows und macOS, Entwickler können ein SDK lizenzieren.

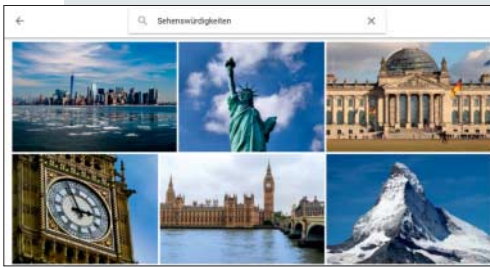
Lightroom selbst bietet ab Werk lediglich eine Gesichtserkennung. Stichwörter muss man manuell eingeben. Excire verspricht mit seinem Plug-in mehr Suchkomfort bei weniger Aufwand. Nach einem raschen Indizierungslauf kann man den Suchdialog per Tastenkürzel aufrufen und findet im Eingabefeld eine Liste aller von Excire vergebenen Schlagwörter. Anders als bei Apple und Google muss man hier also nicht erraten, welche Begriffe das System überhaupt kennt. Allerdings beherrscht die Stichwortsuche momentan lediglich zweihundert Begriffe – womit sich die Sammlung nur grob filtern lässt. Die Ähnlichkeitssuche findet anhand eines ausgewählten Fotos visuell ähnliche Motive. Sie lässt sich auch verwenden, um Suchergebnisse zu verfeinern, etwa um aus tausenden gefundenen Strandbildern nur die in der Dämmerung aufgenommenen herauszufiltern. Das Ergebnis präsentiert Excire als Lightroom-Sammlung.

Im Test erkannte es typische Landschafts- und Stadtmotive wie Berge, Seen, Bäume, Gebäude, Kirchen zuverlässig, identifizierte Personen und unterschied Kinder von Erwachsenen. Übergeordnete Kategorien, die Aufnahmetechnik, Szenen und Stimmungen charakterisieren – etwa „Landschaft“, „Studioaufnahme“, „Stillleben“ – hat Excire nicht gelernt. Mit Hilfe solcher Kategorien könnte man Fotos noch gezielter suchen und sogar halbautomatisch korrigieren lassen. Wer bereits einen umfangreichen Kategorienbaum aufgebaut hat, wünscht sich, dass Excire auch vorhandene Beschreibungen und Stichwörter einbezieht und die eigenen Ergebnisse im Stichwortfeld verewigt. Momentan kann der Anwender nicht überprüfen, welche Bilder er selbst nachbehandeln müsste, um sie später wiederzufinden.

- 📌 **arbeitet lokal**
- 📌 **kennt wenige Begriffe**



## Google Fotos



Google Fotos ist eine Cloud-Lösung, die die wichtigsten Plattformen bedient: Auf dem Desktop fungiert der Browser als Client, für Android und iOS gibt es eine App. Die Google-Apps treiben die Automatisierung auf die Spitze. Sie verschlagworten, sortieren Fotos thematisch in Alben ein, versuchen besondere Anlässe zu erkennen und optimieren Fotos abhängig vom Motiv. Wer sich von Googles KI beim Suchen, Sortieren und Gestalten helfen lassen möchte, muss sämtliche Bilder auf Googles Servern parken. Das hat zwei gravierende Nachteile: Goo-

gle wertet die Daten auch für eigene (Werbe-)Zwecke aus und braucht zum Verschlagworten spürbar länger die lokalen Bildanalyse-Systeme.

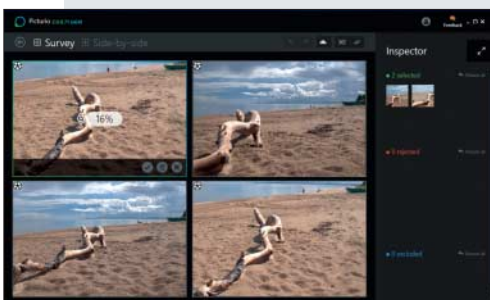
Googles Netz arbeitet gründlich und beeindruckte im Test mit Detailwissen: Es unterscheidet tausende Begriffe, von Tieren über Menschen bis hin zu Sehenswürdigkeiten. Kennt nicht nur Blumen, sondern auch Nelken, Tulpen und Lavendel. Unterscheidet Skifahrer von Langläufern, wenn auch nicht immer korrekt. Holt lachende und traurige Gesichter aus dem Archiv. Fahndet nach Landschafts- und Porträt-Fotos. Die Gesichtserkennung ist in Deutschland aus rechtlichen Gründen deaktiviert. Die Bildoptimierung besteht aus einer Auto-Korrektur, die Licht, Farbintensität, Kontrast/Schärfe und Vignettierung abhängig vom Motiv einstellt. Diese Parameter kann der Anwender nachjustieren, wobei die Vignette automatisch das Hauptobjekt betont

und die Farb-/Kontrastregler Hauttöne schonen. Die kreative Seite beschränkt sich auf fünfzehn Looks, davon zwei in Schwarzweiß.

Die KI lässt reichlich Informationen fließen und bringt Komfort – solange man sich innerhalb des Google-Kosmos bewegt. Mit der Außenwelt lässt sich das automatisch gewonnene Wissen nicht teilen: Welche Stichwörter ein Foto trägt, erfährt der Nutzer nicht und beim Bildexport bleiben die Stichwörter im System zurück. Übrigens: Fotos darf man wahlweise im Original oder in „hoher Qualität“ hochladen, wobei Originale das auf 15 GByte begrenzte Kontingent nach und nach verbrauchen. Die Option „hohe Qualität“ garantiert unbegrenzten Foto-Speicher, reduziert sehr hoch auflösende Bilder allerdings auf 16 Megapixel.

- ↑ sehr umfangreiche Erkennung
- ↓ reine Cloud-Anwendung

## Picturio



Picturio ist ein eigenständiger Desktop-Bildbetrachter, der beim Sichten und Aussortieren umfangreicher Foto-Shootings hilft. Er kombiniert mehrere intelligente Techniken, um ähnliche Fotos zu gruppieren, zu vergleichen sowie deren Qualität zu bewerten. Die am Ende verbliebene Crème de la Crème pflegt die Software auf Wunsch in einen Lightroom-Katalog ein – oder fertigt Instant-Previews für Web und Kunden. Das Lightroom-Plug-in funktionierte im Test leider nicht. Momentan gibt es nur eine

Windows-Version, macOS-Unterstützung ist geplant.

Bei Picturio assistieren die intelligenten Algorithmen dem Anwender, um ihm das Vergleichen und Entscheiden zu erleichtern. In der linken Leiste wählt man die zu analysierenden Bildverzeichnisse aus, die Mitte bietet viel Platz fürs Bild und die Bildübersicht, die rechte Leiste informiert über Aufnahmedaten sowie die Tonwertverteilung per Histogramm. Ein segmentiertes, kreisförmiges Symbol in der linken oberen Ecke jedes Fotos illustriert, wie Picturio die Qualität einschätzt. Die beste Aufnahme eines Bilderstapels platziert es oben.

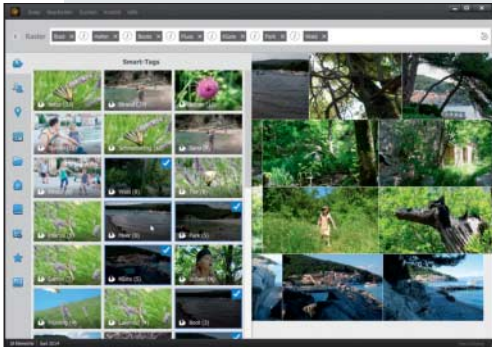
Bei Klick auf einen Bilderstapel breitet Picturio die Einzelbilder nebeneinander aus. Um Details und Schärfe zu vergleichen, zoomt man mit dem Mausrad einen Bereich in einem der Fotos heran – woraufhin Picturio automatisch sämtliche Bilder im Stapel auf denselben Ausschnitt synchronisiert.

Diese Synchronisierung arbeitet zuverlässig, wenn sich der Bildwinkel der Fotos nicht zu stark unterscheidet.

Erkennung und Rating finden auf den Servern des Herstellers statt. Picturio-CTO Mike Szabolcs versichert gegenüber c't, dass dafür nicht die Original-Bilder, sondern nur die stark abstrahierten Merkmale übertragen werden. Hinter der intelligenten Zoom-Funktion steckt ein neuronales Netz zur Objekterkennung, das Ästhetik-Ranking wird über halbautomatisch ermittelte Features, eine Heuristik und einen Entscheidungsbaum realisiert. Es fällte im Test überwiegend nachvollziehbare Urteile, schnitt aber nicht ganz so gut ab wie EyeEm – was vermutlich der schwächeren Datengrundlage geschuldet ist.

- ↑ interaktive Werkzeuge zum Bildvergleich
- ↓ funktioniert nur mit Internet-Verbindung

## Photoshop Elements und Lightroom



Die automatische Verschlagwortung im gerade veröffentlichten Photoshop Elements 15 ähnelt der von Apple Fotos. Sie erkennt Gesichter und vergibt sogenannte Smart Tags für Objekte, Handlungen und Emotionen. Die Suche läuft über ein Eingabefeld für Stichwörter sowie eine thematische Übersicht, in der Photoshop Elements die häufigs-

ten Smart Tags inklusive Vorschaubild präsentiert: etwa Begriffe wie Natur, Familie und Tier, aber auch Tätigkeiten wie spielen, fahren oder lächeln. Die Stichwortsuche berücksichtigt automatisch zugewiesene Smart Tags, eigene Kategorien, Beschreibungen sowie den Verzeichnisnamen. Die Erkennung funktioniert gut, produziert aber noch zu viele Fehler und Ungenauigkeiten.

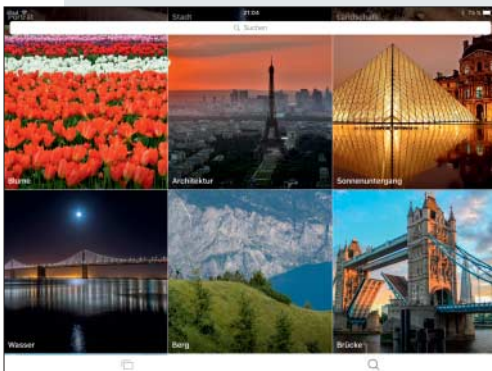
Der Kontextmenü-Funktion „Smart-Tag entfernen“ listet die automatisch erkannten Bildeigenschaften und gibt dem Nutzer damit etwas Übersicht und Kontrolle zurück. Weil man falsche Einträge aber einzeln und pro Bild löschen muss, dürfte von der dank Auto-Verschlagwortung gewonnenen Zeit nicht mehr viel übrig bleiben. Diese Stichwortlisten offenbaren auch eine grundsätzliche Schwäche: Die Smart Tags treffen zwar häufig zu, schaffen aber

kein konsistent verschlagwortetes Bildarchiv. So vergab Photoshop Elements für nahezu identischen Aufnahmen eines Schmetterlings zwischen vier und zehn Stichwörter. Immerhin: Adobes Archivar macht die Schwächen seiner Technik wenigstens transparent; bei Apple und Google fallen Fotos unbemerkt durchs Raster.

Lightroom-Nutzer müssen sich vorerst mit Gesichtserkennung begnügen oder fürs Excire-Plug-in bezahlen. Doch die Chancen für eine eingebaute Objekterkennung stehen nicht schlecht: In der Online-Version Lightroom on the Web hat Adobe vor einigen Monaten einen Betatest der Technik gestartet, um Feedback von Lightroom-Nutzern zu sammeln.

- ↑ arbeitet lokal und transparent
- ↓ umständliche manuelle Korrektur

## The Roll/EyeEm Vision



Die semiprofessionelle und -kommerzielle Foto-Plattform EyeEm kommt aus der Berliner Gründerszene. Die Algorithmen stammen von sight.io-Gründer Appu Shaji, der seit der Übernahme seiner Firma durch EyeEm für deren Forschungs- und Entwicklungsabteilung verantwortlich ist. Wer die Technik auf die Schnelle testen möchte, kann Fotos über die Website des Herstellers hochladen. Das System beschreibt Fotos sehr ausführlich, legt den Schwerpunkt auf fotografische Aspekte. Es erkennt nicht nur Objekte,

sondern erfasst auch Stimmungen und Szenisches: etwa ob es sich um ein Porträt handelt, ob die Person nach unten oder geradeaus schaut. Auch Eigenschaften wie „Nahaufnahme“ oder „Fokus im Vordergrund“ tauchen in den Beschreibungen auf.

Die iOS-App The Roll verschlagwortet, formuliert Bildbeschreibungen, bewertet die Fotos nach ästhetischen Kriterien und sortiert sie entsprechend. Über ein einfaches Eingabefeld sucht man nach Stichwörtern, gängige Kategorien präsentiert die App in einer Übersicht mit Vorschaubildern, flankiert von den besten Bildern der Sammlung sowie den Highlights der Woche. Die Bewertungen sind zwar nicht perfekt, aber ungemein hilfreich, nicht zuletzt weil sie etwas Spielerisches in den monotonen Prozess des Begutachtens bringen: Favorisiert die Software dieselben Bilder, fühlt man sich bestätigt. Findet sie das persönliche Highlight nur mittelmäßig, analysiert man es und setzt sich mit dem eigenen Urteil nochmals auseinander. Viele Fotos

findet man ja nur deshalb gut, weil sie einen komischen Moment festhalten oder weil die Person darauf besonders bezaubernd lacht. Solche Erinnerungen behält man natürlich trotzdem.

