



**magazin für  
computer  
technik**

9.12.2017 **26**



**Apple CarPlay vs.  
Android Auto**

Mit AMD Ryzen oder Intel Core i-8000

# Der optimale PC

Vom sparsamen Allrounder bis zum High-End-Rechner  
Vier Bauvorschläge ab 650 Euro

**IM  
TEST**

- iPhone X gegen die Android-Elite
- Fritzbox 6890 LTE
- Kalibrierbare Viewsonic-Displays
- Android-Tablets von 150 bis 570 Euro

Test und Praxis: Auro, Atmos, DTS:X

## 3D-Sound daheim: Besser als Kino

Raspi: Anmeldeseite für offenes WLAN  
Dateitypen verwalten unter Windows  
Galileo: Exklusiv aus dem Sat-Labor  
Heimliche Keylogger im Web



€ 4,90

AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70

NL € 5,90 | IT, ES € 6,20

CHF 7,10 | DKK 54,00

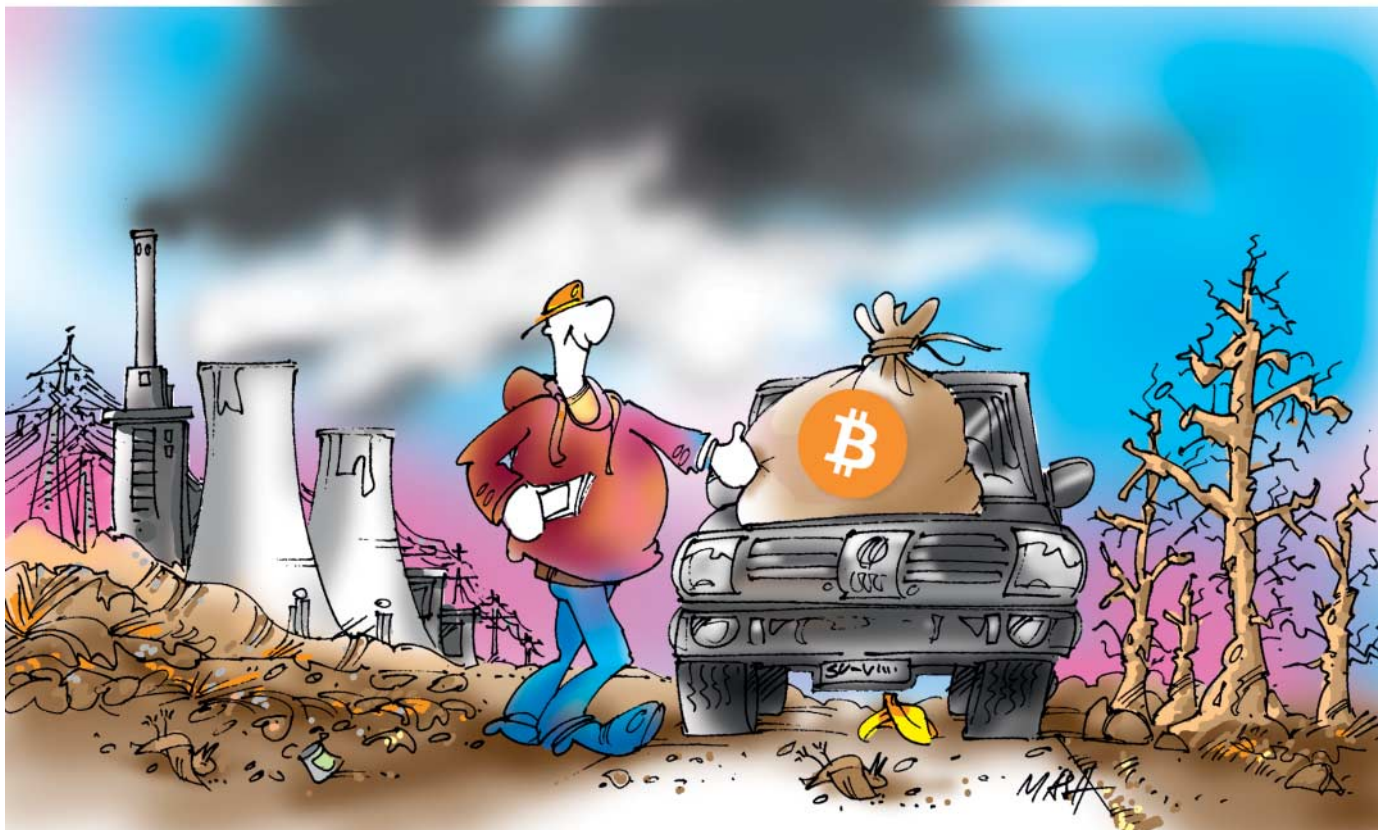
Browser-Vergleich • Add-on-Umstieg meistern

# Das Firefox-Comeback

Firefox 57: Neue Engine, viel Datenschutz, höhere Performance

4 199 148 404 903 26

Anzeige



### Aus Schaden wird man reich

"Spare in der Zeit, dann hast du in der Not", hieß es in der Ruhe der jungen Bundesrepublik bei einer stabilen D-Mark und festverzinslichen Bundesschatzbriefen. "Reich werden um jeden Preis" heißt es heute: Der Bitcoin-Hype facht die Gier von Glücksrittern an.

Die Schwierigkeit am Reichwerden ist, dass es selten durch ehrliche Arbeit klappt. Die Chancen stehen ungleich höher, wenn man anderen etwas wegnimmt. Stirbt der Thunfisch aus oder wird der Regenwald unwiederbringlich abgeholzt, ist das ein Resultat menschlicher Gier. Die Spekulation mit Bitcoins hat ähnliche Folgen.

Denn der Stromverbrauch des Bitcoin-Mining ist immens. Die Nachrichtenseite Digiconomist hat eine einzige Bitcoin-Transaktion mit 215 Kilowattstunden Strom berechnet, dem Jahresverbrauch eines Kühlschranks. Einer Studie zufolge entsprach der Stromverbrauch für Bitcoin-Mining im Jahr 2017 dem von 159 Ländern. Die Rechnung ist kaum überprüfbar; ihr Kern bleibt aber wahr: Bitcoin-Mining trägt in hohem Umfang zur Klima-Erwärmung bei.

Der Großteil davon findet in China statt, das seinen Energiebedarf aus fossilen Energien speist. Miner der Währung Ethereum haben Boeings des Typs 747 gechartert, um Grafik-

karten an ihren Einsatzort zu fliegen. Wer sich solche Stunts leistet, betreibt höchstwahrscheinlich Geldwäsche, nicht Geldanlage.

Kurz vor der Finanzkrise im Jahr 2008 gingen Spekulanten jedes Risiko ein, um sich zu bereichern. Als die Banken wie Dominosteine umzufallen drohten, gaben sie die Verantwortung an die Allgemeinheit ab. Dass der Kapitalismus zu einem hohen Preis für unbeteiligte Bürger überlebt hat, rauschte durch das Kurzzeitgedächtnis der Allgemeinheit. Massenarbeitslosigkeit und Hungersnot wie 1929 blieben zum Glück aus; ein zweites 1933 gab es nicht.

Und doch: Die Krise hinterließ eine diffuse Unruhe, die Menschen auf den Bitcoin-Zug aufspringen lässt. Seit Anfang 2017 hat sich dessen Kurs verzehnfacht. Ebenso schnell kann er in sich zusammenstürzen. Der Raubbau an den Ressourcen geht derweil ungebremst weiter. Wenn die Menschen weiterhin solchen Hypes hinterherrennen, können sie bald mit Soylent Green statt mit Bitcoins spekulieren. Gier hat ihren Preis.

André Kramer

# Inhalt 26/2017

## Trends & News

- 12 Heimliche Keylogger im Web**
- 14** Online-Banking mit TAN-Apps
- 16** China Hi-Tech Fair: Produkte von süß bis gruselig
- 20** Münchens Rückfall von Linux auf Windows wird zum Millionengrab
- 21** Sicherheit
- 22** Intel Management Engine: Sicherheitslücken in vielen Systemen
- 23** Hardware
- 24** Server & Storage
- 26** Netze
- 27** Informatikstudium: Sinkende Zahlen von Einschreibungen
- 28** Linux
- 28** Leichtere Linux-Container in Windows
- 30** Android
- 32** Apple
- 34** Unternehmens-Anwendungen
- 35** Internet
- 36** Technische Software
- 40** Anwendungen
- 176** Web-Tipps

## Test & Kaufberatung

- 42** 15,6"-Notebook Dell Inspiron 7570 mit Core i5-8250U
- 44 Fritzbox 6890 LTE**
- 45** Breitband-WLAN-Router Phicomm K3C
- 46** Desktop-PC mit AMD Ryzen von Aldi
- 46** DVB-T2-HD-Receiver mit Freenet Connect
- 48** Fitnessband Samsung Gear Fit 2 Pro
- 50 Kalibrierbare Viewsonic-Displays**
- 52** Datenstecker für die OBD2-Schnittstelle: ThinxNet Tanktalar
- 54** MicroSD-Speicherkarte mit 400 GByte: SanDisk Ultra microSDXC
- 54** Smarter Lautsprecher mit Sprachassistent: Amazon Echo Show

- 55** Weboberfläche für Linux-Server: Cockpit
- 56** Raw-Bearbeitung und Bild-Looks: ON1 Photo Raw 2018
- 57** Hausautomations-Schaltzentrale auf Python-Basis: Home Assistant
- 58** Screenshot-Tool: TechSmith Snagit 2018
- 59** Optische Medien und deren Verpackungen bedrucken: CD/DVD-Druckerei 8.50 SP5
- 90 Android-Tablets von 150 bis 570 Euro**
- 100 iPhone X gegen die Android-Elite**
- 128 3D-Sound daheim: Besser als Kino**
- 134** AV-Receiver für Dolby Atmos und DTS:X im Vergleich
- 142 Apple CarPlay vs. Android Auto**
- 178** Spielekritik
- 182** Buchkritik

## Wissen

- 60** Vorsicht, Kunde: Anschluss stillgelegt, Kunde soll weiter zahlen
- 62 Galileo: Exklusiv aus dem Sat-Labor**
- 112 Das Firefox-Comeback**
- 114** Chrome, Edge, Firefox und Safari im Vergleich



### Das Firefox-Comeback

Die Mozilla Foundation feiert Firefox 57 als die Wiedergeburt ihres Browsers. Lesen Sie, was sich beim großen Update alles verändert hat, wie sich Firefox im Vergleich mit der Konkurrenz schlägt, welche Erweiterungen es gibt und wie Sie selbst Add-ons programmieren.



66



## Der optimale PC

Stellen Sie sich Ihren Wunsch-PC aus unseren vier Bauvorschlägen zusammen. Zur Auswahl stehen effiziente Allrounder, ein günstiger Gaming-Rechner und eine luxuriöse High-End-Maschine. Außerdem bekommen Sie Tipps zur Auswahl des richtigen Prozessors, der passenden Hardware und zum Zusammenbau.

- 120** Erweiterungen für Chrome, Firefox, Edge und Safari
- 124** Add-ons für (fast) alle gängigen Browser programmieren
- 158** Recht: Wie gemeinnützig ist das Konferieren über freie Software?
- 170** Das technische Innenleben von Notebooks
- 172** Mit Pygame „Lasershows“ programmieren

## Praxis & Tipps

### 66 Der optimale PC

- 74** Bauvorschlag für einen effizienten Allround-Rechner mit Intel Core i5-8400
- 78** Leistungsfähiger Desktop-PC mit AMD Ryzen 7 1700
- 80** Günstiger Gaming-PC für Full-HD
- 84** High-End-PC mit AMD Ryzen Threadripper 1950X

**88** Handreichungen zum PC-Selbstbau

**146** Musik im Browser produzieren

**150** Interne Domains: Auswahl und Einstellung

**154** **Raspi: Anmeldeseite für offenes WLAN**

**160** Tipps & Tricks

**163** FAQ: LTE

**164** **Dateitypen verwalten unter Windows**

**168** Windows: Software-Pakete für unbeaufsichtigte Installation erstellen

## Rubriken

**3** Editorial: Aus Schaden wird man reich

**6** Leserforum

**11** Schlagseite

**184** Story: Station Null – Quader von Arno Endler

**195** Seminare

**196** Stellenmarkt

**200** Inserentenverzeichnis

**201** Impressum

**202** Vorschau



## 3D-Sound daheim: Besser als Kino

In den eigenen vier Wänden lässt sich heute mit überschaubarem Aufwand ein Rundum-Sound erschaffen, der den vieler Kinos in den Schatten stellt – wenn die Anlage optimal auf den Raum abgestimmt ist. Wir vergleichen 3D-Sound-Formate, testen Einmessautomaten und helfen Ihnen bei der Installation.

## Zukunftswette

Wenn Software Haftstrafen verhängt,  
c't 25/2017, S. 68

Wie kann sich eine hochausgebildete Berufsgruppe wie Richter bloß auf ein (auch nur von Menschen gemachtes) Programm verlassen, wenn es um die Festlegung von Strafmaßen geht? Die logische Fortführung wird sein, dass demnächst der gesamte Gerichtsprozess durch ein ähnliches Programm geführt wird. Diktieren von da an berechnete Wahrscheinlichkeiten den Lebensweg der US-Bürger? Wer kann von sich behaupten, komplett frei von „Tendenzen zu Wut oder Aggression“ zu sein? Das Vorhandensein dieser Gefühle sagt doch noch nichts darüber aus, ob der jeweilige Mensch tatsächlich Gewalttaten verübt. Vielleicht motivieren sie nur zum Schreiben eines Leserbriefes.

Silja v. Graberg ✉

## OnePlus: verdächtiger Shop

Android-Telefon OnePlus 5T mit 6-Zoll-Display im  
Test, c't 25/2017, S. 60

Haben Sie mal versucht, das OnePlus 5T über die genannte Quelle <https://oneplus.net/de/> zu kaufen? Dort erscheint eine hervorragend auf Deutsch gestaltete Webseite, es gibt aber kein Impressum, keine Angabe, wer das verkauft, keine Angaben zur Garantie, Versandort, Verzollung und so weiter. Selbst beim „Bezahl-klick“ weiß man immer noch nicht, bei wem man was bestellt.

Konrad Kruse ✉

### Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

📺 c't magazin

🐦 @ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.  
Antworten sind kursiv gesetzt.

Die Gewährleistung nach EU-Recht und die Garantie erklärt OnePlus auf der Website. Gekauft haben wir dort schon mehrfach, die Geräte werden aus EU-Lagern verschickt und treffen innerhalb weniger Tage ein. Inwieweit die Einfuhrumsatzsteuer abgeführt wird, können wir allerdings nicht feststellen; auf den Rechnungen ist jedenfalls weder diese noch Umsatzsteuer ausgewiesen.

## Falsches RAM bei Amazon

Amazon lieferte gefälschte RAM-Riegel,  
c't 24/2017, S. 62



Bestellt hatte Leser Reinhard Fobbe DDR4-RAM, „DDR4“ stand auch auf der Verpackung. Amazon schickte jedoch DDR2-Riegel, wie an der Position der Kerbe zwischen den Anschluss-Pins zu erkennen ist.

Kürzlich habe ich bei Amazon folgenden Artikel bestellt: Crucial CT2K8G4SFS824A Arbeitsspeicher (16GB Kit, 8GB × 2 DDR4, 2400 MT/s (PC4-19200) SODIMM 260-Pin). Die Riegel waren in Plastik eingeschweißt und noch nicht geöffnet. Da der Inhalt aber offensichtlich keine DDR4 waren, habe ich diese sofort zurückgeschickt.

Reinhard Fobbe ✉

## Mainboard-Rauschen

Aufbau und Funktionsweise von Audio-Interfaces,  
c't 24/2017, S. 174

Bieten heutige Soundkarten beziehungsweise diese Audio-Interfaces einen Mehrwert gegenüber den Standard-Soundchips auf den Mainboards in Bezug auf das Grundrauschen? Es geht allein um das (bessere) Musikhören.

Thomas Berg ✉

Normalerweise rauschen selbst Onboard-Anschlüsse heutzutage nicht mehr. Eventuell nutzen Sie einen Anschluss vorne am Gehäuse. Durch die asymmetrische Signalübertragung im Rechner kann es zu Einstrahlungen kommen. Eine andere Rauschquelle wäre ein offener Mikrofonanschluss, den Sie stumm schalten sollten. Wenn das alles nichts hilft, können wir das externe Sound-Interface Audient ID 4 empfehlen, dessen Preis inzwischen auf 99 Euro gesunken ist.

## Ergänzungen & Berichtigungen

### 11n-300 bei DrayTek Vigor 2862

Renovierte Router, c't 25/2017, S. 24

Bei 2,4 GHz funken die Geräte tatsächlich nur mit 2 Streams (IEEE 802.11n-300).

### Spiegeldisplay, schnelle SSD

Das 13,5-Zoll-Notebook Microsoft Surface Book 2,  
c't 25/2017, S. 42

Eine Vergleichsmessung am Topmodell mit 1-TByte-SSD bestätigte dieser deutlich höhere Schreibraten von über 1,1 GByte/s. Anders als in der Tabelle angegeben ist die Bildschirmoberfläche spiegelnd.

### Sony-TVs: KD vs. KDL

Das sollten Sie beim TV-Kauf beachten,  
c't 25/2017, S. 132

Der Kasten „Produktnamen entschlüsselt“ auf Seite 134 enthält einen Fehler bei Sony-TVs: „KD“ bedeutet 4K, „KDL“ steht für Full-HD; der beispielhaft genannte KDL-49WD75 ist also ein Full-HD-Fernseher.

### Corsair-Tastatur zieht nicht zu viel Strom

RGB-LED-Beleuchtung für PCs und Peripheriegeräte, c't 25/2017, S. 168

Die Corsair-Tastatur K70 Lux RGB zieht am zwei USB-Port keinen zusätzlichen Strom. Der zweite USB-Port wird „durchgeschleift“ zu einer USB-Buchse an der Rückseite der Tastatur. Sie können hier zum Beispiel eine Maus anschließen.

Anzeige

# Der Prozessorflüsterer geht von Bord

## E mit U, U mit E

Letztes Prozessorgeflüster in c't 25/2017, S. 16

Danke für die informative Unterhaltung oder unterhaltenden Informationen. Alles Gute. Ich sehe den Gastbeiträgen freudig entgegen.

Kai Wüst ✓

## c't als ständiger Begleiter

Wieder geht ein Teil der c't-Geschichte von Bord. 34 Jahre, eine lange Zeit. Als Leser der ersten Stunde habe ich die ganze Entwicklung wie Sie auch mitgemacht. Mein erster Rechner war 1978 ein CP/M (CTRL-C, wer kennt das nicht). 1985 wurde ein PC-kompatibler Rechner angeschafft. Für sage und schreibe 2000 DM mit einer 30-MB-Festplatte.

Die c't und Ihre Artikel waren ein ständiger Begleiter sowohl beruflich (Uni-Bochum, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik) als auch privat. Besonders Ihre Artikel aus der Intel-Hochburg mit diversen Wetten waren toll.

Auch an der Uni ist nicht mehr alles so wie früher – viele Studenten, die noch nicht mal löten können. Bleiben Sie bitte gesund (und immer ein A20-Gate bereithalten).

Werner Auffermann ✓

## Sic transit gloria mundi

Das A20-Gate verschwindet, das RRZN heißt jetzt LUIS und hat einen neuen Chef bekommen, der nächste HLRN geht nach Göttingen. Pat Gelsinger ist nicht mehr CEO von Intel und man stampft – wie schon seit einigen Jahren geahnt – den MIC mit dem „supertollen“ Interconnect ein, weil sie nichts gegen EhDa-Grafikchips ausrichten können. Jamaika wurde zu Neinmaika und in Amerika haben sie eine Simulation zum Präsidenten gemacht.

Seit dem ersten gekauften Heft um '89 haben mich Deine Flüstereien



Nach 34 Jahren c't geht Prozessorflüsterer Andreas Stiller in den Ruhestand. Im c't-Uplink-Spezial 19.9 erzählt er zum Beispiel, wie er 1965 seinen ersten „Computer“ in eine Zigarrenkiste eingebaut hat: <http://heise.de/-3907016>

begleitet, quasi seit der Volljährigkeit. Zu Beginn verstand ich nicht mal, dass ich sie nicht verstand.

Einen ganz herzlichen und lieben Dank für die letzten 30 Jahre also.

Gabriel ✓

## Cache wird überbewertet

Natürlich habe ich mir Anfang der 90er ein 486er-Board mit Headland-Shasta-Chipsatz gekauft. Was damals gar nicht so einfach zu beschaffen war ...

Thomas Leidner ✓

## Weh im Herzen

Mit Weh im Herzen haben wir im Prozessorgeflüster in c't 25 von Ihrem Rücktritt in den Ruhestand gelesen. Gerne möchten ich (und meine Kollegen) uns vorerst über diesen Weg für Ihren jahrelangen Einsatz bedanken; wir übernehmen Ihre Artikel seit Jahren für unsere eigene Ausgabe unter dem Namen „Onder processoren“ (abgeleitet vom Romantitel „Onder Professoren“, Unter Professoren, von Willem Frederik Hermans).

Ich freue mich auf Ihre weiteren Prozessorartikel :)

Marcel van der Meer ✓  
Redacteur c't magazine voor  
computer techniek

## Ein Gedicht

Ach schön war die Zeit,  
aber nun ist es soweit.  
Hier endet das Prozessorgeflüster  
und um dich wird es nun stiller.

Ich kann mich erinnern, dass einer deiner Artikel ~~mir bei einem Bewerbungsgespräch den Arsch gerettet~~ hat mich in die wunderbare Lage versetzt hat, bei einer Bewerbung mit Prozessorwissen zu glänzen. B-)

denk\_mal42

## Seit Elrad dabei

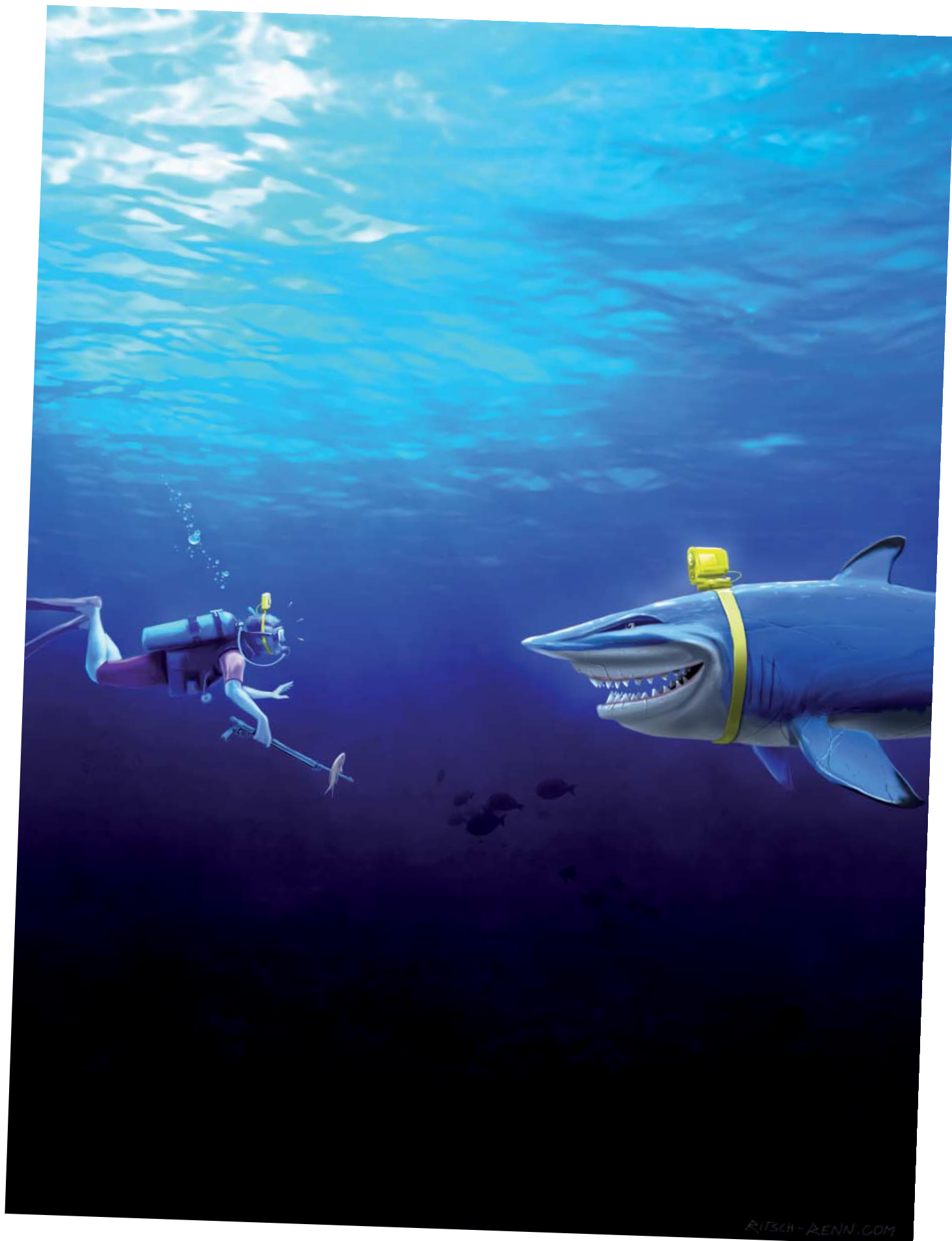
Für Ihren Ruhestand wünsche ich Ihnen alles Gute. Ich lese die c't seit Ihren Anfängen in der Elrad. Da war ich 14 – oh je.

Jens Behmk-Hagemann ✓



Anzeige

Anzeige



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

# Eine neue Dimension des Trackings

## Wie Webseiten per Session-Replay ihre Nutzer verfolgen

**Mehrere Analysefirmen betten eine Technik auf Webseiten ein, mit der Seitenbetreiber so gut wie alles über ihre Besucher herausfinden können. Die Skripte überwachen jeden Tastendruck und jegliche Mausbewegung.**

Von Fabian A. Scherschel

Viele Internetnutzer sind sich darüber im Klaren, dass sie auf Webseiten nicht nur vom Seitenbetreiber und dessen Admins, sondern auch von Drittanbietern verfolgt werden können. Dass Seitenaufrufe und Sucheingaben von Tracking- und Werbefirmen analysiert werden, ist mittlerweile Allgemeinwissen. Was allerdings bisher nur die wenigsten auf dem Schirm haben, ist eine mächtige Technik namens Session-Replay. Damit lassen sich alle Tastatureingaben in Echtzeit erfassen und jede Mausbewegung des Besuchers wird nachvollziehbar.

Vor allem Webentwickler wissen, dass moderne Web-Browser jede Eingabe und jede Mausbewegung eines Anwenders bis ins kleinste Detail tracken können. Neuerdings gibt es Analytics-Firmen, die sich auf das Erheben und Auswerten genau dieser Daten spezialisiert haben. Seitenbetreiber, die den JavaScript-Code dieser Firmen in ihre Webseiten eingebettet haben, können so ihre Besucher von Seite zu Seite ihres Webangebotes verfolgen und sehen jegliche Aktionen des Nutzers: Tastatureingaben, Mausbewegungen und alle aufgerufenen Inhalte. Sie können so den gesamten Besuch eines Nutzers im Detail Revue passieren lassen, die Web-Session also quasi wiederholen – daher der Name Session-Replay.

Für Seitenbetreiber hat Session-Replay klare Vorteile: Sie können sehr genau analysieren, was die Besucher auf ihrer Seite treiben. Welche Inhalte finden sie interessant, wo verweilen sie gerne? Welche Eingabefelder sind verwirrend, welche Teile des Webauftritts müssen verbessert werden? Solche und ähnliche Fragen lassen sich mit Session-Replay so gut wie mit keiner anderen Tracking-Technik beantworten.

Dafür opfern sie aber fast jegliche Privatsphäre ihrer Benutzer. Über Session-Replay lässt sich nämlich nicht nur pixelgenau nachverfolgen, was der Nutzer klickt und wohin er wann scrollt, sondern die Skripte erfassen auch jegliche Tastatureingaben des Anwenders. Dabei ist es völlig egal, ob die Eingaben vom Nutzer an die Seite geschickt werden. Eingaben werden in dem Moment übermittelt, in dem sie passieren – ganz egal ob zum Beispiel der Inhalt eines Textfeldes vor der Übermittlung wieder gelöscht wird.

### Datenschutz kommt regelmäßig zu kurz

Die Anbieter solcher Analyseskripte geben an, sensible persönliche Daten vor der Übermittlung an die eigenen Server herauszuredigieren. Laut einer Untersuchung von Forschern der Princeton-Universität in den USA (siehe [ct.de/y4by](http://ct.de/y4by)) stimmt das allerdings nur bedingt. Ohne Einblick in die Web-App auf dem Server, auf dem das Analyse-Skript eingesetzt wird, wissen diese Firmen oft viel zu wenig über die erhobenen Daten, um personenbezogene Informationen herauszufiltern.

Passwort-Felder sind leicht an HTML-Tags zu erkennen und werden von den meisten Session-Replay-Skripten ausgenommen. Bei vielen anderen Input-Feldern sind die Analysefirmen allerdings darauf angewiesen, dass die Seitenbetreiber diese im Quellcode der Seite manuell

mit Tags versehen. Das ist viel Arbeit und bietet eine Menge Spielraum für Fehler. In der Praxis werden die meisten dieser Daten deswegen wohl früher oder später irgendwo an die Analyse-Server übermittelt. Und die Seiteninhalte, die dem Nutzer angezeigt wurden, werden sowieso immer mitgeschickt. Schon diese enthalten oft sensible Informationen wie Kreditkarteninformationen oder Adressen, bei manchen Seiten sogar Gesundheitsdaten.

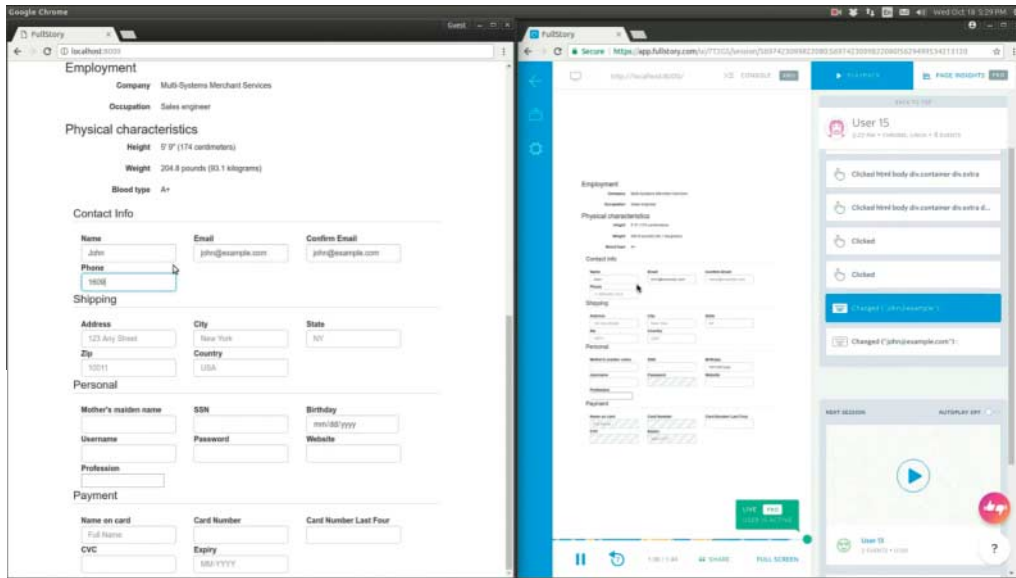
Oft scheint die Verschleierung personenbezogener Daten nur pro forma zu erfolgen. Manche der Firmen bieten ihren Kunden sogar explizit an, die Besucher-Sessions mit bekannten E-Mail-Adressen oder Klarnamen der Besucher zu verknüpfen. Alles, damit Webseitenbetreiber möglichst viel über ihre Nutzer herausfinden können. Es liegt schließlich nicht im Interesse der Analysefirmen, die privaten Daten der Web-Nutzer zu schützen. Bei der Menge und Art der über diese Technik erhobenen Daten kann ohnehin niemand ernsthaft davon ausgehen, dass die Privatsphäre des Nutzers gewahrt bleibt.

### Verschlüsselungs-Fail

Aber es kommt noch schlimmer: Einige der Firmen übermitteln diese Daten unverschlüsselt – selbst wenn es sich dabei um Informationen handelt, die zwischen Seitenbesucher und Server der Webseite TLS-verschlüsselt waren. Sie exfiltrieren diese Daten also über den eigenen Dienst und eröffnen so die Möglichkeit der passiven Web-Spionage eines Besuchers, der nach eigenem Wissen komplett sicher mit einer Webseite kommuniziert hat.

Im Rahmen ihrer Untersuchung konnten die Princeton-Forscher mehrere Anbieter davon überzeugen, ihren Traffic in Zukunft zu verschlüsseln. Das ändert allerdings nichts an dem massiven Vertrauensbruch, den diese an unwissenden





Session-Replay bei einem Web-Nutzer in Echtzeit: Links sieht man die Eingaben des Benutzers, rechts das Web-Interface von FullStory, in dem der Seitenbetreiber diese live verfolgen kann.