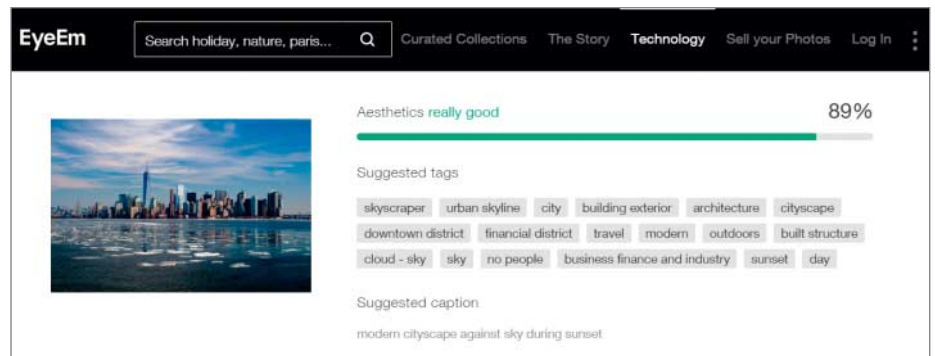
Insgesamt scheint EyeEm ein recht neutrales, differenziertes Bild vom Begriff ästhetisches Foto gewonnen zu haben – was vermutlich dem gepflegten Trainingsdatensatz zu verdanken ist. Bis zur Unkenntlichkeit gephotoshoppte Werbeschönheiten sind jedenfalls kein Garant für ein hohes Ranking. Ganz im Gegenteil: Wenn der Bildaufbau nicht stimmt, gewährt EyeEm auch hier mal nur ein mittelmäßig. Charakterbilder kommen hervorragend an, die Software propagiert weder ein Schönheitsideal noch bevorzugt sie bestimmte Hautfarben. Allerdings zeigte sie im Test eine Schwäche für auffällige HDR-Effekte und überschätzte manch banales Landschaftsbild.

- ↑ ästhetisches Ranking
- ↓ nur für iOS, Internetverbindung erforderlich

lichst unterschiedlichen Blickwinkeln oder auch nur in Ausschnitten zeigt. Nur so sei gewährleistet, dass die neuronalen Netze das Konzept hinter jeder Kategorie verstehen – einen Menschen etwa unabhängig von Haut- und Haarfarbe, Kleidung, Kopfbedeckung und Körpervolumen erkennen. Picturio und EyeEm haben festgestellt, dass sie das Netz mit Expertenwissen speisen müssen, um fundierte Foto-Bewertungen zu bekommen. Appu Shaji, Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung bei EyeEm, erläutert gegenüber c't: „Wir haben mit Community Ratings experimentiert, aber festgestellt, dass das System nur menschliche Vorlieben lernt – etwa für lustige Memes.“ EyeEm wolle aber Fotos empfehlen, die eine starke Geschichte erzählen. Deshalb hat es professionelle Fotografen und Bildredakteure instruiert und auf deren Urteil eine 100.000 Fotos starke Trainings-Sammlung aufgebaut.

## Geschützte Sphäre

Google versammelt alles vom neuronalen Netz über die Metadaten bis hin zu den Fotos auf seinen Cloud-Servern. Die Fotos werden unter anderem ausgewertet, um personalisierte Werbung schalten zu können. Excire hingegen klinkt sich in Lightroom ein und arbeitet ausschließlich lokal. Apple Fotos analysiert Gesichter und Objekte ebenfalls vor Ort und speichert die Metadaten auf dem jeweiligen Gerät. Allerdings behält sich der Hersteller im Rahmen seines Differential-Privacy-Konzepts vor, anonymisierte Daten zur Auswertung nach Cupertino zu schicken. Mit Differential Privacy bezeichnet man Methoden, einen Datensatz so zu verändern, dass er keine Rückschlüsse auf die Identität der Person zulässt, aber eine statistische Auswertung möglich ist. Beispielsweise nimmt man eine Stichprobe und verrauscht die Daten. Wie genau Apple die Daten anonymisiert, welche Apps Daten übertragen



**Was fasziniert und wirkt an Bildern? EyeEm Vision hat mit Hilfe von Experten schon einen sehr allgemeinen Begriff von Ästhetik entwickelt – unabhängig von reiner Haut, Photoshop-Glamour und niedlichen Kätzchen.**

und welche Datenmenge abfließt, ist allerdings unklar. Picturio extrahiert laut Hersteller die Merkmale lokal und schickt sie als Hash-Werte an den Server, der sie bewertet, gruppiert und beim Einzoomen per Objekterkennung synchronisiert. EyeEm schickt eine verkleinerte Preview des Bildes an den Firmenserver, die lediglich im Cache bleibt und nach Rating und Tagging gelöscht wird.

## Zukunftsmusik

Objekterkennung in Bildern funktioniert erschreckend gut. Vor allem Google demonstriert eindrucksvoll, wie treffsicher und umfassend eine Maschine in Bildern lesen kann. Dieses Ziel erreicht der Datenkonzern nicht mit neuronalen Netzen alleine: Vielmehr setzt er sein gesamtes Wissensnetzwerk ein, um aus direkt erkannten Objekten wichtige Zusatzinformationen abzuleiten. Hat Google sein Netz beispielsweise auf den Eiffelturm trainiert, kann es „Paris“ und „Sehenswürdigkeit“ einfach über seinen Knowledge Graph ergänzen. Auch mit (Synonym-)Lexika erhöhen die Hersteller die Treffsicherheit.

Ästhetisches Ranking ist nicht perfekt, aber eine gute Entscheidungshilfe.

Vor allem EyeEm begutachtet Bilder erstaunlich differenziert und neutral.

Bei aller Begeisterung über das, was die Netze selbstständig finden, darf man eines nicht vergessen: Mindestens genauso wichtig ist, was sie nicht finden – und das lässt sich momentan nur bei Photoshop Elements und EyeEm Vision ansatzweise überprüfen. Tatsache ist, dass alle Systeme noch genügend widersprüchliche, falsche oder schlicht zu wenige Tags vergeben. Zumindest im Profi-Bereich dürfte daher nicht der Anbieter mit dem größten und tiefsten Netz gewinnen, sondern derjenige, der Effizienz mit Verlässlichkeit und Kontrolle paart.

Excire arbeitet deshalb an einem umfassenderen Kategorienbaum und einer Profi-Version, die dem Anwender mehr Einfluss gibt. Für den Alltagsanwender scheinen die Hersteller eine Black-Box-Lösung zu favorisieren – wie Apple und Google Fotos zeigen: Dahinter steht vermutlich die Überzeugung, dass KI-basierende Suche bald so perfekt funktioniert, dass eine manuelle Korrektur ohnehin überflüssig wird. (atr@ct.de) **ct**

**Testversionen:** [ct.de/yrby](http://ct.de/yrby)

## Smarte Fotosuche und -sortierung

	Apple Fotos	Excire	Google Fotos	Picturio	Photoshop Elements	The Roll / EyeEm Vision
Hersteller	Apple, <a href="http://www.apple.de">www.apple.de</a>	Pattern Recognition Company, <a href="http://www.excire.de">www.excire.de</a>	Google, <a href="http://www.google.de">www.google.de</a>	Picturio, <a href="http://www.picturio.com">www.picturio.com</a>	Adobe, <a href="http://www.adobe.de">www.adobe.de</a>	EyeEm, <a href="http://www.eyem.de">www.eyem.de</a>
Systemanforderungen	macOS, iOS	Windows, macOS, Lightroom	PC(Browser), Android, iOS	Windows	Windows, macOS	iOS
unterstützte Formate	Raw- und RGB-Formate	Raw- und RGB-Formate	Raw- und RGB-Formate	Raw- und RGB-Formate	Raw- und RGB-Formate	RGB-Formate
Standort Fotoarchiv / Bildanalyse	lokal / lokal	lokal / lokal	Cloud-Server / Cloud-Server	lokal / Cloud-Server	lokal / lokal	lokal / Cloud-Server
Objekterkennung / Anz. Kategorien	✓ / > 4400	✓ / 200	✓ / mehrere Tausend	– / –	✓ / mehrere Tausend	✓ / mehrere Tausend
ästhetische Bewertung	–	–	–	✓	–	✓
manuelle Eingriffsmöglichkeiten	manuelle Verschlagwortung	–	–	Ablehnen / Annehmen von Fotos: System lernt eigene Präferenzen	manuelle Verschlagwortung, Smart Tags löschen	–
Preis	kostenlos	59 €	kostenlos	9,30 € monatlich; 91,40 € jährlich	100 €	kostenlos
✓ vorhanden – nicht vorhanden						





# Smarter spielen?

## Spielzeug mit App-Unterstützung

**Brettspiel, Baukasten oder Roboter: Oft kombinieren Hersteller klassisches Spielzeug mit einer passenden App. Doch zwischen Spielspaß und Frust liegt häufig nur ein schmaler Grat.**

**Von Martin Reche und Sven Hansen**

**D**igital ist besser“ sangen die Hamburger Indie-Rocker Tocotronic bereits Mitte der 90er Jahre. Der Slogan trifft zweifellos auf immer mehr Lebensbereiche zu; viele Spielehersteller indes scheinen ihn erst in den letzten Jahren für sich zu entdecken. Zwar daddelt die Kundschaft schon lange digital an Handys und

Konsolen, doch Hybrid-Produkte, die klassisches Spielzeug per App aufwerten, sind eher ein jüngerer Phänomen. Dabei binden die Hersteller die Smartphones oder Tablets ihrer Kunden höchst unterschiedlich ins Spielgeschehen ein.

### Fernbedient

Für alles, was kriecht, fliehet und fährt lassen sich Smart Devices als Fernbedienung einsetzen. Per Bluetooth mit dem Fahrzeug oder Roboter verbunden, ermöglichen sie die Steuerung über Schieber oder Tasten auf dem Touchdisplay (wie beim auf Seite 184 vorgestellten Sphero Sprk+). Der Nachteil der reinen Touch-Bedienung: Hat man das Spielzeug fest im Blick, verirrt man sich

mit den Daumen schnell auf dem Eingabegerät und das Fahrzeug gerät außer Kontrolle.

Um dieses Problem zu umgehen, nutzen Hersteller wie Anki bei der Rennbahn Overdrive die Neigungssensoren des Smartphones: Einen Spurwechsel vollzieht man durch Kippen des Gerätes; die Spur halten die Autos von allein. Für die Beschleunigung und Zusatzfunktionen gilt aber auch hier: Man muss den Blick oft zwischen Spielzeug und Eingabegerät hin- und herwandern lassen.

Auch einige klassische Brettspiele schmücken sich mit einer App-Erweiterung: Scotland Yard, Die Siedler von Catan oder Monopoly zählen dazu. Meistens bleibt dabei der „analoge Kern“ des Spiels

erhalten – Apps werden nur optional eingesetzt.

Kosmos stellt seinen Siedlern von Catan ein paar digitale Räuber in App-Form zur Seite, die man seit dem 15. Siedler-Jubiläum auch kostenlos herunterladen kann. Sie klinken sich nur bei besonderen Ereignissen ein: beispielsweise wenn man eine Sieben würfelt und eine Stadt oder Siedlung baut.

Hasbro hat bei seinem Klassiker Monopoly in Sachen Apps wieder einen Gang zurückgeschaltet: Die „zAPPed“-Version erlaubte schon 2012 das bargeldlose Bezahlen per Kreditkarte. Auf iOS-Geräten ließ sich die passende Banking-App installieren, die die vier beigefügten Kreditkarten per „Touch-Verlängerung“ erkennen konnte. Das klappte laut Nutzerbewertungen oft erst nach dem dritten Anlauf.

Die aktuelle bargeldlose Variante heißt Monopoly Banking Ultra und bringt ebenfalls vier Kreditkarten mit, aber keine App-Unterstützung. Dafür liegt in der Packung nun ein optisches Lesegerät, das die Balken-Codes von Kredit-, Straßen- und Ereigniskarten sicher erkennt und (Trans-)Aktionen auf einem kleinen LC-Display darstellt. Das sorgt für problemfreien Hybridspielspaß – auch ohne App.

## Baukasten aufgebohrt

Fahrzeuge und Roboter fernzusteuern, war auch bei Lego schon immer ein Thema. Dabei muss es nicht gleich der große Roboterbaukasten EV3 sein, der per App unterschiedliche Lego-Modelle in Bewe-

gung setzen kann. Billiger geht es mit dem in c't 7/16 vorgestellten WeDo-Set, das ursprünglich für Schulen konzipiert wurde. Hier lassen sich zwar deutlich weniger Sensoren oder Aktoren ansteuern, dafür kommt WeDo ab Werk mit einer auf Kinder ausgerichteten Programmier-App.

Vollkommen andere Wege beschreitet der Konzern bei seinen Nexo-Knight-Modellen. Neben unterschiedlichen Bausätzen bietet Lego auch die kostenlose Merlock-App an. Sie ergänzt die Spielwelt der Nexo-Knights-Figuren um ein digitales Spielelement (siehe Seite 186).






## Problem-Apps

Tatsächlich fällt auf, dass gerade die großen Brettspiel-Hersteller in Sachen App-Unterstützung in jüngster Zeit eher wieder einen Schritt zurückgetreten sind. Ein Grund dieser Entwicklung könnte unter anderem die schier unüberschaubare Vielfalt an Gerätekonfigurationen, vor allem für Android, sein: Display-Auflösungen, Kameras und Mikrofone sind nicht standardisiert. Außerdem besitzt längst nicht jedes Kind ein Smartphone oder Tablet. Inzwischen gehen Hersteller bei Android dazu über, explizite Positivlisten zu veröffentlichen, die nur von den Entwicklern für das Spiel geprüfte Geräte enthalten.

Ravensburger hat in der nächsten Generation App-unterstützter Spiele den Einsatz der Smartphone-Sensorik deutlich heruntergefahren. Das sogenannte „Snap-Toy“ namens Space Hawk ist ein solides Raumschiff, das in seiner Ladeluke ein

## Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

### Spielzeug mit App-Erweiterung

-  Smartphone oder Tablet mit iOS oder Android
-  Keine besonderen Vorkenntnisse nötig
-  Ein kurzes Stop-Motion-Video ist in einer halben Stunde im Kasten, eine Partie Scotland Yard dauert bis zu einer Stunde
-  Mit der Unterstützung der Eltern können Kinder ab sechs Jahren loslegen
-  Die Preise für Spiele aus dem Artikel beginnen bei rund 20 Euro

Smartphone aufnimmt. Die App führt einen Einzelspieler durch die Spielhandlung. Im Flugmodus trägt man das Raumschiff nebst Smartphone durch die Wohnung und nutzt die Neigungssensoren, um Asteroiden auszuweichen oder Kristalle einzusammeln. Von der Kamera des Smartphones macht Space Hawk nur sehr sparsam Gebrauch: Im Landeanflug auf unterschiedliche Papptafeln erkennt das Gerät lediglich die Oberfläche des jeweiligen Planeten. Das, was bei den Mini-Games wie AR aussieht, ist hier eine komplett neu gerenderte Spieleansicht, ohne dass die App das Live-Bild einbeziehen würde.

## Fazit

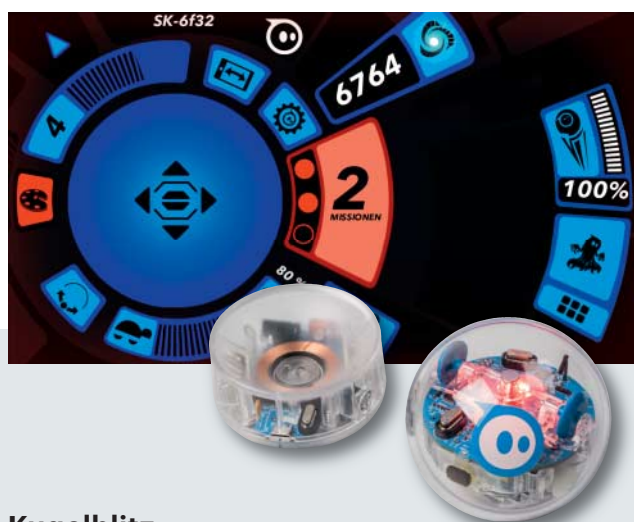
Hybride Spielkonzepte können immer dann überzeugen, wenn der Bruch zwischen analogem Spielerlebnis und digitalen Inhalten nicht zu groß ist. Im schlimmsten Fall können sie einem den Spielspaß durch technische Hürden und Fehlfunktionen gründlich vergällen.

Auch wenn die Pokémon-Jagd auf der Straße gut funktioniert, scheinen die Mobilgeräte für flüssig funktionierende AR-Konzepte noch nicht reif zu sein. Viel spannender dürften künftig die Entwicklungen in Richtung KI aus der Cloud sein: Hersteller Anki wird in Kürze seinen Roboter Cozmo anbieten, der noch stärker als Ankis vernetzte Rennautos auf KI-Technik setzt. Virtuelle Mitspieler, die sich ins Spielgeschehen aktiv einmischen, könnten auch für hybride Brettspiele eine spannende Option sein. (mre@ct.de) **ct**



Einige Hersteller haben sich schon wieder von der App-Verstärkung verabschiedet: Die jüngste Monopoly-Edition kommt mit separatem Kreditkartenleser statt Banking-App.





## Kugelblitz

Der Sphero Sprk+ ist ein Kugel-Roboter, der nicht nur auf App-Befehl drauflos fährt, sondern auch selbstgeschriebenen Code-Befehlen folgt. Dafür warten gleich zwei kostenlose Apps in Apples und Googles Einkaufsläden auf ihren Download: „Sphero“ lenkt den Roboter, kalibriert den Lagesensor, spielt Firmware-Updates ein und steuert die farbigen LEDs. Darüber hinaus prüft und schult die App die Fahrfähigkeiten des Piloten in kleinen Aufgaben. Bestandene Prüfungen belohnt sie, indem sie neue Aufgaben und Funktionen freischaltet. Dabei handelt es sich beispielsweise um neue Tricks, die der Sphero auf einen Fingertipp hin ausführt.

Dieses Belohnungssystem motiviert und man gewöhnt sich so schrittweise an die anfangs ungewohnte Touch-Bedienung der Kugel. Und sollte es dennoch mal krachen: Der Roboter zeigte sich im Test äußerst robust. Karambolagen mit Schränken oder ungewolltes Treppenfallen konnten weder Technik noch Plastikgehäuse etwas anhaben. Selbst vor Wasser schreckt die Kugel nicht zurück: Wer will, nutzt den Sprk+ auch als Außenborder für selbstgebastelte Schiffe.

Die zweite App hört auf den Namen Lightning Lab und bringt eine Programmieroberfläche mit. Ältere Kinder arrangieren auf Smartphone oder Tablet in einem Editor bunte Code-Blöcke zu festen Bewegungsabläufen. Diese führt der Roboter auf einen Fingertipp hin aus. Das Prinzip erinnert an die Programmiersprache Scratch und soll Kinder fürs Coden begeistern. Das ist spannend – vorausgesetzt das vorhandene Smartphone oder Tablet hat Bluetooth Smart und wird vom Sprk+ unterstützt. Damit man nach dem Kauf keine böse Überraschung erlebt, hat der Hersteller eine Checkliste auf seiner Homepage veröffentlicht.

Der Kugelroboter macht richtig viel Spaß. Nach wenigen Minuten manövriert man den Sprk+ auch ohne Steuerknüppel sicher. Die vielen Aufgaben der Sphero-App bringen bereits reichlich Spielspaß mit, die Code-App sorgt zusätzlich dafür, dass das Spielzeug nicht gleich wieder in der Schublade verschwindet.

### Sprk+

#### Kugelroboter mit App-Steuerung

Hersteller	Sphero, <a href="http://www.sphero.com">www.sphero.com</a>
Apps	Sphero, Lightning Lab
Systemanf.	iOS ab 8, Android ab 4.4
Preis	150 €



## Scotland Yard halbsmart

Seit Jahrzehnten gehen Nachwuchsdetektive mit dem Brettspiel „Scotland Yard“ auf die Jagd nach Mr. X. Das klappt mit der „Master“-Version auch in digitaler Begleitung in Form von kostenlosen Android- und iOS-Apps. Einmal installiert, freuen sich vor allem Scotland-Yard-Neulinge über ein gut gestaltetes Tutorial, das den (Wieder-)Einstieg in Londons Untergrund deutlich erleichtert.

Im konkreten Spielgeschehen ersetzt die App zum einen die analoge Fahrtafel von Mr. X durch eine digitale Variante, bietet aber auch zusätzliche Möglichkeiten für die Detektive. Über die Kamera des Smart-Devices lässt sich der Spielplan auf unterschiedliche Weisen scannen – in einem Modus zeigen per Augmented Reality (AR) ins Live-Bild gerechnete Sendemasten zum Beispiel die grobe Entfernung von Mr. X an und erleichtern so die Suche. Wie gut das in der Praxis funktioniert, hängt vor allem von Qualität und Weitwinkel der Gerätekamera sowie der Umgebungsbeleuchtung ab.

Auch Mr. X kann seine Spielzüge in der AR-Ansicht planen. In der Praxis stößt das System an seine Grenzen: Selbst mit einem 10-Zoll-Tablet hat man unter Umständen nicht den ganzen Spielplan im Blick und muss das Gerät – für alle Mitspieler deutlich sichtbar – auf einen Bereich des Spielplans richten. Die beigelegte Schirmmütze fürs Gesicht ist für verdeckte Spielzüge deutlich besser geeignet als manches Tablet.

Für Frust sorgte ein reproduzierbarer Fehler beim Spielen mit einem iPad Air 2: Drückt man versehentlich den Home-Button, beendet die App das laufende Spiel, ohne sich den Spielstand zu merken. Bei einem Samsung Galaxy Tab S 10.5 trat dieser Fehler im Test nicht auf; jedoch klagen Nutzer anderer Android-Tablets in den App-Bewertungen über einen ähnlichen Bug.

Scotland Yard ist und bleibt auch nach über 30 Jahren ein spaßiger Brettspiel-Klassiker. Wer mit dem Spielprinzip vertraut ist, kann auf die digitalen Erweiterungen getrost verzichten; abgesehen vom praktischen Tutorial tragen sie nicht unbedingt zum Spielspaß bei.

### Scotland Yard Master

#### Brettspiel mit App-Erweiterung

Hersteller	Ravensburger, <a href="http://www.ravensburger.de">www.ravensburger.de</a>
App	Scotland Yard Master
Systemanf.	iOS ab 6, Android ab 4.0
Preis	ab 25 €

Anzeige



## Ritter mit QR-Schilden

Legos Nexo-Knights-Universum besteht im Kern aus 28 Lego-Bausätzen. Sie sind alle gespickt mit waffenstrotzenden Zukunftsrittern, die ihre Welt gegen eine Horde von Lava-monstern verteidigen.

Gekämpft wird mit Schleudern und Katapulten aller Art, die die Lego-Munition auch mal ein paar Meter durch den Raum befördern können. In unserem Bausatz, Aarons Aero-Flieger V2, sind unterschiedliche Katapulte und Federsteine vorhanden – allerdings nur wenig Ersatzmunition. Die Torpedos lassen sich über einen Abzug auslösen; den Flieger hält man wie eine Pistole in der Hand. Auch Held Aaron und der böse Ash Attaker sind mit passenden Handfeuerwaffen bestückt.

Die App Merlock 2.0 ist ein 500 MByte schweres 3D-Adventure mit einigen Videosequenzen und treibender Musikuntermalung. Die Spielhandlung ist recht begrenzt: In unterschiedlichen Rollen gibt man diversen Monstern eins auf die Glocke. Dabei helfen einem die Nexo-Kräfte, die man über eine Scan-Funktion in der App hinzufügen kann. Es gibt 177 solcher Kräfte, die sich im Spiel gegen die Monster einsetzen lassen. Vor jeder Mission muss man drei von ihnen auswählen.

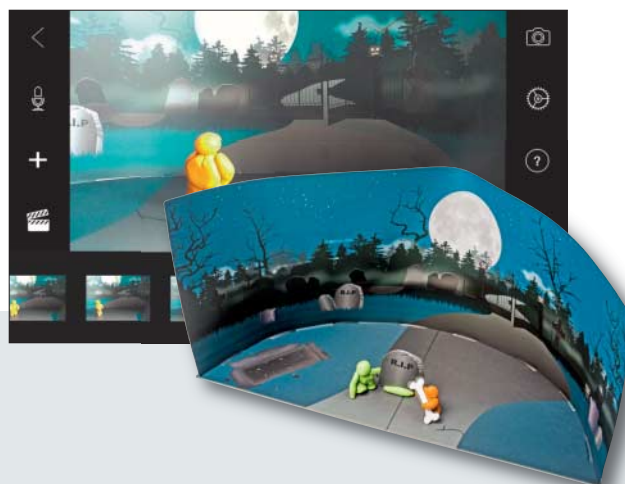
Die Nexo-Kräfte erlangt man über grafisch reduzierte QR-Codes, die sich auf Schilden in den Bausätzen, aber auch auf anderen Artikeln der Nexo-Knights-Markenwelt finden. In kleineren Bausätzen wie unserem Aero-Flieger befinden sich nur wenige Schilde (Eisregen und Zielexplosion). Deren QR-Codes löst man in der App ein. Mit Jestros Palast erwirbt man mit dem Bodenschmetterer, der Supergeschwindigkeit, dem Falkenschrei, Hühnchen-Power und der Vorwärts-Attacke gleich fünf Spezialkräfte.

Um das Scannen von Schilden auf Verpackungen oder direkt aus Lego-Produktvideos zu verhindern, gibt es eigens „entschärfte“ Nexo-Schilde ohne QR-Code. Eine Bildersuche bei Google führt allerdings zu vielen Treffern, sodass man seine Nexo-Power auch auf diesem Weg pimpen kann.

### Nexo Knights

#### Aarons Aero-Flieger V2

Hersteller	Lego, <a href="http://www.lego.de">www.lego.de</a>
App	Lego Nexo Knights: Merlock 2.0
Systemanf.	iOS ab 8.3, Android ab 4.0.3
Preis	33 €



## Solide Basis für Nachwuchsfilmer

Mit dem Trickfilm-Studio vom Kosmos-Verlag bastelt man sich ein kleines Filmstudio aus Pappe. Für individuelle Settings liegen dem Set unter anderem zwei Hintergründe, Knete und Aufkleber bei. Der Hersteller bietet zum Filmen kein eigenes Programm an, sondern verweist auf das hiesige Angebot in den App-Stores. Das ist ein cleverer Schachzug: So muss Kosmos weder Kritik an einer verbuggten App fürchten, noch App-Entwicklungskosten für unterschiedliche Mobilsysteme berappen.

Der Aufbau des Filmstudios ist unkompliziert: Eine etwas dünne, beidseitig bedruckte Pappe legt den Hintergrund fest: entweder einen alten Friedhof oder die Kommandobrücke eines Raumschiffs. Klebestreifen fixieren die Pappe im Halbrund am Boden, was einen späteren Wechsel erschwert. Handy oder Tablet landen in einer zweiteiligen Halterung aus festem Schaumstoff.

Die Protagonisten formt man aus Knete. Aufkleber verzieren den Hintergrund und verschönern schlichte Knetgesichter um Augen, Mund und Gesichtsbehaarung. Sollten die zwei Settings irgendwann zu langweilig werden, nutzt man die Hintergrund-Pappe als Schablone und baut neue Bühnenbilder mit Schere und Kleber selbst.

Für den Test landete das Stop-Motion-Studio auf unseren Android- und iOS-Testhandys. Bereits mit der kostenlosen Version erstellt man ohne Vorkenntnisse kurze Stop-Motion-Filme mit Knetfiguren. Dabei hilft die Bedienungsanleitung des Trickfilm-Studio-Sets: Sie gibt unter anderem Tipps zu Beleuchtung und Storyboard und punktet mit leicht verständlichen Anleitungen zum Erstellen von Figuren und Filmen.

Cooler Stop-Motion-Filme kann man auch ohne das Trickfilm-Studio erstellen. Mit geht es aber vor allem für Anfänger deutlich einfacher, da das Set alles Wichtige zum Start mitbringt. Außerdem macht es Spaß, mit verschiedenen Knetformen und Dekorationen zu experimentieren und damit Filme zu drehen.