Nutzern begangen haben. Und genauso wenig geht es das Problem an, dass Session-Replay-Anbieter Unmengen an privaten Daten horten und somit ein lohnendes Ziel für kriminelle Hacker oder Geheimdiensteingriffe sind.

## Session-Replay wird immer beliebter

Noch ist Session-Replay nicht weitläufig im Einsatz, aber die Princeton-Forscher warnen vor einem Aufwärtstrend. Bei ihrer systematischen Untersuchung zehntausender der am meisten besuchten Webseiten fanden sie 482 Sites, vor allem aus den USA, welche die Skripte der sieben beliebtesten Session-Replay-Anbieter einsetzen. Sie testeten auf JavaScript-Code der Firmen Clicktale, FullStory, Hotjar, UserReplay, SessionCam, Smartlook und der russischen Suchmaschine Yandex. Die Forscher vermuten allerdings eine hohe Dunkelziffer an Seiten, die sie zwar getestet haben, die ihnen allerdings nicht ins Netz gingen. Das liegt vor allem daran, dass viele Webseiten Session-Replay nicht bei jedem Besucher aktivieren und die Skripte selektiv in ihre Seiten einbetten.

Aus der Sicht von Webseitenbetreibern ist es leicht nachzuvollziehen, warum diese Technik immer beliebter wird. Session-Replay ist ein mächtiges Analysewerkzeug, das es Seitenbetreibern, Admins und Webdesignern ermöglicht, die Schwachstellen bei Inhalten und Design ihres Webangebotes genau zu identifizieren und dann gegenzusteuern. Softwarehersteller zahlen normalerweise gutes Geld, ihre Entwicklungen in Fokusgruppen einer Auswahl an Nutzern zu präsentieren, denen sie

dann bei der Benutzung über die Schulter schauen können. Mit Session-Replay bekommen Webentwickler den gleichen Effekt viel billiger und sie haben weit mehr Nutzer-Sessions zur Verfügung, die sie nach Belieben analysieren können.

Nutzer, die Praktiken wie Session-Replay einen Riegel verschieben wollen, können dies in der Theorie recht einfach bewerkstelligen. Die Skripte der verschiedenen Anbieter ließen sich mit diversen Skript-Blockern an der Ausführung hindern. Im Regelfall beeinflusst das den Rest der Webseite überhaupt nicht. In der Praxis scheitert das allerdings daran, dass dazu die verschiedenen Web-Domains der Anbieter bekannt sein müssten: Bisher existiert keine umfassende Liste, die es mit einem Klick ermöglicht, alle bekannten Dienste zu blocken.

Eine andere Lösung besteht darin, Skripte von Drittanbietern pauschal zu unterdrücken und nur selektiv zu erlauben. Ein solcher Whitelisting-Ansatz erfordert allerdings eine Menge Verwaltungsaufwand vom Nutzer und führt anfangs dazu, dass viele Webseiten nicht oder nur sehr eingeschränkt benutzbar sind. Früher oder später sollte das aktuelle Medieninteresse an Session-Replay allerdings auch dazu führen, dass Nutzer und Entwickler von Skript-Blockern die Server der Anbieter in bekannte Blocklisten aufnehmen. Vor allem wenn sich die Voraussage der Princeton-Forscher bewahrheitet und Session-Replay in Zukunft immer breiter zum Einsatz kommt.

(fab@ct.de) **ct**

Princeton-Studie: [ct.de/y4by](https://ct.de/y4by)

# Bequem, aber unsicher

## Online-Banking mit TAN-Apps

**Viele Online-Banking-Apps sind verwundbar und Angreifer könnten etwa Überweisungen manipulieren. Eine derartige Attacke ist jedoch komplex. Sicherheitsforscher demonstrieren erfolgreiche Übergriffe und zeigen abermals die Gefahren des TAN-App-Ansatzes auf.**

Von Dennis Schirmmacher

Transaktionsnummern, kurz TAN, sind beim Online-Banking unabdingbar. Man kann sie als einmaliges Passwort betrachten, das etwa die Ausführung einer Überweisung autorisiert. Anfangs las man die Transaktionsnummer von einem Zettel ab und gab diese auf dem Computer in das Formularfeld ein. Das ist quasi der Klassiker der Zwei-Faktor-Authentifizierung, bei dem das Bankgeschäft strikt getrennt mit zwei Medien abläuft. Selbst wenn sich ein Angreifer die PIN für das Banking-Konto erschleicht, kann er keine Überweisungen tätigen, da ihm der zweite Faktor fehlt. Aktuelle TAN-Konzepte setzen auf ein zweites Gerät. Bei mTAN ist das etwa ein Handy, das die TAN per SMS empfängt.

Heutzutage bieten jedoch immer mehr Banken neben der Banking-App auch TAN-Apps für Smartphones und Tablets an. Dabei findet neben der Überweisung auch die Generierung der TAN auf ein und demselben Endgerät statt. Man kann die TAN sogar oft direkt in die Banking-App übertragen. Das ist praktisch und äußerst bequem, aber ein gefundenes Fressen für Hacker, weil die beiden Faktoren nicht aus unterschiedlichen Quellen stammen.

### Angriff nicht trivial

Die Kommunikation zwischen den Apps findet verschlüsselt statt und ein auf einem Smartphone installierter Trojaner kommt nicht ohne Weiteres an die Daten ran. Das Konzept ist aber durchaus angreifbar, wie die Sicherheitsforscher Vincent Hauptert und Tilo Müller schon 2015 am Beispiel der TAN-App der Sparkasse demonstrier-

ten. Nun haben sie erneut die Unsicherheit des bequemen Online-Bankings aufgezeigt und eigenen Angaben zufolge 31 Banking-Apps erfolgreich attackiert – darunter etwa die Comdirect, Commerzbank und Fidor-Bank. Eine vollständige Liste wurde bislang nicht veröffentlicht. Bei diesen Apps realisiert die Firma Promon die Absicherung und Verschlüsselung.

Doch um etwa Überweisungen mit ihrem Angriff zu manipulieren, mussten sie einige Hürden überwinden. Als Erstes sind sie über eine bekannte, aber nicht näher beschriebene Sicherheitslücke in ein Smartphone eingestiegen. Ob es sich dabei um ein Android- oder iOS-Gerät handelt, ist derzeit nicht bekannt. Die Sicherheitsforscher wollen Einzelheiten erst auf dem 34C3 des Chaos Computer Clubs vorstellen. Nach ihrem erfolgreichen Angriff auf das Smartphone befanden sich die Forscher in einer Position, in der sie die Banking-Apps über Sicherheitslücken attackieren konnten. Dabei haben sie die von der Firma Promon implementierten Sicherheitsmechanismen komplett umgangen. Das sei aber sehr aufwendig gewesen, schildern die Sicherheitsforscher. Promon ist im App-TAN-Bereich ein großer Fisch und hat eigenen Angaben zufolge

ge rund 100 Kunden mit insgesamt 100 Millionen Nutzern.

### Updates in Sicht, aber ...

Promon versichert, dass es bisher keinem Hacker in freier Wildbahn gelungen ist, ihre Sicherheitsmechanismen auszuhebeln. Die Interessenvertretung der Kreditinstitute Deutsche Kreditwirtschaft (DK) unterstreicht diese Aussage und sie halten „die Sicherheit der von den Banken und Sparkassen angebotenen Banking-Apps weiterhin für gewährleistet“. Viele abgesicherte Apps sollten mit Erscheinen des Heftes bereits veröffentlicht sein. Zum Zeitpunkt dieser Meldung hieß es von der DK, dass eine Reihe von Banken „in den nächsten Tagen“ Updates bereitstellen will. Doch die Updates lösen nicht das Grundproblem: Finden das Banking und die TAN-Generierung auf ein und demselben Gerät statt, ist dies ein erfolgversprechenderes Angriffsziel, als wenn beide Vorgänge auf getrennter Hardware stattfinden. Wer die Sicherheit beim Online-Banking steigern will, sollte also auf Zwei-Faktor-Authentifizierung mit zwei Geräten setzen. Derartige Geräte haben im Grunde alle Banken im Programm. Zum Beispiel stellen die Commerzbank und einige Volksbanken den Kunden Lesegeräte für das photoTAN-Verfahren zur Verfügung. Damit scannt man einen farbigen Barcode von einem Bildschirm, um eine Transaktionsnummer zu generieren. Auch das chipTAN-Verfahren ist eine Alternative. Dabei generiert ein EC-Kartenleser die TAN. Am besten fragen Sie Ihre Bank, ob diese Extra-Hardware zur TAN-Generierung anbietet.

Weit verbreitet ist das mTAN-Verfahren. Doch auch dieses Verfahren bietet Angriffspotenzial. Gängig ist etwa, dass Betrüger bei der Bank versuchen, die hinterlegte Nummer zu ändern.

### Ernstfall

Man braucht vor dem Hintergrund der Analyse zur Sicherheit der TAN-Verfahren aber nicht in Panik zu verfallen: Letztlich ist die Bank dafür verantwortlich, dass die eingesetzten Verfahren ausreichend sicher sind. Ist das nicht der Fall und kommt es zu erfolgreichen Angriffen, muss die Bank für den entstandenen Schaden aufkommen. Das ist diesen auch durchaus bewusst. Etwa die in diesem Fall betroffenen Banken Comdirect und Commerzbank versicherten gegenüber c't, dass sie im Schadensfall Privatkunden die vollständige Summe erstatten. (des@ct.de) **ct**



**Am sichersten ist es, wenn man die TAN mit einem zweiten Gerät erzeugt.**

Anzeige

# Überwachen und spielen

## Produkte von süß bis gruselig auf Chinas größter Technikmesse

**Die China Hi-Tech Fair soll zeigen, dass die Volksrepublik nicht nur herstellen kann – sondern auch entwickeln. Wir haben uns die kreativsten, kuriosesten und kafkaeskestes Produkte angeguckt.**

Von Marie Becker

Die rote Flagge auf dem gigantischen Vorplatz des Messegeländes in Shenzhen deutet es an: Auf der China Hi-Tech Fair geht es zumindest auch ein bisschen um Nationalbewusstsein – die 3000 zumeist einheimischen Aussteller wollen beweisen, dass das Klischee von den kopierenden Chinesen schon lange nicht

mehr stimmt. Im Vergleich zu anderen internationalen Tech-Messen wie CES, IFA, CeBIT und MWC fällt das große Spektrum der gezeigten Produkte auf. So sind neben klassischer Unterhaltungselektronik auch Medizinprodukte, Waffensysteme, Fahrzeuge und Überwachungstechnik zu sehen. Außerdem gibt es einen eigenen Bereich für das billionenschwere transkontinentale Infrastrukturprojekt „Belt and Road Initiative“, umgangssprachlich auch „Neue Seidenstraße“ genannt.

Beim Rundgang über die Messe halten sich Staunen und Stirnrunzeln in etwa die Waage. So bleibt unklar, ob „XS220“, ein fliegendes Auto der Firma Intethings, jemals eine Zulassung zur Personenbeförderung bekommen wird. Ähnlich ambitioniert wirkt das Hovercraft von Fushan Quark

Brother, das laut der US-Patentschrift einen „einzelnen Mantelpropeller mit Schubvektorsteuerung“ nutzt. Besonders befremdlich für westliche Besucher wirken die ausgestellten Militärprodukte, zum Beispiel die mit einem Raketenwerfer ausgestattete Drohne QZU-01. Sie wiegt 35 Kilogramm, kann 10 kg tragen und in einer Höhe von maximal 3 km mit bis zu 45 km/h fliegen. Der Akku hält 30 Minuten durch.

Ebenfalls irritiert der offene Umgang mit Überwachungstechnik jeglicher Couleur. So präsentierten etliche Messestände Überwachungskameras mit Gesichtserkennung. Huawei zeigte gleich eine integrierte „Intelligent Operation Center Solution“ für Städte, die automatisch die Bilder von Überwachungskameras auswertet.

Deutlich weniger polarisierend: Smart-Home-Technik, mit der man Gemüse in der Wohnung anbauen kann; zum Beispiel mit den Hydrokultur-Pflanzregalen von Zuzi Technologies. Zu sehen gab es oben drein ein Gerät, das aus der Umgebungsluft Trinkwasser extrahiert. Greentest Eco 5 heißt ein leicht bedienbares Messgerät für rund 130 Euro, das Obst, Gemüse und Fleisch auf Nitrate und radioaktive Strahlung prüft.

Die auf der Messe beliebteste Produktkategorie waren auf niedlich getrimmte Roboter, die mit Kameras und Mikrofonen mehr oder weniger sinnvoll auf Mimik und Gestik reagieren. Neben kindshohen Modellen, die selbstständig herumfahren kön-



Beeindruckend: Der Vorplatz des Messegeländes in Shenzhen.



Großes Spektrum: Oben ein fliegendes Auto von Intethings, unten die autarke VR-Brille Pico Neo CV.



Anzeige

Huawei zeigte auf der CHTF ein „Intelligent Operation Center“, das Daten und Bilder von Überwachungskameras auswertet.

Der Greentest Eco 5 prüft Lebensmittel auf Nitrate und radioaktive Strahlung.



nen, gab es auch etliche Standgeräte für den Tisch: Zum Beispiel Hugo; ein Alexa-kompatibler Assistent, der nicht nur mit Mikrofonen, sondern auch mit einer Kamera ausgestattet ist. Wer keine Angst vor Überwachung hat, kann das Gerät zum Beispiel als Babyphone einsetzen.

Dass chinesische Firmen längst mit der europäischen und US-amerikani-

schen Konkurrenz mithalten können, beweist anschaulich das Peking VR-Unternehmen Pico: Schon im Februar will die Firma mit einer autarken VR-Brille inklusive komplettem Raumtracking (6DOF) auf dem Markt sein. Wir haben einen Prototypen der Neo CV testen können – und waren angetan: Keine spürbare Latenz, großes Sichtfeld und stabiles Tra-

cking. Zum Vergleich: Das von Facebook für Anfang 2018 angekündigte autonome Headset Oculus Go erfasst lediglich Kopfdrehung und -neigung und nicht die Position im Raum (3DOF) – ein mit Raumtracking ausgestattetes Gerät wird voraussichtlich deutlich später als Pico Neo CV auf den Markt kommen.

(jkj@ct.de) **ct**



Verspielt: SuperCaptain verkauft schlüsselfertige Virtual-Reality-Miniparks, zum Beispiel für Shopping-Zentren.



Allgegenwärtig: niedliche Roboter mit Kamera

Anzeige





# Aus dem Fenster

## Münchens Rückfall auf Windows wird zum Millionengrab

**Das Ende des LiMux-Experiments in der Münchner Verwaltung könnte Steuerzahler weit über 100 Millionen Euro kosten. Die eigentlichen organisatorischen IT-Probleme bleiben jedoch ungelöst.**

Von Stefan Krempf

Ende November besiegelte die Mehrheit von SPD und CSU im Münchner Stadtrat das baldige Aus für das Open-Source-Prestigeprojekt LiMux. Mit dem wollten die Volksvertreter in rot-grünen Zeiten Lizenzkosten sparen und sich von großen Herstellern unabhängig machen. Laut dem neuen, von der Opposition scharf kritisierten Beschluss soll bis Ende 2020 ein stadtweit einheitlicher Client für rund 29 000 Rechner auf Windows-Basis geschaffen und bis spätestens Frühjahr 2023 ausgerollt werden.

Das Vorhaben ist ambitioniert: Die Gesamtausgaben für sämtliche Umsetzungsprojekte zur „Neuorganisation der städtischen Informations- und Telekommunikationstechnik“ sollen sich für sechs Jahre zunächst auf über 89 Millionen Euro belaufen. Davon entfallen allein 49,3 Millionen auf den vorgesehenen Windows-

Arbeitsplatz. Enthalten sind laut einer vom Stadtrat geforderten groben Kostenschätzung Ausgaben für Windows-Lizenzen, Softwareverteilung, Management sowie Virtualisierungsumgebungen. 24 Millionen Euro sind für „externe Beratung“ angesetzt, 14 Millionen für eigene Personalkosten, 4,8 Millionen für Hardware. Mit dabei sind 6000 Lizenzen für einen ersten Testlauf mit Microsoft Office.

Offen ist, ob das derzeit genutzte LibreOffice beerdigt werden soll, das unter anderem beim Druck und Dokumentenaustausch mit externen Partnern Probleme bereiten soll. Ein unabhängiger Sachverständiger soll zunächst die Folgekosten analysieren. Es müssten rund 12.000 Formulare und Vorlagen sowie 320 Makros wieder in Richtung Microsoft umgewandelt werden. Mit diesen Umstellungen dürfte das Großprojekt die 100-Millionen-Marke überspringen.

Die Zahlen beruhen auf einem Accenture-Gutachten von 2016. Demnach waren 58,7 Prozent der Verwaltungsmitarbeiter mit ihrem PC-Arbeitsplatz zufrieden. Als Hauptursachen nennen Analysten das Alter und die Unterschiedlichkeit der eingesetzten Betriebssysteme, fehlende Kompatibilität der Fachanwendungen sowie „nicht nutzerfreundliche Bürosoftware“.

Fundamentale technische Schwierigkeiten mit LiMux führen die Gutachter jedoch nicht an. Vielmehr verweisen sie auf organisatorische Herausforderungen: „Bisher durchgeführte Modernisierungen reichen nicht aus, um alle veralteten Technologien abzulösen und wichtige IT-Systeme regelmäßig zu aktualisieren.“

Nicht zu unterschätzen seien die Umstellungskosten für etwa 850 bis 1000 Fachverfahren, die auf einem wilden Mix nicht mehr unterstützter Windows-Systeme aufsetzen. Dazu gehören etwa die Einwohnermelde-Software EWO oder das GIS-Programm fürs Geodatenmanagement. Die angebotenen IT-Dienste könnten derzeit „die differenzierten Anforderungen der Referate nicht erfüllen“. Vor allem „die Infrastruktur und die Betriebsprozesse für den Windows-Client“, der auf rund 4100 Computern laufe, habe nicht „den Reifegrad“ des Linux-Desktops.

Accenture rät daher, LiMux punktuell zu verbessern und den Windows-Client völlig neu aufzubauen. Für die kommenden Jahre bleibe der Einsatz beider Alternativen erforderlich. Die Münchner IT-Verantwortlichen müssen LiMux mindestens bis 2023 pflegen und die Windows-Migration „nebenbei“ stemmen. Das Kreisverwaltungsreferat befürchtet deshalb, dass es bei „häufigen IT-Ausfällen“ bleibe und sich die Leistungsfähigkeit der Dienststellen erst einmal verschlechtere.

### Falscher Prügelpinguin

Der Stadtrat schießt also weit übers Ziel hinaus und sich ins eigene Knie. Sinnvoller und deutlich einfacher wäre es gewesen, pragmatische Lösungen für den Dokumentenaustausch zu entwickeln und zügiger neue Softwareversionen auf die Rechner zu bringen.

Das hausgemachte Grundproblem der unzureichenden Organisation und Abstimmung einzelner Ressorts in IT-Fragen geht der Stadtrat jedoch nur zögerlich an. Bereits lange vor LiMux kochte jedes lokale „Fürstentum“ sein eigenes Süppchen, was zu den nun eskalierten Problemen führte.

Letztlich handelt es sich bei der Rückmigration also um eine rein politische Entscheidung in einem trotz aller Reden von „Betriebssystemunabhängigkeit“ vor sich hinkochenden Glaubenskrieg. So bereitete Oberbürgermeister Dieter Reiter (SPD), bekennender Microsoft-Fan, als Wirtschaftsreferent 2016 den Umzug der hiesigen Niederlassung der Redmonder nach München vor. (hag@ct.de) **ct**



# Apple patcht macOS High Sierra

Apple hat eine kritische Sicherheitslücke in macOS 10.13 (High Sierra) geschlossen, die einem als Standardbenutzer eingeloggten Angreifer das Erlangen von Root-Rechten ermöglichte. Dazu musste dieser lediglich in den Systemeinstellungen zu einem Dialog navigieren, der Administratorrechte verlangt, bei leerem Passwortfeld den Nutzernamen „root“ eingeben und ein oder mehrere Male auf „Schutz aufheben“ klicken. Dies funktionierte auch beim Login nach dem Hochfahren des Rechners, sofern dort die (standardmäßig inaktive) Möglichkeit konfiguriert war, den Account-Namen frei auszuwählen.

Als Workaround empfahl Apple zunächst, den Root-Zugang zu aktivieren und dort ein Passwort zu setzen. Kurze Zeit später veröffentlichte der Konzern das Sicherheits-Update 2017-001 – und besserte wegen daraus resultierender Probleme mit der Dateifreigabe kurz darauf noch einmal nach. Die aktualisierte Update-Fassung ist an der Build-Nummer 17B1003 (abrufbar über „Über diesen Mac/Systembericht/Software“) erkennbar und eignet sich sowohl für macOS 10.13.0 als auch für Version 10.13.1. Das Update sollte sich automatisch installieren. Wenn nicht, kann man den Vorgang über den App Store von macOS starten. Apple betont, dass andere Betriebssystemversionen nicht betroffen seien, und rät Betroffenen dazu, den Root-Zugang nach der Aktualisierung wieder zu deaktivieren.

Der Konzern hatte zunächst viel Lob für die Update-Veröffentlichung innerhalb eines Tages erhalten. Später stellte sich allerdings heraus, dass er bereits seit mehreren Tagen – möglicherweise auch länger – von dem Problem gewusst hatte.

(ovw@ct.de)

Anzeige

## Security-Konferenz in Hannover

Heise Medien veranstaltet am 6. und 7. März 2018 die secIT im Hannover Congress Centrum (HCC). Auf der IT-Security-Veranstaltung gibt es Vorträge, Workshops, Expert-Talks und einen



Ausstellungsbereich auf 2000 m². Die secIT richtet sich an Fachpublikum, unter anderem bestehend aus IT-Security-Verantwortlichen, Admins, Datenschutzbeauftragten und Entscheidern. Bei der Veranstaltung steht der aktive Austausch zwischen Anwendern und Anbietern im Zentrum. Die Redaktionen von c't, heise Security und iX kümmern sich um die redaktionellen Vorträge und Workshops. Dabei geht es zum Beispiel um die neue Datenschutzgrundverordnung (DSGVO), Forensik, Incident Response, Pentesting, Social Engineering und Threat Intelligence. Darüber hinaus gibt es noch Expert-Talks, Vorträge und Workshops von verschiedenen Partnern. Der Ticketshop ist ab sofort live. Der Ticketpreis geht ab 59 Euro los. Bis zum 31. Dezember 2017 gibt es einen Rabatt von 20 Prozent.

(des@ct.de)

**Ticketshop secIT:** [ct.de/y9zv](https://ct.de/y9zv)

## Sicherheitslücken in vielen Intel-Systemen

Mit dem Security Advisory SA-00086 warnt Intel vor „kritischen“ Sicherheitslücken in der Firmware vieler Desktop-PCs, Notebooks, Tablets, Server und Embedded Systems aus den letzten zwei Jahren. Betroffen sind Computer mit Intel-Prozessoren ab Skylake, also Core i-6000, Core i-7000 (Kaby Lake), Core i-8000 (Coffee Lake), Xeon Scalable Processor, Xeon W sowie die Apollo-Lake-Chips Atom x5-E3900, Celeron N/J 3000 und Pentium N/J 4000.

Die Fehler stecken je nach System in unterschiedlichen Funktionen. Bei den Core i samt den damit verwandten Celerons und Pentiums ist die Management Engine ME 11.0 bis 11.7 betroffen, bei den Xeon-SP/W die Server Platform Services SPS 4.0. Bei den Apollo-Lake-Chips geht es um die Trusted Execution Engine TXE 3.0, nicht zu verwechseln mit Trusted Execution Technology TXT. Für die einzelnen Fehler hat Intel CVE-Codes herausgegeben (CVE-2017-5705 bis 2017-5712). Auch das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) warnt vor „mehreren Sicherheitslücken“, von denen sich einige auch aus der Ferne nutzen lassen (Remote-Angriff). Unter anderem können sich Angreifer in der ME Administratorrechte verschaffen oder beliebigen Code ausführen.

Intel stellt Software für Windows und Linux bereit, die prüft, ob die Firmware des jeweiligen Rechners betroffen ist. Je nach System lassen sich die Fehler durch ein BIOS-Update beseitigen oder durch ein separates Update nur für die SPS- oder TXE-Firmware. Updates stellen die jeweiligen Hersteller des Mainboards oder Computers bereit. Einige liefern sie bereits, andere wollen nachziehen. Eine Liste mit Links zu Info-Webseiten finden Sie unter [ct.de/ybc7](http://ct.de/ybc7).

Die Sicherheitslücken SA-00086 sind bereits das zweite schwerwiegende Problem in Intels ME-Firmware im laufenden Jahr. Bereits am 1. Mai hatte Intel mit SA-00075 zu Updates

geraten. SA-00086 hat Intel wenige Wochen vor einem Vortrag der Sicherheitsexperten Mark Ermolov und Maxim Goryachy von der Firma PTE auf der Konferenz Black Hat Europe veröffentlicht. Der Vortragstitel „How to hack a turned-off Computer, or running unsigned Code in Intel Management Engine“ legt Handlungsbedarf nahe.

Intels Management Engine wird seit Jahren kritisiert, weil sie als unabhängiges Subsystem mit unvollständig dokumentiertem Funktionsumfang läuft, aber Zugriff auf interne Schnittstellen und Bussysteme hat. Theoretisch kann ein Angreifer, der die ME kapert, Daten via Netzwerkchip aus dem RAM auslesen. Malware, die sich in der ME-Firmware verankert, ist vom Betriebssystem aus unauffindbar und übersteht sowohl Neustarts als auch den Austausch von SSD oder Festplatte.

Intel hält dagegen, dass sich Manipulationen der Firmware durch Zusatzfunktionen wie Boot Guard verhindern ließen. Hacker belegen allerdings immer wieder, dass bei Weitem nicht alle Hersteller von PCs und Mainboards solche Schutzmaßnahmen aktivieren oder dabei Fehler machen.

Bisher gibt es keine Möglichkeit, die Management Engine zuverlässig abzuschalten, ohne die Stabilität des Computers zu gefährden. Es wurden lediglich Firmware-Hacks entdeckt, die Teile der ME deaktivieren; Intel leistet dafür aber keinen Support. Die ME übernimmt beispielsweise Aufgaben beim Booten des Systems. Sie realisiert aber je nach Firmware und Chipsatz auch Funktionen wie die erwähnten SPS und TXE, aber auch Active Management Technology (AMT, Fernwartung bei Q-Chipsätzen und C236), Software Guard Extensions (SGX) und Protected Audio/Video Path (PAVP). ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de))

**ME-Firmware-Updates:** [ct.de/ybc7](http://ct.de/ybc7)

Über die neuen Sicherheitslücken in Intels ME-Firmware berichten Experten der Firma PTE auf der Black Hat Europe 2017.

Anzeige

## Kombinierte Wasserkühler für Mainboards und CPUs

Der slowenische Kühlerhersteller EK Water Blocks bietet für Wasserkühlungen sogenannte Monoblocks an. Diese decken nicht nur den Heatspreader des Prozessors ab, sondern sind passgenau auf ausgewählte Mainboards abgestimmt. Deshalb bewahren sie auch die Spannungswandler auf dem Board vor dem Überhitzen. Bei Wasserkühlungen fehlt an dieser Stelle der Luftstrom des CPU-Ventilators.

Derzeit bietet EK Water Blocks 34 verschiedene Monoblock-Kühler an, die vorrangig auf High-End-Mainboards und -Prozessoren passen. Sie bestehen aus einer Grundplatte aus vernickeltem Kupfer und einem transparenten Plexiglasdeckel mit RGB-LEDs. Der EK-FB ASRock X299 RGB Monoblock eignet sich zum Beispiel für fünf Asrock-Boards mit der Fassung LGA2066 für Core-X-Prozessoren und kostet



Die Monoblock-Kühler von EK Water Blocks kühlen Board und Prozessor gleichermaßen.

120 Euro. Hinzu kommen noch Kosten für die Anschlussstutzen sowie die übrigen Wasserkühlungskomponenten wie Wärmetauscher, Pumpen und Schläuche. (chh@ct.de)

## Grafikkarten-Boom durch Mining

In den Monaten Juli bis September stieg die Zahl der verkauften Grafikkarten im Vergleich zum vorherigen Quartal um 29 Prozent. Nach Angaben der Marktforscher von Jon Peddie betrug der quartalsweise Zuwachs das Doppelte des Mittelwerts der vergangenen zehn Jahre (14 Prozent).

Für die hohe Nachfrage sorgten dabei vor allem das Mining von Kryptowährungen wie Ethereum sowie neue, grafisch besonders anspruchsvolle PC-Spiele und der E-Sport. Virtual Reality hatte laut Jon Peddie hingegen kaum Einfluss auf den Grafikkarten-Absatz. (chh@ct.de)

Anzeige

### Sonderheft c't Hardware Aufrüsten

Das Sonderheft c't Hardware Aufrüsten stellt aktuelle Komponenten vor, gibt Kaufberatung und liefert Praxistipps. AMD Ryzen 3, 5, 7 und Threadripper, Intel Core i-8000 und Core X: Bei PC-Prozessoren ist nach einigen ruhigen Jahren wieder Schwung im Spiel. Schnelle Sechskern-Prozessoren von AMD und Intel gibt es für unter 200 Euro. In unserem Sonderheft c't Hardware Aufrüsten stellen wir nicht nur die aktuellen CPU-Familien vor, sondern auch passende Mainboards.

Die Grafikkarten-Kaufberatung erklärt, welcher 3D-Beschleuniger am besten zu Ihren Wünschen passt. SSD-Testberichte helfen



Ihnen dabei, den richtigen Massenspeicher zu finden. Tipps für ein langes SSD-Leben haben wir aus den Ergebnissen unseres SSD-Langzeittests abgeleitet. Für den Datentransport unterwegs eignen sich USB-Sticks mit hoher Kapazität, die wir ebenfalls getestet haben. Und wir werfen einen Blick auf die neue Universalschnittstelle USB Typ C.

Das Sonderheft c't Hardware Aufrüsten finden Sie für

12,90 Euro im Zeitschriftenhandel und im heise shop. Als digitale Version kostet das Heft 9,99 Euro; Sie können es über die c't-App für Android oder iOS beziehen sowie im PDF-Format als E-Book, auch bei Amazon. (ciw@ct.de)

## 1HE-Server mit 576 TByte NGSFF-SSDs



Über 36 Einschübe für SSDs im NGSFF-Format erreicht der AIC SB127-LX eine Speicherkapazität von bis zu 576 TByte auf 1HE.

Auf dem Flash Memory Summit im August hatte Samsung eine neue SSD-Bauform vorgestellt. NGSFF (Next Generation Small Form Factor) soll eine möglichst hohe Packungsdichte erreichen, um möglichst viel Flash-Speicher in einem Rack-Server unterzubringen. Erste Module sollen im ersten Quartal 2018 zur Verfügung stehen; ein erster Server für die neue SSD-Bauform kommt von AIC.

NGSFF – ein Marketing-Name wird noch gesucht, unter anderem steht M.3 im Raum – ist ein Speicherriegel wie M.2 mit 11 Zentimetern Länge, nur etwas breiter. Mit 30,5 Millimetern passt die Platine aber vertikal in ein Rack mit 1HE. Anders als bei M.2 passen zwei Flash-Chips nebeneinander, die maximale Kapazität eines NGSFF-Riegels soll bei 16 TByte liegen. NGSFF bietet weitere Vorteile gegenüber M.2-SSDs: Die Module lassen sich remote abschalten, sind im laufenden Betrieb wechselbar und sie können ihren Zustand per LED signalisieren. Auch eine Dualport-Version ist geplant.

Samsung setzt bei der PM983 genannten SSD auf 3D-TLC-Flash mit 64 Lagen; dieser Speicher soll im kommenden Jahr auch in vielen anderen SSDs zum Einsatz kommen. Beim Lesen verspricht Samsung bis zu 3,2 GByte/s sequenziell und maximal 550.000 IOPS, beim Schreiben sinkt die IOPS-Leistung auf 55.000. Ein 8-TByte-Modul wird zunächst rund 9000 Euro kosten.