### Trickfilm-Studio

#### Papp-Filmstudio-Bausatz

Hersteller	Kosmos, <a href="http://www.kosmos.de">www.kosmos.de</a>
App	kann frei gewählt werden
Systemanf.	App-abhängig
Preis	20 €

Anzeige

# Für alle verständlich

## Windows-Benutzerkonten mit Sprachprofilen ausstatten

**Wenn ein Windows-PC von Menschen mit verschiedenen Muttersprachen genutzt werden soll, ist es naheliegend, den Benutzerkonten eigene Sprachprofile zu geben. Seit Windows 8 klappt das mit fast allen Editionen des Betriebssystems.**

Von Jan Schüßler

**W**indows kann mehrsprachig – für die breite Masse ist das erst seit Windows 8 so. Die Privatkundenversionen Windows 8.1 („Core“) und Windows 10 Home lassen sich um beliebige Sprachpakete erweitern, um Menschen verschiedener Muttersprachen die Bedienung zu erleichtern. Dabei gehts um mehr als nur übersetzte Dialogfenster: Ändert man das Sprachprofil, werden das Format für Datum und Uhrzeit angepasst, ein neues Tastaturlayout gesetzt, eventuell fehlende Schriftarten installiert und dem System bei Bedarf zu einer komplett seitengespiegelten Darstellung verholfen – Letzteres für Sprachen wie Arabisch oder Persisch, die von rechts nach links gelesen werden.

Die Sprache der Basisinstallation ist dabei egal. Eine Ausnahme stellen Single-Language-Versionen dar, die lizenzt rechtlich tatsächlich auf genau eine Sprache festgelegt sind. Auf Deutsch kommen solche Versionen allerdings zum Glück nicht vor.

In Windows Vista und 7 bleibt der mehrsprachige Betrieb hingegen Besitzern der teuren Ultimate-Ausgabe sowie Enterprise-Kunden vorbehalten. Zwar tauchten recht bald Tools auf, mit denen sich händisch bei Microsoft herunter-

geladene Sprachpakete auch in kleinere Ausgaben wie Home Premium & Co. integrieren ließen. Lizenzrechtlich war und ist das aber nicht gedeckt: Um ein Windows 7 legal mit mehreren Sprachprofilen zu betreiben, bedarf es leider einer Ultimate-Lizenz.

Die folgenden Tipps beziehen wir auf Windows 10, doch sie sind auf Windows 8.1 und 7 (Ultimate) übertragbar. Der Unterschied ist lediglich, dass Spracheinstellungen dort noch in der klassischen Systemsteuerung im Menü „Sprache“ zu finden sind. Die Bezeichnungen weichen hier und dort ebenso ab – die Sprachverwaltung folgt aber genau der gleichen Logik.

### Babylonisch

Um Verwirrung in puncto Sprachpakete zu vermeiden, ist es hilfreich zu wissen, dass Microsoft zwischen zwei Sprachpakettypen unterscheidet: Pakete, die Windows quasi komplett in die Zielsprache übersetzen – Microsoft nennt sie auch Language Packs (LP) – und solche, die zwar viele, aber nicht sämtliche Dialoge in der Zielsprache bieten. Letztere nennt Microsoft Language Interface Packs (LIP). Ein LIP lässt sich nicht einzeln installieren, sondern setzt stets ein Language Pack als Basis-Sprachpaket voraus – die Sprache, in der all jene Dialoge erscheinen, die das LIP nicht umfasst.

Als Basissprachen für alle Language Interface Packs eignen sich immer britisches und US-amerikanisches Englisch; zudem lassen sich etliche LIPs auch mit anderen Basissprachen verwenden. So passen zum Beispiel Spanisch und Französisch als Grundlage für Katalanisch und Baskisch, Russisch kann Basis-

sprache für Georgisch und Kasachisch sein und so weiter.

Eine genaue Liste der verfügbaren Sprachen und der eventuell als Installationsgrundlage erforderlichen Basissprachen hält Microsoft online bereit (siehe c't-Link). Ist dort als Basissprache „Alle Sprachen“ ausgewiesen, heißt das, dass die betreffende Sprache ohne weitere Voraussetzung installiert werden kann – egal, welche zurzeit im Einsatz ist.

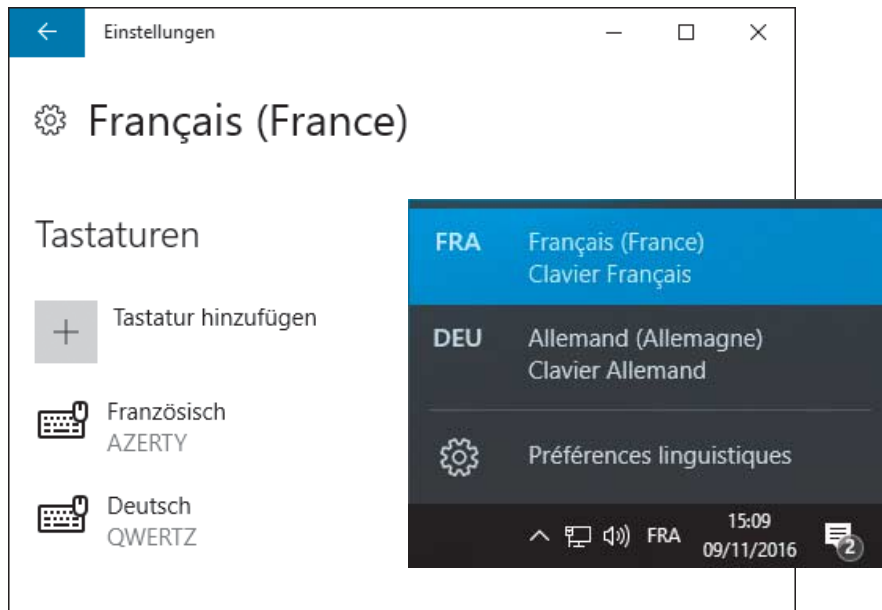
### So gehts

Zunächst sollten Sie prüfen, ob die gewünschte Sprache eine bestimmte Basissprache voraussetzt. Wenn ja, installieren Sie diese zuerst. Welche davon Sie wählen, können Sie getrost von persönlichen Vorlieben des künftigen Benutzers abhängig machen. Öffnen Sie in den Einstellungen im Menü „Zeit und Sprache“ die Funktion „Region und Sprache“. Ein Klick auf „Sprache hinzufügen“ öffnet eine Liste; einige Sprachen haben Unterkategorien für die genauere Lokalisierung, beispielsweise Spanisch für Spanien, Mexiko, Peru und so weiter.

Nach dem Hinzufügen fragt die Sprachverwaltung automatisch bei Windows Update an und sollte kurze Zeit später „Sprachpaket verfügbar“ melden. Klicken Sie nun auf die Sprache und dann auf „Optionen“. Unerlässlich ist ein Klick auf „Sprachpaket herunterladen“. Damit landen die Dialoge des Betriebssystems in der neuen Sprache auf der Festplatte. Eventuelle Pakete für Handschrift- und Spracherkennung sind hingegen nur nötig, wenn der PC mit diesen Eingabemethoden bedient werden soll.

Die Option „Tastatur hinzufügen“ ist ebenfalls einen Blick wert, denn beim





Sind mehrere Tastaturlayouts installiert, lassen sie sich direkt in der Taskleiste umschalten.

Hinzufügen einer Sprache wird für diese auch automatisch das dazu passende Tastaturlayout installiert. Prüfen Sie also, ob das passt und ob eventuell eine zweite Tastatur angeschafft werden sollte. Das hängt mitunter davon ab, ob die Zielsprache das lateinische Alphabet verwendet: Ein Engländer wird auch auf einer deutschen Tastatur mit passendem Layout alles Nötige finden; geht um Chinesisch, Russisch oder Persisch, wird es ungleich komplizierter.

Dennoch gilt: Beides ist kombinierbar. So lässt sich selbst die Anzeigesprache auf eine Rechts-nach-links-Sprache wie Arabisch oder Persisch einstellen, aber mit einer Tastatur deutschen Layouts verwenden – nur ist der Anwender mit seinen Tastatureingaben dann eben aufs deutsche Alphabet eingeschränkt. Um das Risiko von Fehleingaben zu verringern, ist es sinnvoll, überschüssige Tastaturlayouts zu entfernen.

Ist das Sprachpaket installiert, klicken Sie auf die neu installierte Sprache und dann auf „Als Standard“. Nach einmaligem Ab- und wieder Anmelden zeigt sich Windows in der neuen Anzeigesprache.

## Nacharbeiten

Die modernen Windows-10-Apps sind nach der Umstellung noch in der alten Sprache installiert. Sie werden durch

Updates über den Store früher oder später automatisch auf die jeweils aktive Anzeigesprache umgestellt, sofern passende Übersetzungen bereitstehen. Das kann ein wenig dauern, und das Download-Volumen beträgt meist ein paar hundert Megabyte. Im Zweifelsfall lässt sich die Aktualisierung im Store von Hand anstoßen.

Zudem sollten Sie Windows Update nach der Sprachumstellung nach Aktualisierungen suchen lassen. Dabei wird scheinbar das aktuelle kumulative Update abermals installiert; tatsächlich lädt der Update-Client lediglich für die neue Sprache erforderliche Bestandteile davon herunter. Das behebt offenkundige Fehler: In den Einstellungen waren die Bezeichnungen diverser Menüpunkte nach der Umstellung auf Spanisch erstmal durcheinandergewürfelt – Windows Update hat das behoben.

## Zusatzpaket

Sofern das Ziel eine der vollständig übersetzten Anzeigesprachen ist, also eine, für die ein „Language Pack“ existiert, sind Sie nun fertig. Geht es allerdings um eine Sprache, die nicht vollständig unterstützt ist – zum Beispiel Hindi, Isländisch oder Persisch – kann diese nun hinzugefügt und das passende Paket installiert werden.

Wichtig dabei: Für den ersten Benutzer einer neuen Sprache klappt die Umstellung nur, wenn sie von einer unterstützten Basissprache aus angestoßen wird. Anderenfalls sucht die Sprachverwaltung zwar nach einem Sprachpaket, quittiert das Ganze aber mit dem Hinweis, dass die erforderliche Basissprache fehlt.

## Und was fehlt?

Auch wenn alle gewünschten Sprachpakete eingerichtet und alle offenen Updates eingespielt sind, gibt es ein paar Komponenten, die in der Sprache des Windows-Installationsmediums verbleiben. Dazu zählt alles, was vor oder während der Benutzeranmeldung zu sehen ist, in erster Linie also der Anmeldebildschirm, die Reparaturumgebung Windows RE und der Bitlocker-Passwort-Bildschirm beim Systemstart. Zudem werden Kleinigkeiten wie die Titel der Kachelgruppen im Startmenü und der Kontextmenü-Eintrag für den Windows Defender nicht übersetzt.

## Neue Benutzer

Egal, von welcher Sprache aus es geschieht: Legt man ein neues lokales Benutzerkonto an, ist dessen Anzeigesprache zunächst stets die Basissprache der Windows-10-Installation. Nach der ersten Anmeldung am System kann der neue Benutzer seine gewünschte Sprache in den Einstellungen hinzufügen und zur Standard-Anzeigesprache machen. Die Spracheinstellungen anderer Konten bleiben davon unberührt. Hat der neue Benutzer kein Administrator-, sondern ein Standardbenutzerkonto, muss das gewünschte Sprachpaket bereits installiert sein – anderenfalls erfordert der Download des Pakets eine Bestätigung durch ein Administratorkonto.

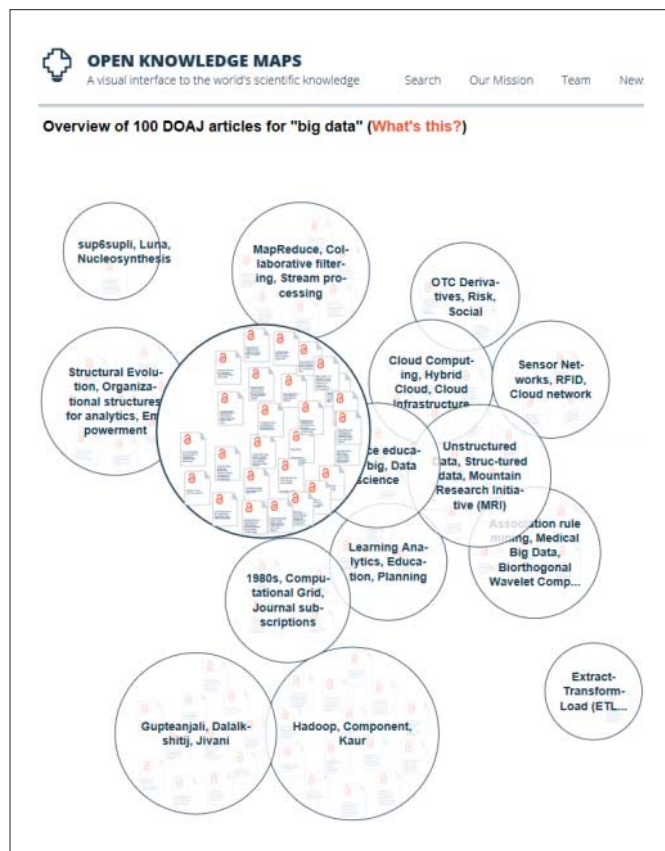
Wer ein Microsoft-Konto für die Anmeldung am PC verwendet, bekommt seine Spracheinstellungen im Regelfall automatisch synchronisiert – es sei denn, die Synchronisierung der Spracheinstellungen wurde zuvor in den Einstellungen unter „Konten/Einstellungen synchronisieren“ deaktiviert. Für neu hinzugefügte Benutzer ist das die komfortabelste Lösung: Hat der Administrator zuvor schon das erforderliche Sprachpaket installiert, wird die Anzeigesprache völlig automatisch eingestellt. (jss@ct.de) **ct**

Liste der Sprachpakete: [ct.de/yjht](http://ct.de/yjht)

## Spielerisch forschen

<http://openknowledgemaps.org>

Abstracts und Forschungsschriften hat man nicht immer zur Hand, geschweige denn in der Bibliothek. Auch auf Google-Ergebnisseiten fehlt häufig die Übersicht, wo Schwerpunkte der Forschung liegen und wie aktuell die Schriften sind. Dabei sollen **Openknowledgemaps** helfen. Hier sucht der Nutzer per Begriffseingabe nach dem gewünschten Thema und erhält einen Überblick, wer gerade unter welchem Gesichtspunkt das Gesuchte bearbeitet. Sucht man beispielsweise nach „Big Data“, so erscheinen die Ergebnisse in Clustern. Sie zeigen Schwerpunkte wie „Unstructured Data“ und „Structural Evolution“ auf, aber auch unverknüpfte Cluster wie „Extract-Transform-Load (ETL)“.