Der Serverhersteller AIC hat einen passenden Rack-Einschub für die NGSFF-SSDs entwickelt. Der SB127-LX mit zwei PCIe-Switches nimmt über Fronteinschübe 36 dieser SSDs auf und erreicht damit bis zu 576 TByte Kapazität. Zusätzlich enthält der Server zwei Xeon-Prozessoren, 24 DIMM-Steckplätze und Platz für drei Netzwerkkarten, sodass die Anbindung mit bis zu 300 GBit/s möglich ist. Bei lokalen Messungen haben die Entwickler nach eigenen Angaben 10 Millionen IOPS erreicht, über NVMe over Fabrics (NVMe) noch 8,5 Millionen. Preise hat das Unternehmen nicht genannt. (ll@ct.de)

## LRDIMMs mit 128 GByte lieferbar

Load-Reduced-Speichermodule (LRDIMMs) mit 128 GByte Kapazität waren bisher hauptsächlich als Zubehör von Serverherstellern zu bekommen. Nun verkauft die Micron-Tochterfirma Crucial das DDR4-2666-Modul CT128G4ZFE426S im Online-Shop für knapp 4100 Euro. 1 TByte Hauptspeicher aus acht dieser Module kosten folglich 32.800 Euro, der Vollausbau auf 4 TByte bei einem Server mit zwei AMD Epyc würde 131.200 Euro kosten. Sind genügend DIMM-Slots vorhanden, lässt sich 1 TByte RAM deutlich günstiger mit 16 DIMMs à 64 GByte realisieren, die bei halber Kapazität nur rund ein Viertel der 128-GByte-Module kosten. (ciw@ct.de)

## Allzweck-Rackserver mit AMD Epyc

Der HPE ProLiant DL385 Gen10 ist der erste Allzweck-Rackserver einer großen Servermarke mit zwei AMD-Epyc-Prozessoren. Bisher gibt es Epyc-Server nur für Cloud-Rechenzentren oder von kleineren Firmen, die vor allem auf Barebones des Herstellers Supermicro setzen.

Der ProLiant DL385 Gen10 kombiniert zwei AMD Epyc mit jeweils bis zu 32 Kernen und 64 Threads mit 32 DIMM-Slots, also 2 DIMMs an jedem der acht RAM-Kanäle jedes Prozessors. Im Vollausbau mit 128-GByte-Modulen sind damit 4 TByte Hauptspeicher möglich. Auf dem Mainboard des DL385 Gen10 lassen sich zwei M.2-SSDs einstecken. Je nach Hostcontroller gibt es unterschiedliche Optionen für Hotswap-Backplanes für SSDs und Festplatten.

AMD und HPE melden für den ProLiant DL385 Gen10 mit zwei Epyc 7601 Rekordwerte für Dual-Socket-Server im neuen SPEC-Benchmark SPECrate\_2017\_fp\_base sowie im älteren SPECfp\_base\_rate2006. Vor allem übertrumpfen die beiden AMD-Chips dabei Intels deutlich teureren Xeon Platinum 8180. Preis und Liefertermin des ProLiant DL385 Gen10 nannte HPE bis zum Redaktionsschluss nicht. (ciw@ct.de)

Der HPE ProLiant DL385 Gen10 vereint zwei AMD Epyc mit 32 Speicher-Fassungen.





Anzeige

## Androider Netzwerktester

Netscout hat seinen LAN-Tester LinkRunner in der zweiten Generation (G2) auf den Markt gebracht: Das akkubetriebene „Handmultimeter“ für Netzwerker wird vollständig über den Touchscreen mit 480 × 800 Pixeln bedient. Mit einer Kamera kann man die Ist-Situation in Schränken oder Anschlusskästen dokumentieren.

Ab Werk hat das Gerät einen Gigabit-Ethernet-Port, der auch die Energieversorgung übers LAN-Kabel (Power-over-Ethernet) unter Last prüfen kann, und zwar sowohl standardisiert (IEEE 802.3af/at) als auch proprietär (Cisco UPoE bis 51 Watt). Ein SFP-Schacht nimmt optionale Module für Glasfaser-Tests bis 1 GBit/s auf.

Der Tester prüft die Netzwerkverbindung auf Layer 1 bis 3, bindet sich optional mit IEEE802.1x/Radius-Authentifizierung ins LAN ein und kann auch externe Ziele anpingen, also das Internet-Gateway prüfen. Mit einem optionalen USB-Stick lässt sich auch ein Firmen-WLAN auf grundlegende Funktion testen. Dank des Android-basierten Betriebssystems kann man weitere Funktionen aus dem Netscout-eigenem App Store nachrüsten, etwa einen Durchsatztest mit iperf3. In der Basisausstattung kostet der LinkRunner G2 rund 3100 Euro. (ea@ct.de)



Der Netzwerktester Netscout LinkRunner G2 läuft mit einer Android-basierten Firmware und lässt sich mit Apps funktional erweitern.

## Schnittstellenkonverter für die Industrie

Der für Industrieapplikationen vorgesehene Seriell-zu-USB-Umsetzer SU-302 von SEH soll besonders robust und störfest sein. In Schaltschränken nimmt er auf 35-mm-Hutschienen Platz. Der Umsetzer hat zwei serielle Schnittstellen: RS-232 für den Anschluss mit Sub-D9 und RS-485/422 über Schraubklemmen. Beide können gleichzeitig arbeiten.

Der PC-Anschluss läuft über eine Typ-B-Buchse für USB 2.0, die den Umsetzer auch mit Energie versorgt. SEH garantiert, dass die zurzeit für Windows 7 bis Server 2016 und Linux erhältlichen Treiber langfristig gepflegt werden. Der SU-302 ist demnächst für rund 190 Euro erhältlich. (amo@ct.de)

## Wandhalterungen für Router und APs



Die Halterungen von Grabbe IT erleichtern die lotrechte Montage von Routern und Access Points an heiklen Wänden.

Wer selbst schon mal Dübel gesetzt hat, kennt das: Weicht der Bohrer aus, weil man unter dem Putz eine Steinkante erwisch, sitzen Geräte wie Router oder Access Points unansehnlich schief. Dieses Problem sollen Wandhalterungen für Fritzboxen (7490, 6490) und Draytek-Geräte (verschiedene Modelle) von Grabbe IT ([www.grabbe-it.de](http://www.grabbe-it.de)) lösen.

Die aus 2 Millimeter dickem Stahlblech gefertigten Halterungen lassen sich dank ihrer Langlöcher so verschieben, dass das Gerät gerade sitzt. Wandmontage-Modelle für Fritzboxen und Draytek-Geräte kosten 20 Euro. Varianten für die Montage in 19-Zoll-Gestellen sind doppelt so teuer. (ea@ct.de)

### Netz-Notizen

Unter der Bestellnummer 1493356 führt Conrad Electronic für 6 Euro einen 10er-Satz von **Reparatur-Clips für RJ45-Stecker**. Damit lassen sich beispielsweise nur mit unverhältnismäßigem Aufwand ersetzbare Kabel retten, an deren Stecker die Rastnase abgebrochen ist.

Synology bietet seinen **Cloud-Backup-Dienst C2** nun auch im Nahen Osten und in Afrika an, also in der gesamten EMEA-Region. Als Zahlungsoption soll in den nächsten Wochen die SEPA-Lastschrift hinzukommen.

Lancom Systems empfiehlt dringend ein Update für sein LCOS-Betriebssystem: Geräte mit den Versionen 10.12 REL/SU1/RU2, 10.10 RU2, 10.10.0165 PR, 10.10 RU4 sowie 9.24 RU6/SU7/RU8 sollen unmittelbar aufgefrischt werden, um eine **Sicherheitslücke im LCOS-Management** zu schließen.

Mit der **Beta-Version von QTS 4.3.4** führt QNAP für alle seine Netzwerkspeicher mit ARM-Prozessor Snapshots ein. Außerdem lassen sich mit der QIoT Suite dort nun NAS-basierte IoT-Anwendungen bauen.

# Mangelwirtschaft

## Sinkende Zahlen bei Studieneinschreibung für Informatik

**Wer immer das Land in den nächsten Jahren regiert, er wird sich um den bereits spürbaren Fachkräftemangel in der Informationstechnik kümmern müssen.**

Von Tim Gerber

Die jüngsten Zahlen des Statistischen Bundesamtes alarmieren die Gesellschaft für Informatik (GI): Demnach sank die Zahl der Ersteinschreibungen für das Fach Informatik an deutschen Hochschulen mit 37.400 in diesem Jahr im Vergleich zum Vorjahr um 4,1 Prozent. Die Zahl der eingeschriebenen Studenten in allen Fächern stieg dagegen insgesamt um etwa 1,5 Prozent an, die Zahl der Studienanfänger ging insgesamt lediglich um 0,1 Prozent zurück. Diese Entwicklung sei „besorgniserregend“, findet GI-Präsident Peter Liggesmeyer und betont in seiner Erklärung den „Hintergrund des jetzt schon sichtbaren IT- und Informatik-Fachkräftemangels“. Informatikunterricht solle deshalb aus Sicht der GI bereits ab der Grundschule im Lehrplan verankert sein, um Kinder früh an die technischen Herausforderungen einer zunehmend digitalisierten Welt heranzuführen.

Der Branchenverband Bitkom spricht bereits von 55.000 fehlenden Informatikern in Deutschland. Die Zahlen zu den Studienanfängern belegten, „dass es in Deutschland nicht gelingt, frühzeitig Begeisterung für sogenannte MINT-Berufe zu wecken, das gilt speziell für den Bereich der Informatik“, sagte Juliane Petrich, Leiterin Bildung bei Bitkom der c't. „In Estland lernen Kinder schon seit fünf Jahren Programmieren in der Schule – Deutschland hat hier großen Nachholbedarf“, so Petrich.

Im Hause der geschäftsführend amtierenden Bundesbildungsministerin Johanna Wanka (CDU) wiegelt man dagegen ab: Auf Nachfrage von c't verweist ein Sprecher des Ministeriums auf den jüngsten OECD-Bericht „Bildung auf einen Blick 2017“ (siehe [ct.de/ygmp](http://ct.de/ygmp)). Daraus gehe hervor, dass Deutschland im internationalen Vergleich sowohl die höchste Studienanfänger- als auch Absolventenquote in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik, den so genannten MINT-Fächern habe.

Die Frage der Gewinnung von Fachkräften aus dem Ausland hatte in den letzten Jahren im Schatten der Aufnahme von Flüchtlingen in der öffentlichen Debatte kaum noch eine Rolle gespielt. Auch in den Sondierungsgesprächen zur Regie-

rungsbildung ist von einem modernen Zuwanderungsgesetz kaum die Rede. Dabei hat die Union derartiges im Wahlprogramm: Demnach werde der Bedarf an Fachkräften unter anderem aufgrund der rückläufigen Zahl junger Menschen weiter steigen. Deshalb solle ein „Fachkräfte-Zuwanderungsgesetz“ kommen. Anders als die meisten anderen Parteien mit Ausnahme der AfD will die Union den Nachzug von Fachkräften aber wie bisher vom Nachweis eines konkreten Arbeitsplatzes abhängig machen, anstatt qualifizierten Ausländern den Zuzug etwa nach einem Punktesystem zu erlauben, wie viele klassische Einwanderungsländer es tun.

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

**OECD-Bericht:** [ct.de/ygmp](http://ct.de/ygmp)



Bild: Bundespresamt

**Die geschäftsführende Bundesbildungsministerin Johanna Wanka sieht Deutschland bei der Gewinnung von IT-Fachkräften im internationalen Vergleich führend.**

Anzeige

## Mesa 17.3 beschleunigt Linux-Spiele

Deutliche Fortschritte beim Vulkan-Treiber für Radeon-Grafikkarten und endlich Support für eine wichtige Kompressionstechnik sind die Highlights von Mesa 17.3. Darüber hinaus gab es viele Optimierungen bei den OpenGL-Treibern für die GPUs von AMD und Intel. Diese und weitere Neuerungen werden Spieltauglichkeit und Hardware-Kompatibilität von Fedora, Ubuntu & Co. verbessern, denn die richten die Grafikbibliothek und Treibersammlung standardmäßig ein.

Vom neuen Mesa profitiert insbesondere der Linux-Support für AMDs Radeon-GPUs. So erfüllt der für sie zuständige Vulkan-Treiber Radv nun endlich die Vulkan-Konformitätstests. Eine Reihe von Optimierungen verspricht die 3D-Leistung des Treibers zu steigern. Außerdem bietet er jetzt einen Binary Shader Cache, der Ladezeiten von Spielen und Ruckler bei Szenenwechseln reduziert. Auch den Support für die Grafikkarten Radeon RX Vega 56 und 64 haben die Entwickler verbessert. Letzteres gilt auch für den für moderne AMD-GPUs zuständigen OpenGL-Treiber Radeonsi. Dieser erhielt zudem mehrere Korrekturen und viel Feintuning, was einige Spiele beschleunigt. Verbessert, aber nach wie vor unvollständig ist der OpenGL-4.6-Support in Radeonsi. Ähnlich verhält es sich mit Intels OpenGL-Treiber, der Mesa beiliegt. Jener für Vulkan unterstützt jetzt einige jüngst zum Vulkan-Standard hinzugefügte Erweiterungen.

Der Broadcom-Programmierer, der die quelloffenen Linux-Kernel- und Mesa-Treiber für den Raspberry Pi entwickelt, hat einen OpenGL-Treiber für die VideoCore V (VC5) genannte Grafikeinheit zum neuen Mesa beigesteuert. Sie steckt im bislang vornehmlich für Settop-Boxen gedachten Broadcom BCM7268 und stellt eine Weiterentwicklung des beim Raspi genutzten VC4 dar. An einem Linux-Kernel-Treiber für VC5 arbeitet der Broadcom-Mitarbeiter noch.

Neue Major-Versionen von Mesa gelten immer als Development Release. Auf Stabilität bedachte Anwender sollten daher auf 17.3.1 warten. Arch Linux, Fedora und OpenSuse Tumbleweed dürften diese Version in einigen Wochen ausliefern; Ubuntu-Nutzer bekommen die verbesserten 3D-Treiber wahrscheinlich erst mit dem für April geplanten Ubuntu 18.04.

(thl@ct.de)

## Leichtere Linux-Container in Windows



Auch mit Docker 17.11 muss der Anwender sich zwischen Linux- und Windows-Containern entscheiden.

Docker für Windows ist in der experimentellen Version 17.11 erschienen. Die wichtigste Neuerung betrifft Windows-Anwender, die mit Linux-Containern arbeiten: Bisher hieß das zuständige Feature „Linux container support“ und bootete im Hintergrund mit Hyper-V eine virtuelle Maschine mit dem Betriebssystem Moby Linux. Diese beanspruchte auch dann Arbeitsspeicher, wenn keine Container gestartet wurden. Auf der virtuellen Maschine liefen alle Container parallel und teilten sich die zugeteilten Ressourcen.

Mit „Linux containers on Windows (LCOW)“ startet der Docker-Daemon jetzt in einem Windows-Prozess einen minimalen LinuxKit-Kernel für jeden gestarteten Linux-Container und beendet ihn mit dem Container. Zur Installation muss das Fall Creators Update von Windows 10 installiert sein. Wenn Sie bereits die Edge-Version verwenden, können Sie das Update direkt installieren, andernfalls laden Sie die aktuelle Version von [docker.com](https://docker.com) herunter.

Der Parallelbetrieb von Windows- und Docker-Containern, der von Microsoft-Mitarbeitern während der Ignite-Konferenz im September vorschnell angekündigt wurde, ist mit Docker 17.11 immer noch nicht möglich. Die Entwickler beschreiben die jetzt eingebaute Virtualisierungslösung aber als letzten Schritt auf dem Weg zum lange erwarteten Feature und versprechen gemischte Container-Umgebungen für eine der nächsten Versionen.

(jam@ct.de)

Download Docker-Update [ct.de/ywuy](https://ct.de/ywuy)

### Linux-Notizen

Die neue Software-Verwaltung von **Linux Mint 18.3** sucht Anwendungen auch bei Flathub, das die Software im Paketformat Flatpak ausliefert. Die Cinnamon-Edition unterstützt nun Gnome Online Accounts, wodurch der Dateimanager leicht auf Freigaben von Google Drive oder Owncloud/Nextcloud-Servern zugreifen kann.

Der **Lumina Desktop 1.4.0** bringt einen eigenen PDF-Viewer mit. Eine neue Theme Engine soll zu einem konsistenten Aussehen verhelfen und zugleich Handhabung und Entwicklung von Themes vereinfachen.

Bei **OpenSuse Tumbleweed** muss man nicht mehr auf den neuesten Stand der Rolling-Release-Distribution aktualisieren, um eine Anwendung nachzuinstallieren; stattdessen kann man die Software aus dem Online-Dienst „Tumbleweed Snapshot“ beziehen, der ältere Repository-Schnappschüsse vorhält.

Facebook, Google, IBM und Red Hat haben eine Erklärung veröffentlicht, die eine **Schonfrist bei GPL-Verstößen** einräumt. Damit wollen sie das Vorgehen von Rechteinhabern unterminieren, die Verstöße aus rein finanziellem Interesse vor Gericht bringen – besonders oft vor deutsche.



Anzeige

# Versionsturbo

## Project Treble beschleunigt Android-Update



**Auf den meisten Smartphones landen Android-Updates erst mit etlichen Monaten Verzögerung – viele Handys gehen auch ganz leer aus. Das will Google mit Project Treble nun ändern. Ein erster Blick darauf lässt Zweifel aufkommen, offenbart aber auch überraschende Profiteure: die Custom-ROMs.**

Von Stefan Porteck

Jedes Jahr im Herbst stellt Google eine neue Android-Version vor. Die meisten Smartphone-Nutzer haben davon aber nichts, denn selbst etliche Monate später bekommen nur wenige Promille der Nutzer ein Update. Das soll nun anders werden: Mit Project Treble hat Google nach eigenen Angaben die bislang größte Anpassung von Androids Low-Level-Architektur vorgenommen. Sie soll sicherstellen, dass die Hersteller neue Android-Versionen in wenigen Stunden auf die eigenen Smartphones anpassen können.

Bislang bestand Android aus dem eigentlichen Betriebssystem und aus von Geräteherstellern hinzugefügtem hardware-spezifischem Code. Dabei handelt es sich in der Regel um Treiber für SoC-Komponenten, WLAN- und andere Schnittstellen sowie die Kameramodule.

Sobald Google eine neue Android-Version veröffentlichte, setzte sich ein bislang träger Prozess in Gang: Zunächst mussten SoC-Anbieter die neue Version so modifizieren, dass sie problemlos mit den eigenen Chips funktionierte. Danach konnten die Gerätehersteller die ihrerseits für die Hard- und Software benötigten Anpassungen am Code vornehmen. In vielen Fällen pflegten anschließend noch die Mobilfunkbetreiber netzspezifische Änderungen ein oder führten Kompatibilitätstests durch. Erst dann wurden die Updates freigegeben.

Bei so vielen Akteuren wundert es nicht, dass neue Android-Versionen erst Monate nach ihrer Veröffentlichung auf den Geräten der Nutzer landen – wenn überhaupt, denn in der Vergangenheit hat sich so mancher Hersteller diesen langwierigen und teuren Prozess bei günstigen Smartphones einfach geschenkt.

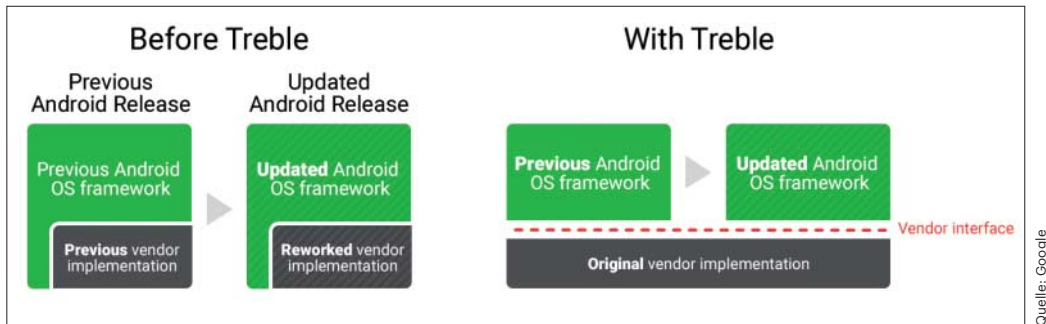
Googles bisheriger Ansatz bestand darin, möglichst viele Funktionen aus dem Betriebssystem herauszuziehen und stattdessen in die Google-Play-Dienste zu verfrachten. Sie werden wie jede andere App direkt über den Play Store aktualisiert. Ein löblicher Ansatz, um beispielsweise Sicherheitslücken zu patchen, doch das grundsätzliche Problem verzögerter Updates und der daraus resultierenden Fragmentierung von Android wurde so nie zufriedenstellend gelöst.

Hier setzt das Project Treble an: Mit Android 8 hat Google eine Zwischenschicht ins Betriebssystem eingezeichnet. Dieses Vendor Interface trennt das Android OS Framework – also das eigentliche Betriebssystem – vom hardware-spezifischen Code der Gerätehersteller. Das Betriebssystem greift also nicht mehr direkt auf die Hardware zu, sondern kommuniziert mit dem neu eingezeichneten Layer.

Smartphone-Hersteller haben nun die Möglichkeit, von Google veröffentlichte Updates ohne Änderungen am hardware-spezifischen Code auf ihre Smartphones zu schicken. Das vorherige Warten auf Anpassungen von Chipherstellern oder Netzbetreibern entfällt. Viele Hersteller verpassen der Android-Oberfläche einen optischen „Feinschliff“, der die Markenzugehörigkeit unterstreichen soll. Das muss dank Treble nicht mehr zwingend für jedes Gerät einzeln vorgenommen werden, sondern nur einmalig für alle angebotenen Modelle. Theoretisch lässt sich ein Betriebssystem-Update so künftig in wenigen Tagen statt wie bisher in etlichen Monaten auf ein Smartphone-Modell zuschneiden.

Project Treble erfordert, dass das Android-System und die Low-Level-Schicht

Anzeige



Eine neuer Hardware-Layer macht das Android-System künftig unabhängiger vom technischen Unterbau der Smartphones und Tablets.

auf unterschiedlichen Datenpartitionen liegen, damit das eigentliche Betriebssystem ohne dessen technischen Unterbau aktualisierbar ist. In vollem Umfang nutzbar wird Treble deshalb erst mit Smartphones, die schon mit Android 8 ausgeliefert werden. Theoretisch besteht die Möglichkeit, beim Update von Android 7 auf 8 die Partitionierung anzupassen. Dass das geht, hat Google bei den Pixel-Smartphones der ersten Generation gezeigt. Das ist aber mit einem größeren Risiko verbunden, dass das Gerät nicht mehr startet, falls beim Update etwas schiefgeht. Zudem knapst die andere Partitionierung einen kleinen Teil des für Apps und Nutzerdaten verfügbaren Gerätespeichers ab. Es ist deshalb wohl nicht davon auszugehen, dass viele andere Hersteller Googles Beispiel folgen werden.

Trotz Googles Bemühen erfordert Treble weiterhin, dass die Hersteller mitspielen und Updates nicht verschleppen. Anders als Microsoft auf dem PC kann Google nicht eigenmächtig Updates liefern, über deren Installation alleinig der Nutzer entscheidet. Zudem hilft Treble nicht gegen Bugs in der Treiberschicht. Sie müssen weiterhin von den Chipherstellern gefixt werden. Passiert das nicht, drohen Smartphones mit Sicherheitslücken trotz aktueller Android-Version.

### Custom ROMs profitieren

Trotzdem hat Project Treble schon jetzt in Entwicklerkreisen für Begeisterung gesorgt – allerdings nicht wie erwartet bei Smartphone-Herstellern, sondern bei den Programmierern alternativer Custom-ROMs. Sie litten ebenfalls unter mangelndem Treiber-Support: Sobald ein Hersteller ein Smartphone aufs Abstellgleis schickte, sank meist auch die Chance, das Gerät mit alternativen Android-Images weiter am Leben zu erhalten, weil ohne passende Treiber die Hardware nicht mitspielt. Die verfrühte Obsoleszenz ist für die Nutzer besonders ärgerlich. Denn schon oft hatten Hobby-Programmierer bewiesen, dass beispielsweise selbst Android 7

auf alten Knochen laufen würde, man aber mangels WLAN- oder Kamertreiber eben doch kein vollständig funktionierendes Image zusammenstricken konnte.

Gerade bei aktuellen Smartphones lahmte die Custom-ROM-Szene mittlerweile merklich: Zu groß der Aufwand, diverse Code-Änderungen für eine Vielzahl verschiedener Geräte immer aufs Neue einzupflegen. Abgesehen von LineageOS gab für weniger populäre Smartphones kaum alternative Android-Images.

Dank Treble könnte nun wieder Bewegung in die Sache kommen. Im Entwicklerforum XDA-Developers hatten unlängst zwei Programmierer den Nutzen von Treble ausgetestet und respektable Ergebnisse erzielt. So gelang es einem Programmierer mithilfe von Treble aus dem AOSP (Android Open Source Project) ein voll funktionsfähiges Android-8-Image für das Huawei Mate 9 zu erstellen. Bemerkenswert, wenn man bedenkt, dass es für das Mate 9 bislang nicht mal ein Android-7-AOSP-ROM gab.

Ein anderer Entwickler ging noch einen Schritt weiter und entwickelte ein Image, das sich ohne weitere Änderungen auf dem Huawei Mate 9, dem Honor 8 Pro, dem Honor 9, dem Sony Xperia XZ1 Compact und dem Essential Phone installieren lässt – und das, obwohl die Smartphones nicht nur von verschiedenen Herstellern kommen, sondern mit HiSilicons Kirin 960 und Qualcomm Snapdragon 835 unterschiedliche Architekturen nutzen.

Nicht nur, dass solch ein Scoop ohne Treble undenkbar gewesen wäre, der Programmierer will nach eigenen Angaben für Recherche, Entwicklung und Debugging gerade einmal 20 Stunden gebraucht haben. Sollte Treble es den Entwicklern wirklich so leicht machen, dürfen Nutzer darauf hoffen, dass für ihr Smartphone künftig viel früher nach der Veröffentlichung einer neuen Android-Version das passende Custom-ROM verfügbar ist – und das vielleicht auch noch etliche Jahre, nachdem der Hersteller den Support eingestellt hat. (spo@ct.de) **ct**

Anzeige

## Image-Backup für APFS

Acronis hat die Mac-Variante seiner Backup-Software namens True Image Ende November in der Fassung 22.5 herausgebracht. Unter den diversen kleinen Neuigkeiten sticht hervor, dass True Image nun Partitionen von APFS-basierten Systemen ohne Behelfs-Skripte wiederherstellen kann.

Für Cloud-Backups auf Datei-Ebene gibt es eine neue Non-stop-Backup-Planungseinstellung und eine neue Standardeinstellung verhindert, dass ein Computer in den Energiesparmodus geht, während ein Mobilgerät (iOS oder Android) Backup-Daten zu ihm sendet (dafür sind separate Smartphone-Apps erforderlich). Acronis True Image für macOS ist in Varianten mit und ohne Cloud-Funktionen ab 50 Euro erhältlich und setzt mindestens macOS 10.10 voraus (Yosemite), spielt aber auch mit dem aktuellen 10.13 (High Sierra). Außerdem eignet es sich für die Dateisysteme APFS, HFS+, FAT32, exFAT und mit kleinen Einschränkungen auch für NTFS. (dz@ct.de)



**Sichert nicht nur APFS und diverse weitere Partitionen auf dem Mac, sondern nimmt auch Backups von Smartphones entgegen: Acronis True Image für macOS.**

## Apple Watch misst Herzrhythmus

Apple und die Universität Stanford untersuchen zusammen, wie zuverlässig sich Vorhofflimmern allein mit dem Pulssensor der Apple Watch erkennen lässt. Belege dafür hatte zuvor schon die University of California in San Francisco in einer eigenen Studie geliefert. Vorhofflimmern verursache häufig Blutgerinnsel und Schlaganfälle und in den USA jedes Jahr rund 130.000 Todesfälle, schreibt Apple. Außerdem betreffe Vorhofflimmern Millionen von Menschen, von denen jedoch viele keine Symptome spüren, sodass die Erkrankung oft undiagnostiziert und somit unbehandelt bleibt.

Die Apple Watch misst den Blutdurchfluss fortlaufend am Handgelenk. Aus den durch den Herzschlag resultierenden Schwankungen leitet die Uhr zunächst nur den Puls ab. In der Studie setzen die Forscher zusätzliche Algorithmen ein, um daraus den Herzrhythmus zu ermitteln.

Dazu erfasst die „Apple Heart Study“-App die Daten und sendet sie zur Auswertung an Apple und die Universität. Teilnehmer erhalten bei Unregelmäßigkeiten einen Warnhinweis und können einen an der Studie beteiligten Arzt konsultieren.

Die Studie läuft zurzeit nur in den USA. Teilnehmer müssen mindestens 22 Jahre alt sein und eine Apple Watch ab dem Modell Series 1 besitzen. Die allererste Generation der Computer-Uhr eignet sich nicht für den Zweck. In dieselbe Richtung zielt das seit 2016 in Deutschland erhältliche Apple-Watch-Armband „Kardia Band“. Es kostet 230 Euro und nimmt ein komplettes EKG auf, das sich etwa als PDF-Datei exportieren lässt. (dz@ct.de)

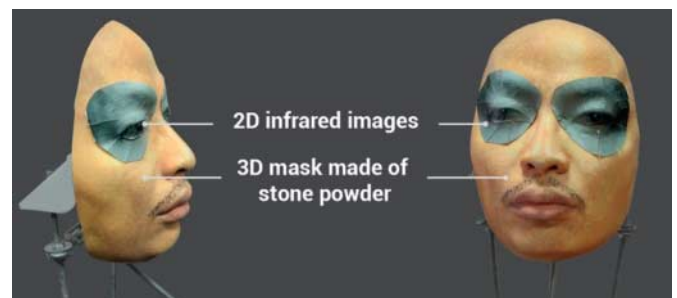
## Face-ID-Überlistung lässt Fragen offen

Die Sicherheitsfirma Bkav hat eine Methode vorgestellt, die Apples im iPhone X verwendete Gesichtserkennungstechnik Face ID überlisten soll. Face ID soll nur dem Nutzer den Zugang zum iPhone X gewähren, dessen Gesicht es zweifelsfrei identifiziert.

Die Firma Bkav hatte bereits kurz nach Erscheinen des iPhone X von ersten erfolgreichen Versuchen berichtet, die Face-ID-Authentifizierung mit einer Maske zu überwinden, die dem Nutzer ähnlich sieht. Die Prozedur dauerte rund neun bis zehn Stunden, wie die Sicherheitsforscher später einräumten. Bkav warnte, dass besonders gefährdete Personen wie Spitzenpolitiker auf Face ID verzichten sollten.

Nun hat Bkav die Warnung auf alle iPhone-X-Nutzer ausgeweitet, denn mit dem neuen Verfahren lasse sich ein iPhone X sofort entsperren. Bkav zeigt die Methode in einem Video und erklärt, dass es sehr simpel sei, eine solche Maske anzufertigen. Sie setzt lediglich eine Handvoll Fotos aus bestimmten Winkeln voraus, die zu einem 3D-Modell zusammengesetzt werden. Die Kosten für den 3D-Druck belaufen sich auf rund 200 US-Dollar. Bkav verwendet unter anderem Steinmehl, das Face ID besser austricksen soll als das in der ersten Maske verwendete Papierklebeband.

Wie gravierend die Face-ID-Schwäche ist, bleibt zunächst jedoch unklar, denn die maximale Zuverlässigkeit erreicht Face ID erst nach einer Trainingsphase – welche die Sicherheitsforscher aber weggelassen haben. Stattdessen attackierten sie die Zugangstechnik gleich nach der erstmaligen Einrichtung. Dennoch sollte man Face ID bis auf Weiteres möglichst nicht in sicherheitskritischem Umfeld verwenden und stattdessen nur die Passwortauthentifizierung nutzen. (dz@ct.de)

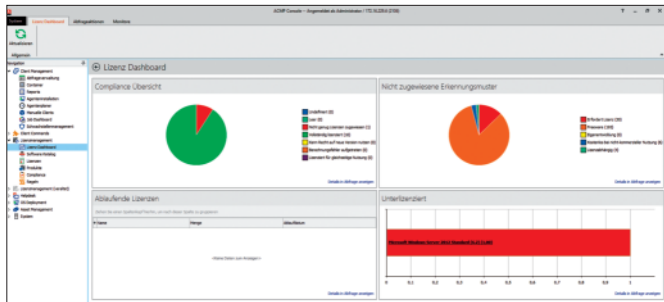


**Sicherheitsforscher haben Apples Face-ID-Technik zwar geknackt, aber noch ist offen, wie gravierend die Methode in der Praxis ist.**



Anzeige

## Aagon-Verwaltungssuite im neuen Outfit



Das Dashboard der Lizenzverwaltung in ACMP differenziert unterschiedliche Lizenztypen und warnt bei Unterdeckung.

Das Softwarehaus Aagon hat seine IT-Verwaltungssuite ACMP in Version 5.2 mit überarbeiteter Konsole zur Lizenzverwaltung herausgebracht. Diese bisher als ACMP Software Detective angebotene Komponente vergleicht die Anzahl vorhandener und genutzter Software-Lizenzen und warnt, wenn sie Bedarf an zusätzlichen Lizenzen entdeckt.