Mithilfe dieser Clustersuche findet man eventuell Herangehensweisen an das Thema, welche der Nutzer noch gar nicht bedacht hatte. Die Suchfunktion greift bislang auf die Datenbanken PubMed und Open Access Journals zu. PubMed enthält Material zur medizinischen Forschung, die Open Access Journals liefern Artikel und Aufsätze aus allen wissenschaftlichen Disziplinen. Je nach Thema kann bei der Suche auch nur eine der Datenbanken gewählt werden, um den Suchradius einzuschränken. Die Open Knowledge Maps können langwierige Literatursuchen verkürzen und tiefere Einblicke in Themenkomplexe gewähren. (lel@ct.de)

Alle Links dieser Seite  
unter [ct.de/yfbv](http://ct.de/yfbv)



## Anonymes Feedback

<https://tellonym.de>

Verschwiegene Komplimente, die echte Meinung zum neuen Haarschnitt oder anderes, das man niemals ins Gesicht des anderen sagen konnte: **Tellonym** bietet nach einfacher Registrierung seinen Usern die Möglichkeit, anonymes Feedback einzuholen. Durch einen personalisierten Link gibt man das eigene Tellonym-Profil in sozialen Netzwerken frei. Ab diesem Zeitpunkt darf jeder, der den Link kennt, eine Nachricht verfassen – komplett anonym. Doch er hat auch die Chance, seine Anonymität abzulegen. Ein entferntes Häkchen reicht und schon kann der Kontaktierte direkt auf die Nachricht antworten. Sonst bleibt es bei dieser einen Nachricht und den Überlegungen des Users, wer ihn wohl sympathisch findet oder ihm gestanden hat, dass er das Auto des Users vor Eifersucht zerkratzt – damals vor zwölf Jahren im Rausch. (lel@ct.de)



## Blickpunkt Galaxie

<http://charliehoey.com/threejs-demos/our-galactic-neighborhood.html>

Galaxien bereisen für jedermann – das bietet **Our Galactic Neighborhood**. Im Mittelpunkt stehen Erde und Sonne, drumherum bewegt man mit dem Cursor 110.000 Sterne. Die Zeitachse lässt sich zwischen 50.000 Jahre vor und nach Christus verschieben – mit beeindruckenden Änderungen in den Konstellationen von Sternen und Nebeln. Für die Fokussierung der Galaxieausschnitte sorgt eine Lichtjahrachse, mit der man Abstand und Auflösung beliebig ändern kann. Als Spielerei eignet sich das Modell bestens, gerade wenn man sich ohne Teleskop unserer Galaxie nähern möchte. (lel@ct.de)

### Hype-Videos

Kurz davor entscheidet sich irgendetwas noch gegen den Erfolg, sei es Schicksal oder die Physik. Eine Sammlung der Unzufriedenheit unter dem Titel „**Unsatisfying**“ ist auf vimeo derzeit trotz Tristesse angesagt.

<https://vimeo.com/189919038>

(1:17)

Die kleine **Meerechse** kämpft um ihr Leben und rennt hungrigen Schlangen davon – mit vollem Einsatz. Das Video ist ein Ausschnitt aus Planet Earth 2 von BBC, derzeit aber nur als privater Upload auffindbar mit Stichwörtern wie „Iguana, Snake, fighting for life“, zum Beispiel unter:

[pic.twitter.com/01dDjJcdX](http://pic.twitter.com/01dDjJcdX)

(2:20, Englisch)

Anzeige

In den Kriegen der Zukunft kämpfen auf beiden Seiten autonome Roboter. Bei „Call of Duty: Infinite Warfare“ kann der Spieler feindliche Kampfmaschinen durch Hacking kurzzeitig übernehmen.



# Im Weltraum hört dich niemand schießen

Die Ressourcen der Erde sind in einer nicht zu fernen Zukunft erschöpft, der blaue Planet ist abhängig von seinen Kolonien im All. Als diese gewaltsam die Trennung von der alten Heimat betreiben, entbrennt ein gnadenloser Krieg – er wird mit Soldaten, Robotern und Raumjägern geführt. **Call of Duty: Infinite Warfare** setzt den bereits begonnenen Weg der „CoD“-Serie in die Zukunft fort. Deren dreizehnter Spross bringt alles an futuristischer Kriegstechnik zusammen, was irgendwie hineinpasst – und verfrachtet seine Schlachten in den Weltraum.

Auf Mondbasen und Raumkreuzern finden die Schießereien der Solo-Kampagne statt, daneben gibt es auch diesmal Schleich- und Flugmissionen, die Abwechslung ins Geschehen bringen. Geblieben ist nicht zuletzt das grundlegende Shooter-Konzept: Man erlebt turbulente Feuergefechte mit den Augen des Helden. In der Solo-Kampagne ist das Captain Reyes, ein Kampfpilot, der überraschend das Kommando über das Schlachtschiff „Retribution“ übernehmen muss.

Freunde brillanter Science-Fiction-Grafik kommen auf ihre Kosten. Aber auch spieltechnisch ist Infinite Warfare in-

teressant, denn der Umgang mit der Schwerkraft erlaubt neue Taktiken: Anti-gravitationsgranaten lassen Feinde im Raum schweben, durch zerschossene Scheiben werden Gegner ins All gesaugt. Kopfüber führt man stille Feuergefechte an der Außenhülle von Wracks. Auch die kurzen Raumschlachten am Steuer der wendigen „Jackals“ machen Spaß, obwohl sie den Spieler nicht wirklich fordern. Neue Ausrüstungselemente wie ein digitaler Schild und ein Bot-Hacking-Tool bereichern die Kämpfe.

Der Multiplayer-Modus bietet sechs Arten von Kampfausstattungen, die neben Düsenstiefeln auch drei individuelle Spezialfähigkeiten mitbringen. Der Kampfdroid etwa verwandelt sich kurzzeitig in eine vierbeinige Kampfmaschine à la Panzerhund. Die Matches finden mit 6 bis 18 Spielern auf ziemlich kleinen, verwinkelten Maps statt. Eine Fülle an Modi ist verfügbar, von „Herrschaft“ über „Bodenkrieg“ bis zu „Waffenspiel“. Auch ein Hardcore-Modus fehlt nicht.

Als Dreingabe ist der Überlebens-Shooter „Zombies in Spaceland“ eingebaut. Hier müssen vier Jungschauspieler in einem 80er-Jahre-Freizeitpark ganze

Wellen von Untoten aufhalten. Allein oder online im Team rückt man den wandelnden Leichen zu Leibe, was untermalt wird von ironischen Kommentaren und musikalischen Anspielungen („Wenn eine Kugel meine Läufe verlässt“).

Obleich Taktik-Shooter-Puristen der in Richtung „Halo“ schwenkenden Science-Fiction-Lastigkeit nicht viel abgewinnen können, bleibt „CoD“ sich in vielerlei Hinsicht treu. Der abwechslungsreiche Spielverlauf kann Action-Liebhaber begeistern. Auch die Fülle an Waffen, Taktiken und Modi überzeugt. Nur das Matchmaking für den Multiplayer-Modus ist definitiv verbesserungswürdig.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## Call of Duty: Infinite Warfare

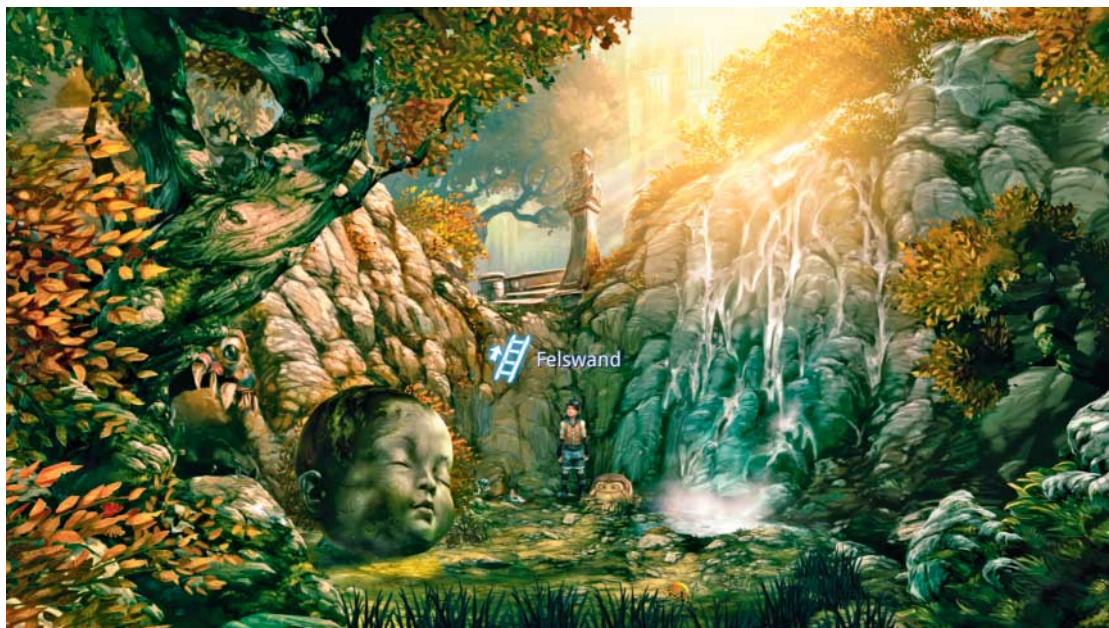
Vertrieb	Activision, <a href="http://www.callofduty.com/de/infinetwarfare">www.callofduty.com/de/infinetwarfare</a>	
System	Windows (getestet); OS X ab 10.11	
Hardwareanforderungen	Mehrkernsystem ab 3,3 GHz, 8 GByte RAM, 2-GByte-Grafik	
Kopierschutz	Steam	
Idee ⊕	Umsetzung	⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation	⊕⊕

18 Spieler online • Deutsch • US\$ 18 • 60 €

Anzeige



Mit wunderschönen Figuren und Hintergründen verzaubert „Silence – the Whispered World 2“ die Sinne. Fantasiereich gestaltete Kreaturen bevölkern Nochs Traumreich, komplexe Rätsel beschäftigen die grauen Zellen.



# Großes Traumkino

Der junge Noah und seine Schwester Renie sind Waisen in einem von Krieg geplagten Land. Um Renie von den Schrecken der Welt abzulenken, erzählt Noah ihr von einer anderen: „Silence“, das Reich zwischen Leben und Tod, in das er sich als Kind träumte. Doch als Bomber ihr Zuhause attackieren, werden die Geschwister in die merkwürdige andere Welt geworfen – in der ebenfalls ein Krieg tobt.

**Silence – The Whispered World 2** knüpft an das zauberhafte Adventure des Jahres 2007 an, dessen Held der traurige Clown Sadwick war. Auch bei den neuen Protagonisten, dem ängstlichen Noah und der naiven Renie, hat das Daedalic-Team reizvolle, unverwechselbare Typen geschaffen, deren Gefühle für das Spiel wichtig sind. Wie zuvor ist auch diesmal wieder die Multifunktionsraupe Spot helfend dabei.

Was an „Silence“ sofort begeistert, ist die Umsetzung. Es entsteht der Eindruck einer liebevoll gestalteten runden Sache, in der man sich schnell heimisch fühlt. Die handgezeichneten 2D-Hintergründe sind ebenso wie die als 3D-Modelle ausgeführten detailreichen Figuren ein wahrer Augenschmaus. Dasselbe gilt für die animierten selbstablaufenden Szenen, bei denen die Entwickler mit mehrerlei

Perspektiven spielen. Satte Farben prägen die Schauplätze, an denen es immer wieder liebevoll erdachte Kleinigkeiten zu entdecken gibt. Hier regiert nicht wie etwa in den „Deponia“-Adventures ein rotzig-frecher Stil und Humor, sondern es geht ausgesprochen märchenhaft zu.

Den zögerlichen, unfreiwilligen Helden Noah, die niedliche und tapfere Renie sowie den fröhlichen Spot schließt ein Spieler schnell ins Herz. Getrennt oder gemeinsam führt man sie durch Rätselaufgaben und lässt sie Hindernisse überwinden. Das Ganze passiert in klassischer Point-and-Click-Manier. Die Rätsel sind fair und nicht allzu knackig. Bei Bedarf enthüllt ein Druck auf die Leertaste Stellen, um die man sich kümmern sollte. Außerdem erhält man kryptische Tipps. Gelegentlich kommen Zweifel an der Kindertauglichkeit auf – wenn etwa Renie an psychoaktiven Pilzen leckt und halluzinogene Pflanzensporen dem zaudernden Noah einen handfesten Trip bescheren. Unter dem Märchenkleid spürt man auch bei „The Whispered World 2“ immer noch ein leicht anarchisches Entwicklerherz schlagen.

„Silence“-Weltenwanderer kommen ohne Inventarfunktion aus. Das wichtigste „Werkzeug“ ist Spot. Die patente Raupe enthüllt im Zusammenspiel mit ihrer

Umgebung immer neue Fähigkeiten – ob sie als Trampolin fungiert, Ketten sprengt oder riesige Bienenköniginnen bezirzt. Für Abwechslung im Spielablauf sorgen zudem Schleichmissionen und Dialogoptionen.

Auch im neuen Spiel durchzieht eine leicht melancholische Stimmung das Geschehen. Im Kampf gegen die falsche Königin sieht Noah sein einstiges Traumreich in Trümmern, wo Rebellen wie die heldenhafte Kyra und der gutmütige Samuel einen letzten Kampf gegen die gruseligen „Sucher“ mit ihren flüsternden Masken führen. „Silence“ liefert große Unterhaltung für Augen, Ohren – und Herz. Wenn die Reise nach nur vier bis sechs Stunden Spielzeit beendet ist, wünscht man sich einfach mehr davon.

(Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

Silence – The Whispered World 2	
Vertrieb	Daedalic, <a href="http://www.silence-game.com">www.silence-game.com</a>
System	Windows (getestet); OS X ab 10.7; Linux; PS4; Xbox One
Hardwareanforderungen	Mehrkernsystem ab 2 GHz, 5 GByte RAM, 1-GByte-Grafik
Kopierschutz	DRM-frei über <a href="http://gog.com">gog.com</a>
Idee	⊕
Spaß	⊕⊕
Umsetzung	⊕⊕
Dauermotivation	○
1 Spieler • Deutsch • USK 12 • 35 €	

# Rache der Restfamilie

**D**as Schleich-Actionspiel **Dishonored 2** schickt den Spieler wieder in die Steam-Punk-Welt des Vorgängers. Emily, die Tochter des Protagonisten aus Teil 1, will ihren rechtmäßigen Thron besteigen. Dieser Plan wird allerdings von ihrer böswilligen Tante Delilah auf gewaltsame Weise durchkreuzt. Das Ziel in Dishonored 2 ist es also, die Krone zurückzuerobern. Der Spieler darf diesmal selbst entscheiden, wen er dabei steuern will: Zur Auswahl stehen wieder Corvo und Emily selbst.

Unabhängig von der Charakterwahl bleibt die Story größtenteils identisch. Der Spieler reist in die Hafenstadt Karnaca, wo er die meiste Zeit des Spiels verbringt. Hier nimmt er Kontakt auf zu Verbündeten, schlägt sich herum mit feindseligen Fieslingen und sammelt Informationen, um die böse Tante vom Thron zu verjagen. Bei den abwechslungsreichen Missionen genießt der Spieler große Freiheit; es gibt stets mehrere Wege zum Ziel sowie eine Menge Nebenaufgaben. Emily deaktiviert etwa eine tödliche Lichtschranke oder klettert übers Dach ins Haus, wobei ihr die Fähigkeit hilft, sich zu teleportieren. Direkte Kämpfe lassen sich manchmal kaum vermeiden. Versuchen sollte man es aber trotzdem: Der Kampf

mit mehreren Gegnern ist sehr anspruchsvoll.

Die französischen Arkane-Studios haben eine ausnehmend hübsche Spielwelt im Steam-Punk-Design erschaffen, die sich durch imposante Gebäude und eine malerische Hafenkulisse auszeichnet. Nebenfiguren gibt es deutlich weniger als etwa in den Assassin's-Creed-Spielen, dafür entdeckt der Spieler auf seinen Touren Geheimräume mit Geld, Munition und Runen, die er zur Verbesserung seiner magischen Talente einsetzt. Die neuen Fähigkeiten machen sich rasch bezahlt, etwa wenn sich Emily auf höher gelegene Simse transferiert und so ein stark bewachtes Treppenhaus umgehen kann. Die deutschen Sprecher klingen überzeugend, selbst die Nebenfiguren sind gut besetzt. Leider weiß man nicht immer, wo sich die quatschenden Wachen befinden, da die Lautstärke ihrer Stimmen nicht mit der Entfernung korreliert.

Die Spieldauer beträgt mindestens 15 Stunden, doch wegen der wachsamten Gegner erleidet man häufige Bildschirm-tode, selbst auf den beiden niedrigen der vier Schwierigkeitsstufen. Sowohl die menschlichen als auch die mechanischen Wachsoldaten reagieren auf geringfügige Bewegungen und Geräusche. Leider fallen sie nur kurz in Panik, wenn sie etwa

einen ausgeschalteten Kollegen entdecken – um bald wieder gelassen ihre Lauf Routinen aufzunehmen. Einen Mehrspieler-Modus gibt es nicht. Es empfiehlt sich aber, mit beiden Protagonisten einen Durchgang zu wagen, da sich Corvo spürbar anders spielt als Emily.

Die getestete PS4-Version lief geschmeidig, auf der PS4 Pro waren einzig die Ladezeiten geringfügig kürzer. Nennenswerte Bugs ließen sich nach Installation der neun GByte großen Patches nicht feststellen. Die PC-Version lief zum Testzeitpunkt mit Störungen; die Entwickler empfehlen einen leistungsfähigen Rechner mit 16 GByte RAM für höhere Auflösungen als 1080p.

Spielerisch trifft Dishonored 2 genau den richtigen Ton mit seiner Mischung aus anspruchsvoller Action, vielseitiger Schleicherei, flexibler Erkundung und saftiger Story. (Peter Kusenberg/dahe@ct.de)

## Dishonored 2

Vertrieb	Bethesda, dishonored.bethesda.net
System	Windows, PS4 (getestet), Xbox One
Hardwareanforderungen	Dual-Core-Prozessor mit 3 GHz, 4 GByte RAM, GeForce GTX 460 mit 512 MByte VRAM
Kopierschutz	Steam, Denuvo
Idee ⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ⊕⊕
1 Spieler • Deutsch • USK 18 • 50 bis 60 €	

In der weitläufigen und verwinkelten Hafenstadt Karnaca darf der Spieler verschiedene Wege zum Missionsziel einschlagen.





In dem Survival-Adventure **Robinson: The Journey** erkundet der Spieler mit VR-Brille einen Wald voller Dinosaurier.



# Kletterpartie im Dino-Dschungel

**C**rytek präsentiert mit **Robinson: The Journey** sein erstes VR-Adventure, in dem der Spieler in der Rolle von Robin auf einem fremden Planeten ums Überleben kämpft. Nach seiner Notlandung erkundet Robin unter Anleitung der sprechenden Drohne Higs die Umgebung, baut sein Lager aus und sucht nach anderen Überlebenden. Zu den beiden gesellt sich das Saurier-Baby Laika und hilft, Hindernisse zu beseitigen und Feinde zu verjagen.

Robin kann mit einem Multitool Objekte telekinetisch versetzen. So räumt er Treibgut aus einem Bach oder lenkt Raub-saurier ab. Er scannt fremde Kreaturen und speist die Informationen in eine Datenbank. Die Story meldet sich nur hin und wieder zu Wort. Sie plätschert vor sich hin und lässt dramatische Höhepunkte vermissen.

Robins Begleiter necken einander, wobei Higs den strengen Lehrer mimt. Auf seinen Erkundungen löst Robin Rätsel, was leichter gelänge, wenn Higs denn auch präzisere Anweisungen erteilen würde. Manchmal wechselt man in die Vogelperspektive, um beispielsweise Stromkabel richtig zu verbinden.

Trotz der meist anspruchslosen Rätsel macht die Erkundung Spaß, was der tollen Inszenierung geschuldet ist. Der Spieler streift durch einen dichten Urwald voller feingliedriger Pflanzen, turmhoher Bäume sowie reißender Wasserfälle. Beindruckend wirken die Tiere, die sich geschmeidig bewegen. Häufig sieht man einen Nager in einem Erdloch verschwinden, exotische Vögel flattern durch die sirrende Luft, armlange Fische springen aus dem Wasser. Die Riesenechsen stapfen polternd durch den Wald, sodass der Spieler angstvoll hinaufblickt zu deren zahnbewehrten Mäulern.

Der Spieler bewegt sich in der VR-Welt kontinuierlich voran, gesteuert über den Analogstick des Gamepads. Die Bewegung führt leicht zu Unwohlsein, eine Teleportfunktion hätte die Reise gewiss angenehmer gemacht. Auf der rechten Seite wird stets eine Hand eingeblendet, die sich aber leider nicht per Move-Controller steuern lässt. Mit dem Gamepad ist es recht mühsam, Container richtig zu platzieren oder beim Klettern die Arme zu bewegen. Crytek hat hier seine Klettersimulation „The Climb“ recycelt,

ohne jedoch die Move-Controller einzubinden.

Die Solokampagne dauert etwa sechs Stunden, ein Mehrspielermodus fehlt. Abseits einiger kleiner Bugs fielen uns nur die übermäßig langen Ladezeiten negativ auf.

Technisch gesehen hat Crytek mit seinem Jurassic-Abenteuer ein überaus ansehnliches VR-Spiel vorgelegt. Vor allem auf der PS4 Pro zeigt die Engine ihre Stärken und trumpft im Vergleich zur normalen PS4 mit doppelt so hoher Auflösung und schickeren Farben auf. Inhaltlich wirkt Robins Überlebenskampf jedoch kraftlos, trotz des unterhaltsamen Zusammenspiels der drei Hauptfiguren. Die unausgeglichene VR-Steuerung dämpft die Stimmung des Spielers zusätzlich. Letztlich wird die kurze Robinsonade dadurch ihrem hohen Verkaufspreis nicht gerecht.

(Peter Kusenberger/hag@ct.de)

## Robinson: The Journey

Vertrieb	Crytek/Sony, <a href="http://www.robinsonthegame.com">www.robinsonthegame.com</a>		
System	PS4 (Pro) mit Playstation VR		
Idee	⊖	Umsetzung	⊕
Spaß	○	Dauermotivation	⊖
1 Spieler • Deutsch • USK 12 • 60 bis 70 €			

Anzeige

# Leben im digitalen Spiegel

Es erscheint simpel, einer ganzen Generation ein Schlagwort überzustülpen, sei es „Praktikum“, „Porno“ oder eben „Selfie“. Nicht immer sind solche Kennzeichnungen jedoch Ausdruck oberflächlicher Betrachtung.

Zu den Merkmalen der sogenannten After-Millennials, die ihre Schulzeit im neuen Jahrtausend verbringen, gehört, dass sie wie niemand zuvor von mobiler Datenkommunikation und Social Media geprägt sind. Die digitale Selbstbespiegelung im per Smartphone geknipsten Selbstporträt („Selfie“) und das Teilen desselben mit der Welt sind hier zur typischen Lebensäußerung geworden.

Das Autorenpaar Oer und Cohrs sieht in Selfies keinen bloßen Zeitvertreib, sondern ein Vehikel der Selbstvermarktung. Aufmerksamkeit und Anerkennung sind die Währungen in einem System, in dem jeder zu seiner eigenen Marke wird, die er bewirbt und bekannt macht.



Mit der permanenten Selbstdarstellung der Nutzer geht ein großflächiger Verzicht auf Privatsphäre und Datenschutz einher – so die Autoren. Das macht es für Unternehmen immer einfacher, den Mainstream zu erkennen und zu handhaben. So ist etwa die Vielzahl von Beauty- und Fashion-Blogs für die Mode- und Kosmetikbranche ein wahrer Segen: Zigttausend motivierte junge Leute machen für kleine Aufmerksamkeiten oder völlig unentgeltlich zielgruppengerechte Werbung.

Auch die Tourismusbranche profitiert: Facebook- und Instagram-Nutzer teilen ihre Urlaubsvorlieben in Form von Selfies freigiebig mit der Netzöffentlichkeit. Die Mechanismen der Selbstvermarktung und der Bildung von Schwarm-Vorlieben und Schwarm-Meinungen beschränken sich nicht auf klassischen Kommerz und Konsum. Auch Strategen politischer Parteien und Bewegungen jeder Couleur ha-

ben das digital gesteuerte Bauchgefühl der Massen als Werkzeug für ihre Zwecke längst entdeckt.

So beschreibt das Buch ein wiederkehrendes Muster: Vermeintlich harmlose Aktionen in den sozialen Netzen entpuppen sich als problemträchtig. Das Phänomen der Internet-Memes vermischt sich mit Wellen und Trends des Alltags: Jede Mahlzeit gerinnt zu „Foodporn“. Die beobachteten Mechanismen haben nicht zuletzt auch einen Fitness- und Selbstoptimierungswahn befeuert, den die Autoren ebenfalls aufs Korn nehmen.

Oer und Cohrs analysieren mit scharfem Blick und scharfer Zunge, aber stets konstruktiv. Der unterhaltsam geschriebene Text soll nicht bloßstellen, sondern das Bewusstsein für Schattenseiten der schönen neuen Kommunikationswelt schärfen. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Generation Selfie

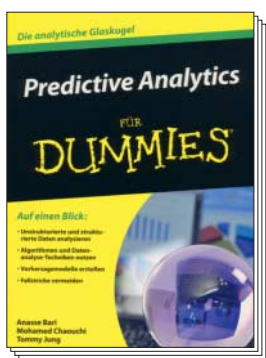
Autor	Eva Oer, Christian Cohrs
Erscheinungsort, -jahr	München 2016
Verlag	riva
ISBN	978-3-8688-3923-4
240 Seiten • 17 € (PDF-/Epub-E-Book: 13 €)	

# Ich weiß, was du wollen wirst

Der Erfolg von Unternehmen wie Amazon und Netflix gründet sich nicht zuletzt auf die Verwendung von Techniken zur Vorhersage des Kundenverhaltens. Die Erkennung von Mustern und Trends in großen Datenmengen gewinnt an Bedeutung. Das Zauberwort heißt Predictive Analytics.

Eine populäre Anwendung von Vorhersage-Werkzeugen stellen Empfehlungsdienste dar, wie man sie von Online-Händlern und sozialen Netzen kennt. Davon ausgehend springen die Autoren des Buches mitten hinein in die Materie und beginnen mit einer Einführung in kollaborative und inhaltsorientierte Datenfilterung, die den meisten dieser Dienste zugrunde liegt.

Erst anschließend stellen sie die grundsätzliche Frage nach dem Wesen der Daten. Sie identifizieren verschiedene Typen von Informationssammlungen, unterscheiden etwa strukturierte, unstrukturierte



rierte und demografische Daten sowie Einstellungs- und Verhaltensdaten. Sie beschreiben unterschiedliche Komplexitätsgrade von Daten und geben Ratschläge zur Aufbereitung und Visualisierung. Auch stellen sie mehrere Strategien für den Entwurf von Vorhersagemodellen vor.

Um Daten zu gruppieren, nutzt das Autorenterzett die Cluster-Analyse – so lassen sich Kunden mit ähnlichen Interessen zusammenfassen. Eine Vielzahl von Algorithmen kommt zur Sprache. Es geht um Entscheidungsbäume, neuronale Netze und Bayes-Klassifizierer, die in vielen Spam-Filtern Verwendung finden. Auch Verfahren, die auf biologischen Phänomenen wie dem Schwarmverhalten von Tieren beruhen, werden gestreift.

Trotz vieler kleiner Beispiele zur Veranschaulichung bleibt der Text überwiegend theoretisch. Erst gegen Schluss

kommt die Praxis stärker zum Zuge. Hier nutzen die Autoren Python mit der Bibliothek scikit zur Iriserkennung und demonstrieren sowohl überwachtes als auch nicht überwachtes Lernen. Ein kleiner Streifzug durch die Programmiersprache R und die wichtigsten Vorhersage-Bibliotheken rundet das Ganze ab.