Neu ist auch die Fingerprint-Datenbank ACMP DNA. Diese täglich aktualisierte Datensammlung vom Anbieter Comparex enthält Hashwerte für mehr als 700.000 Programmversionen. Anhand der dort hinterlegten Merkmale soll die Aagon-Software Programme auf den verwalteten Rechnern automatisch identifizieren und nach Lizenztyp klassifizieren können. Für inventarisierbare Güter vom Rechner bis zum Bürostuhl kann man jetzt Asset-Typen definieren, die sich als Filterkriterien nutzen lassen – etwa für den Fall, dass man alle Notebooks im Betrieb auflisten möchte. (hps@ct.de)

## Veranstaltungen planen mit XDay

Mit dem Programm XDay Eventmanagement kann man Veranstaltungen vorbereiten; die Software vereint Module zum Verwalten von Kundenstammdaten, Veranstaltungsteilnehmern und Dienstleistern mit einem Aufgabenplaner und einem Terminkalender. Sie lässt sich mit deutscher oder englischer Oberfläche nutzen. In den Termineinträgen lassen sich Tagesabläufe minutengenau und mit detaillierten Ortsangaben bis hin zur Sitzplatzvergabe planen. Ab der Ausführung Business Enterprise enthält die Software außerdem einen Reportdesigner, mit dem man Gästelisten, Rechnungen oder statistische – auch veranstaltungsübergreifende – Auswertungen drucken kann. Die Windows-Anwendung lässt sich auf beliebig vielen PCs installieren und wird je Anwender lizenziert. Daten speichert sie lokal und Ende-zu-Ende-verschlüsselt auf einem deutschen Microsoft-Azure-Server. Lizenzen kosten netto ab 29 Euro/Monat; die Edition Business Enterprise gibt es für 49 Euro/Monat. (hps@ct.de)

## Hochleistungs-Cloud von Oracle

Der Datenbankspezialist Oracle will auf Basis seiner neuen X7-Hardware Cloud-Dienste mit dramatisch gesteigerter Rechenleistung auf den Markt bringen. Der Hersteller hat aus Rechen-einheiten mit Intel-Xeon-Prozessoren der Skylake-Reihe mit 28 Kernen und Nvidia-GPUs vom Typ Tesla P100 eine Cloud-Infrastruktur für HPC (High Performance Computing) aufgebaut. Die Rechner sind über jeweils zwei Netzwerkschnittstellen mit 25 GBit/s verbunden und sollen 18 TFlops mit einfacher Rechengenauigkeit auf die Straße bringen. „In Kürze“ will der Hersteller auch Recheneinheiten mit je acht Nvidia-V100-GPUs einsetzen, die über den Bus NVlink vernetzt sind. Diese sollen dann 125 TFlops leisten.

Anwendungen mit künstlicher Intelligenz oder Big Data sollen im Vergleich zu Amazon Web Services mehr als die zwölf-fache Speicherbandbreite nutzen können, wobei Zugriffe nur gut zehn Prozent der Kosten verursachen. Die Infrastruktur kann man in Portionen von je 52 CPU-Kernen abonnieren oder in Gestalt virtueller Maschinen mit 1 bis 24 Kernen. (hps@ct.de)

### Anwendungs-Notizen

Dropbox hat für seinen gleichnamigen **Webspeicherdienst** ein Zertifikat nach den Prüfrichtlinien C5 des BSI erhalten. Schon zuvor war der Dienst nach den Richtlinien ISO/IEC 927001:2013 und CSA CCM 3.01 zertifiziert.

Mit der **IT-Geräteverwaltung** Baramundi Management Suite 2017 R2 lassen sich laut Hersteller Software-Lizenzen standortübergreifend verwalten und vernetzte Geräte in einer IT-Landkarte anzeigen.

Die Entwickler von Billomat haben die iOS-App zu ihrem **Auftragsbearbeitungsdienst** zu Version 2.0 mit neuer Bedienoberfläche aktualisiert. Version 2.0 der Android-App ist für den Dezember angekündigt.

ProfitBricks offeriert im Rahmen seines IaaS-Sortiments (Infrastructure as a Service) neuerdings auch **S3 Object Storage** und tritt damit in Konkurrenz zu Amazon Web Services (AWS). Der ProfitBricks-Dienst ist direkt aus dessen Data Center Designer heraus ansprechbar und soll sich außerdem per REST-API in automatisierte Abläufe einbinden lassen.

Das Programm SmartValue für die **Werbungsbewertung** liefert laut Anbieter Tradelab wissenschaftlich abgesicherte Hinweise auf die Rentabilität von Werbekampagnen. Im Rahmen von A/B-Tests vergleicht die Software Kundengruppen mit und ohne Ansprache durch die untersuchte Werbemaßnahme.

Das vierteljährlich überarbeitete, webgestützte **Projektmanagementsystem** Projektron BCS erscheint ab Anfang 2018 mit neuen Versionsnummern. Diese enthalten die zweistellige Jahreszahl, gefolgt von einer laufenden Nummer.

# Amazon Web Services: Machine Learning, VR und mehr

Amazon hat eine Reihe neuer Dienste für seine Cloud-Plattform AWS vorgestellt. Insbesondere das Machine Learning will Amazon für Entwickler einfacher handhabbar machen. Dafür wurde eine intelligente Kamera namens DeepLens vorgestellt, die 245 Dollar kosten soll. Sie ist bereits mit mehreren Machine-Learning-Modellen ausgestattet, etwa zur Gesichts- oder Objekterkennung. Unternehmen können mit einem Werkzeug namens Sagemaker aber auch eigene Modelle trainieren und auf der Kamera laufen lassen.

Alexa for Business optimiert den Assistenten Amazon Alexa für den Einsatz in Unternehmen. Damit kann Alexa etwa Telefonkonferenzen aufsetzen und Verbrauchsmaterialien nachbestellen.

Mit Amazon Sumerian sollen Entwickler sehr einfach im Browser Virtual-Reality-, Augmented-Reality- und 3D-Anwendungen kreieren. Die Plattform kombiniert dazu einen 3D-Editor mit einer Library für JavaScript und Vorlagen für Objekte und 3D-Charaktere. Die AWS-Services Amazon Polly für die Sprachsynthese und Amazon Lex sollen sich als Konversationsinterface integrieren lassen.

AWS-Nutzer können jetzt mit dem sogenannten Amazon Elastic Container Service for Kubernetes (EKS) auch Container mit Kubernetes orchestrieren. Die haus eigene, webbasierte Softwareentwicklungsumgebung Cloud9 wurde enger mit AWS verzahnt. (jo@ct.de)

Anzeige

Anzeige

## Mozilla veröffentlicht Sprachdatenbank und -modell

Mozilla hat die Daten seines Projekts Common Voice veröffentlicht: 400.000 validierte und transkribierte Sprachaufnahmen mit einer Gesamtlänge von 500 Stunden. Wer mag, kann Sprachproben beisteuern oder eingesprochene Samples bewerten. Bisher sammelt Common Voice aber nur englische Texte, andere Sprachen sollen bald folgen.

Common Voice ist Mozillas Versuch, Amazon Alexa und den anderen proprietären Sprachassistenten großer Anbieter eine offene Alternative entgegenzustellen. Entwickler dürfen mit Common Voice Spracherkennungssysteme bauen – oder das von Mozilla selbst trainierte Sprachmodell verwenden. (jo@ct.de)

**Common-Voice-Homepage:** [ct.de/yrdm](https://ct.de/yrdm)



Jeder kann auf der Common-Voice-Homepage Sprachproben abgeben.

## 3D-Modelle durchwandern mit BricsCAD V18

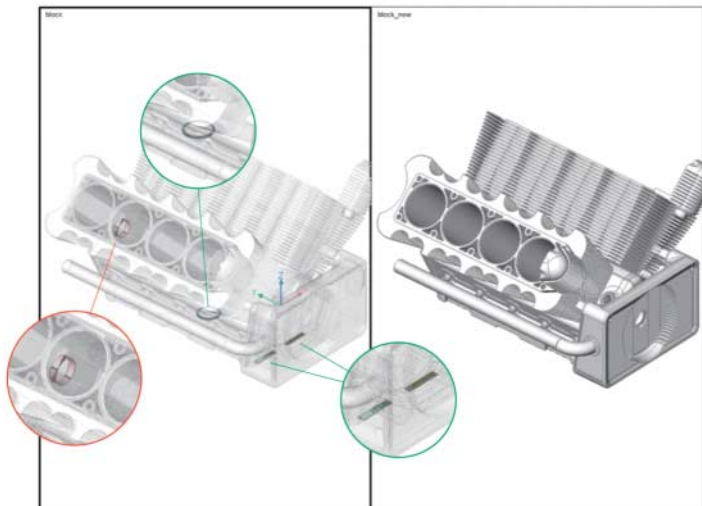
Das CAD-Paket BricsCAD V18 agiert als Repository, in dem man verschiedene Versionen eines Modells speichern und miteinander vergleichen kann. Die Software soll Unterschiede zwischen den Versionen – etwa aufgrund zugefügter Komponenten – dabei selbstständig aufzeigen. Einzelelemente aus dem Repository lassen sich per Drag & Drop skalieren und drehen, sodass man sie direkt in 3D-Modelle einfügen kann. Die aktuelle Version versteht auch das Dateiformat DWG2018.

Die Software führt Anwender wie ein First-Person-Shooter durch 3D-Gebäudemodelle. In der Ansicht „von außen“ kann sie Modelle um beliebige Achsen rotieren. Mit Hilfe dynamischer Maßangaben können Benutzer die angezeigten Konstruktionen bequem und präzise in einzelnen Dimensionen skalieren. Beliebige Schnittebenen lassen sich als 2D-Ansichten darstellen, zuschneiden und drucken.

Die Sonderausführung BricsCAD BIM (Building Information Modelling) identifiziert lineare Strukturen automatisch als Säulen, Stützstreben oder Leitungen; Zimmer soll sie ebenfalls selbstständig klassifizieren und mitsamt ihren Abmessungen und Rauminhalten dokumentieren. Zimmer lassen sich als 3D-Objekte verschieben, kopieren und als Elemente eines parametrischen Arrays definieren. So kann man mit wenig Arbeitsaufwand etwa das Treppenhaus eines Hochhauses aus Geschoss-Abschnitten zusammensetzen und anschließend für jede Etage individuelle Modifikationen anbringen. Laut Hersteller erzeugt die Software auch für unregelmäßige Wände auf einen Klick hin passende Fenster mit allen Angaben für ein BIM-Dokument.

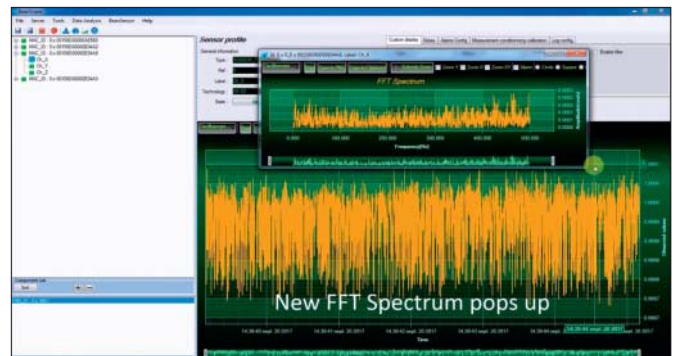
Objekte in CAD-Dokumenten kann man über Verbindungspfeile mit Ballon-Labels verknüpfen, um auf Kommentare in der Legende hinzuweisen. Das optionale Modul BricsCAD Sheet Metal erzeugt Blech-Zuschnitte aus 3D-Polylines einschließlich Aussparungen zum Anbringen von Flanschen.

Netto-Lizenzpreise für BricsCAD rangieren von 660 Euro für die Classic-Ausführung bis zu 1120 Euro für die Platinum-Edition einschließlich 3D-Vergleichsfunktion. (hps@ct.de)



BricsCAD Platinum vergleicht zwei Konstruktionen miteinander und hebt automatisch die Unterschiede hervor.

## Echtzeit-FFT im BeanAir-Sensornetzwerk



BeanScope transformiert Daten aus einem BeanAir-Sensornetz nachträglich oder neuerdings in Echtzeit von der Zeit- in die Frequenzdomäne.

Sensoren vom Hersteller BeanAir lassen sich über ein proprietäres, gesichertes Funkprotokoll mit einem Gateway vernetzen, mit dem Windows-Programm BeanScope zentral steuern und warten. Die gesammelten Daten kann man in BeanScope auswerten und im Protokoll OPC exportieren. Seit Oktober beherrscht die Software die Fast Fourier-Transformation in Echtzeit, sodass sich etwa die Signale von Vibrationssensoren verzögerungsfrei auf bestimmte Frequenzkomponenten analysieren lassen. Die Echtzeit-FFT lässt sich auch auf Signale der energiesparenden Willow-Sensoren von BeanAir anwenden. Diese IoT-Sensoren kommunizieren über das Austauschprotokoll MQTT mit marktüblichen WLAN-Accesspoints. (hps@ct.de)

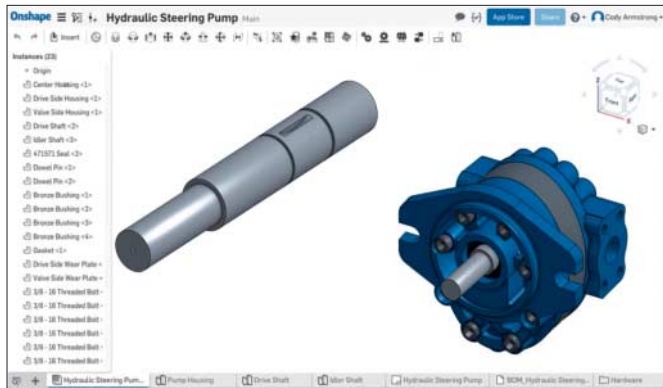
## Siemens-Plattform für digitale Zwillinge

Mit der Plattform „Advanced Machine Engineering“ will Siemens Maschinenbauern zu Kosteneinsparungen und kürzeren Entwicklungszeiten verhelfen. Anwender sollen Aufgaben zur mechanischen, elektrischen und Softwareentwicklung unter Einsatz digitaler Zwillinge simultan und komplett virtuell erledigen. Anhand von CAD-Modellen lassen sich Fräsmaschinen schon programmieren, bevor die ersten Prototypen der neuen Bauteile entstehen. Verkabelungsprobleme sowie Kollisionsrisiken im Zusammenspiel beweglicher Teile werden frühzeitig erkennbar und lassen sich im Vorfeld ausräumen, weil man die Bauteilmodelle virtuell montieren und die geplanten Bewegungsabläufe im Rechner simulieren kann. Die multiphysikalische Simulation berücksichtigt gleichzeitig Schwerkraft, Reibung, Wärmeentwicklung und -ausbreitung, Gas- und Flüssigkeitsströmung sowie elektrische Eigenschaften. Außerdem lassen sich bereits während der virtuellen Konstruktion die Lieferketten für die eingeplanten Bauteile festlegen und für die kaufmännische Kalkulation heranziehen. (hps@ct.de)



Anzeige

## Onshape kombiniert CAD-Objekte



Mit Onshape kann man eine Antriebswelle (grau) aus einem Dokument per Drag & Drop in ein anderes kopieren und dort in das zugehörige Pumpgehäuse (blau) einfügen.

Die November-Ausgabe des webgestützten CAD-Pakets Onshape beherrscht das Kopieren von Objekten per Drag & Drop zwischen unterschiedlichen CAD-Dateien. Dabei überträgt die Software auch alle Referenzangaben auf das kopierte Objekt. Das betrifft etwa die Montageangaben, wenn dieses Objekt selbst aus mehreren Komponenten besteht. Kopierte Objekte werden im Zieldokument als eigene Komponenten eingefügt und lassen sich dort gesondert manipulieren, behalten aber keine Verknüpfung zum Ursprungsdocument wie beim Object Link Embedding (OLE).

Splines in einer 3D-Umgebung kann man nun auf eine beliebige Ebene begrenzen. Außerdem lassen sich Splines jetzt mit einem Bridging-Kommando zusätzlich an weitere Krümmungen anpassen, die etwa durch ein angrenzendes Bauteil vorgegeben werden. In der Stücklistenverwaltung Part Studio lassen sich die Angaben für einzelne Objekte jetzt einzeln auf- und zusammenklappen.

Onshape ist für Privatanwender und Unterrichtszwecke kostenlos; gewerbliche Nutzer zahlen pro Zugang monatlich 125 US-Dollar. (hps@ct.de)

## IPEmotion 2017 R2 akzeptiert Plug-ins

IPETronik hat in der Messdatenerfassungs-Plattform IPEmotion 2017 R2 die Software-Module IPETronik-Log und Testdrive aktualisiert. Seitdem lassen sich über eine Plug-in-Schnittstelle benutzerdefinierte Instrumente zur Datenanalyse einbinden. Außerdem soll die Software die hauseigenen Datenlogger M-Log V3 und IPELog2 jetzt enger anbinden; bei Letzterem kann sie nun auch den internen Beschleunigungssensor auslesen. Nicht zuletzt sind jetzt auch Verbindungen per WLAN möglich. (Mathias Poets/hps@ct.de)

## KiCad importiert Eagle-Projekte

Nutzer der quelloffenen Elektronik-Entwicklungssuite KiCad 4.07 vom August können jetzt komplette Projekte aus dem Platinenlayouter Eagle CAD importieren. Zuständig dafür sind zwei Plug-ins, die man seit Ende Oktober als Nightly Builds im Betastadium herunterladen kann. Im neu eingeführten Menü „Import Project“ lassen sich mit diesen Erweiterungen sowohl Schaltpläne als auch Platinenlayouts im Eagle-Format einlesen. KiCad übersetzt die Daten dann in die Formate EESchema und PcbNew.

Anfang November haben die KiCad-Entwickler neuen Code für den Zugriff auf Symbolbibliotheken in den Haupt-Entwicklungszweig übernommen. Daraufhin sollen die Bibliotheken schneller geladen werden und zudem plattformunabhängig funktionieren. Die Ankündigung auf der Projekt-Webseite deutet jedoch an, dass diese Neuerung einige Umstellungen bei bestehenden Projekten notwendig macht, und dass Schaltpläne mit den neuen Bibliothek-Mappings inkompatibel mit älteren KiCad-Versionen sind. (hps@ct.de)

## Raspi-Laptop ohne Raspi

„pi-top modular laptop v2“ von RS bezeichnet ein prinzipiell funktionsfähiges Notebook mit 14-Zoll-Display in Full-HD, Tastatur und Trackpad. Rechenleistung bezieht das Gerät allerdings aus einem Raspberry-Pi-Computer, den man gesondert erwerben muss. An Stelle eines fest eingebauten Prozessors enthält das Notebook in einem Schacht eine Anschlussbuchse für einen Raspberry sowie Magnetschienen, mit denen man zusätzliche Peripherie wie Lautsprecher oder ein Prototyping-Board fixieren kann.

Das Ganze soll Entwicklern und Lehrern als Experimentiersystem dienen, um allgemeine Programmier-Fähigkeiten und konkrete Erfahrungen mit dem Raspberry zu vermitteln. Im Kaufpreis von 220,99 britischen Pfund (netto rund 250 Euro) ist außerdem eine 8-GB-SD-Karte mit dem pi-top-Betriebssystem, 20 Entwicklungsprojekten sowie Standardanwendungen wie LibreOffice, Webbrowser, E-Mail-Programm und Minecraft Pi Edition enthalten. Als Zubehör kann man eine Experimentierplatine, LEDs, einen Ultraschall-Abstandssensor und ein Mikrofon kaufen. (hps@ct.de)



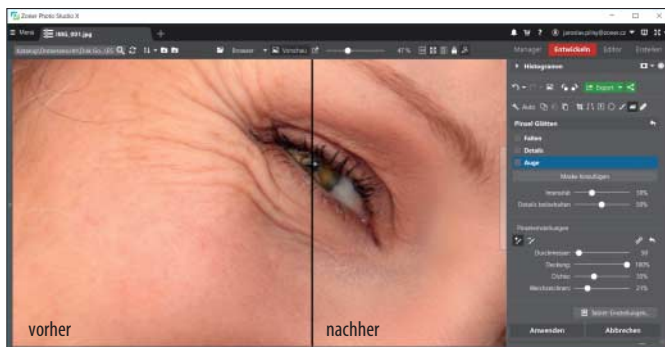
Das Raspberry-Experimentiersystem „pi-top modular laptop v2“ kann auch als Notebook herhalten.

Anzeige

## Sanfte Porträt-Retusche

Der Foto-Entwickler Zoner Photo Studio X hat eine Reihe neuer Funktionen bekommen. So kennt er nun das Multimediaformat HEIF, in dem iOS 11 Fotos und Videos ausgibt. HEIF-Bilder sollen sich nicht nur öffnen, sondern auch bearbeiten und speichern lassen. Laut Hersteller befindet sich das Feature noch in einem experimentellen Stadium – eine gewisse Vorsicht und Sicherheitskopien sind also angebracht.

Für die Porträt-Retusche ergänzt das jüngste Update einen Pinsel zum Glätten der Haut und einen, der Falten und andere Strukturen so abschwächen soll, dass die Gesichter weiterhin natürlich wirken. Ein künstlicher Polarisationsfilter färbt den Himmel strahlend blau – ein Effekt, den Fotografen klassischerweise mit dem gleichnamigen Filter aus Glas vor ihrem Objektiv erzielen. Auch die Arbeit mit Ebenen und Masken wurde verbessert. Zoner Photo Studio ist nur im Abo zum Preis von 39 Euro jährlich erhältlich. (atr@ct.de)



Der neue Retuschepinsel in Zoner Photo Studio soll die Haut glätten, aber nicht glattbügeln.

## PDF-Editor von Foxit

Foxit hat Version 9 des PDF-Editors PhantomPDF veröffentlicht – flankiert von der Unternehmensanwendung ConnectedPDF 2.0, die Begutachtung und Abzeichnen von Dokumenten mit mehreren Beteiligten organisiert. PhantomPDF 9 setzt die Schwerpunkte auf Barrierefreiheit sowie Textbearbeitung und strebt Kompatibilität zum ISO-Standard PDF 2.0 an.

Um PDFs für Blinde und Sehbehinderte zugänglich zu machen, stehen Analyse- und Tagging-Funktionen bereit. Sie sollen Probleme erkennen und beheben, also etwa Tags setzen, Alternativtexte ergänzen oder die Lesereihenfolge festlegen. Fließtext soll sich jetzt wie in einer Textverarbeitung bearbeiten lassen, also nicht nur absatzweise, sondern auch spaltenübergreifend. Darüber hinaus exportiert die Software markierte Bereiche in MS-Office-Formate oder als HTML.

Weitere Neuerungen sind das Bearbeiten von Ebenen, der Import von Formulardaten als CSV-Datei sowie die Anzeige von PDF-2.0-Dokumenten. PhantomPDF gibt es im Abo oder zum Kauf in einer knapp 135 Euro teuren Business-Ausführung und einer Standard-Version für 110 Euro. Letztere ist etwa beim Bearbeiten von Ebenen, Schwärzungsfunktionen und dem Erstellen barrierefreier PDFs eingeschränkt, eine detaillierte Aufstellung finden Sie auf der Website des Herstellers. (atr@ct.de)

## Software für Foto-Vorträge



Die Bedienoberfläche von Wings Platinum für HDAV-Fotoshows ist in Version 6 skalierbar.

Wings Platinum von AV Stumpf ist ein Programm zur professionellen Fotopräsentation. In Version 6 lässt es sich mit der Funktion „Wings Remote“ über Android-Smartphones und iPhones fernsteuern. Dazu greift man über den Webbrowser des Mobilgeräts und eine WLAN-Verbindung auf Wings Platinum zu. Die Adresse kann man als Lesezeichen-Verknüpfung auf dem Smartphone-Bildschirm ablegen.

Die Bedienoberfläche ist nun skalierbar. In den höheren Editionen von Wings Platinum 6 ist die H.265-Formatunterstützung neu hinzugekommen; sie setzt eine Nvidia-Grafikkarte mit Maxwell-Chip oder neuer voraus. Das Codec-Pack unterstützt außerdem die Quicktime-Ausgabe mit Apple ProRes 4.2.2 sowie die Audio-Kodierungen AAC, AC3 und Ogg Vorbis. Kamerafahrten erzeugt das Programm jetzt über Presets.

Neu ist eine Eco-Lizenz für 124,50 Euro netto mit zwei Cross-fade-Spuren, um Fotos zu überblenden. Wings Platinum Starter für 249 Euro hat jetzt drei Spuren sowie H.264-komprimierte Videoausgabe. Die Advanced-Ausgabe für 499 Euro umfasst auch Audio- und Videoeffekte und die Pro-Version für 799 Euro kommt mit Unterstützung für Dual-Displays und 3D-Projektion sowie Audio- und Video-Loops für gesprochene Live-Kommentare. (akr@ct.de)

### Anwendungs-Notizen

Die Fernwartungssoftware TeamViewer 13 ist in finaler Version erschienen. Zu den Neuerungen zählen ein vereinfachter Verbindungsaufbau, zusätzliche Geräteinformationen sowie erweiterte Unterstützung für macOS und Linux (siehe c't 24/2017, S. 27).

Photo Mate R3, ein Raw-Entwickler für Android, steht ab sofort kostenlos in einer funktionsreduzierten Variante zum Download. Sie beherrscht Grundeinstellungen, Beschnitt und den Bildexport. Die erweiterten Funktionen stehen als In-App-Käufe für 1,50 Euro bis 6,49 Euro zur Verfügung.



## PDF-Verwandlungskünstler

Recosoft hat seinen PDF-InDesign-Konverter PDF2ID aktualisiert. Die 2018er-Ausgaben der beiden InDesign-Plug-ins arbeiten mit allen Creative-Cloud-Versionen zusammen und unterstützen macOS High Sierra sowie dessen APFS-Dateisystem. Beide laufen unter Windows und macOS.

PDF2ID wandelt Broschüren oder Magazin-Layouts vom Druckformat PDF in eine besser bearbeitbare InDesign-Datei.

Hier gibt es Verbesserungen bei der Umsetzung von Tabellen und Bildern mit Alphakanal. Die Standard-Version kostet 199 Euro, die Professional-Ausgabe 299 Euro. Letztere beherrscht auch Farbraum-Operationen in CMYK und Lab, verarbeitet bis zu 20 Dateien gleichzeitig (Standard: 5) und verteilt die Rechenlast auf die verfügbaren Prozessorkerne. Die Software des japanischen Herstellers wird in Deutschland von Actino vertrieben. ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de))

## Suchdienst für Sprache

Die Suchmaschine Spaactor crawlt YouTube sowie derzeit mehr als 300 deutschsprachige Mediatheken. Dort gefundene Tonaufzeichnungen und Videos unterzieht sie einer Spracherkennung und fügt die Ergebnisse in ihren Index ein. Dadurch kann man in Spaactor anders als in herkömmlichen Suchmaschinen nach Texten recherchieren, die als Sprachaufzeichnung, aber nicht schriftlich veröffentlicht sind. Laut Anbieter findet die Suchmaschine die meisten Inhalte schon eine Viertelstunde nach ihrer Veröffentlichung.

Jetzt haben die Entwickler die Software um Schnittstellen für kostenpflichtige Suchaufträge erweitert. Damit kann man das System anweisen, künftig auch exotische Wörter wie etwa die Namen von Bekannten oder Geschäftspartnern bei der Erkennung zu berücksichtigen. Außerdem lassen sich Treffer nach Relevanz und Veröffentlichungsdatum filtern. So kann eine Firma automatisch eine Linksammlung anlegen, die alle Fundstellen zum Stichwort umfasst. Jeder Link führt beim Aufruf zum zugehörigen Video- oder Audio-Clip und positioniert die Abspielsoftware sekundengenau an die Fundstelle. Die Veröffentlichungen lassen sich mit oder ohne Positionsangaben über soziale Medien und per E-Mail weitergeben. ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de))

Anzeige



# Familienzuwachs

## Das 15,6-Zoll-Notebook Dell Inspiron 7570 mit Core i5-8250U

**Dell stattet sein Inspiron 7570 mit einem IPS-Bildschirm, einem Vierkerner der achten Core-i-Generation und einem schicken Metallgehäuse aus. Die CPU-Leistung ist außergewöhnlich hoch, doch es gibt auch einige Unannehmlichkeiten.**

**Von Florian Müssig**

**D**ell hat den Modellwechsel hin zur achten Generation der Core-i-Prozessoren genutzt, um hierzulande eine weitere Notebook-Familie einzuführen, nämlich die Inspiron-Geräte mit 7000er-Modellnummern. Sie sind oberhalb der bisherigen 3000er- und 5000er-Serien angesiedelt, was sich unter anderem in Schmankerln wie einem Metallgehäuse und einer beleuchteten Tastatur nieder-

schlägt. Für diesen Luxus muss man allerdings auch vergleichsweise tief in die Tasche greifen: Bereits die hier getestete Einstiegsconfiguration der 15,6-Zoll-Variante Inspiron 7570 – offiziell mitunter auch Inspiron 15 7000 7570 genannt – schlägt mit 900 Euro zu Buche.

Der darin enthaltene Core i5-8250U verbrät wie die Doppelkerne der siebten Core-i-Generation laut Datenblatt 15 Watt, bietet im Gegensatz zu diesen allerdings gleich vier CPU-Kerne und liefert dementsprechend deutlich mehr Rechen-

leistung. Hinzu kommt, dass der verwendete Prozessor im Inspiron 7570 selbst unter seinesgleichen gehörig aufdreht: Statt der 500 bis 550 Punkte, die er im CPU-Benchmark Cinebench R15 erzielen sollte [1], haben wir bei unserem Testgerät über 620 Punkte gemessen. Dell gesteht dem Prozessor hier nämlich mittels cTDP (configurable TDP) dauerhaft eine höhere Abwärme zu, die sich in höherer Rechenleistung niederschlägt.

Leider röhrt der Lüfter nach einigen Sekunden anhaltender Rechenlast schlagartig los und rauscht schlimmstenfalls mit fast 2,5 Sone – so laut werden üblicherweise nur Gaming-Notebooks mit High-End-GPUs. Hinzu kommt, dass der Lüfter unangenehm hochfrequent läuft. Auch ohne Prozessorlast hört man immer ein leises Rauschen – aber nicht vom Lüfter, sondern von den sich drehenden Scheiben in der 1-TByte-Festplatte.

### Optionen

Letztere ist nur als Datengrab eingebaut: Die Vorinstallation von Windows 10 Home residiert auf einer 128-GByte-SATA-SSD. Teurere Ausstattungsvarianten ab 1150 Euro bieten größere und schnellere NVMe-SSDs; die Festplatte entfällt dort. Das 1600-Euro-Topmodell enthält außer einer 512-GByte-SSD einen IPS-Touchscreen mit 4K-Auflösung (3840 × 2160 Punkte).

Alle anderen Modelle enthalten wie das Testgerät IPS-Panels mit Full-HD-Auflösung (1920 × 1080 Punkte). Trotz fehlender Fingerbedienbarkeit hat sich Dell für einen Bildschirm mit spiegelnder Oberfläche und nur 220 cd/m<sup>2</sup> maximaler Helligkeit entschieden; in heller Umgebung stören deshalb sichtbare Reflexionen. Farben bleiben auch beim Blick von der Seite ansehnlich; die Helligkeit nimmt dabei hingegen sichtbar ab.

Der in allen Ausstattungsvarianten enthaltene Zusatz-Grafikchip Nvidia GeForce 940MX bietet etwas mehr 3D-Leistung als die im Prozessor enthaltene Intel-



**Die USB-C-Buchse liefert USB 3.0 und DisplayPort und kann zum Laden des Akkus verwendet werden.**

Einheit UHD 620; für aktuelle Blockbuster-Titel reicht das aber bei Weitem nicht aus. Fürs Abspielen von (U)HD-Videos genügt wiederum die Intel-GPU. Damit bringt der Nvidia-Chip nur denjenigen einen nutzbaren Vorteil, die MMO-Spiele mit vergleichsweise anspruchsloser 3D-Grafik wie etwa DOTA 2 zocken: Dort kann man mehr aufwuschende Details hinzuschalten.

## Schnittstellen

Dell stattet das Inspiron 7570 mit einer USB-C-Buchse aus. Sie liefert wahlweise USB-3.0- oder DisplayPort-Signale. Zusätzlich kann sie auch zum Laden des Notebook-Akkus verwendet werden, wenn gleich Dell dies ab Werk nicht ausnutzt: Dem Notebook liegt ein herkömmliches Netzteil mit Rundstecker bei, das an einem zusätzlichen dedizierten Stromeingang Anschluss findet. Für USB-Daten gibt es auch noch drei klassische Typ-A-Buchsen, für Video-Signale einen HDMI-Ausgang.

Der WLAN-Chip spricht i11ac und funkt sowohl im 2,4- als auch im 5-GHz-Band mit zwei Datenströmen. Wer kabelgebundene Netzwerke bevorzugt: Der LAN-Port bietet Gigabit-Geschwindigkeit. Der SD-Kartenleser bremst schnelle Speicherkarten aus, weil er intern lediglich per USB 2.0 angebunden ist.