Das Buch deckt ein breites Spektrum ab, behandelt die einzelnen Themen aber ziemlich oberflächlich. Gelegentliche Redundanzen zeigen, dass drei Autoren mitgewirkt haben. Die US-Ausgabe erschien bereits 2013, der Text der deutschen Fassung ist aber durchaus aktuell. Er eignet sich gut, um einen Überblick zu gewinnen und mitreden zu können – weniger zum Einstieg in eigene Analyseprojekte.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Predictive Analytics für Dummies

Die analytische Glaskugel	
Autor	Anasse Bari, Mohamed Chaouchi, Tommy Jung
Erscheinungsort, -jahr	Weinheim 2016
Verlag	Wiley-VCH
ISBN	978-3-5277-1291-5
357 Seiten • 27 € (Kindle-E-Book: 20 €)	



Anzeige

# SICHER WIE IN MUTTERS SCHOSS (3)

VON ARNO ENDLER

*Fortsetzung vom letzten Heft*

**S**ie erwachte mit leichten Schmerzen. Bei jedem Einatmen stach es kurz über der linken Schläfe.

„Brechende Kugel! Was ist passiert?“, fragte sie.

Die Steuerungseinheit schwieg.

„Hey! Ich will eine Antwort!“

Stille.

Lavinia stellte dankbar fest, dass die Luftblase um Mund und Nase wieder an Ort und Stelle war. „Systemcheck!“, befahl sie. Aber auch dieser Grundlagenbefehl wurde missachtet.

Ein Systemversagen dieser Größenordnung? Lavinia durchforschte ihr Gedächtnis, ob sie von so etwas schon einmal gehört oder gelesen hatte. Doch so sehr sie sich anstrengte, es wollte ihr nichts einfallen.

Zumindest bestand keine akute Lebensgefahr. Der Atemluftregulator funktionierte, die Luft roch frisch. Lavinia ließ dem Druck in ihrer Blase freien Lauf und stellte befriedigt fest, dass ihr Urin sofort vom Gel abtransportiert und dem Recycling-Gerät zugeführt wurde. Grundlegende Funktionen schienen nicht betroffen.

„Teilsichtmodus!“

Zu ihrer Erleichterung reagierte die Steuerungseinheit auf diesen Befehl. Die Membran erlaubte die Sicht nach draußen. So konnte sie sehen, dass der Insecha sich in Wartekreisen um die eigene Achse in angemessener Geschwindigkeit drehte. Die Bewegung selbst spürte sie im Innern nicht. Also arbeiteten die Trägheitsdämpfer wieder. Um ihre Kugel herum tobte der Sturm, der sie offenbar eingeholt hatte.

„Steuerungseinheit?“

Auch dieser Versuch erwies sich als vergeblich. Somit griff Lavinia nach dem letzten Werkzeug. Vielleicht nicht die beste Wahl mitten in einem Sandsturm, aber ihr gingen die Optionen aus.

„Restauriere Steuerung! Inform Source! Send SOS!“

Sie wartete auf das dreifache Bling für die Bestätigung des Befehls, mit dem das Betriebssystem des Insechas runtergefahren und mit den Werkseinstellungen neu gestartet wurde. Zusätzlich erging ein Notruf an den Hersteller des Insechas, der ihn darüber informierte, dass eine Einheit versagt hatte.

Die drei Bling-Signale ertönten. Dann färbte sich die Außenmembran und Lavinia verlor für einen Moment die Orientierung, als sie sich durch fehlende Wirkung der Trägheitsdämpfer mehrfach überschlug. Die Kugel kam zur Ruhe und die junge Frau trieb im Gel langsam nach unten. Der Wind rüttelte an dem Insecha, drückte ihn ein wenig zur Seite. Offenbar steckte die Kugel in einer Sanddüne fest.

Lavinia wartete.

Das Gel wechselte mehrmals die Temperatur, es wurde dunkel, dann begannen die Geräte zu surren. Die junge Frau registrierte die laufenden System-Self-Checks und schließlich, sie hatte unwillkürlich den Atem angehalten, ließ die Steuerungseinheit alle Funktionen wieder hochfahren.

„Bereitschaft.“

Lavinia schloss kurz die Augen und fragte: „Geht es meinem Baby gut?“

Es war zunächst das Einzige, was sie interessierte.

„Medizin-Check wird initiiert.“

Bange Sekunden später kam die Antwort: „Bis auf leichte Prellungen sind Sie unverletzt. Die Gravidität wurde ebenfalls nicht beeinträchtigt.“

„Gut. Teilsichtmodus! Bring mich hier raus. Ich muss mit Central Development sprechen.“

„Das wird einige Zeit dauern“, meldete die Steuerungseinheit.

„Weshalb?“

„Der Sandsturm hat Massen von Sand über dem Insecha aufgetürmt. Ich werde die Membran auf Rillenbasis umstellen und mit dem Freigraben beginnen.“

Lavinia bemerkte erst jetzt die schwarze Umgebung. Sie war tatsächlich lebendig begraben worden. Die Bewegungen der Außenhaut verursachten ein schabendes Geräusch. Wiederum blieb ihr nichts anderes übrig, als zu warten.

Endlich zeigte sich im oberen Bereich ein wenig diffuses Licht. Dann brach der Insecha durch die Sandbarriere und schwamm bald schon obenauf. Draußen herrschte strahlender Sonnenschein. Die Wüstenwelt zeigte sich unbeeindruckt. Vom abziehenden Sandsturm fehlte jegliche Spur.

„Kommunikation mit Central Development möglich?“

„Nein.“

Illustration: Susanne Wustmann, Dortmund



„Okay. Bring mich raus aus dem Funkloch. Permanente Kontaktanfrage.“

Der Insecha bewegte sich Richtung Norden.

Ein Aufleuchten ließ Lavinia stutzen. „Was ist das? Neunzig Grad rechts?“

„Unzureichende Daten.“

„Ansteuern!“

Schon einige Dutzend Meter davor wusste Lavinia, auf was sie gestoßen war und es grauste ihr vor den Konsequenzen. Mitten in einer zwanzig Meter hohen Düne steckte, zu vier Fünfteln vergraben, ein Insecha.

„Kannst du via Kabelverbindung Kontakt mit der anderen Steuerungseinheit aufnehmen?“

„Ich werde es versuchen.“

Lavinia war sich darüber im Klaren, dass, wenn der Nutzer des Insechas noch gelebt hätte, er sich von der Kugel genauso hätte befreien lassen können, wie ihr es gelungen war.

Also war der Besitzer der Kugel wahrscheinlich tot. Die durchschnittliche Überlebensdauer in einem eingeschlossenen, bewegungsunfähigen Insecha ohne Außenkontakt betrug rund drei Jahre. Mehr als genug Zeit, um abzuwarten.

Lavinia sah zu, wie die inter-insechäre Kabelverbindung hergestellt wurde.

Dann meldete die Steuerungseinheit: „Das Habitat ist entleert. Nur minimale Gelreste sind übrig geblieben, und die Steuerungseinheit ist nicht mehr in Funktion.“

„Niemand darin?“ Lavinia hatte eine Leiche erwartet. Aber eine leere Kugel sollte es nicht geben. Wo war der Nutzer?

„Der Insecha ist auf einen Michael zugelassen. Ein Roboter-Modifikator, der im Sahara-Camp Three arbeitet.“

„Arbeitete. Denn er muss tot sein. Sendete der Insecha das Notsignal?“

„Negativ.“

„Gut. Aufnahmen und Daten speichern, Verbindung lösen, dann nichts wie weg von hier.“

„Bereitschaft.“

Lavinia sah zu, wie das Kabel eingezogen wurde. Anschließend wendete der Insecha und kroch in langsamem Tempo gen Norden.

„Schneller“, befahl die Nutzerin.

„Die – Vau – Max – wur – de – err...“ Die Steuerungseinheit verstummte nach dem stockenden Beginn endgültig. Der Insecha rollerte aus und blieb stehen. Im Teilsichtmodus blitzten feine Linien wie Silberfäden im Sonnenlicht auf der Außenhaut.

Lavinia kniff die Augen zu, um Genaueres erkennen zu können. Gleichzeitig rief sie: „Starte Verteidigungsmodus.“

Aber die Steuerungseinheit schien bereits außer Gefecht. Ein Netz aus sehr dünnen Fäden hatte die Kugel umspinnen und eingefangen. Lavinias Herz klopfte wie wild. Viel mehr noch als um ihr eigenes Leben fürchtete sie um das des Babys.

„Kommunikation!“

Stille.

„Teilsichtmodus aus!“

Null Reaktion.

Wurde die Luft schlechter? Atmete es sich schwerer? Verkleinerte sich gar die Luftblase?

Oh, wie viele Merkwürdigkeiten und Zufälle, Schicksalsschläge und Veränderungen in ihrem Leben hatten in den letzten Tagen stattgefunden. Ihr Dasein, so sicher wie eintönig, schien ein Ende genommen zu haben.

Dann tauchte die erste Gestalt auf. Zuerst hielt Lavinia sie für einen Bären, bis ihr klar wurde, dass die Fauna der Sahara sehr eingeschränkt war. Und Bären fielen nicht unter die heimischen Spezies. Kurze Zeit später umringten ihren Insecha rund ein Dutzend der in Lumpen oder Lappen gewickelten, humanoiden Wesen. Selbst um die Köpfe trugen sie diese Stoffe in erdfarbenen Tönen.

Einer stach aus der Menge heraus. Mehr als einen Kopf größer als der Rest, bewegte er sich gemessenen Schrittes auf den Insecha zu und blieb etwa einen Meter davor stehen. Er griff sich ans Gesicht und entfernte mit kreisenden Bewegungen eine Stoffbahn, bis eine Maske sichtbar wurde. Diese nahm er ab.

Lavinia konnte es kaum fassen. Die liebevollen Augen einer Frau blickten ihr entgegen. Sie hob die Hand zum Gruß und rief: „Ich weiß, dass du mich hören kannst. Mach dir bitte keine Sorgen um die grundlegenden Systeme deines Habitats. Es funktioniert alles. Nur die höheren Steuerungsfunktionen haben wir lahmgelegt.“

Lavinias Gedanken rasten. Wie konnte sich diese Frau der Gefahr der Seuche aussetzen? Wieso nutzte sie keinen Insecha? Und wer waren die anderen? Soweit bekannt, gab es rund eintausend Menschen, die irgendwo in Alaska lebten und ebenfalls auf die Sicherheit eines Insechas verzichteten. Doch hier? Im Zentralland der Seuche?

Die Frau hob die rechte Hand und gab ein Zeichen. Sie nickte und sagte: „Mein Name ist Savora. Ich bitte dich. Hör mich an. Mehr will ich nicht.“

Zwei Männer näherten sich dem Insecha und befestigten ein Kabel an dem Teil der Kugel, an welchem die Geräte für Kommunikation angesiedelt waren. Lavinia schüttelte den Kopf. Die wussten genau, was sie taten. Lag hier die Lösung für das Schicksal der Mitarbeiter von Sahara-Camp Three? Das äußere Ende des Kabels steckten sie in einen kniehohen Kasten, den sie vor Savora gestellt hatten.

Sie beugte sich hinunter und betätigte einen Schalter. Jetzt konnte Lavinia ihre melodische Stimme glasklar hören. Eine Kabel-Audio-Verbindung. „Nennst du mir deinen Namen?“, fragte Savora.

Lavinia überlegte, ob sie einen taktischen Nachteil in Kauf nahm, falls sie ihren Namen preisgab. Doch schlimmer konnte es eigentlich nicht werden. „Lavinia.“

„Lavinia?“ Savora lächelte herzlich. „Ein schöner Name für eine Frau. Es freut mich, dich kennenzulernen.“

„Ihr haltet mich gefangen.“

„Das mag aus deiner Sicht so sein, aber in Wirklichkeit wollen wir dich befreien.“

„Befreien? Wovon?“

Savora nickte. „Von deiner Haft.“

„Haft? Wovon sprichst du?“

## »WIE SEHR VERTRAUST DU DEINER STEUERUNGSEINHEIT? BIST DU SICHER, DASS SIE DIR IMMER DIE WAHRHEIT SAGT?«

„Ich war genau wie du, Lavinia. Eingekerkert in einen seidenen Kokon. Doch es ist nicht die Sicherheit, die entscheidet, wie und wo man leben möchte. Es ist der freie Wille. Dein Wille. Und ich möchte, dass du aus freien Stücken diesen Kerker verlässt. Komm heraus aus deinem Habitat. Es ist dein eigenes Schicksal, das du in die Hand nehmen kannst.“

Lavinia schwieg, musterte ihr Gegenüber, suchte nach Anzeichen einer Erkrankung, Hinweisen auf Siechtum. Savora wirkte jedoch völlig gesund, ja geradezu vital, muskulös und lebensfroh.

„Hast du vielleicht Fragen, die ich dir beantworten soll?“

„Was passiert mit mir, falls ich nicht auf deine Offerte eingehe?“, fragte Lavinia leise.

„Wir entlassen dein Habitat aus dem Sperrnetz. Dann kannst du zurück. Versprochen.“

„Unversehrt?“

„Ja, selbstverständlich.“ Savoras Empörung klang echt.

„Und ihr tut mir nichts, so wie Michael.“

„Michael?“

„Der Insecha dort im Sand gehörte ihm.“

„Ach das meinst du. Michael geht es gut. Er erholt sich.“

„Erholung? Von was und wo?“

„Er hat sich uns angeschlossen. Er ist jetzt frei.“

Lavinia zweifelte. „Was ist mit den anderen Arbeitern von Sahara Three?“

„Sie wurden alle Teil unserer Gemeinschaft. Freiwillig, ohne Zwang, nachdem sie hörten, was die Habitate tatsächlich sind.“



Niemand hatte sich für den Verbleib im Insecha entschieden? Kein Einziger? So gut konnte kein Argument sein, dachte Lavinia. Das roch nach Schönfärberei.

„Überzeug mich!“

Savora lächelte. Die Gestalten um sie herum hatten sich bis auf zwei wieder aus dem Sichtbereich Lavinias zurückgezogen.