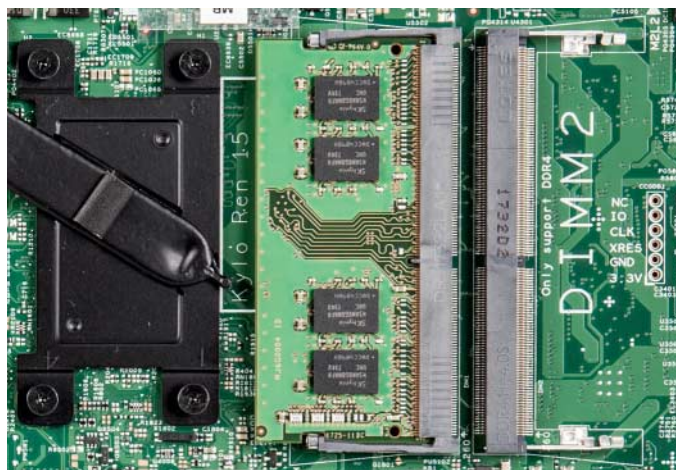
Die stabile Tastatur überzeugt mit festem und präzisiertem Anschlag. Die unterste Zeile ist etwas höher als der Rest – mit diesem Trick konnte Dell den Cursor-Block in eine Zeile quetschen, ohne dass seine Tasten zu klein werden. Dem großen, mehrfingergestentauglichen Touchpad fehlen separate Maustasten.

## Fazit

Das Dell Inspiron 7570 ist ein wertiger 15,6-Zöller mit universeller USB-C-Schnittstelle, hoher CPU-Leistung und maximal zehneinhalb Stunden Laufzeit. Leider fehlen dem Lüfter der Feinschliff, dem Bildschirm eine matte Oberfläche und dem Notebook Hardware zum biometrischen Einloggen mittels Windows Hello. Letzteres bietet inzwischen schon so manches Notebook, das wenig mehr als die Hälfte kostet [2]. (mue@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Der erste 8000er, Acer Aspire 5 A515 mit Core i5-8250U, c't 20/2017, S. 46  
[2] Florian Müssig, Mobiles Minimum, Günstige Notebooks mit Core i5 und SSD, c't 22/2017, S. 92



Im Inneren findet man einen leeren RAM-Slot – und eine Star-Wars-Referenz: Das Mainboard trägt den Codenamen „Kylo Ren 15“.

## Dell Inspiron 7570: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	8TWJSJ2 / 7570-9719
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / L / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 3 × L (1 × Typ C), 1 × R / – / R
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (SD) / L / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / – / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	BOE NV15N35: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 17 ... 220 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i5-8250U (4 Kerne mit HT), 1,6 GHz (3,4 GHz bei einem Thread), 4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte DDR4-2400 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce 940MX (4096 MByte GDDR5) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC295
LAN / WLAN	PCIe: Realtek (Gbit) / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 7265 (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD + HDD: SanDisk X400 + Seagate Mobile (128 + 1000 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	40 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 347 g, 10,5 cm × 4,6 cm × 2,9 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,95 kg / 36,1 cm × 24,4 cm / 2,2 ... 2,4 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,4 cm / 19 mm × 18 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,3 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	2,7 W / 5,9 W / 7,4 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	61,7 W / 10,7 W / 46,8 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	64,5 W / 0,52
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / WLAN (200 cd/m²)	10,4 h (3,9 W) / 7,3 h (5,5 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	5,2 h (7,7 W) / 1,1 h (37,9 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,8 h / 5,8 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 2,5 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	438,2 / 101,4 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	68413 / 24422
Leserate SD-Karte	22,6 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	11,8 / 12,4 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 94,9 dB(A)
Cinebench R15 Rendering (1 / n CPU)	146 / 623
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	17608 / 89757 / 456 fps
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	7584 / 2183 / 714
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	900 €
Garantie	2 Jahre
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden	



# Mehrwege-Router

## Mobilfunk-Router Fritzbox 6890 LTE

**AVMs Fritzbox 6890 LTE nutzt für den Internetzugang einen xDSL-Anschluss oder ein LTE-Modem, Letzteres optional auch als Fallback bei DSL-Ausfällen.**

Von Ernst Ahlers

Auffälligstes Merkmal der Fritzbox 6890 LTE sind ihre beiden externen Mobilfunkantennen. Das ist der Hauptunterschied zum sehr ähnlichen Topmodell 7590 (c't 15/2017, S. 46): Die 6890 hat als zusätzliche Internet-Schnittstelle ein LTE/HSPA-Funkmodul an Bord.

AVM-typisch führt beim Konfigurieren ein automatisch im Browser anlaufender Assistent sicher durch die grundlegende Konfiguration, was sowohl im xDSL-Betrieb an verschiedenen Anschlüssen als auch im LTE-Betrieb inklusive VoIP-Telefonie reibungslos klappte. Zum Testzeitpunkt fehlten in der Firmware FritzOS 6.84 noch Mesh-WLAN-Funktionen (c't 23/2017, S. 76). Diese will AVM mit Version 6.9x nächstes Jahr nachreichen.

Das DSL-Modem ist für SuperVectoring vorbereitet, das bis zu 300 MBit/s im Downstream und 50 MBit/s in Gegenrich-

tung transportiert. Das Mobilfunk-Modul erreicht die gleichen Maximalgeschwindigkeiten (LTE Cat. 6). Bei einer Stichprobe im Vodafone-Netz erhielten wir tagsüber bei 72 MBit/s brutto auf Anwendungsebene 11 MBit/s. Im Telekom-Netz – wo die 6890 optional auch mit IPv6 arbeitete – waren es bei 150 MBit/s brutto immerhin netto 27 MBit/s. Je nach Tageszeit und Zellenauslastung – LTE ist wie jede andere Funktechnik ein Shared Medium – kann das Netto/Brutto-Verhältnis bis auf 3/4 klettern oder weiter absacken.

Die 6890 kann wahlweise als xDSL-, als Mobilfunk-Router oder im Mischbetrieb arbeiten. Im letzteren Fall läuft das Internet über die xDSL-Verbindung, wechselt bei einem vorübergehenden Ausfall automatisch auf den Mobilfunk (Fallback) und wieder zurück. Load Balancing, das Verteilen der Datenströme auf beide Schnittstellen, ist (noch) nicht implementiert. Über den WAN-Port kann man das Gerät auch als Breitband-Router mit einem externen Modem betreiben, indes bislang ohne Mobilfunk-Fallback.

Die Umschaltfrist zum Mobilfunk lässt sich in 10 Stufen wählen (10 Sekunden bis 1 Stunde). Im Versuch dauerte es dann noch mal 10 bis 15 Sekunden, bis

die Ersatzverbindung arbeitete. Wird xDSL wieder verfügbar, wartet die Box mit der Rückkehr einstellbar in ebenfalls 10 Stufen (1 Minute bis 8 Stunden), wobei der Internetzugang wiederum für rund 10 Sekunden ausfällt.

WLAN-seitig ist die 6890 mit 4 MIMO-Streams sehr gut ausgestattet. Der Durchsatz gegen ein 2-Stream-Notebook Acer Aspire V3-372 über 20 Meter durch Wände war im Test je nach Funkband sehr gut bis zufriedenstellend. Multi-User-MIMO – tatsächlich gleichzeitiges Bedienen mehrerer Clients – funktionierte, aber zeigte sich bekannt launisch (c't 19/2016, S. 138): Wir kamen mit dem aktuellen Testsetup auf maximal 39 Prozent Gewinn.

Beim über den WAN-Port gemessenen NAT-Durchsatz erwies sich der Router allen heutigen Internetanschlüssen gewachsen. Die Datenrate im NAS-Betrieb mit einer USB-3.0-SSD war Router-typisch: Wir maßen je nach Protokoll (Windows-Freigabe SMB1, FTP), Übertragungsrichtung (Schreiben/Lesen) und Dateisystem (FAT32, NTFS, ext4) 13 bis 100 MByte/s. Auffälligerweise war die 6890 mit NTFS deutlich langsamer als mit den anderen Systemen. Hier will AVM noch nachlegen.

Falls Sie einen hard- und softwaremäßig sehr gut ausgestatteten Router brauchen, der beim Ausfall der Internet-Hauptverbindung aufs Mobilfunknetz ausweichen kann, machen Sie mit der Fritzbox 6890 LTE nichts falsch. Das Gerät hat seinen Preis, aber damit erkaufen Sie außer der Hardware auch langfristige Pflege und Weiterentwicklung der Firmware. (ea@ct.de) **ct**

Fritz!Box 6890 LTE	
LTE-WLAN-Router	
Hersteller	AVM, www.avm.de
WLAN	IEEE 802.11n-600/ac-1733, Simultan-Dualband, WPS, MU-MIMO
Bedienelemente	WLAN, DECT, WPS, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	7 × RJ45 (5 × Gigabit-Ethernet, ISDN SO, xDSL), 1 × USB 3.0, 1 × RJ12 (a/b), 1 × TAE, 2 × SMA (LTE-Antennen), 1 × Mini-SIM-Slot
NAT-Perf. PPPoE (DS/US)	617 / 922 MBit/s
NAT IP-zu-IP (DS/US)	949 / 942 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah/20 m (V3)	191 / 59-93 MBit/s
5 GHz nah/20 m	293 / 37-89 MBit/s
Leistungsaufnahme	9,2-10,6 Watt (idle, je nach Betriebsart, 24-28 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	349 €





# Sparflamme im Dänenlook

## Breitband-WLAN-Router Phicomm K3C

**Der WLAN-Router Phicomm K3C will mit seinem Design überzeugen. Die Hardware passt dazu, aber mit seinen Router-Funktionen erfüllt das Gerät allenfalls grundlegende Ansprüche.**

Von Ernst Ahlers

Mit nicht mal 90 Euro Straßenpreis wirkt der Breitband-Router K3C wie ein Schnäppchen: Er bringt schnelles WLAN in zwei Funkbändern mit, beherrscht laut Datenblatt auch MU-MIMO, hat einen USB-3.0-Port für Massenspeicher, den man im (W)LAN bereitstellen kann, und steckt in einem Gehäuse, das laut Hersteller von einem dänischen Team gestaltet wurde. Design ist Geschmacksache, Router-Funktionen nicht, weshalb wir unter die Haube geblickt haben.

Wie viele andere Billighersteller spart auch Phicomm beim WLAN das im 5-GHz-Band nötige DFS ein. Das Gerät arnutzte im Test stets nur den Kanalblock 36 bis 48, was gegenseitige Beeinträchtigungen mit Nachbar-WLANs fördert, die ebenfalls dort funken können. Im c't-Test war der Durchsatz gegen ein Acer-Notebook Aspire V3-372 gut, wenn auch stark ausrichtungsabhängig. Im 2,4-GHz-Band messen wir neuerdings mit automatischer Kanalbreite, weil sich bei vielen Mesh-WLAN-Kits (siehe c't 23/2017) der nachbarfreundlichere 20-MHz-Betrieb nicht mehr vorgeben lässt.

Zwar bewirbt Phicomm den K3C mit Multi-User-MIMO, also tatsächlich gleichzeitigem Bedienen mehrerer kompatibler WLAN-Clients (c't 19/2016, S. 138). In unserem Setup mit drei Single-Stream-MU-MIMO-Clients vom Typ Linksys WUSB6100M konnten wir jedoch bei

mehreren Versuchen nie einen MU-MIMO-Gewinn ausmachen.

Beim NAT-Durchsatz zeigte der K3C seine Stärke: Auch mit sehr schnellen Anschlüssen kommt der Router zurecht – nur nicht am Telekom-VDSL über ein externes Modem, denn er beherrscht das dafür nötige VLAN-Tagging auf seinem WAN-Port nicht. Auch in einer Router-Kaskade zeigte der K3C Mängel: Multicast-Forwarding etwa für Live-IPTV (Telekom Entertain) fehlt genauso wie IPv6. Letzteres soll im Frühjahr 2018 folgen. Selbstverständlichkeiten wie ein WLAN-Gastnetz, DynDNS, Port Forwarding, einfaches QoS und Zeitkontingente als Kindersicherung sind immerhin dabei.

Mit einer USB-3.0-SSD lieferte der Router beim Lesen großer Dateien von einer NTFS-Partition immerhin 65 MByte/s, beim Schreiben schaffte er 30 MByte/s. Was Phicomm als „Verschlüsselung“ bezeichnet, ist realiter nur ein zuschaltbares Konto für passwortgeschützten Zugriff – aber wenigstens unterscheidbar von dem für den Konfigurationszugriff. Als Ersatz für ein richtiges NAS geht der K3C dennoch nicht durch.

Ärgerlich wird es beim integrierten VPN: Der Server unterstützt mit Verschlüsselung nur das seit Langem geknackte PPTP. Der L2TP-Modus verzichtet offensichtlich auf ein unterlagertes IPSec mit Pre-Shared Key und arbeitet somit unverschlüsselt. Das gilt auch bei der VPN-Client-Funktion.

Zwar erleichtert Phicomm das Einrichten des Routers mit einer Smartphone-App für Android und iOS, doch für Feinheiten wie QoS und VPN muss man doch wieder zum Browser greifen. Auch wenn der K3C recht günstig ist, fehlt uns an der getesteten Firmware (34.1.9.53) noch zu viel. (ea@ct.de) **ct**

### Phicomm K3C

#### Dualband-WLAN-Router

Hersteller	Phicomm, <a href="http://www.phicomm.de">www.phicomm.de</a>
WLAN	IEEE 802.11n-450/ac-1300, simultan dualband, WPS
Bedienelemente	Ein, Reset, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	4 RJ45 (Gigabit-Ethernet), 1 USB 3.0
NAT-Perf. PPPoE (DS/US)	649 / 913 MBit/s
NAT IP-zu-IP (DS/US)	949 / 949 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah/20 m (V3)	177 / 33-55 MBit/s
5 GHz nah/20 m	301 / 90-149 MBit/s
Leistungsaufnahme	9,3 Watt (idle, ca. 25 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	89 €

# Aldi-AMD-Angebot

**Aldi verkaufte nach längerer AMD-Abstinenz den Medion Akoya P56000 mit Ryzen 5 1600: Für 600 Euro ein gutes Angebot, aber mit Abstrichen.**

Der 200-Euro-Prozessor Ryzen 5 1600 mit sechs Kernen liefert viel Rechenleistung pro Euro. Medion kombiniert ihn im Akoya P56000 mit der 100-Euro-Grafikkarte Radeon RX 560 sowie mit 8 GByte RAM, einer 128-GByte-SSD und einer 1-TByte-Festplatte. Extras wie WLAN-Adapter, Festplatten-Wechselrahmen, DVD-Brenner und SD-Kartenleser, Beigaben wie USB-Tastatur, USB-Maus und drei Jahre Garantie runden das attraktive Paket ab.

Mit 0,43 Sone im Leerlauf, 0,8 Sone bei Last auf dem Prozessor und 1,2 Sone unter Volldampf auf CPU und Grafikkarte schlägt sich der Medion-PC nicht schlecht. Die Rechen- und Grafikleistungen entsprechen den Erwartungen. Doch die Grafikkarte hat nur 2 GByte Video-



speicher und 896 Shader, also weniger als einzeln verkaufte RX-560-Grafikkarten mit 1024 Shadern und 4 GByte. Im 3DMark Fire Strike ist die abgespeckte RX 560 11 Prozent langsamer, anspruchsvolle Spiele laufen deshalb in Full-HD-Auflösung nur mit Abstrichen flüssig.

Die M.2-SATA-SSD der wenig bekannten Marke Foresee fasst nur 128 GByte, die sich rasch füllen. Der Akoya P56000 wird mit Windows 10 Home 1703 ausgeliefert. Das Fall Creators Update (1709) lässt auf der SSD nur 63 GByte frei, nach einer Datenträgerbereinigung sind es immerhin 80 GByte. Der Arbeitsspeicher ist einkanalig bestückt; bis zu 32 GByte Hauptspeicher sind möglich.

Der WLAN-Adapter von Intel arbeitet mit nur einem Stream, aber das reicht bei guter Verbindung für DSL-Anschlüsse. Der SD-Kartenleser ist per USB 2.0 angebunden, weshalb er langsamer arbeitet als schnelle Speicherkarten mit UHS-I/II. Die Transferraten via Gigabit Ethernet, USB 3.0 und USB 3.1 sind gut.

Im Leerlauf ist der Akoya P56000 sparsamer als viele andere Ryzen-Systeme: 27 Watt bei stehender Festplatte. Unter Volllast auf CPU und GPU gleichzeitig schluckt der PC bis zu 206 Watt. Das 250-Watt-Netzteil hat also keine großen Reserven zum Aufrüsten. Die Grafikkarte lässt sich austauschen, aber nur gegen eine Karte, die mit der Speisung aus dem PEG-Slot auskommt.

Der Medion Akoya P56000 bietet ein außerordentlich gutes Preis/Leistungsverhältnis. Der Kampfpriest zwingt allerdings Kompromisse, die nicht jedem schmecken: Für einen Gaming-PC würde man besser einen Quad-Core mit einer besseren GPU kombinieren, mancher würde die Festplatte vielleicht gerne gegen eine größere SSD tauschen.

(ciw@ct.de)



## DVB-T2 HD unkompliziert

**Samsungs DVB-T2-HD-Receiver GX-MB540TL versorgt ältere Fernseher, Beamer und Monitore mit hochauflösten Bildern.**

Samsungs GX-MB540TL ist laut Freetnet derzeit der einzige DVB-T2-Receiver, der sich auf den Connect-Dienst von Freetnet versteht: Er liefert zusätzlich zu TV-Programmen diverse Online-Kanäle ans angeschlossene Display – sofern er mit dem Internet verbunden ist.

Die Installation ist in wenigen Minuten erledigt; wer das LAN-Kabel anschließt, bekommt ein Firmware-Update angeboten und den kostenlosen Drei-Monats-Zugang für die Privatsender im sogenannten freenet-TV.

Aus der vorsortierten Senderliste lassen sich sehr einfach Favoritenlisten generieren, in denen man die TV-Sender per Zifferneingabe aufrufen kann. Ein Senderwechsel dauerte im Test zwischen 1,5 und 3 Sekunden (über die Wippe) und gut 4 Sekunden (per Nummerneingabe). Im TV-Betrieb benötigte der GX-MB540TL 5,9 Watt, im Standby waren es noch 0,4 Watt.

Über den an der Geräteseite eingebauten USB-2.0-Port kann man Bilder (JPEG), Musik (MP3) und Videos (diverse Formate) von USB-Speichern wiedergeben; Streaming vom NAS geht nicht. TV-Sendungen lassen sich nicht auf USB-Datenträger aufnehmen.

Insgesamt ist Samsungs GX-MB540TL ein sehr günstiger und unkomplizierter Receiver mit ordentlicher Fernbedienung und guter Empfangsqualität, dem nur der digitale PVR fehlt.

(uk@ct.de)

P56000 (MD 34030)	
Desktop-PC mit AMD Ryzen von Aldi	
Hersteller	Medion, www.medion.de
Prozessor	AMD Ryzen 5 1600 (6 Kerne/12 Threads)
Grafikkarte	Radeon RX 560, 2 GByte, 896 Shader
RAM (DDR4-2400)	1 × 8 GByte (KVR24N17S8/8, 1 Slot frei)
SSD (M.2, SATA 6G)	Longsys/Foresee S40J, 128 GByte
Festplatte 3,5"	1 TByte, Toshiba DT01ACA100
Chipsatz/BIOS	AMD B350/P2A4WOX.201, AGESA 1.0.0.6
WLAN & Bluetooth	M.2: Intel Dual Band Wireless-AC 3165 1x1 (PCIe, BT4.2)
DVD-Brenner (Slim)	Lite-on DS-8ACSH DVD-R 8X
Kartenleser	SD, MS, MMC (USB 2.0: 28/36 MByte/s)
PCIe-Slots frei	2 × PCIe 2.0 x1 (1 nutzbar)
Netzteil	FSP250-50AMDN (250 Watt)
Abmessungen	17 cm × 38 cm × 38,5 cm
Anschlüsse vorne	2 × USB 3.0, 2 × Audio-Klinke, SD-Kartenleser, Wechselrahmen 3,5"/2,5" SATA 6G
Anschlüsse hinten	1 × DP 1.4, 1 × HDMI 2.0, 1 × DVI-D, 1 × USB-C 3.1, 1 × USB-A 3.1, 4 × USB-A 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 5 × Audio-Klinkenbuchse, 1 × SPDIF-out (TOS-Link)
Betriebssystem	Windows 10 Home 1703
Lieferumfang	USB-Tastatur, USB-Maus (optisch)
Transferrate SSD	427/530 MByte/s (schreiben/lesen)
Transferrate USB 3.1	980/962 MByte/s (schreiben/lesen)
Leistungs-a. Leerlauf	27/30 Watt (HDD steht/dreht)
Volllast	122/206 Watt (CPU/CPU+GPU)
Geräusch Leerlauf	0,43 Sone (HDD-Zugriff 0,7 Sone)
Geräusch Volllast	0,8/1,2 Sone (CPU/CPU+GPU)
Cinebench R15	148/1140 Punkte (Single-/Multithread)
3DMark Fire Strike	5167 Punkte
Preis/Garantie	599 €/3 Jahre Bring-in

Samsung GX-MB540TL	
DVB-T2-HD-Receiver mit freenet Connect	
Ausstattung	TV-Receiver, Internet-Sender, Apps, Medienplayer
Anschlüsse	Antenne in/out, LAN, HDMI, Scart, Audio digital optisch, USB
Lieferumfang	Netzteil, Scart-Adapter, Fernbedienung
Preis	ab 40 € im Online-Handel

Anzeige



# Bisschen fitter

## Das Fitnessband Samsung Gear Fit 2 Pro lernt schwimmen

**Samsungs neuer Fitnesstracker heißt Gear Fit 2 Pro. Für einen Kaufpreis von 229 Euro darf man einiges erwarten.**

Von Michael Link

**S**amsung hat es wohlthuend ehrlich vermieden, bei der Vorstellung des Nachfolgers für sein Fitnessband Gear Fit 2 vom Gear Fit 3 zu reden – zu ähnlich sieht es seinem Vorgänger.

Bereits beim Vorgänger ließ sich Spotify im Streaming-Modus zusammen mit dem Smartphone benutzen. Neu ist, dass man Spotify-Playlists jetzt offline hören kann. 500 Stücke sollen in die dafür freien

2 Gigabyte Speicher passen. Für Sport mit Musik braucht man also kein Smartphone mehr. Spotify ist jedoch als App nicht – wie man meinen könnte – vorinstalliert und wie bei Spotify-Radios durch Klicken nutzbar, sondern man muss sich mit einer fingernagelgroßen Tastatur auf dem winzigen Touch-Display des Fitnessbandes mit Benutzernamen und Passwort einloggen. Selbst mit den schmalen Fingern einer japanischen Geisha ist das fummelig.

### Plaste und Elaste

Das Überspielen herkömmlicher MP3-Titel auf das Gear Fit 2 Pro klappt per WLAN, ist aber kompliziert und nicht vom Smartphone aus möglich.

Das mit dem herstellereigenen Betriebssystem Tizen 3 laufende Band hat einen herkömmlichen Bandverschluss mit

Dorn. Beim Sport hält das Band damit besser am Arm als mit dem Knubbelverschluss der Vorgängermodelle. Die Unterseite des schmalen und werkzeuglos austauschbaren Kunststoff-Armbandes ist schwach geriffelt, sodass man darunter kaum ins Schwitzen kommt.

Das Gear Fit 2 Pro hat gewichtsmäßig zugelegt, die L-Größe um vier Gramm, die kleinere S-Version um fünf. Es ist dennoch am Arm kaum spürbar. Mit nur 13 Millimetern Dicke verschwindet es ohne viel Gewürge unter Hemdenärmeln. Das Band ist aber wegen des großen Displays mit 25 Millimetern viel breiter als beispielsweise das Fitbit Alta.

Das Gear-Fit-typische gewölbte AMOLED-Anzeigefeld schaltet sich nur bei markanter Handgelenksdrehung oder auf Knopfdruck ein. Optional leuchtet es auch bei neuen Nachrichten auf oder zeigt bei aktivem Display einen orangefarbenen Punkt in der Ecke links oben. Ein Umgebungslichtsensor zum Anpassen der Helligkeit fehlt. Bei heller Sonneneinstrahlung ist es also zu dunkel, im Dunkeln zu hell.

### Puls und Strecke

Der optische Pulsmesser auf der Unterseite hat nur zwei Leuchtdioden. Das tut der Grundgenauigkeit keinen Abbruch. Bei der optionalen Pulsüberwachung misst das Band periodisch über den Tag verteilt in unterschiedlichen Abständen den Puls. Hier lagen die Werte auf gleicher Höhe mit der Apple Watch 2. Beim Sport kappte es Pulsspitzen und besonders zu Beginn einer Einheit fehlten Werte oder sie erschienen unplausibel hoch.

Genauso wie die Pulsüberwachung muss man auch den GPS-Chip im Band extra einschalten. Das lösen andere Hersteller besser: Sie schalten das tracker-eigene GPS nur zu, wenn kein gekoppeltes Smartphone in Reichweite Standortdaten beisteuern kann. Das spart viel Akkusaft des Bandes. Insgesamt patzte das Gear Fit 2 Pro bei der Streckenaufzeichnung mit Abweichungen von 400 Metern auf einer vier Kilometer langen Runde im Stadtwald. Die Schlafüberwachung erkannte hingegen Augenpflege betreibende Tester zuverlässig, sogar beim Mittagsschlafchen tagsüber.

Die automatische Sporterkennung funktioniert besser als bei anderen Fitnesstrackern. Sie erkennt Sportarten anhand ihrer Bewegungsmuster und ordnet ihnen entsprechende Kalorienumsätze zu. Das



Erkennen einer Aktivität dauert etwa zehn Minuten. Längere Stopps an Ampeln torpedieren die Automatik. Insgesamt ließen sich 96 verschiedene Sportarten tracken, darunter so exotische wie Sternsprung oder Racquetball. Mit etwas Menüfummelei lässt sich die Liste der Sportarten so ausdünnen, dass sie nur zeigt, was man braucht. Was fehlt, sind fortgeschrittene Analysefunktionen wie die Messung der maximalen Sauerstoffsättigung im Blut (VO2max).

## Augenpulver

Wie das erste Gear-Fit-Modell aus dem Jahr 2014 hat das AMOLED-Touchdisplay in Längsrichtung 432 Pixel. Statt 128 Pixeln auf der Schmalseite sind es nun 216 Pixel. Das mag die Entwickler dazu bewogen haben, viele winzige Erklärtexte und kleinteilige Menüs auf dem Display unterzubringen. Daher benötigt der Nutzer Adleraugen und vor allem etwas Zeit, sich mit den drei Tasten und Wischmenüs in die Bedienung einzuarbeiten.

Verwirrend ist, dass zwei Apps auf dem wie üblich nötigen Smartphone als Begleiter installiert werden müssen: die Gear-App zum Einstellen und zum Installieren von Zifferblättern sowie die unübersichtliche Samsung-Health-App zum Betrachten der gewonnenen Daten und dem Abgleich mit der Samsung-Cloud. Anders als bei Fitbit, Polar oder Garmin kommt man aber nicht per Browser an die Daten, sondern nur mit dieser App. Mit der lassen sich übrigens komfortabel auch eingenommene Mahlzeiten mitloggen.

## Strom und Daten

Mit nur knapp 2,5 Tagen ist die Akkulaufzeit des Bandes arg kurz. Ein Energiesparmodus dehnt sie zwar um einen halben Tag, aber dafür schaltet das Display in einem Monochrom-Modus und die Smartphone-Benachrichtigungen werden gekappt. Das Band kommt zum Laden in eine USB-Halterung, die den Akku (210 Milliamperestunden) in knapp zwei Stunden auffüllt.

Vorbildlich ist, dass alle vom Band gesammelten Fitnessdaten sehr einfach gelöscht werden können – auch die schon auf Samsung-Servern gebunkerten. Daten, die man per Datenfreigabe direkt oder über den Umweg von installierten Apps mit anderen Plattformen teilt, bleiben davon aber unberührt.

## Fazit

Der Tracker Gear Fit 2 Pro kann viel, bedarf aber etwas Einarbeitung. Dafür lässt er sich feingranular auf persönliche Vorlieben einstellen. Nicht genau ist die Streckenaufzeichnung. Den Vorgänger Gear Fit 2 gibt es für rund 140 Euro. Außer der Wasserdichtigkeit gibt es wenige Gründe für einen Umstieg auf die Gear Fit 2 Pro. *(mil@ct.de)*

Anzeige

Gearfit 2 Pro	
Fitnesstracker	
Hersteller	Samsung, <a href="http://www.samsung.com/de">www.samsung.com/de</a>
WLAN/Bluetooth	801.11bgn (2,4 GHz), Bluetooth 4.2
kompatibel	Android (ab 4.4), iOS (ab 9)
Sensoren	GPS/Glonass, Lagesensor, Barometer (Höhenmesser), Beschleunigungsmesser
Abmessungen/Gewicht	51 × 25 × 13 mm, 34 g (Größe L)
Display	Touch AMOLED, 38,6 mm Diagonale, 216 × 432 Pixel
Preis	229 €



# Einmessbare Farbarbeiter

## Viewsonic VP2468 und VP2785-4K im Test

**Mit zwei in Hardware kalibrierbaren Monitoren zum Kampfprijs will Viewsonic das Profi-Segment aufmischen. Die Displays bieten viel fürs Geld, doch das zwingt den Hersteller zu einigen Kompromissen.**

Von Benjamin Kraft

**U**HD-Auflösung (3840 × 2160 Pixel) auf 27", erweiterter Farbraum, 10-Bit-Panel, HDR, Kalibrierung in Hardware – die Feature-Liste des Viewsonic VP2785-4K liest sich wie der Wunschzettel ambi-

tionierter Fotografen und Filmer. Dabei muss das Display zum Preis von 1000 Euro keine Konkurrenten fürchten. Der 24-Zöller VP2468 ist mit Full HD (1920 × 1080) und sRGB-Farbraum weniger spannend – und mit einem 6-Bit-Panel mit FRC aus unserer Sicht auch kein Profi-Display –, doch für unter 300 Euro findet man sonst keinen Monitor mit der Möglichkeit zur Hardware-Kalibrierung.

Stellt man mehrere der schlichtelegant designten Displays nebeneinander, entstehen wegen der schmalen Rahmen nur kleine Lücken im Bild. Die Monitore lassen sich schwenken, neigen, in der Höhe verstellen sowie ins Hochformat drehen. Hat man das Display per USB mit

dem Rechner verbunden, dreht der Auto-Pivot-Treiber das Bild mit. Mittig im unteren Rahmen des 27-Zöllers sitzen ein Umgebungslichtsensor, der die Bildschirmhelligkeit auf Wunsch an die Gegebenheiten anpasst, und ein Anwesenheitssensor, der den Bildschirm dunkel schaltet, wenn niemand davor sitzt.

### Große Anschlussvielfalt

Die Viewsonic-Displays bieten reichhaltige Anschlussmöglichkeiten: Peripherie binden sie über einen USB-3.0-Hub an, Bildsignale nehmen sie via HDMI, DisplayPort und mini-DisplayPort an. Zusätzlich verfügt der VP2468 über einen DisplayPort-Ausgang für einen weiteren Monitor. Der VP2785-4K hat stattdessen einen USB-C-Port, über den er nicht nur Bildsignale annimmt, sondern auch Daten mit dem angeschlossenen Rechner austauschen und ihn im Falle eines Notebooks mit bis zu 60 Watt versorgen kann.

Steuert man das Display darüber allerdings in UHD mit 60 Hz an, laufen Datentransfers via USB mit maximal 43 MByte/s, also USB-2.0-Speed. Schaltet man im Bildmenü den Punkt „USB 3.1“ auf „On“, sind zwar bis zu 330 MByte/s möglich, aber 4K nur noch mit 30 Hz. So eingestellt, wollte das Display dann kein Bild von einem MacBook Pro Retina 13" (Modelljahr 2016) annehmen. Über seine zahlreichen Display-Eingänge kann der 4K-Monitor mittels PiP (Picture in Picture) Bilder von zwei Quellen ineinander darstellen oder via PbP (Picture by Picture) Inhalte von zwei oder vier Quellen nebeneinander zeigen.

Das Viewsonic-Bildmenü bietet zwar viele Schraubchen für teils sehr feine Einstellmöglichkeiten, versteckt sie aber oft in Untermenüs. Am VP2785-4K gelingt die Navigation über die frontseitigen Sensordfelder recht gut, beim 24-Zöller lassen sich die eingeblendeten Optionen dagegen nicht auf Anhieb den Bedientasten an der Gehäuserückseite zuordnen: Oft drückt man den falschen Taster oder schaltet das Display versehentlich aus, was schon nach kurzer Zeit frustriert.

### Farbraumwahl

Zusätzlich zu diversen Bild-Presets lassen sich via Menü gebräuchliche Farbräume wählen, beim VP2468 unter anderem der im Web übliche sRGB-Farbraum sowie Rec. 709 für HDTV. Der VP2785-4K hat weitere wie Adobe RGB und DCI-P3 in petto. Außerdem beherrscht er die Wie-

Das IPS-Panel des Viewsonic VP2785-4K nimmt bei seitlicher Draufsicht einen Rotstich an. Das fällt bei hellen Farbtönen besonders auf.



dergabe von kontraststarken Inhalten nach HDR10. Mit Filmen gelang dies problemlos, beim Weltraum-Rollenspiel Mass Effect Andromeda meldete das Display hingegen, es liege kein HDR10-Signal an.

Mit den Einstellungen ab Werk decken beide den jeweils gewählten Farbraum präzise ab. Das Panel des VP2785-4K erfreut das Auge bei direkter Draufsicht mit sehr satten, lebendigen Farben. Von der Seite betrachtet färbt sich das Bild zunehmend rot, was vor allem bei hellen Farbtönen auffällt. Zudem invertiert Schwarz – dabei gelten IPS-Panels wie dieses eigentlich als blickwinkelstabil. Laut Viewsonic kommt ein spezieller Farbfilter zum Einsatz, der ein sattes Grün erzeugt. Den seitlichen Rotstich nimmt der Hersteller dafür billigend in Kauf.

Im Zentrum bekommen beide Displays ein gutes Schwarz hin, die Ecken leuchten aber deutlich heller. Vor allem unten links störte bei unseren beiden Exemplaren eine größere gelbe L-förmige Fläche. Im fließenden Grauverlauf von Weiß nach Schwarz scheiterte der VP2468 daran, tiefste Grautöne zu differenzieren und stellte sie als schwarzen Block dar.

Die Kalibrierung in Hardware mittels der Colorbration-Software setzt einen passenden Messkopf vom Typ CS-XRi1, i1Display, i1Pro oder i1Pro 2 der Firma X-Rite voraus und dauert etwa 25 Minuten. Das Tool muss man zwingend als Administrator ausführen, sonst erlaubt es Windows nicht, das generierte ICC-Profil im Systemordner abzulegen – damit wäre die Kalibrierung aber nur zur Hälfte gelungen, denn ohne Profil spricht das Betriebssystem den Monitor nicht optimal an.

## Kontrast oder Homogenität

Den versprochenen Kontrast von rund 1000:1 erzielen die Viewsonic-Displays nur, wenn man die in den Farbraum-Presets automatisch eingeschaltete Uniformity-Funktion deaktiviert.

Die soll anhand einer im Werk für jedes Display individuell ermittelten und in der Monitor-Firmware hinterlegten Helligkeitsmatrix für eine gleichmäßige Display-Ausleuchtung sorgen. Dabei orientiert sich das Panel an seiner dunkelsten Stelle und gleicht die verbleibende Helligkeitsdifferenz aus, indem es den Flüssigkristall der helleren Pixel nicht auf volle Lichtdurchlässigkeit ausrichtet und so auf das gewünschte Niveau abdunkelt.

Ohne die Uniformity-Funktion fällt die Helligkeit bei weißem Bildinhalt beim 27-Zöller um bis zu 21 Prozent gegenüber der Mitte ab, beim 24-Zöller punktuell um beinahe 30 Prozent. Mit aktiver Uniformity sind es jeweils maximal 10 Prozent – doch dafür halbiert sich der Kontrast. Erklärung: Die Uniformity-Funktion regelt nicht nur die Helligkeit auf einen für die jeweiligen Farbräume vorgegebenen Wert herunter, sondern hebt aus uns unerfindlichen Gründen zugleich den Schwarzwert an, was den Kontrast killt. Dass sich Anwender zwischen einem homogen ausge-

leuchteten Bild und einem hohen Kontrast entscheiden müssen, passt nicht zum Profi-Anspruch dieser Monitore.

## Fazit

Unterm Strich sind die Viewsonic-Displays zwar gut ausgestattet, taugen aber nur bedingt für die professionelle Bildbearbeitung. Ob des deutlich geringeren Preises verzeiht man dem VP2468 seine Schwächen eher – und wer Inhalte fürs Web produziert, etwa einen bebilderten Online-Katalog oder Videos, der weiß ein günstiges kalibrierbares sRGB-Display zu schätzen.

Den VP2785-4K retten dagegen weder seine lange Feature-Liste noch die eigentlich gute Farbdarstellung oder der Preis. Ein schlecht ausgeleuchtetes oder kontrastschwaches und zudem noch blickwinkelabhängiges Display wird keinem Bildbearbeiter Freude bereiten. Hier greift man besser etwas tiefer in die Tasche und wählt eines der in c't 12/2017 ab Seite 141 getesteten Profi-Displays – auch wenn man dafür auf 4K oder HDR verzichten muss.

(bkr@ct.de) **ct**

## Displays mit Hardware-Kalibrierung

Produktbezeichnung	VP2468	VP2785-4K
Hersteller	Viewsonic	Viewsonic
Display-Diagonale / -Typ (Pixel / dpi)	24" / IPS (1920 × 1080 / 91,8)	27" / IPS (3840 × 2160 / 163)
Leuchtdichteregulierungsbereich [cd/m <sup>2</sup> ]	55 ... 263	43 ... 331
Leistungsaufnahme <sup>1</sup> [W]	0,2 / 0,3 / 13,1 / 18,4	0,3 / 0,5 / 33 / 61
Kontrast: minimales / erweitertes Sichtfeld <sup>2</sup>	962:1 / 617:1	1023:1 / 700:1
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 gesamte Bild pink. Winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand 0 200 400 600		
Anschlüsse / Lieferumfang	2 × HDMI 1.4, DisplayPort 1.2, mini DisplayPort 1.2, DisplayPort 1.2 out, USB 3.0 (1 × Upstream, 4 × Downstream), Audio Out / Kabel: mini DisplayPort auf DisplayPort, USB	2 × HDMI 2.0, DisplayPort 1.4, mini DisplayPort 1.4, USB C, USB 3.0 (1 × Upstream, 3 × Downstream), Audio Out / Kabel: mini DisplayPort auf DisplayPort, USB-C
Preis	290 €	1000 €

<sup>1</sup> (Off / Standby / 120 cd/m<sup>2</sup> / max. Hell.) <sup>2</sup> mit deaktivierter Uniformity

# Kfz-Schützer

## Tanktaler Datenstecker für die OBD2-Schnittstelle

**Diagnosestecker fürs Auto lesen Fehler-Codes aus und bringen Fahrzeugdaten live aufs Handy. Der Tanktaler mit eSIM kann ein bisschen mehr.**

Von Sven Hansen

Den OBD2-Stecker von Tanktaler parkt man dauerhaft in der Diagnose-schnittstelle seines Autos. Von dieser mit Strom versorgt, analysiert er vom Fahrzeug bereitgestellte Informationen wie Live-Motordaten, Fehlercodes, die Batteriespannung oder den Tankfüllstand. Das Besondere: Im Tanktaler steckt eine embedded SIM mit Vodafone-Vertrag, über die der Stecker Verbindung zur Cloud des Herstellers hält. Darüber hinaus ist er mit einem Gyrosensor und ein GPS-Modul be-

stückt, sodass Tanktaler Fahrzeugposition und -bewegung erfassen kann.

Den OBD2-Stecker bestellt man über die Homepage des Herstellers, wo man nach dem Anlegen eines Accounts die Kompatibilität mit dem eigenen Fahrzeug prüfen kann. Generell unterstützt er alle Benziner ab dem Baujahr 2001 und alle Diesel-Fahrzeuge ab 2004. Eine Ausnahme bilden etwa 20 Modelle, zum Beispiel VW Caddy, alle Fiat-Modelle bis Baujahr 2008 oder der Chevrolet Reza. Mit einer Länge von 5,5 cm ist der Tanktaler deutlich länger als einfache Funkstecker, die Diagnose-Daten direkt ans Handy funken. Mit im Karton liegt eine kurze OBD2-Verlängerung, falls der Stecker beim eigenen Fahrzeug am jeweiligen Montageort zu weit abstecken würde.

Die Installation ist denkbar einfach. Hat man den Tanktaler in die Diagnose-schnittstelle gesteckt, muss man sich in der für iOS und Android erhältlichen App mit dem bei der Bestellung angelegten Tanktaler-Konto anmelden und den Dongle durch die Eingabe einer achtstelligen Seriennummer aktivieren. Der Stecker beginnt sofort mit der Datenübertragung in die Cloud und ist fortan fest mit dem Kundenkonto verknüpft. Über die Service-Hotline lassen sich auch mehrere Fahrzeuge auf einen Account anmelden.

### Auto-App

In der Tanktaler-App kann man die jeweils aktuelle Fahrzeugposition sehen. Dreht man den Zündschlüssel, legt das System einen Eintrag im digitalen Fahrtenbuch an. Dieser wird automatisch geschlossen, sobald der Motor stoppt. Die App lässt sich unter Angabe des Kundenkontos auch auf mehreren Devices parallel nutzen – so können auch andere Familienangehörige sehen, wo das Fahrzeug unterwegs ist. Eine Sharing-Funktion erlaubt zudem das Erstellen eines temporären Links: Ähnlich wie bei Glympe ist das Fahrzeug dann für zwei Stunden ortbar. Wer den Link be-

kommt, kann ohne zusätzliche App mit einem Browser auf die Positionsangabe zugreifen.

Seinen Namen trägt der Stecker nicht umsonst: Die Kunstwährung „Tanktaler“ sammelt man beispielsweise durchs Tanken, Weiterempfehlen oder über Bonusprogramme von Partnern. Über den integrierten Spritpreisvergleich lassen sich günstige Tankstellen in der Nähe finden. Pro Liter Sprit bekommt man als Premium-Nutzer derzeit 20 Tanktaler gutgeschrieben, was umgerechnet zwei Cent entspricht. Für 20.000 Taler bekommt man einen Amazon-Gutschein im Wert von 18 Euro, bei 50.000 Talern sind es die vollen 50 Euro. Alternativ kann man die Taler auch spenden.

Mit Hilfe des Beschleunigungssensors und durch die Verbindung zum Fahrzeug kann der Stecker auch Unfälle erkennen, rüstet Altfahrzeuge also mit einer automatischen Notruffunktion nach. Ein kleiner Li-ion-Akku dient als Notstromversorgung, falls die Fahrzeugbatterie ausfällt. Derzeit meldet der Dongle Unfälle nur weiter, wenn man ihn statt direkt von Tanktaler über den Kfz-Haftpflichtversicherer HDI bezogen hat. Der Versicherer stellt ihn Neu- wie Bestandskunden kostenfrei zur Verfügung. Warum, erklärte HDI-Produktmanager Dr. Dirk Höring im Gespräch mit c't: „Zum einen sehen wir den Tanktaler als Mittel der Kundenbindung, das unsere KFZ-Versicherung aufwertet. Zum anderen bieten die über Tanktaler gesammelten Daten die Möglichkeit, neue Formen der Tariffindung zu erproben.“ In Zukunft könnte es demnach genügen, wenn Neukunden drei Monate mit einem Dongle unterwegs sind statt ein Set von 20 Fragen zu ihren Lebensumständen beantworten zu müssen.

Im Falle des Unfalles alarmiert Tanktaler automatisch die HDI-eigene Notfallzentrale. Diese versucht umgehend, die in der App hinterlegten Personen telefonisch zu erreichen. Misslingt der Kontaktversuch, werden Rettungsfahrzeuge alarmiert. Darüber hinaus erhält man beim HDI-Deal ein paar Tanktaler extra fürs ökologische Fahren: Wer starkes Abbremsen oder



In der Fahrzeugübersicht der Tanktaler-App sind alle Infos übersichtlich aufbereitet.

Tanktaler	
OBD2-Dongle	
Hersteller	ThinxNet, tanktaler.de
Kommunikation	LTE via eSIM (Vodafone)
Batterie	interner Li-ion-Akku
Preis	100 € (Kauf) / 40 € (jährliche Miete)





Den Tanktaler-Dongle steckt man in die Diagnoseschnittstelle des Autos.

Beschleunigen vermeidet, bekommt etwa 1 Tanktaler pro gefahrenen Kilometer gutgeschrieben. Die SV Sparkassenversicherung bietet für den Raum Stuttgart ein ähnliches Paket, allerdings ohne den Notruf. Wer seine KFZ-Versicherung nicht wechseln möchte, kann den Stecker in zwei Varianten beziehen. Er lässt sich zum Preis von 40 Euro pro Jahr mieten oder für einmalig 100 Euro kaufen.

Die Tanktaler-App ist liebevoll gestaltet. Die Fahrzeugansicht listet übersichtlich alle Informationen rund ums Auto auf. Im Verlauf lassen sich alle zurückgelegten Strecken nachträglich abrufen. Die Route wird auf einer Karte eingeblendet, ein Dia-

gramm bildet die Geschwindigkeit ab und weist auf besondere Ereignisse (starkes Bremsen oder Beschleunigen) hin. Auf Wunsch kann man die Daten als digitales Fahrtenbuch exportieren; in Kürze soll auch das Ausspielen in einer fürs Finanzamt konformen Form möglich sein. Das Löschen eines Eintrages aus dem Fahrtverlauf ist nicht möglich. Immerhin kann man den Stecker über die App vor Fahrtantritt in den Inkognito-Modus versetzen – dabei ist dann allerdings auch die Notfallfunktion deaktiviert.

Mit Fast Lane bietet das System eine kontaktlose Zahlvariante fürs Tanken an. Derzeit kann man allerdings nur an einer Handvoll ausgewählter Tankstellen Sprit zapfen und ohne Gang zum Kassenhäuschen mit der App bezahlen. Es fehlt an einem Kooperationspartner, der das System bundesweit unterstützt.

Der Tanktaler ist per Definition eine Datenschleuder, der Hersteller wirbt dabei zumindest mit Datenschutz „made in Germany“. Die Cloud-Server stehen in

Deutschland, personenbezogene Daten werden entsprechend hiesiger Datenschutzvorschriften geschützt.

## Fazit

Der Tanktaler-Stecker schickt permanent Daten in die Cloud – das muss einem bewusst sein. Im Unterschied zu einem ab Werk vernetzten Fahrzeug kann man die per Nachrüstlösung eingebrachte Online-Verbindung aber schnell wieder kappen. Dabei saugt der Stecker die Daten nicht nur zum Wohle der beteiligten Unternehmen – auch der Kunde kann ein paar nette Features auf der Habenseite verbuchen.

Die Ortungsfunktion ist für die Familienkutsche praktisch, ein paar Cent beim Tanken spart man gerne und die Notfallfunktion gibt ein sicheres Gefühl. Dass ausgerechnet letztere Funktion nur über die Kombination mit einem Kfz-Versicherer erhältlich ist, ist bedauerlich. In Zukunft will Tanktaler den Notruf gegen Gebühr auch ohne Tarifkombi anbieten – Preise stehen noch nicht fest. (sha@ct.de) **ct**

Anzeige



## Große Kleine

**MicroSD-Karten versprechen Abhilfe für Speichermangel im Smartphone. Besonders hilfreich ist dafür die 400-GB-Byte-Karte aus der Ultra-Serie von SanDisk.**

Die bislang größten microSD-Karten speicherten 256 GByte, nun aber kommt SanDisk mit einer 400-GB-Byte-Karte. Die ungewöhnliche Kapazität lässt sich nur damit erklären, dass einmal mehr einfach kein Platz für weiteren Speicher war – bereits Anfang 2015 war SanDisk mit einer 200-GB-Byte-Karte an die Grenzen des damals Möglichen gestoßen.

Den erneuten Kapazitätssprung ermöglicht die Weiterentwicklung der Flash-Speicher-Chips, die immer mehr Daten pro Quadratzentimeter speichern. In der microSD-Karte sind mehrere solcher Chips gestapelt.

SanDisk verspricht eine Datenübertragungsrate von bis zu 100 MByte/s – das gilt wie üblich nur für das Lesen des Flash-Speichers. Gemessen haben wir knapp 90, beim Schreiben waren es knapp 80 MByte/s – ein guter Wert für eine UHS-I-Karte. Zudem soll die Karte die A1-Spezifikationen für einen möglichst schnellen App-Start auf Smartphones erfüllen, also mindestens 500 IOPS beim Schreiben sowie 1500 IOPS beim Lesen liefern. Beim Lesen überfüllt die Ultra mit 2634 IOPS die Vorgabe, beim Schreiben kommt sie jedoch mit genau 500 IOPS gerade einmal heran. Für Smartphone-Besitzer mit Platzproblemen dürfte die Karte eine gute Wahl sein; bezogen auf den Preis pro GByte ist sie kaum teurer als die Version mit 256 GByte. (ll@ct.de)

SanDisk Ultra microSDXC	
MicroSD-Speicherkarte mit 400 GByte	
Hersteller	SanDisk, www.sandisk.de
Modellbezeichnung	SDSQUAR-400G-GN6MA
Straßenpreis	223 €



## Showtime

**Amazons vernetzter Lautsprecher mit Display und Kamera ist nun auch hierzulande erhältlich.**

Die Hardware des deutschen Echo Show entspricht praktisch eins zu eins der des US-Modells: Das mattschwarze Gehäuse ist klobig, das 7-Zoll-Display spiegelt arg und der Klang übertrifft den der ersten Echos. Auch das Basis-Setup klappt dank Touchscreen unverändert ohne die Alexa-App. Erwartungsgemäß lassen sich auch beim hiesigen Modell externe Lautsprecher über Bluetooth koppeln. Dennoch lohnt ein genauerer Blick auf das mit einem Preis von rund 220 Euro teuerste Modell der Echo-Reihe, da es für die Käufer der deutschen Version ja auch darum geht, wie gut die Lokalisierung gelungen ist.

Positiv ist anzumerken, dass Show sein Display auch in der deutschen Fassung nutzt, um eine Reihe von Zusatzinformationen darzustellen. Man merkt aber, wo Amazons Sprachassistenten Lücken aufweist – etwa, wenn es auf Zuruf keine Karten oder Bilder zu einem Thema zeigt, sondern passende Fotos im Prime-Photos-Konto des Nutzers sucht. Oder wenn Show zwar Lieder auf Spotify nach einer Suche auflistet und auch durch Nennung der Nummer startet, danach aber nicht per Spracheingabe zum nächsten Song springen kann. Die virtuellen Tasten auf dem Touchscreen sollten hier weiterhelfen, brachten aber auch nicht immer das gewünschte Ergebnis.

Aus einigen Untermenüs fand Alexa im Test kaum mehr heraus. So konnten wir den integrierten Amazon-Shop weder mit dem üblichen „Kehre zurück zum Startbildschirm“ noch mit „Stop“ verlassen.

Erst nach „Abbrechen“ kehrt Show zum vorherigen Bildschirm zurück, von wo wir mit einem weiteren Befehl wieder zum Startbildschirm gelangen. Zudem legte unser Testgerät ganztägige Termine im eingebundenen iCloud-Kalender konsequent auf 13 Uhr und stürzte reproduzierbar bei bestimmten Abfragen ab.

Videoanrufe (wahlweise zu anderen Shows oder zur Alexa-App auf einem Mobilgerät) klappen mit befriedigender Bild- und Tonqualität. Allerdings weigerte sich Show, YouTube-Videos abzuspielen, was bei der US-Fassung problemlos ging.

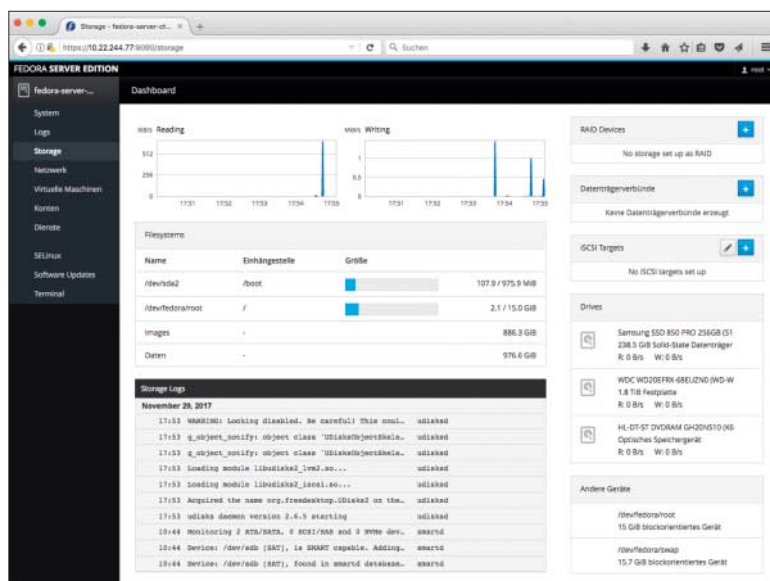
Amazon bietet den Show hierzulande ähnlich dem Echo Plus auch in zwei Sets mit vernetzten Hue-Leuchtmitteln an, obwohl er im Unterschied zum displaylosen Bruder auch in der deutschen Version keinen Zigbee-Hub eingebaut hat. Folglich liegt jedes Mal auch eine Hue-Bridge bei.

Alles in allem ist Echo Show ein cooles Gerät mit einige interessanten Features, das aktuell in der deutschen Fassung aber noch mit einigen Unzulänglichkeiten und Bugs kämpft. Das schmälert auch den Spaß am Display, das im Vergleich mit den Echo-Geschwistern an sich einen echten Mehrwert darstellt. (nij@ct.de)

### Amazon Echo Show

#### Smarter Lautsprecher mit Sprachassistent

Hersteller	Amazon
Abmessungen	187 mm × 187 mm × 90 mm
Bildschirm	7-Zoll-Touchscreen, spiegelnd
Aufl. Frontkamera	5 Megapixel
Prozessor	Intel Atom x5-Z8350
WLAN	802.11 a/b/g/n
Systemanf. Alexa-App	Mobilgerät mit iOS ab 9 oder Android ab 5
Preis	220 € / 284 € (mit Philips Hue White Set) / 380 € (mit Philips Hue Color Set)



## SSH-Co-Pilot

**Cockpit tritt an, um den Webbrowser für Linux-Admins zum Werkzeug der Wahl zu machen.**

Cockpit ist ein Administrationsinterface für Linux-Server, das im Webbrowser läuft. Cockpit beansprucht keine Ressourcen, wenn es nicht aktiv ist, speichert selbst keine Zwischendaten und bearbeitet direkt die Konfigurationsdaten der Serverdienste. Admins haben also die Wahl, direkt in die Konfiguration einzugreifen oder Cockpit zu nutzen, ohne dass das eine das andere abhängt.

Diese Ziele erreicht Cockpit, indem es auf gängige Standards für die Verwaltung einzelner Aspekte zurückgreift: Für das Einspielen von Updates zieht es PackageKit heran, das die distributionseigene Paketverwaltung wie Apt und Dnf/Yum abstrahiert. Beim Hantieren mit Docker-Containern hilft die Schnittstelle des zugehörigen Daemons. Zum Verwalten von virtuellen Maschinen spannt sie oVirt ein. Weitere Hauptrollen spielen StorageD respektive UDisks, D-Bus und SystemD.

Cockpit ist schnell eingerichtet: Aktuelle Versionen von Red Hat Enterprise Linux, CentOS und Fedora enthalten fertige Pakete – Fedora Server installiert es gleich von sich aus. Für Debian gibt es Backports, sodass man dort die offiziellen Paketverwaltungspfade nicht verlassen muss. An der Auswahl wird deutlich, dass Cockpit aus der Red-Hat-Ecke stammt, was im praktischen Betrieb aber nicht wirklich spürbar ist, auch unter Ubuntu oder Debian.

Das Funktionsangebot ist rund: Last an- und Logs einsehen, Container starten, stoppen sowie Container-Images suchen und herunterladen, VMs managen, Updates installieren, Nutzerkonten verwalten, Dienste starten und stoppen, Netzwerkschnittstellen konfigurieren bis hin zu IP-Adressen inklusive Einrichten von VLANs, Bridges und Bonds. Wenn das nicht genügt, hilft eine Kommandozeile im Browser.

Selbst nach längerer Nutzung findet man immer noch Neues. Dafür lohnt es sich im Zweifelsfall, die Blog-Einträge zu neuen Versionen der Entwickler zu lesen und auch deren Ausblicke in die Zukunft, etwa zu einer Funktion zum Einbinden der OpenSCAP-Scan-Resultate für Container, die Update-Warnungen aussprechen, oder Schnittstellen für Third-Party-Erweiterungen.

Die Weboberfläche verträgt sich mit vielen gängigen Browsern. Sie entspricht heutigen Ansprüchen, ohne den Back-Button zu degradieren oder grobklotzige Kindergrafik zu produzieren. Sie behandelt auch mehrere Server, die über eine Cockpit-eigene Methode oder auch per SSH einbindbar sind – in letzterem Fall ist es nicht einmal nötig, den Cockpit-eigenen Port 9090 nach außen zu öffnen. Cockpit wäre ein würdiger Nachfolger für Webmin, den einstigen Star unter den Weboberflächen für Linux. (ps@ct.de)

### Cockpit

#### Weboberfläche für Linux-Server

Web	cockpit-project.org
Lizenz	frei (GPL v2.1)

Anzeige

# Effektiv entwickeln

## ON1 Photo Raw 2018: Raw-Bearbeitung und Bild-Looks

**Neben Effektfilttern enthält ON1 Photo Raw eine Fotoverwaltung und einen vollständigen Raw-Entwickler. Das Programm soll sich als Alternative zu Lightroom etablieren. Dazu ergänzt ON1 immer mehr Funktionen, die aus dem Adobe-Programm bekannt sind.**

Von André Kramer

ON1 hat sich mit Photo Raw 2018 von der Zergliederung in viele Module verabschiedet. Jetzt gibt es wie beim Konkurrenten Exposure von Alien Skin nur ein Hauptfenster (siehe c't 23/2017, S. 56). Bibliothek, Entwickler, Effekte, Ebenen und Skalier-Werkzeug stehen nun als Paletten statt wie vormals als Arbeitsbereiche zur Verfügung. Bei der Installation erkennt das Programm Photoshop, Photoshop Elements sowie Lightroom und klinkt sich dort als Plug-ins ein. Diese behalten die Trennung in Develop, Effects und Resize bei.

Die Standalone-Anwendung startet mit der Bildverwaltung Browse. Statt Fotos importieren zu müssen wie in Lightroom, öffnet man schlicht den Ordner und kann Fotos mitsamt EXIF-Daten betrachten. Ein übersichtlicher IPTC-Editor

erleichtert die Eingabe von Stichwörtern und anderen Daten. Letztere speichert das Programm bei Raw-Fotos als XMP-Begleiter. Das Programm filtert nach Bewertung und Etikett oder Metadaten, erstellt virtuelle Alben per Drag & Drop und bietet verschiedene Ansichten.

Auf Wunsch kopiert das Programm den Inhalt virtueller Alben in die Dropbox oder aufs Google Drive des Nutzers – hier stand Lightroom Pate, das virtuelle Alben mit den Apps für Android und iOS synchronisiert. In der kostenlosen iOS-App ON1 Photo for Mobile lassen sich synchronisierte Fotos auf iPhone und iPad betrachten. Eine Android-App gibt es nicht, allerdings kann man die JPEG-Fotos zur Not auch so aufrufen, indem man sich in der Dropbox durch die etwas umständliche Ordnerstruktur klickt.

### Vermischte Module

Das Entwickler-Modul zeigt auf der rechten Seite Paletten mit Reglern, die sich streng an Lightroom orientieren. So kamen im Update wie beim Vorbild Panorama- und HDR-Komposition hinzu, die tadellos arbeiten. Auf Wunsch erstellt ON1 Photo Raw virtuelle Kopien und damit mehrere Varianten eines Bilds. Im Entwickler kann man Belichtung, Schärfe, Objektivfehler und Farben korrigieren,

das Bild in Schwarzweiß umsetzen, Schatten und Lichter in verschiedenen Farbtönen, Vignettierung hinzufügen und mit Hilfe einer Reihe Regler Haut retuschieren. Dabei hat das Modul die Tendenz, bei der Kontraststeigerung die Sättigung zu sehr anzuheben.

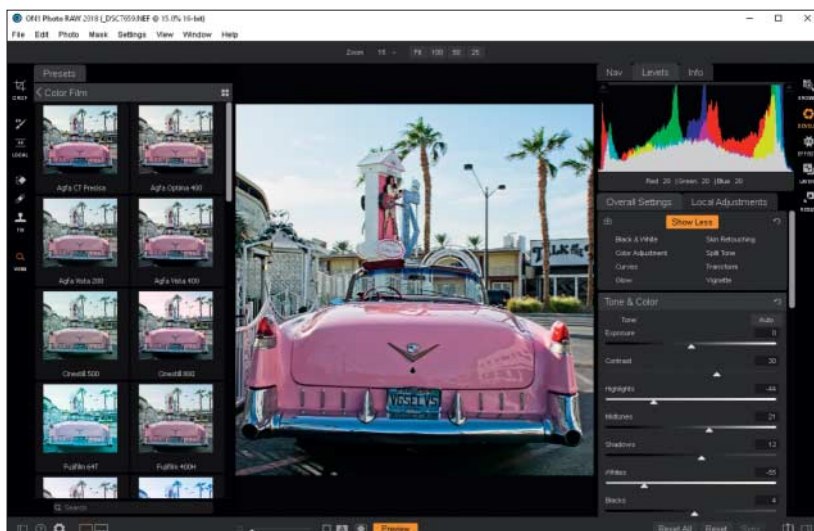
Der Entwickler zeigt auf der linken Seite die Presets der Effektfiltter, über die man seine Fotos als Schwarzweißbild, in Farbfilmsimulation in ausgebleichten oder in knalligen Farben umsetzen kann. Im Raw-Entwickler bereits Effekt-Presets einzubinden, ist aber wenig sinnvoll. Die Einstellungen beispielsweise der Schwarzweiß-Presets haben nichts mit denen der Schwarzweiß-Palette dieses Moduls zu tun. So bewegt sich bei Wahl eines Effekts an den Reglern des Moduls nichts. Stattdessen legt das Programm eine Schwarzweiß-Einstellungsebene in einem völlig anderen an, nämlich im Effekt-Modul.

Wechselt man dorthin, findet man zu jedem Effekt-Preset beziehungsweise zu allen 23 Effektfilttern detaillierte Einstellungen. Ein Klick auf ein Preset ergänzt das zugehörige Regler-Set. So kann man die Schwarzweißumsetzung für verschiedene Farbbereiche einstellen, beim Cross-Processing die Sättigung oder beim Dynamic Contrast den Kontrast steuern. Das Programm kombiniert auf Wunsch verschiedene Effekte und lässt sie mit einem Deckkraft-Regler verblassen.

Mit Pinsel- und Verlaufswerkzeug kann man die Effekte maskieren. Die betreffenden Werkzeuge verwechselt man allerdings leicht mit den Pinseln und Verläufen für die selektive Korrektur. Alle vier liegen untereinander in der links aufgereihten Werkzeugpalette und sind durch kleine Symbole nur vage unterschieden.

### Fazit

In der Bibliothek kann man sich kaum verirren: Exif-Feld und IPTC-Editor hat ON1 übersichtlich gegliedert. Ein Ersatz für Lightroom oder Capture One ist ON1 Photo Raw 2018 dennoch nicht. Dafür fehlt es an natürlicher Belichtungs- und Kontraststeuerung. Das Programm verbucht auf der Haben-Seite aber eine Vielzahl nützlicher Effektfiltter. (akr@ct.de) **ct**



ON1 Photo Raw 2018 vereint Raw-Entwickler und Effektfiltter, hat beides aber nicht sauber getrennt.

ON1 Photo Raw 2018	
Fotobearbeitung	
Hersteller	ON1, <a href="http://www.on1.com">www.on1.com</a>
Systemanf.	Windows ab 7 oder macOS ab 10.9, Photoshop ab CS6, PS Elements ab 13, Lightroom ab 5
Preis	119,99 US-\$ (Upgrade 99,99 US-\$)



# Haushalts-Diplomat

## Hausautomations-Schaltzentrale Home Assistant auf Python-Basis

**Smart-Home-Geräte unterschiedlicher Hersteller sind untereinander nicht immer kompatibel. Wer sein Haus mit verschiedenen Produkten automatisiert, benötigt einen Vermittler: Home Assistant vermittelt zwischen den Standards und verwaltet Regeln für die Zusammenarbeit.**

Von Jan Mahn

**K**aum ein Hersteller kann alle Heimautomatisierungswünsche erfüllen und schnell hat man mehrere Smart-Home-Ökosysteme in einem Haus, die sich untereinander nicht verstehen wollen. Damit Lampe, Heizung, Mediaplayer und Alarmanlage miteinander sprechen können, benötigen sie eine hersteller- und protokollübergreifende Vermittlungsstelle. Die quelloffene Software Home Assistant wurde von einer Community entwickelt, läuft auf einem Linux-Server oder einem Raspberry Pi und stellt eine Web-Oberfläche bereit. Über sogenannte „Components“ versteht sie die Sprachen der Netzwerk-Gateways zahlreicher Hersteller, sammelt Messwerte ein, wertet Regeln aus und schickt Steuerbefehle zurück an die Geräte. Die Installation dauert nur einige Minuten – das Image, das auf

dem Containerisierungs-Betriebssystem ResinOS basiert, muss nur auf eine SD-Karte kopiert werden, um einen Raspberry zu betreiben. Anschließen, booten, mit dem Netzwerk verbinden und die Web-Oberfläche steht bereit. Deutschsprachige Leser müssen sich spätestens jetzt an die Abkürzung „HASS“ für „Home Assistant“ gewöhnen.