Die hochgewachsene Frau deutete auf die Kugel und fragte: „Du weißt, warum die erste Welle der Habitate so erfolgreich war? Warum so viele Menschen sich freiwillig für das Leben im Schutz einer Kugel entschieden?“

„Ja, die Seuche.“

Savora nickte. „Ich verrate dir jetzt ein Geheimnis. Die Seuche ist ausgerottet. Es war ein verdammt ansteckender Virus, dessen Tödlichkeit alles bis dahin Bekannte in den Schatten stellte. Aber ohne Wirt kann der Virus nicht überleben, und er kannte nur einen Wirt, den Menschen. Wir vermuten sogar, dass der Virus in einem Militärlabor gezüchtet wurde, um gezielt gegen einen Gegner eingesetzt zu werden. Etwas ging wohl schief.“

Die Gefahr durch die Seuche sollte nicht mehr existent sein? Kein Grund, den Insecha zu verlassen?, dachte Lavinia und hörte Savora weiter zu.

„Die Herkunft des Virus ist vielleicht noch Spekulation. Aber die Ausrottung der Seuche ist ein Faktum. Also warum wird dies nicht publik gemacht?“

„Weil es nicht entscheidend ist für die Menschen“, warf Lavinia dazwischen. „Ein Insecha ist Heimat, Schutz und Sicherheit. Weshalb sollte ich das aufgeben? Er schützt mich vor mehr als nur Krankheiten.“

„Er nimmt dir aber auch ein Stück Menschlichkeit, Lavinia. Keine Berührungen, keine direkte zwischenmenschliche Interaktion. Es fehlen die Alternativen. Niemand wird mehr gefragt, ob er in Gel gepackt werden will. Im Gegenteil. Die Firma tut alles, um die Menschen an sich zu binden. Ich frage dich: Wie sehr vertraust du deiner Steuerungseinheit? Bist du sicher, dass sie dir immer die Wahrheit sagt?“

Lavinia schwirrte so langsam der Kopf. Sie wünschte, dass sie mit Peterka über die Optionen hätte diskutieren können, doch sie lag alleine in dem Insecha und wusste nicht weiter. Sie würden sie nicht gehen lassen. Auf keinen Fall. Davon war sie überzeugt.

Ein Schluchzer entrang sich ihrer Kehle. „Bitte lasst mich gehen. Ich kann den Insecha nicht verlassen.“

„Wieso nicht?“

„Ich erwarte ein Kind.“

Savoras Gesicht zeigte zunächst Überraschung, danach Freude und schlussendlich Sorge. „Du musst da raus, Lavinia. Sofort!“

„Aber mein Baby.“

„Dein Baby ist in Gefahr. Denn eines habe ich dir noch nicht erzählt. Die Menschheit stirbt aus. Seit dem Massensexodus in die Insechas werden nur noch Kinder nach dem Diktat der Gen-Kompatibilität gezeugt. Es sind zu wenige, und was sich viel gravierender auswirkt, ist die Tatsache, dass die meisten Kinder die Aufzucht im Gel der Habitate, getrennt von der Mutter, umsorgt von Hebammen-Steuerungseinheiten, nicht überleben. Sie sterben.“

„Nein“, keuchte Lavinia.

„Es ist eine Tatsache, Lavinia. Warum, glaubst du, nehmen so wenige Kinder Kontakt zu ihrer leiblichen Mutter

auf? Hass oder Verachtung? Es liegt daran, dass sie sterben. Die Letalrate liegt bei nahezu 90 Prozent. Wenn du willst, dass dein Kind überlebt, so sind wir deine beste Chance.“

„Nein. Das glaube ich nicht.“

„Es steht in den Datenbanken der Secure Habitats. Wir haben sie gehackt. Du kannst dir die Statistiken ansehen. Allerdings ...“

„Ich muss den Insecha verlassen“, ergänzte Lavinia.

„Ja, leider. Wir können den Insecha nicht in die Nähe unseres Lagers lassen, da die Ortung dort wieder anschlagen würde. Und die Häscher von Secure Habitats sind auf der Suche nach uns. Wir befinden uns im Krieg. Lavinia ...?“ Savora stockte.

„Was?“

„Mach nicht denselben Fehler, wie ich einst. Mein Kind wurde mir im Mutterleib entrissen und ist irgendwo einsam und allein umgeben von Gel und den Tröstungen einer Maschine gestorben. Niemand nahm es in den Arm, niemand war da, um sich seine Ängste anzuhören und menschlich darauf zu reagieren. Erspare deinem Kind diese Zukunft. Wir ziehen unsere Kinder in Freiheit auf.“

Lavinia nickte langsam. „Ich glaube dir. Versprichst du mir, dass du dich um mein Baby kümmerst, falls mir etwas zustößt?“

„Ja, ich verspreche es.“

„Dann holt mich hier raus! Bitte.“

Savora gab den beiden verbliebenen Männern ein Zeichen, die sich auch sofort an dem Kasten zu schaffen machten, über den die Kommunikation gelaufen war.

Savora sah Lavinia ernst an. „Das wird kein Zuckerschlecken. Deine Muskulatur ist atrophiert, weswegen dich deine Beine nicht tragen werden. Das Atmen wird dir deutlich schwerer fallen. Wir helfen dir so gut es geht über die nächste Zeit hinweg. Glaub mir, jeder hat es überstanden. Auf mein Zeichen holst du gleich tief Luft. Es wird dauern, bis wir dich aus dem Gel heraus haben. Du darfst nicht atmen. Denk an dein Kind. Du schaffst es, Lavinia. Du schaffst das.“

„Ich bin bereit.“

„Gut. Dann hol tief Luft! Jetzt.“

Lavinia atmete ein, bis sie einen leichten Schwindel spürte. Sie schloss die Augen, fühlte, wie das Gel an ihrem Körper erkaltete. Etwas zerrte an ihren Beinen. Der Drang zu atmen verstärkte sich. Aber sie widerstand. Ihr Herz pochte, das Blut in ihrem Kopf pulsierte an den Schläfen. Plötzlich registrierte sie Hände an ihrem Gesicht, die das Gel fortwischten. Heiße Luft traf direkt auf ihre Nase.

„Atme, Lavinia“, hörte sie Savora erstmalig außerhalb des Insechas sprechen.

Es folgte der erste Atemzug.

„Gut so, Mädchen“, lobte eine männliche Stimme.

Lavinia öffnete die Augen und blinzelte in das ungefilterte Sonnenlicht. Jemand – Savora – legte eine Schlinge aus einem dünnen Faden um die Nabelschnur und klemmte sie ab. Mit einer Schere entfernte sie die letzte Verbindung zum Insecha.

Lavinia war erneut geboren.

Jeder Atemzug war eine Qual. Das Heben eines Armes ein Kraftakt. Sie weinte. Savora sah sie an, lächelte und sagte: „Willkommen, neuer Erdenbürger.“

„Brechende Kugel! Alles schmerzt“, entgegnete Lavinia.

„Als Erstes bringe ich dir neue Flüche bei“, grinste Savora.

(bb@ct.de) **ct**



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Anzeige

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Der optimale PC“: Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), „WordPress-Alternativen“: Daniel Berger ([dbe@ct.de](mailto:dbe@ct.de))

**Chefredakteur:** Johannes Endres ([je@ct.de](mailto:je@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteure:** Achim Barczok ([ach@ct.de](mailto:ach@ct.de)), Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de)), Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de)), Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Harald Bögeholz ([bo@ct.de](mailto:bo@ct.de)), Gerald Himmelein ([ghi@ct.de](mailto:ghi@ct.de)), Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

**Ressort Software & Medien** ([software-medien@ct.de](mailto:software-medien@ct.de))

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Redaktion:** Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)), Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Daniel Herbig ([dahe@ct.de](mailto:dahe@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Martin Reche ([mre@ct.de](mailto:mre@ct.de)), Peter Schmitz ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüler ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Peter-Michael Ziegler ([pmz@ct.de](mailto:pmz@ct.de))

**Ressort Systeme & Sicherheit** ([systeme-sicherheit@ct.de](mailto:systeme-sicherheit@ct.de))

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Johannes Merkert ([jme@ct.de](mailto:jme@ct.de)), Fabian A. Scherschel ([fab@ct.de](mailto:fab@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Axel Vahldiek ([avx@ct.de](mailto:avx@ct.de))

**Ressort Hardware** ([hardware@ct.de](mailto:hardware@ct.de))

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Andreas Stiller ([as@ct.de](mailto:as@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Tim Gerber ([rig@ct.de](mailto:rig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Florian Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Anke Poimann ([apo@ct.de](mailto:apo@ct.de))

**Ressort Internet & Mobiles** ([internet-mobiles@ct.de](mailto:internet-mobiles@ct.de))

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)), Bernd Behr ([bb@ct.de](mailto:bb@ct.de)), Daniel Berger ([dbe@ct.de](mailto:dbe@ct.de)), Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hcz@ct.de](mailto:hcz@ct.de)), Lea Lang ([lel@ct.de](mailto:lel@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Alexander Spier ([asp@ct.de](mailto:asp@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**Newsroom/Heise online:** Jürgen Kuri ([Ltg., jk@ct.de](mailto:Ltg., jk@ct.de))

**Redaktion:** Kristina Beer ([kbe@ct.de](mailto:kbe@ct.de)), Volker Briegleb ([vbr@ct.de](mailto:vbr@ct.de)), Martin Holland ([mho@ct.de](mailto:mho@ct.de)), Axel Kannenberg ([axk@ct.de](mailto:axk@ct.de)), Andreas Wilkens ([anw@ct.de](mailto:anw@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg., uk@ct.de](mailto:Ltg., uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**Koordination Social Media:** Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbach ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([Ltg., rs@ct.de](mailto:Ltg., rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Korrespondenten Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Frankfurt:** Volker Weber ([vowe@ct.de](mailto:vowe@ct.de)), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8, 64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 26 18

**Nordamerika:** Daniel AJ Sokolov ([ds@ct.de](mailto:ds@ct.de)), 91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 77 83 00 06 37

**Ständige Mitarbeiter:** Ralph Altmann, Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Emert, Prof. Dr. Noogie C. Kaufmann, Dr. M. Michael König, Stefan Krempl, Prof. Dr. Jörn Loviscach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peeck, Prof. Dr. Thomas J. Schult, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Wolfgang Otto (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Jörg Gottschalk, Birgit Graff, Angela Hilberg, Anja Kreft, Martin Kreft, Astrid Seifert, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Dirk Wollschläger, Brigitta Zurhieden

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns, Hea-Kyoung Kim

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Maurer

**Tablet-Producerin:** Melanie Seewig

**Illustrationen**

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **Story:** Susanne Wustmann und Michael Thiele, Dortmund, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Tipgeber:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/tipgeber>

via Tor: [sq4lecqyx4izcpkp.onion](http://sq4lecqyx4izcpkp.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),

[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 33 vom 1. Januar 2016.

**Anzeigen-Auslandsvertretungen (Asien):** CyberMedia Communications Inc., 9F-2, No.89, Sec. 1, Beixin Rd., Xindian Dist., New Taipei City 23147, Taiwan (R.O.C.), Tel: +886-(0)2-8911-0960, Fax: +886-(0)2-8911-0940, E-Mail: [fc@cybermedia.com.tw](mailto:fc@cybermedia.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4, BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

**c't erscheint 14-täglich**

Einzelpreis 4,70 €; Österreich 5,00 €; Schweiz 6,90 CHF;  
Belgien, Luxemburg 5,50 €; Niederlande 5,70 €, Italien, Spanien 6,00 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 107,90 €, Österreich 111,80 €, Europa 126,10 €, restl. Ausland 152,10 € (Schweiz 150,80 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,30 €, Österreich 83,20 €, Europa 97,50 €, restl. Ausland 123,50 € (Schweiz 128,70 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,20 € (Schweiz 22,10 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 81,90 €, Österreich 85,80 €, Europa 100,10 €, restl. Ausland 126,10 € (Schweiz 114,40 CHF).  
Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo)) oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2016 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA





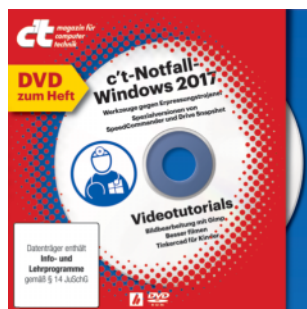
# Vorschau 26/16

Ab 10. Dezember 2016 am Kiosk und auf ct.de



## Ruckelfreie Gaming-Monitore

Echte Gaming-Monitore produzieren weder Schlieren noch Ruckler oder störenden Latenzen. Im Test müssen Displays mit 24 bis 27 Zoll Diagonale, mindestens Full-HD-Auflösung und FreeSync- oder GSync-Unterstützung beweisen, dass sie auch rasanten Spielen gewachsen sind.



## c't-Notfall-Windows 2017

Die Redaktion hat eine neue Version des c't-Notfall-Windows gebaut. Sie finden sie auf der Heft-DVD der nächsten Ausgabe. Das verbesserte Notfall-System lernt aktuelle Bitlocker-Verfahren für verschlüsselte Platten und bringt einige neue Werkzeuge mit, um akuter Windows-Plagen Herr zu werden.

Außerdem:

## Tinten-Mufus in A3

Einige der preiswerten A4-Tintenmultifunktionsdrucker bedrucken auch DIN-A3-Papiere. Doch wer häufig mit A3-Formaten arbeitet, braucht ein Gerät, das dieses Format auch scannen, kopieren und sogar faxen kann. Wir testen drei aktuelle Modelle.

## Alternativen zur Bannerwerbung

Adblocker und sinkende Klickzahlen: Mit Werbebannern lässt sich immer weniger Geld verdienen. Zudem wird über manipulierte Online-Werbung immer wieder Schadsoftware verbreitet. Für Blogger, YouTuber und Podcaster gibt es eine Reihe interessanter Alternativen, um Geld mit ihren Inhalten zu verdienen.

## JavaScript für Desktop-Anwendungen

JavaScript ist eine der populärsten Programmiersprachen und für Web-Entwickler unverzichtbar. Um Desktop-Anwendungen zu bauen, taugt sie aber eher nicht – bislang. Electron ist eine pfiffige Bibliothek, die das möglich macht und dabei sogar plattformunabhängige Programme liefert.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



c't Hardware-Guide  
jetzt im Handel



iX 12/2016  
jetzt im Handel



Mac & i Sonderheft  
jetzt im Handel

Anzeige

Anzeige