### Einrichtung für Fortgeschrittene

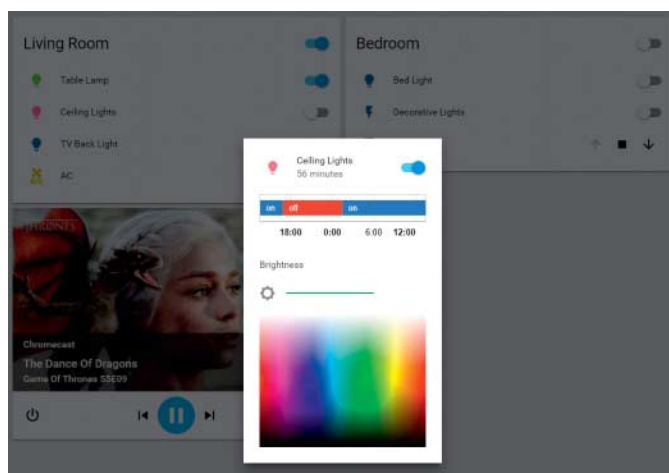
Home Assistant ist stark modularisiert und nach der ersten Installation vermisst man eine Administrationsoberfläche. Eingrichtet wird die Software über eine YAML-Konfigurationsdatei, die auf unterschiedlichen Wegen zugänglich ist. Empfehlenswert ist das Add-on „HASS Configurator“, über das Sie die Konfigurationsdatei im Browser bearbeiten können. Zugriff auf die Datei über SSH oder eine SMB-Freigabe ist ebenfalls möglich. Steht die Verbindung auf einem dieser Wege, geht es ans Einrichten der Komponenten. Die Community hat eine Vielzahl an Schnittstellen entwickelt: von allgemeinen Protokollen wie MQTT bis zu herstellerspezifischen Systemen wie Amazon Alexa, HomeMatic oder IKEA Trådfri. Andere Komponenten stellen Verbindungen zu externen Datenquellen her oder versenden Statusinformationen über Webdienste.

Die Einrichtung gelingt nur nach dem Studium der Dokumentation; die zusätzlichen Beispiele auf der Webseite geben brauchbare Anregungen für viele Alltagsaufgaben. Für Einsteiger in die Hausautomation ist dieser Zugang ungeeignet, Fortgeschrittene können sich dagegen ohne Einschränkungen durch eine grafische Oberfläche komplexe Regeln für ihr Haus definieren. Wer Python spricht, kann auch eigene Komponenten für Geräte entwickeln und mächtige Skripte schreiben.

### Steuerung für alle

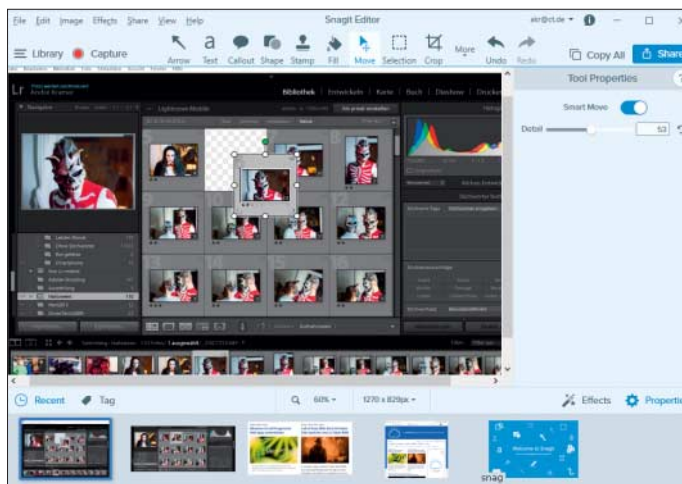
Die Web-Oberfläche für die Hausbewohner passt sich an Desktops und Mobilgeräte an, ist klar strukturiert und für Kinder und Laien geeignet. Je nach Gerät zeigen die Elemente im Dashboard zum Beispiel Temperaturkurven, Farbwähler oder einfache Ein-/Aus-Schalter. Mit einem Tablet in einer Wandhalterung und einem Browser bauen Sie eine Bedientafel für das steuerbare Zimmer. Praktisch ist die Ansicht „History“, die alle Schaltzustände und Messwerte in einem Zeitstrahl parallel anzeigt. Das erleichtert das Aufspüren von Optimierungspotenzial und gibt Ideen für neue Regeln. Wer die Optik nicht mag, kann sie mit Themes anpassen und selbst welche erstellen.

Die wahre Stärke von Home Assistant liegt in der aktiven Community und ein Blick ins Forum lohnt sich. Hier finden sich unter anderem Projektvorstellungen, in denen Nutzer die Grenzen der Herstelleruniversen überwunden haben. Obwohl die aktuelle Versionsnummer 0.58.1 auf eine instabile Vorabversion hindeutet, wirkt Home Assistant nicht unfertig. Im Test lief alles stabil und fehlerfrei. Die Übersetzung der Oberfläche ins Deutsche ist teilweise noch etwas holprig (die Dokumentation gibt es nur auf Englisch), die Entwickler hoffen hier auf die Unterstützung freiwilliger Muttersprachler. Für ambitionierte Heimautomatisierer mit einem Zoo unterschiedlicher Geräte ist Home Assistant ein interessantes Werkzeug, für Einsteiger mit einer homogenen Gerätelandschaft ist es nicht gedacht. (jam@ct.de) **ct**



Die Oberfläche von Home Assistant stellt Bedienelemente für viele Hausautomations-Geräte bereit.

Home Assistant	
Hausautomations-Schaltzentrale	
Lizenz	Apache License
Zielgruppe	Fortgeschrittene in Hausautomatisierung
Plattform	Raspberry Pi oder Linux-Server
Adresse	home-assistant.io
Preis	kostenlos



## Screenshooter

**Snagit 2018 erfasst Screenshots, bringt eine Fülle von Grafiken mit, nimmt Videos auf, erkennt Text und segmentiert Bilder in Objekte.**

Das Screenshot-Tool Snagit belegt die Druck-Taste mit einem Tool, das ein Fadenkreuz aufruft. So kann man einen Bereich auf dem Bildschirm oder ein Fenster respektive Fensterelement auswählen. Ein Mausklick befördert die Auswahl in den Snagit Editor und dessen Bibliothek. Aufnahmen lassen sich unkompliziert als Web-Link über den TechSmith-Dienst Screencast.com weitergeben, wo registrierten Nutzern 2 GByte Speicherplatz zur Verfügung stehen.

Die neue Funktion „Smart Move“ zerlegt einen Screenshot nach kurzer Bildanalyse automatisch in Bereiche wie Paletten, Menü, Titelzeile und Schaltflächen. Mit der Maus lassen sich diese anfassen und bewegen. Die Bildübersicht einer Fotosoftware umzuarrangieren funktionierte im Test gut. Bei rahmenlosen Bildern muss man je nach Detailgrad mit dem Toleranzregler spielen.

Snagit erfasst auf Wunsch den Textinhalt eines Screenshots und kopiert ihn in die Zwischenablage. Man kann über „Smart Move“ Textbausteine auch direkt anklicken und bearbeiten. Dabei verändert Snagit aber die Formatierung. Diese wieder so hinzubiegen, dass sie zum Screenshot passt, ist oft umständlicher, als Teile des Textes mit Methoden der Bildbearbeitung zu retuschieren.

Snagit 2018 erfasst lange Webseiten ohne Probleme. Dazu scrollt man langsam durch den Browser. Währenddessen setzt Snagit die Einzelbilder wie ein Pa-

noramaprogramm zusammen. Einziger Schönheitsfehler: Im Ergebnis taucht der Scrollbalken mehrfach auf. Auch aus Video-Playern und DirectX-10-Spielen fertigt Snagit Screenshots an. Für aktuelle Spiele muss man zu Fraps greifen.

Der Editor bietet Pfeile, Umrandungen, Sprechblasen und Hinweisgrafiken an, die längst nicht so pixelig wirken wie deren Pendanten in MS Paint. Form, Farbe und Schatten lassen sich einstellen, auch nachdem man die Grafik platziert hat. Wer die Details nicht selbst gestalten möchte, kann Vorlagen nutzen. Zur Nachbearbeitung von Screenshot-Serien gibt eine Filmstreifenansicht Zugriff auf die Bilder in chronologischer Sortierung.

Seit der Vorversion nimmt Snagit auch Videos auf. Zwischen Bildschirmbereich und Webcam kann man über eine großflächige Schaltfläche umschalten. System-Audio und Mikrofon-Signal lassen sich separat aktivieren. Das Resultat gibt Snagit H.264-komprimiert mit 15 Bildern pro Sekunde als MP4-Datei aus. Mittlerweile lässt sich die Bildrate für flüssigeres Video auf 30 Bilder pro Sekunde heraufsetzen. Zwar kann der Konkurrent Camtasia aus dem gleichen Haus deutlich mehr, erfordert aber auch längere Einarbeitung.

Snagit vereinfacht die Bildschirmaufnahme und versieht Screenshots mit schicken Grafiken. Smart Move und Texterfassung ergänzen die Werkzeugpalette sinnvoll. Ein Pluspunkt ist die flüssigere Videoaufnahme.

(akr@ct.de)

### TechSmith Snagit 2018

#### Screenshot-Tool

Hersteller	TechSmith, <a href="http://www.techsmith.de">www.techsmith.de</a>
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.11
Preis	51,60 € (Upgrade 25,78 €)

Anzeige



## Lebendes Fossil

**Das Bedrucken von CD-, DVD- und Blu-ray-Rohlingen mag im Zeitalter von Streaming und laufwerkslosen Rechnern als Anachronismus erscheinen. Aber ein Musik-Mix auf einer individuell gestalteten Audio-CD ist noch immer ein schönes Geschenk. Und ein selbst gedrehtes Video macht in einer ansprechenden Do-it-yourself-DVD-Box nach wie vor einiges her.**

Die „CD/DVD-Druckerei“ von Harald Philipsen gehört zu den Evergreens der Heim- und Hobby-Anwendungen, die Data Becker einst in der „Goldenen Serie“ verkaufte und die jetzt unter anderer Flagge leicht renoviert erscheinen. Das Programm ist wie seine ähnlich aufgebauten Geschwister „Etikettendruckerei“ und „Visitenkartendruckerei“ in einer für Windows 10 „optimierten“ Version 8.5 erhältlich und hat für einen Aufpreis von sieben Euro gleich passendes Papier dabei. In diesem Fall geht es um 30 Einzel-Rundetiketten mit kleinem Mittelloch-ausschnitt.

Es gibt gute Gründe, DVDs und Blu-ray Discs nicht zu bekleben. Glücklicherweise unterstützt das Programm auch den direkten Druck auf bedruckbar beschichtete Rohlinge mit geeigneten Tintenstrahlern vorzüglich. Mittels Korrekturingaben in der Justieroutine gelingt die passgenaue Einrichtung – allerdings nicht unbedingt wie vorgesehen. Je nach Drucker kann es nötig sein, erst mal etliche Rohlinge zu verjammern und mit Probierwerten zu arbeiten.

Das Herz des Programms ist der mit Objekten arbeitende Editor. Er dient dazu, Bilder, Vektorfiguren, Textfelder, Rund-

texte, eingelese Medieninfos wie MP3-Tags und mehr neben- beziehungsweise voreinander anzuordnen. Dabei lassen sich unter anderem Farbverläufe, Schattenwürfe und Transparenz einsetzen.

Die aktuelle Programmversion weist keine spürbaren Veränderungen gegenüber der Data-Becker-Fassung 8 von 2013 auf – sieht man davon ab, dass PNG-Bilder mit Transparenz jetzt besser verarbeitet werden. Schade ist, dass die Installations-DVD inzwischen nur noch einen kleinen Teil der früher beiliegenden hochwertigen Fotosammlung und keine Schriften mehr enthält. Die 25.000 Clipart-Zeichnungen im WMF-Vektorformat hingegen rangieren überwiegend zwischen „geht gerade so“ und „peinlich“.

Manche kuriose bis archaische Eigenart stört den, der an moderne Anwendungen gewöhnt ist. So weist das Programm etwa Drag-and-drop-Operationen ab, die sehr nützlich sein könnten. Es nervt auch, dass die direkte Übernahme von Bildern aus der eingebundenen Google-Suche ins Arbeitsprojekt nicht funktioniert.

Trotz aller Wermutstropfen bleibt die „CD/DVD-Druckerei“ ein sehr leistungsfähiges Werkzeug. Nicht nur für die optischen Medien selbst, auch für Booklets, Inlays und Medienumschläge stellt sie passende Formate bereit – das betrifft auch Slim- und Blu-ray-Boxen. Wer das Programm gestalterisch kompetent nutzt, erzielt damit Ergebnisse, die auch dem Urteil sachkundiger Betrachter standhalten.

(psz@ct.de)

### CD/DVD-Druckerei 8.50 SP5

#### Drucksoftware für optische Medien und deren Verpackungen

Hersteller	Markt & Technik Verlag, www.mut.de
Systemanf.	PC mit Windows ab Vista
Preis	12,99 € (19,99 € mit Papier)

Anzeige



# Warten auf O2

## Anschluss stillgelegt, Kunde soll weiter zahlen



**Die Umstellung auf eine neue Anslusstechnik geht nicht immer reibungslos. Aber muss der Kunde tatsächlich die Rechnung für die Pannen zahlen?**

**Von Tim Gerber**

**R**alf S. ist seit vielen Jahren DSL-Kunde bei O2. Anfang Juli kündigte ihm der Provider per Brief die Umstellung seines Anschlusses auf eine „modernere, zukunftssichere Anslusstechnik“ an. Die Umstellung solle am 14. August zwischen 8 und 16 Uhr erfolgen, er werde deshalb in dieser Zeit „vorübergehend nicht telefonieren können“.

Aber auch nach 16 Uhr war weder eine DSL- noch eine Telefonverbindung über seinen Anschluss möglich. Er blieb dauerhaft abgeschaltet. Zwei Tage lang versuchte Ralf S. nun, seinen Provider per Handy darüber zu informieren. Doch das gelang nicht. Der Kommunikationsanbieter war schlicht nicht erreichbar. Also kündigte Ralf S.

Nun endlich meldete sich O2 bei seinem Kunden. Per SMS erhielt er eine Telefonnummer, über die er einen Technikertermin vereinbaren sollte. Umgehend verabedete er für den 24. August den Termin und wartete. Vergebens, wie sich herausstellte. Der Techniker erschien einfach nicht; eine Nachricht, eine Erklärung für das Ausbleiben kam nicht. Nun setzte Ralf S. ein Faxschreiben auf, in dem er O2 um Erstattung der Grundgebühr für die Zeit des Ausfalls von Telefon und Internet bat. Immerhin waren das die Leistungen, zu denen O2 per Vertrag verpflichtet war.



## Zweiter Versuch

Tags darauf, am 25. August, erhielt Ralf S. eine weitere SMS mit einer Telefonnummer zwecks Vereinbarung eines Technikertermins. Erst nach Tagen konnte er dort jemanden erreichen, inzwischen rückte ein für Anfang September geplanter Urlaub heran. Termine wollte die O2-Hotline aber nur für eine Woche im Voraus vergeben. Letztlich verständigte man sich doch auf den 18. September. Aber auch an diesem Tag tauchte kein Techniker auf.

Dafür erhielt Ralf S. wenige Tage später ein Schreiben von O2: „Sollte Ihr Festnetz einmal vorübergehend ausfallen, erlassen wir Ihnen im Rahmen unserer Service-Garantie ab einer Störung von 24 Stunden das anteilige monatliche Grundentgelt für den Störungszeitraum. Die setzt unter anderem voraus, dass Sie uns im Fall einer Störung die Möglichkeit geben, Ihren Anschluss zu überprüfen. Hierzu haben wir Sie gebeten, sich erneut mit uns in Verbindung zu setzen. Da Sie unserer Bitte leider nicht nachgekommen sind, und wir die Störung aus diesem Grund nicht fristgerecht beheben konnten, können wir Ihnen keine Grundgebühr erstatten. Wir bitten um Ihr Verständnis.“

## Unverstanden

Darauf reagierte der Kunde postwendend und schrieb einen ausführlichen Brief an O2 über die zwei Technikertermine, die das Unternehmen ohne Angabe von Gründen einfach hatte platzen lassen. Als auch darauf keine Reaktion erfolgte, O2 aber munter den Grundtarif

## Vorsicht, Kunde: Nachgehakt

Mehrfach, zuletzt in c't 24/2017, Seite 63, hatten wir über den Fall von Hans B. berichtet, der wegen eines Leitungsschadens keinen DSL-Anschluss bekommen konnte. Am 6. November haben sich nun endlich Techniker von 1&1 und Telekom bei ihm getroffen und konnten gemeinsam innerhalb kürzester Zeit feststellen, dass der Leitungsschaden nur wenige Meter von der Anschlussdose in der Wohnung von Hans B. lag und leicht

zu beheben war – was dann auch geschah. Die Leitung war bei Renovierungsarbeiten vor dem Einzug der B.s in die Wohnung beschädigt worden. Der Fehler wäre leicht zu beheben gewesen. Die Beteiligten – zu denen auch der Hausbesitzer gehört – hätten sich nur zuerst gemeinsam auf die Suche nach dem Fehler begeben müssen, anstatt sich reihum die Verantwortung zuzuschieben.

für das nicht funktionierende Internet und Telefon abbuchte, setzte Ralf S. dem Telefonriesen eine letzte Frist. Nachdem diese Anfang November fruchtlos verstrichen war, buchte er die Lastschrift von O2 in Höhe von 31,90 Euro per Widerruf auf sein Konto zurück. Postwendend erhielt er darauf eine Zahlungsaufforderung, die binnen zwei Tagen zu begleichen sei. Zu der eigentlichen Forderung sollten nun noch 4 Euro Rücklastschriftentgelt kommen.

Da er weiteres Ungemach etwa durch negative Schufa-Einträge und dergleichen fürchtete und O2 seine Beschwerden hartnäckig ignorierte, wandte sich Ralf S. nun an die c't.

## Laue Reaktion

Kurz nach unserer Anfrage an die Pressestelle meldete sich ein Service-Mitarbeiter bei Ralf S. und kündigte an, dass er eine entsprechende Gutschrift erhalten werde. Mit anderen Worten: O2 verzich-

tet nunmehr, Zahlungen für die Zeit zu fordern, in denen der Kunde weder telefonieren konnte noch einen Internet-Zugang hatte.

Die Pressestelle teilte uns am 22. November mit, dass man die Situation habe aufklären können. Es sei korrekt, dass der Technologiewechsel leider zu Beeinträchtigungen am DSL-Anschluss von Ralf S. geführt habe. Seine Kündigung sei akzeptiert worden. Die Zahlungsaufforderung resultiere daraus, dass Ralf S. „die bis zum Ende September ordentlich berechnete Grundgebühr von der Bank zurückziehen ließ“. Auch diesen Sachverhalt habe man zufriedenstellend klären können und dem Kunden eine Guthabenbuchung für den Ausfallzeitraum seines DSL-Anschlusses gewährt. Zu dem Umstand, dass seine Techniker den Kunden nach seiner Darstellung zweimal versetzt haben, verlor das Unternehmen aber kein Wort. Ebenso wenig zu der Frage, wie man überhaupt auf die Idee verfallen ist, dem Kunden für die lange Zeit des Ausfalls Gebühren zu berechnen. (tig@ct.de) **ct**

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**

## Service im Visier

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

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

In unserer Rubrik „Vorsicht, Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und dubiose Geschäftspraktiken.

Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen

Unternehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich veranlassen unsere Berichte ja auch den einen oder anderen Anbieter, sich zukünftig etwas kundenfreundlicher und kulanter zu verhalten.

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



Ein Galileo-Satellit wird im Akustiklabor LEAF zum Test aufgebaut.

# Hoch damit!

## Was in der Brutstätte für Galileo-Satelliten passiert

**Das europäische Navigations-satellitensystem Galileo biegt in den Zielorbit ein: Mitte Dezember startet eine weitere Serie von Satelliten. c't besuchte die Entwickler im Weltraumforschungs- und Technologiezentrum ESTEC.**

Von Michael Link

**W**ie ein Astronaut kam ich mir vor, als ich in meiner Schulzeit eine Eisfabrik besuchte. In Schutzkleidung gehüllt, erfuhr ich, wie aus Milch, Geheimzutaten und Wasser erst Matsche und dann leckeres Erdbeereis wurde.

Viele Jahre später finde ich mich ähnlich eingepackt in einer mehr als basketballfeldgroßen Halle mit zwölf Meter

hohen Wänden. Hier werden die Antennen an Raumfahrzeugen unter Reinraumbedingungen (ISO 8) getestet. Tausende spitze, hüfthohe und Hochfrequenz absorbierende Kunststoffpyramiden ragen in den Raum hinein. Ein wuchtiger Kran bugsiert bis zu fünf Tonnen schwere Satelliten in die Halle hinein und auf wechselbare Halterungen. Dort vermessen Ingenieure ihre Antennen unter Weltraumbedingungen. Vier voluminöse Testeinrichtungen stehen hier: der Kompaktantennen-Testbereich (CATR), die Hybrid-HF- und Antennentestzone (HERTZ) sowie das Mikrowellen- und Submillimeter-Wellen-Labor.

Der Leiter der Antennentest-Abteilung Peter de Maagt erklärt den Aufwand: „Natürlich lässt sich das beabsichtigte Richtdiagramm einer Antenne auch per Computer simulieren. Aber am Raumfahrzeug können schon kleine Änderungen zu einem völlig veränderten Abstrahl-

verhalten führen.“ Hochfrequenz geht eben seltsame Wege, sagt man, und einmal im All lässt sich eine falsch berechnete Richtwirkung einer Antenne kaum noch korrigieren. Zumal in den 733 Kilogramm schweren und telefonzellengroßen Galileo-Satelliten kein Astronaut mitfliegt, der solche Reparaturen erledigen könnte. Es muss alles funktionieren, und zwar hundertprozentig.

### Campus-Flair

Dutzende weitere Hallen und Laboratorien gibt es auf dem Gelände der europäischen Raumfahrtagentur ESA im niederländischen Noordwijk. Was drin ist, soll sich mir im Verlaufe des Tages teilweise entblättern. Fetzen einer englischsprachigen Unterhaltung dringen ans Ohr – typisch studentische Aushänge mit Nerd-Party-Ankündigungen und Aufrufen zur Mithilfe in diesem oder jenen Projekt lassen fast an den



Campus einer Universität denken. Hier schlägt das technische Herz der ESA. Statt Infos übers Eismachen erhalte ich eine Exklusiv-Führung, von zwölf Ingenieuren begleitet. Sie erzählen, was sie hier tun.

Jörg Hahn, der für alle ESA-Systemarbeiten bei Galileo verantwortlich ist, sowie Rafael Lucas Rodriguez (Galileo Services Engineering bei ESA) führen mich in einen dieser typischen kleinen Konferenzräume mit Beamer und Kaffeemaschine. Es gibt ein Fakten-Briefing zu Beginn per Präse, tagesaktuell erstellt. Danach hat die ESA 22 Mitgliedsländer, nicht alle sind in der EU. Wer wusste schon, dass auch Norwegen, die Schweiz und sogar Kanada (assoziiert) Mitglieder sind? Sieben weitere Länder haben Kooperationen unterzeichnet. Mit einem Jahresbudget von 5,75 Milliarden Euro (für 2017) arbeiten rund 2300 ESA-Mitarbeiter an acht Standorten in der zivilen Weltraum- und Technologieforschung. Im Europäischen Weltraumforschungs- und Technologiezentrum (ESTEC) in Noordwijk entwickeln und erproben sie unter anderem die Galileo-Satelliten.

## Abkürzungsfimmel

Schnell geht es ins Eingemachte. Viele Abkürzungen schwirren durch den Raum, die Geheimsprache der Forscher und Entwickler. Etliche Aküs kenne ich, einige werden mir während des Tages wieder begegnen: PRS (Public Regulated Service), TT & C (Telemetry & Telecommand), ULS (Uplink Station), GCC (Ground Control Centre), TGVF (Timing and Geodetic Validation Facility) und viele weitere folgen – eine prima Gelegenheit, sein Fachchinesisch ein wenig aufzubessern. Man gibt sich alle Mühe, jedes Fragezeichen auf meiner Stirn mit einem Ausrufezeichen zu kontern.

Galileo wird für mehr Genauigkeit bei der Navigation sorgen, weil Empfangs-Chips in Navis und Smartphones Galileo-Signale schon bald gleichberechtigt mit GPS verwerten. Zurzeit ist Galileo zwar auf 29 Smartphone-Modellen verfügbar, doch werden Galileo-Daten erst mit einbezogen, wenn GPS und Glonass nicht reichen [1]. Das ändert sich gerade. Das Ergebnis wird verbesserter Empfang gerade in Häuserschluchten oder dichten Wäldern sein. Auch das ab April 2018 in Neuwagen obligatorische eCall-Notrufsystem fußt weitgehend auf Galileo-Navigationssatelliten. Offiziell in Betrieb ist Galileo seit dem 15. Dezember 2016, erklärt Hahn. Nun meldete die ESA Re-



In der Testhalle können Antennen für bis zu 110 Gigahertz vermessen werden. Im Vordergrund hängen zwei Versionen der Galileo-Antennen.

gelbetrieb mit immerhin 15 Satelliten (vorher waren es elf) für drei Dienste: Navigation, verschlüsselte Navigationsdienste für Regierungszwecke (PRS) sowie ein Rettungsdienst, der ein Bestandteil des internationalen Netzwerkes COSPAS/SARSAT ist. Er rettet zurzeit schon rund sechs Menschen pro Tag. In der Antennentesthalle zeigt mir Igor Stojkovic, verantwortlich für das Projekt, eine knallgelbe selbstaufblasende Rettungsweste mit einem gerade kinderfaustgroßen Gerät dafür. Der SAR-Dienst besteht aus zwei Komponenten. Erstens: Beim Forward-Link-Service alarmieren Notrufbaken auf 406 Megahertz. Dessen Signal wird von Galileo-Satelliten emp-

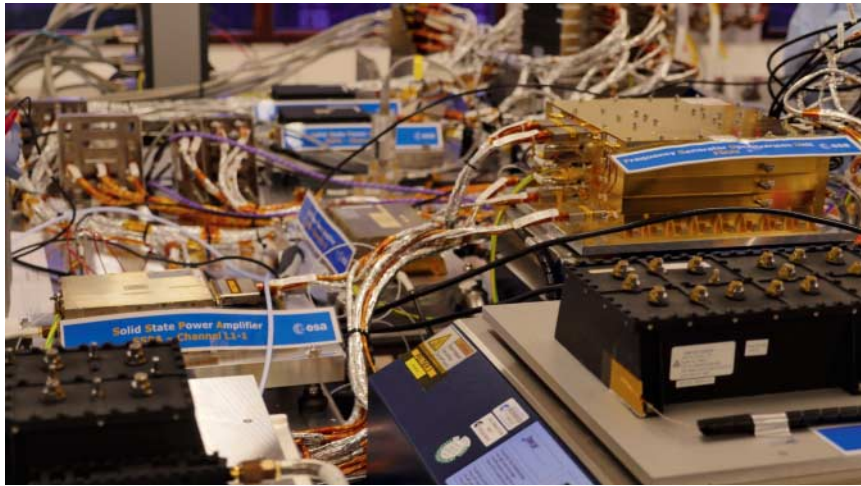
fangen und durch Bodenstationen lokalisiert. Zweitens: Der Return-Link-Service informiert über Sender am Galileo-Satelliten wiederum den um Hilfe Rufenden, dass sein Alarm angekommen ist.

Am 12. Dezember 2017 werden mit einer Ariane-5-Rakete vier weitere Galileos für die bislang nur halb besetzte Bahnebene A starten. Damit wären es dann 19 verfügbare Galileo-Satelliten. 24 sollen es werden, hinzu kommen sechs Reservesatelliten. 2020 soll der Ausbau komplett sein.

Die Satelliten-Konstellation, die Hahn auf einer Folie präsentiert, zeigt bei drei Satelliten, dass etwas nicht stimmt. Die Frage nach den Ursachen lässt kurz das



Pierre Waller prüft die Zeitbasis für Galileo-Satelliten. Damit steht und fällt die Qualität der Positionsfindung.



Auf einem riesigen Tisch liegen die Einzelteile eines Galileo-Innenlebens.

Temperament der versammelten Ingenieure auflodern. Rafael Lucas Rodriguez fasst das Gemurmel zusammen: Ein verpatzter Raketenstart 2014 ließ zwei Satelliten ihre vorgesehenen Positionen in der Bahnebene B nicht erreichen. Die beiden Satelliten GSAT0201 und GSAT0202 funktionieren im Prinzip, sagt er. Sie bleiben aber im Testmodus, während der 2012 gestartete GSAT0104 nur noch auf einer von drei Frequenzen sendet. Die Bahnebene C ist hingegen schon voll besetzt. Mit dem neunten Start Mitte Dezember wird die Konstellationsgeometrie weiter verbessert, sodass HDOP-Werte nahe denen der finalen Ausbaustufe erreicht werden – sie stehen für die Streuung der Messwerte bei der horizontalen Genauigkeit, also das, was man gemeinhin als Standort mit Längen- und Breitengrad bezeichnet. Und: Galileo bietet dann in der Regel genügend empfangbare Satelliten im Sichtbereich zum Bestimmen der Position.

### Das Weltall in der Dose

Die harschen Bedingungen im Weltall zwingen jedem Weltraumprojekt einen gewaltigen Aufwand im Vorausdenken und Simulieren auf, aber auch beim Testen gefundener konstruktiver Lösungen. Großkalibrig sind daher auch viele der Testeinrichtungen. Die zwölf Meter lange und viereinhalb Meter hohe Temperatur- und Vakuumkammer Phenix hat sechs Wände aus Kupfer. Sie kühlen die Testobjekte durch flüssigen Stickstoff auf bis zu minus 180 Grad Celsius ab, während starke Scheinwerfer gleichzeitig die andere Seite des getesteten Satelliten auf 100 Grad aufheizen und so die sonnenbeschienene Seite simulieren. Es gibt Zeiten, da reicht

ein Tanklastzug Stickstoff pro Tag für die Kühlung nicht, wirft der Raumfahrt-Ingenieur Patrice Kerhouse ein. Und ein Testzyklus dauert Wochen: Es braucht mindestens einen Tag, bis ein annäherndes Vakuum und die anderen Testbedingungen erreicht sind. Mal eben in die Kammer reinspringen, weil ein Messkabel am Satelliten locker ist, das geht nicht.

Ebenso ruppig springen die Ingenieure mit den Raumfahrzeugen im Akustiklabor LEAF um. Im fünfstöckigen, mit halbmeterdicken, auf Federn gelagerten und mit Stahlbetonwänden bewehrten Komplex werden Satelliten mit dem infernalischen Geräuschpegel startender Raketen gequält. Vier Hörner mit Grenzfrequenzen von 25, 35, 80 und 160 Hertz und drei höherfrequente Generatoren erzeugen bis zu 156 Dezibel. 32 Mikrofone im Inneren machen die Überwachung möglich. Der Besucher hört davon nichts, durch die Federungselemente spürt man auch keine Vibration.

Die mechanischen Belastungen während des Starts werden mit elektrodyna-

mischen und hydraulischen Rüttlern verschiedener Größen nachgebildet, die bis zu 160 Kilonewton erzeugen können. Werden die Testeinrichtungen nicht für ESA-Projekte benötigt, können sie auch von anderen Unternehmen gebucht werden, wie beispielsweise Airbus es für die Simulation der Belastungen des Flugzeugrumpfes beim Landen tut.

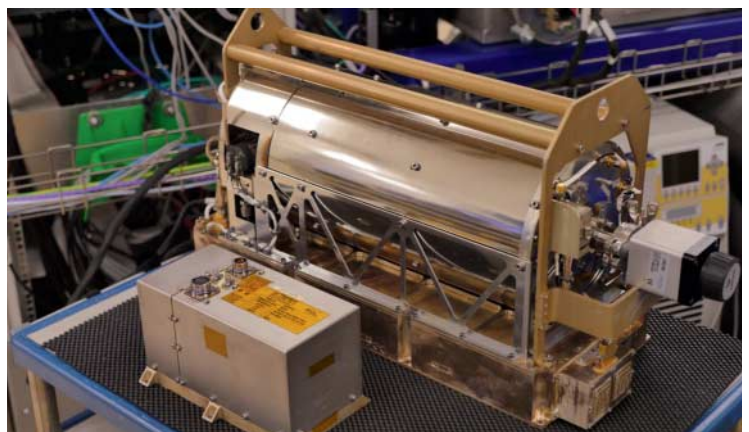
### Entwickeln, simulieren, ausprobieren

Auch Winzigkeiten wie einige wenige Nanosekunden verdienen bei der Satellitennavigation höchste Aufmerksamkeit. Denn die Position wird im Navi aus Laufzeiten der Satellitensignale berechnet. Damit man weiß, wann sie abgeschickt wurden, sind sie mit einem Zeitstempel versehen. In Galileo-Satelliten sorgen hochgenaue Atomuhren für die Uhrzeit. Rubidium-Uhren sowie Wasserstoff-Maser-Uhren ergänzen sich hierbei bezüglich ihrer thermischen Drifteffekte, sodass Galileo-Satelliten beide Uhren-Arten an Bord haben.

Was ein Ausfall bedeutet, konnte man Anfang 2017 erfahren. Da wurde bekannt, dass im Verlauf mehrerer Monate zehn Atomuhren versagten, von denen nur eine neu gestartet werden konnte. Weil jeder Galileo-Satellit für beide Uhren-Arten eine Reserve hat, blieb das ohne spürbare Folgen. Pierre Waller kann in seinem UTC-Kellerlabor verfolgen, wie sich die ständig kontrollierten Uhren auf die Positionierungsgenauigkeiten auswirken und ist sichtlich stolz darauf, dass sich nach einem Neukalibrieren die Abweichung zur Universalzeit UTC auf 9,3 Nanosekunden eingependelt hat – ursprünglich waren nur 30 Nanosekunden Genauigkeit gefordert.

Auf einem großen Tisch im Payload-Systemlabor liegen derweil etliche Baugruppen eines Galileo-Satelliten, durch in Goldfolie eingepackte Kabel miteinander

Die Atomuhren der Galileo-Satelliten: Im Vordergrund ist die Rubidium-Uhr, im Hintergrund die Wasserstoff-Maser-Uhr.



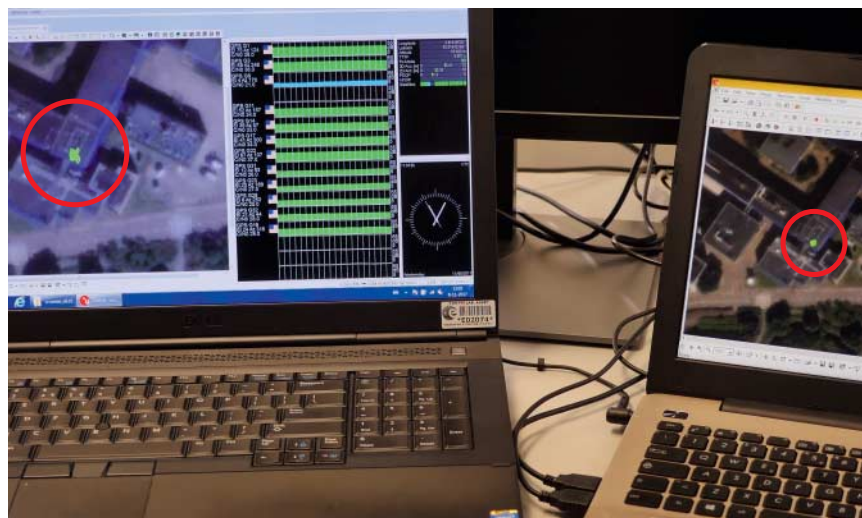


verbunden und an zahlreiche Sensoren und Messstellen gekoppelt. Der Leiter Cesar Miquel beschreibt, wie sie hier die einzelnen Komponenten wie etwa die Sender und Bandfilter hier wieder und wieder elektrisch prüfen. Ein ewiger Kreislauf: erst simulieren, dann bauen, dann prüfen, dann verbessern – bis es keinen Raum für Zweifel mehr gibt. Mein Blick fällt auf einen Nebentisch. Dort stehen zwei Atomuhren, so wie sie auch in Galileos zu finden sind. Viel größer als ein Sixpack sind sie nicht – im Unterschied zu den kühltruhegroßen Kontrolluhren im klimatisierten UTC-Labor müssen die vergleichsweise kleinen Atomuhren auf dem Tisch auch mit gewaltigen Temperaturschwankungen im All klarkommen.

Im experimentellen Galileo-Processing-Center verfolgen einige Mitarbeiter Datenänderungen an einer Wand von Monitoren. Es sieht gut aus, fast alle Statuskästchen leuchten in freundlichem Grün. Der Galileo-Service-Performance-Ingenieur Gaetano Galluzzo weiß, dass er hier dem ganzen Galileo-System den Puls fühlen kann. Ein Klick auf ein Kästchen fördert Einzelwerte und zappelnde Messkurven für jeden einzelnen Satelliten zu Tage. Automatisch arbeitende unabhängige Sensorstationen steuern Daten hinzu. Man findet sie in der ganzen Welt: vom nordschwedischen Kiruna bis zur Forschungsbasis Troll in der Antarktis, von Nouméa in der Südsee bis nach Jan Mayen in der Arktis. Hinzu kommt das Bodensegment von Galileo. Es umfasst eigene interne Sendestationen, einige Uplink-Sender sowie zwei Kontrollzentren, eins in Fucino (Italien), eins in Oberpfaffenhofen. Beide halten die Zügel in der Hand. Alle Stationen sind über gesicherte Satellitenfunkverbindungen mit einem Galileo-Netzwerk verbunden.

## Forschung an Chips

Prima, wenn der Satellit funktioniert. Doch stellt sich natürlich die Frage, wie beispielsweise Smartphones und Navigationsgeräte Galileo-Signale überhaupt empfangen – das ist das Hauptgebiet der Chipsatz-Tester. Paolo Crosta hätte da viel zu erzählen, indes: Geheimhaltungsvereinbarungen verhindern solche Plaudereien. Klar, da geht es auch um noch nicht vorgestellte Chips von großen Herstellern. Der Kontakt zu denen ist eng, sagt Crosta zufrieden. Rund 300 Stunden Labortest fielen bei bislang acht getesteten Chips in mehr als 30 Firmware-Versionen jeweils



Der zusätzliche Empfang von Galileo-Satelliten (rechts) verkleinert die Punktwolke errechneter Positionen.

an, 90 Stunden Feldtest kommen für jeden Baustein hinzu.

Was ein Smartphone mit einem bestimmten Chip am Boden von den Galileo-Satelliten empfängt, können die Ingenieure in einer kleinen elektrisch abgeschirmten Kammer der Empfänger-testeinrichtung prüfen. Messsender können hier jede Satellitenkonstellation und Signalform erzeugen und über eine Antenne ins Innere der Kammer abstrahlen. Als ich in sie hineinblicke, wird gerade ein galileofähiges Samsung Galaxy S8 mit simulierten Satellitendaten bepfastert.

Besonders interessant sind natürlich die Vergleiche: Bekommt man mit Galileo einen schnelleren Fix und eine genauere Position? Im Großen und Ganzen sieht es danach aus. So haben Messfahrten einen um fünf bis zehn Sekunden schnelleren Positionsfix beim Hot-Start ergeben, wenn also das Gerät kurz vorher schon mal Empfang hatte. Auch die typischen Fehler, wie sie eine Mehrwegeausbreitung mit sich bringt, engt Galileo auf rund die Hälfte ein. Und Mehrwegeausbreitung hat man durch Reflexion von Funkwellen an Gebäuden oder nassen Flächen eigentlich immer. Das wird c't noch in einem weiteren Artikel auseinanderdröseln.

Später am Tag, kurz vor dem Ende meines Besuches, wandern wir in schneidender Novemberkälte auf den Hof. Dort steht für die Feldtests ein dunkelblauer Mercedes-Transporter mit offener Schiebetür. Das ist einer der besagten Messwagen. Simon Johns turnt soeben elegant hinter den 19-Zoll-Schränken nach vorn und lässt sich auf seinen Drehstuhl neben der Tür plumpsen. Er ist Herr über eine tech-

nische Innenausstattung, gegen die auch ein vollgestopfter Funkmesswagen der Bundesnetzagentur blass aussieht. Monitore, Tastaturen, Joysticks und etliche Computer hängen an armdicken Kabelsträngen. Zwei unterwegs leise vor sich hin brummende Stromgeneratoren schaffen genug Energie für den gewaltigen Strombedarf, den die Echtzeitaufzeichnung von Satellitensignalen fordert. Genau dazu ist der Wagen da: herumfahren und Empfangsdaten sammeln. Über eine 360-Grad-Kamera lässt sich nachvollziehen, wie genau das freie Sichtfeld für die Empfangsantennen während der Messungen zu jedem Zeitpunkt aussah, was Johns begeistert erläutert. So kann man in einem einzigen Messvorgang unter anderem präzise auswerten, wann beispielsweise Galileo, GPS oder Glonass Positionsdaten liefern und wie groß der gemessene Fehler ist. Etliche Dutzend Wechselplatten mit den gewonnenen Daten landen später im Empfänger- und Chipsatz-Labor.

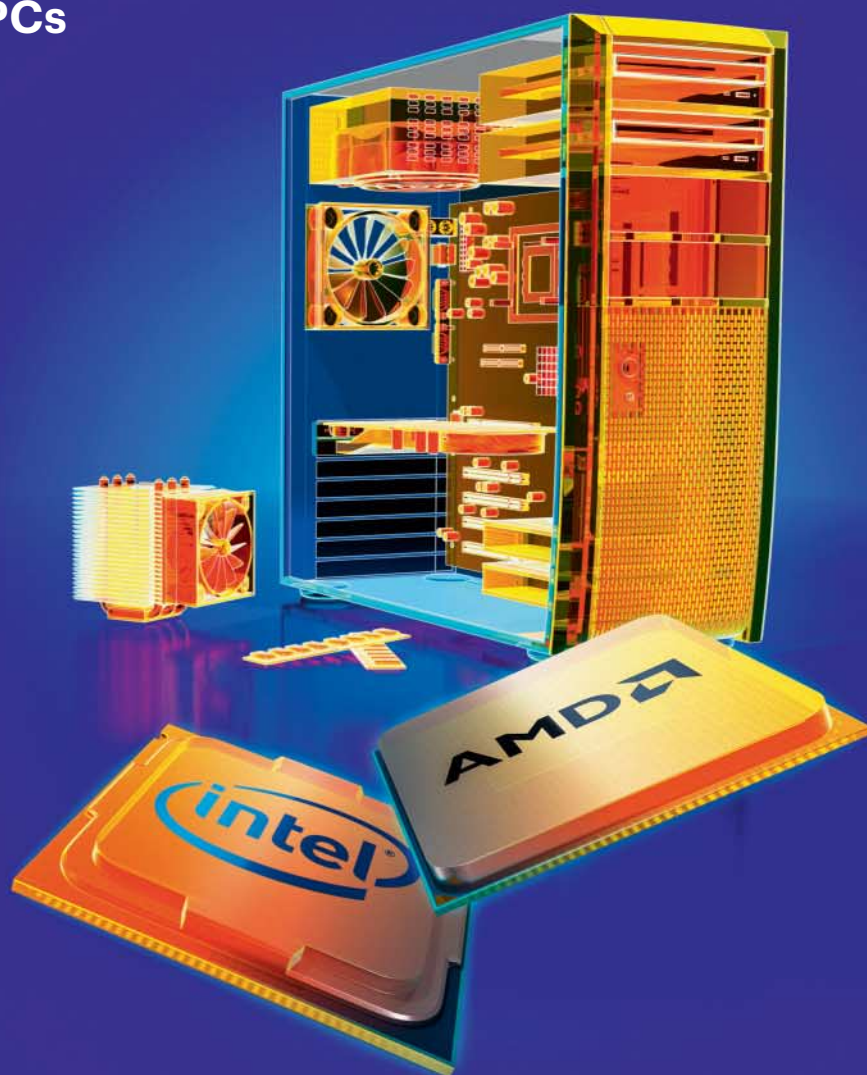
Die umfangreiche Galileo-Kerninfrastruktur ist bereits an die Betreibergesellschaft Space Opal übergeben worden, die für den laufenden Betrieb zuständig ist. Doch Jörg Hahn, Rafael Lucas Rodriguez und den vielen anderen Ingenieuren wird auch nach dem offiziellen Erreichen der Fertigstellung von Galileo die Arbeit nicht ausgehen. Die Arbeiten an der nächsten Generation der Galileo-Satelliten sowie weitere europäische Forschungsprogramme warten. (mil@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Michael Link, Mehr Genauigkeit ernten, Galileo im Smartphone, c't 16/2017, S. 158

# Der optimale PC

**Kaufberatung: Aktuelle Prozessoren für Desktop-PCs**



<b>Prozessor-Kaufberatung .....</b>	<b>Seite 66</b>
<b>Bauvorschlag Allround-PC mit Core i-8000 .....</b>	<b>Seite 74</b>
<b>Bauvorschlag Allround-PC mit Ryzen 7 .....</b>	<b>Seite 78</b>
<b>Bauvorschlag Gaming-PC mit Ryzen 3 .....</b>	<b>Seite 80</b>
<b>Bauvorschlag High-End-PC mit Ryzen Threadripper .....</b>	<b>Seite 84</b>
<b>Tipps zum PC-Selbstbau .....</b>	<b>Seite 88</b>

## Zurzeit stehen so viele attraktive PC-Prozessoren zur Auswahl wie schon lange nicht mehr. Wir erklären, welcher davon optimal zu Ihren Ansprüchen passt, und liefern Tipps zu Hauptspeicher und SSD.

Von Christof Windeck

**M**it den starken Ryzen-Chips hat AMD den Prozessormarkt belebt. Intel hat seit Juni drei neue Prozessorfamilien auf den Markt gebracht. Wer jetzt einen PC kaufen oder selbst zusammenschrauben will, dem fällt die Auswahl schwer: Welcher Prozessor passt zu meiner Software, welcher lässt möglichst viel Budget übrig für viel RAM, eine schnelle SSD oder eine kräftige Grafikkarte?

In diesem Artikel finden Sie auch einen vergleichenden Überblick der vier PC-Bauvorschläge, deren Details wir in den folgenden Artikeln beschreiben. Ab S. 88 folgen Tipps für jene, die ihren PC selbst zusammenschrauben möchten.

### AMD oder Intel?

Falls Sie für den Prozessor rund 200 Euro locker machen wollen, fällt die Auswahl leicht: Der AMD Ryzen 5 1600 und der 10 Prozent teurere Intel Core i5-8400 mit jeweils sechs Kernen eignen sich gut für ein breites Spektrum von Anwendungen. Doch je nach Software rechnen sie unter-

schiedlich schnell. Schaut man sich diese Unterschiede genau an, dann hilft das bei der Entscheidung, ob man lieber mehr oder weniger Geld ausgibt.

Der Core i5-8400 verarbeitet Software, die nur einen einzigen CPU-Kern nutzen kann, um 17 Prozent schneller als der Ryzen 5 1600. Das zeigt der Single-thread-Wert des Rendering-Benchmarks Cinebench R15. Wenn die jeweilige Software Multithreading optimal nutzt, liegt wiederum der Ryzen 5 1600 um 19 Prozent vorne. Anders als beim Core i5-8400 kann jeder Ryzen-Kern zwei Threads quasi parallel verarbeiten. Abermals wendet sich das Bild, wenn Software die AVX-Einheiten des Core i5 voll ausreizt: Dann geht er auch bei Multithreading in Führung. Doch auf Desktop-PCs läuft sehr selten Software mit AVX-Code; zu den Ausnahmen gehört das Primzahl-Suchprogramm Prime95, welches wir deshalb für Messungen bei CPU-Vollast verwenden.

Was die individuell verwendete Software kann, bekommt man leider nicht so leicht heraus. Einerseits nutzt nur ein kleiner Teil der Millionen von Windows- und Linux-Programmen Multithreading optimal. Doch viele Anwendungen benötigen

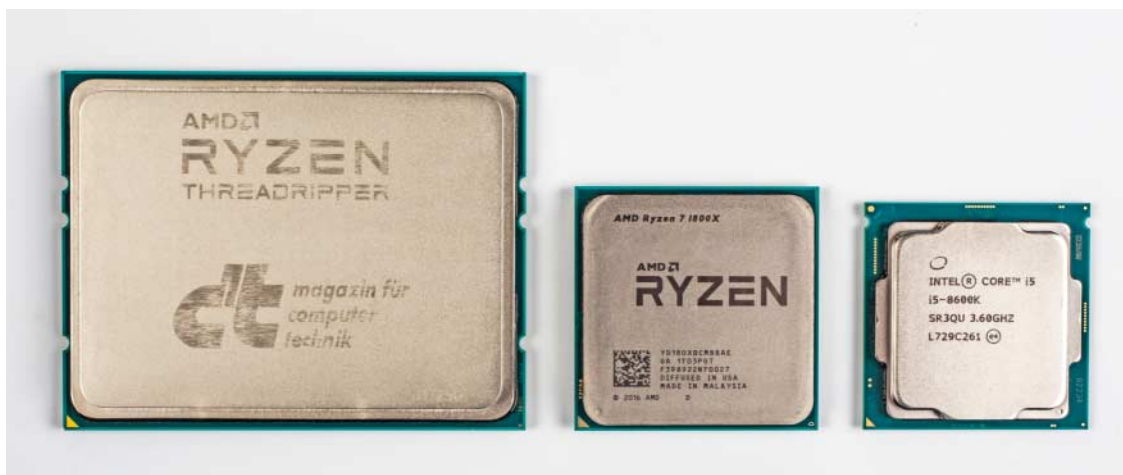
nicht viel Rechenleistung oder es bremsen andere Faktoren, etwa Festplatte oder Grafikkarte. Für Spiele sind beide Prozessoren jedenfalls schnell genug, weil bisher erst sehr wenige Gaming-Titel spürbar schneller laufen, wenn mehr als sechs Kerne bereitstehen. Grob geschätzt ergeben sich deshalb erst dann – und nur in wenigen Spielen – Vorteile mit einem Ryzen 7 oder Core i7, wenn man auch mehr als 500 Euro in die Grafikkarte steckt.

Nicht jedes Multithreading-Programm profitiert von beliebig vielen Kernen. Rendering-Programme wie Maxon Cinema 4D – davon ist der Cinebench abgeleitet – oder Blender nutzen sehr viele Kerne, beim Video-Transcoder Handbrake hingegen flacht die Geschwindigkeitszunahme jenseits von etwa 10 Kernen deutlich ab. Die Infografik auf S. 72 zeigt im Vergleich der ebenfalls ähnlich teuren Prozessoren Ryzen 7 1700 und Core i5-8600K, dass letzterer dank seiner höheren Singlethread-Leistung auch bei sechs Threads noch vorne liegt. Der Ryzen 7 überholt erst, wenn die Software mehr als acht Threads nutzt.

Bei Multithreading-Software liefert ein Ryzen durchweg mehr Cinebench-Punkte pro Euro als ein Core i. Es gibt aber eine bemerkenswerte Ausnahme im Intel-Lager, den Celeron G3930. Er ist mit 35 Euro dermaßen billig, dass er unschlagbare 6,7 Cinebench-Punkte pro Euro schafft. Absolut gesehen ist er mit 234 Punkten aber keine Rakete und eignet sich nicht für einen Gaming-PC, weil viele aktuelle Spiele mindestens einen Quad-Core-Prozessor verlangen.

### Sonderlocken

Wenn Sie häufig Software einsetzen, die spezielle Hardware-Einheiten in CPU



Die Wahl des Prozessors legt die Mainboard-Plattform fest: 16-Kerner AMD Ryzen Threadripper (links), AMD Ryzen 7 mit acht Kernen und Intel Core i-8000 mit sechs Kernen.





### Allround-PC mit Intel Core i5-8400

Schnell, flexibel, sparsam: Der Sechskerner aus Intels jüngster CPU-Generation Coffee Lake bringt dank hoher Singlethread-Leistung auch ältere Software auf Trab, muss sich aber auch bei Multithreading nicht verstecken. Die integrierte Grafik reicht für Videoschnitt und Fotobearbeitung, auch am 4K-Display.

- 👆 leise, flott, erweiterbar
- 👆 im Leerlauf sparsam
- 👇 höchstens 6 Kerne/12 Threads



### Allround-PC mit AMD Ryzen 7

Mehr Kerne fürs Geld lautet das Motto beim AMD Ryzen: 8 Kerne und 16 Threads für unter 300 Euro verschaffen Reserven für anspruchsvolle Software und eine lange Nutzungsdauer des PC. Der Bauvorschlag ist ein Update zu unserer bewährten Konfiguration aus c't 12/2017.

- 👆 leise, flott, erweiterbar
- 👆 8 Kerne/16 Threads
- 👇 im Leerlauf 37 Watt



### Budget-Gamer mit AMD Ryzen 3

Günstig spielen in Full-HD: Der Quad-Core von AMD bringt im Verbund mit der Nvidia GeForce GTX 1050 Ti aktuelle Spiele mit 1920 x 1080 Pixeln auf den Schirm. Macht die Grafikkarte Pause, bleibt der PC leise genug für konzentriertes Arbeiten. Weniger Extras halten den Preis im Zaum.

- 👆 günstig
- 👆 leiser als viele Komplettrechner
- 👇 wenig variabel

oder GPU nutzt, dann sieht der Entscheidungspfad wieder anders aus. Spiele sind ein simples Beispiel dafür: Ist die Grafikkarte zu lahm, dann ruckelt es. Es gibt auch Videoschnittprogramme, die GPU-Rechenleistung per OpenCL oder CUDA anzapfen oder Hardware-Einheiten das De- oder Encoding von H.264-, H.265-/HEVC- oder VP9-Videos aufhalsen. Die integrierte Grafik der aktuellen Intel-Pro-

zessoren bietet immerhin grundlegende 3D- und OpenCL-Beschleunigung, die eingebauten Video-Decoder schaffen H.265 und VP9 locker bei 4K-/UHD-Auflösung. Wer nicht am PC spielen will, kommt also oft mit Intels Integrated Processor Graphics (IGP) namens HD Graphics/UHD Graphics aus und kann daran sogar ein oder zwei Displays mit UHD-Auflösung und ergonomischer Bildwie-

derholrate von 60 Hz betreiben. Dazu ist ein Mainboard nötig, welches Display-Port-1.2- oder HDMI-2.0-Buchsen hat; letztere sind bei Desktop-PC-Mainboards selten, sie finden sich eher in Mini-PCs.

AMD Ryzen 3/5/7 und Threadripper fehlt eine eingebaute GPU, die „Raven Ridge“-APUs für Desktop-PCs stehen noch aus. Man muss also bei einem Ryzen stets auch eine Grafikkarte zukaufen.

## Leistungsvergleich Bauvorschläge unter Windows 10

PC / Variante	Benchmarks					Messwerte	
	Blender 2.79 [s] ⬅ besser	Sysmark 2014 SE [Punkte] ➡ besser	Rise of the Tomb Raider <sup>1</sup> UHD / FHD [fps] ➡ besser	Deus Ex: Mankind Div. <sup>2</sup> UHD / FHD [fps] ➡ besser	Assassin's Creed Origins <sup>3</sup> UHD / FHD [fps] ➡ besser	Geräuschentwicklung Leerlauf / Volllast [Sone] ⬅ besser	Leistungsaufnahme Leerlauf / Volllast [W] ⬅ besser
<b>Budget-Gamer mit AMD Ryzen 3 und GeForce GTX 1050 Ti</b>							
Basiskonfiguration	874	908	-/52	-/25	-/40	0,1/0,7 (0,4) <sup>4</sup>	33/183
<b>Intel-Allrounder mit Core i5-8400</b>							
Basiskonfiguration	486	1480	-/-	-/-	-/-	0,1/0,1	18/104
+ GeForce GTX 1060	486	1480	33/87	21/41	24/59	0,1/0,3	26/243
+ GeForce GTX 1070	486	1480	48/123	30/58	32/74	0,1/0,5	26/288
<b>Ryzen-Allrounder mit Ryzen 7 1700</b>							
Basiskonfiguration	338	1282	-/-	-/-	-/-	0,1/0,3	37/167
+ GeForce GTX 1060	338	1282	34/87	21/42	25/61	0,1/0,4	42/275
+ GeForce GTX 1070	338	1282	49/118	30/59	34/68	0,1/0,6	41/319
<b>Threadripper-PC mit Threadripper 1950X</b>							
Basiskonfiguration	158	1504	-/-	-/-	-/-	0,1/1,1	70/286
+ GeForce GTX 1080 Ti	158	1504	82/149	49/77	52/99	0,1/2,0	78/465

<sup>1</sup> Full-HD: Hoch, DX12, SMAA; Ultra-HD: Hoch, DX12, kein AA

<sup>2</sup> Full-HD: Hoch 2xMSAA; Ultra-HD: hoch, kein AA

<sup>3</sup> Full-HD: sehr hoch; Ultra-HD: sehr hoch

<sup>4</sup> mit Zotac-Tool





## High-End-PC mit AMD Ryzen Threadripper

Der Kracher mit 32 Threads, bis zu 128 GByte RAM und Platz für mehrere Grafikkarten oder Rechenbeschleuniger. Was bisher Workstations vorbehalten war, kann man sich nun als leisen Selbstbau unter den heimischen Schreibtisch stellen. Nicht billig, aber dank edlem Gehäuse auch was fürs Auge.

- extreme Leistung, viel RAM
- enorm erweiterbar
- teuer und stromdurstig

Schon die billigsten Versionen der aktuellen AMD- und Nvidia-GPUs Radeon RX 500 und GeForce 1000 steuern dabei mehrere UHD-Displays an, dekodieren die bereits erwähnten Videoformate und liefern via HDMI 2.0 Bilder mit hohen Kontrasten per HDR. Für letztere braucht man ein HDR-taugliches Display oder TV-Gerät mit HDMI 2.0 und für HDR-Videos von Netflix eine GeForce 1000 mit min-

destens 3 GByte Grafikspeicher – das steckt alles noch in den Kinderschuhen und klappt nur mit dem neuesten Windows 10 1709 Fall Creators Update. Mehr Tipps zur Auswahl von Grafikkarten liefert unsere Kaufberatung in [1].

## Noch mehr Kerne

Für Software, die mehr als acht CPU-Kerne nutzt, liefern AMD und Intel die Vielkerner Ryzen Threadripper mit bis zu 16 Kernen und Core X beziehungsweise Core i9 mit bis zu 18 Kernen. Diese teuren Multi-Cores binden außerdem bis zu 60 PCI-Express-(PCIe-)3.0-Lanes für mehrere Grafikkarten oder Rechenbeschleuniger an sowie bis zu 128 GByte RAM. Bei Ryzen 3/5/7 und Core i3/i5/i7 sind es nur 20 beziehungsweise 16 PCIe-3.0-Lanes und maximal 64 GByte.

Ein High-End-PC geht jedoch ins Geld und ist komplizierter aufgebaut als Mittelklasse-Plattformen. Zum Prozessor, der zwischen 500 und 2000 Euro kostet, kommt noch ein Mainboard ab etwa 300 Euro. Für den Vierkanal-Speicher sind vier statt zwei DDR4-DIMMs nötig. Die hohe CPU-Leistungsaufnahme verlangt nach teuren Luft- oder gar Wasserkühlern – besonders dann, wenn das System leise arbeiten soll. Schon im Leerlauf schluckt ein PC mit TR4- oder LGA2066-Mainboard deutlich mehr Strom als einer mit AM4- oder LGA1151-Board, was die Stromkosten steigert. Das Booten dauert bei den High-End-Plattformen deutlich länger als bei den Standardsystemen. Man sollte daher Vor- und Nachteile der Vielkerner sorgfältig abwägen.

## Weniger Kerne

Umgekehrt mag sich mancher fragen, ob es nicht auch ein deutlich billigerer Prozessor tut. Ein Quad-Core für 120 Euro wie der Ryzen 3 1300X taugt für einen bezahlbaren Spiele-PC, wie unser Bauvorschlag auf S. 80 zeigt. Die seit der Einführung der sechskernigen Core i-8000 im Grunde veralteten Core i-7000 mit vier Kernen sind bisher nur wenig im Preis gefallen. Spannender wären die neuen Core i3-8000 mit vier Kernen, also doppelt so vielen wie beim Vorgänger Core i3-7000. Doch bislang muss man für Intels 8000er-Serie Mainboards mit dem Chipsatz Z370 kaufen, die kaum unter 100 Euro zu haben sind. Günstigere Boards mit H370 oder B360 werden erst Anfang 2018 erwartet. Achtung: Auf den neuen Z370-Boards laufen die alten Core i-7000 nicht und umgekehrt; wir nennen die neue LGA1151-Plattform deshalb auch LGA1151-2.

Für reine Bürocomputer, mit denen man ab und zu mal ein paar Fotos bearbeitet, genügt ein schneller Dual-Core auf einem 50-Euro-Mainboard – etwa der erwähnte Celeron G3930. Wer 40 Euro drauflegt – also mehr als das Doppelte zahlt –, bekommt beim Pentium Gold G4600 höhere Taktfrequenz und Hyper-Threading: Kann man machen, bringt im Büro-PC aber eher selten Vorteile. Intels Billigheimer Celeron und Pentium kennen weder Turbo noch AVX, doch letzteres bringt bei Office-Software und Browser auch keine Vorteile. Der Celeron G3930 lässt sich mit einem Passivkühler in einem ausreichend großen Gehäuse

### PC-Bauvorschläge Basisvarianten: technische Daten und Tests

Typ	Budget-Gamer	Intel-Allrounder	Ryzen-Allrounder	Threadripper-PC
<b>Hardware-Ausstattung</b>				
Abmessungen (B × H × T)	18,2 cm × 37,7 cm × 40,6 cm	22,3 cm × 46,9 cm × 50,7 cm	22,3 cm × 46,9 cm × 50,7 cm	22,9 cm × 49,7 cm × 49,2 cm
Erweiterungs-Slots (frei)	2 × M.2-2280 (1 × PCIe 3.0 x4, 1 × SATA 6G) (2), 2 × PEG (1 × x16, 1 × x4) (1), 1 × PCIe x1 (1)	1 × M.2-22110 (PCIe 3.0 x4, SATA 6G) (1), 1 × M.2-2280 (PCIe 3.0 x4, SATA 6G) (1), 3 × PEG (1 × x16, 1 × x8, 1 × x4) (3), 3 × PCIe x1 (3)	1 × M.2-22110 (PCIe 3.0 x4, SATA 6G) (1), 3 × PEG (1 × x16, 1 × x8, 1 × x4) (2), 3 × PCIe x1 (3)	1 × M.2-22110 (PCIe 3.0 x4, SATA 6G) (1), 2 × M.2-2280 (PCIe 3.0 x4, SATA 6G) (2), 4 × PEG (3), 2 × PCIe x1 (1)
Einbauschächte (frei)	1 × 5,25" (1), 1 × 3,5" (1), 1 × 2,5" (0)	2 × 5,25" (2), 3 × 2,5"/3,5" (3), 2 × 2,5" (1)	2 × 5,25" (2), 3 × 2,5"/3,5" (2), 2 × 2,5" (2)	2 × 2,5"/3,5" (2), 3 × 2,5" (2)
Anschlüsse hinten	1 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.0, 1 × DVI, 4 × USB 3.0 (A), 1 × USB 3.0 (C), 2 × USB 2.0, 2 × PS/2, 1 × LAN, 3 × Audio	1 × DisplayPort 1.2, 1 × HDMI 1.4, 4 × USB 3.0 (A), 1 × USB 3.1 (C), 1 × USB 3.1 (A), 2 × USB 2.0, 1 × PS/2, 1 × LAN, 5 × Audio, 1 × SPDIF	1 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.0, 1 × USB 3.1 (A), 1 × USB 3.1 (C), 4 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × PS/2, 1 × LAN, 6 × Audio	1 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.0, 1 × USB 3.1 (A), 1 × USB 3.1 (C), 8 × USB 3.0 (A), 2 × USB 2.0, 1 × PS/2, 1 × LAN, 5 × Audio, 1 × SPDIF
Anschlüsse vorn	2 × USB 3.0 (A), 2 × Audio	2 × USB 3.0 (A), 2 × Audio	2 × USB 3.0 (A), 2 × Audio	2 × USB 3.0 (A), 2 × USB 2.0, 2 × Audio
<b>Elektrische Leistungsaufnahme und Funktionstests</b>				
Soft-Off (mit ErP) / Energie Sparen / Leerlauf	1,1 W (1,1 W) / 2,1 W / 33 W	1,1 W (0,4 W), 2,0 W, 18 W	1,0 W (0,3 W), 2,2 W, 37 W	1,7 W (0,3 W), 5,7 W, 70 W
Vollast CPU / CPU und Grafik	120 W / 183 W	104 W / 104 W	137 W / 167 W	259 W / 285 W
Bootdauer bis Login	16 s	16 s	19 s	28 s
Preis ohnr. / mit Windows 10 Home	669 €/754 €	910 €/993 €	987 €/1072 €	2209 €/2294 €

## Projektseite mit Leserforum

Auf der Projektseite zu unseren Bauvorschlügen finden Sie Listen der Komponenten und die nötigen BIOS-Setup-Einstellungen. Dort gibt es auch ein Diskussionsforum zum Austausch mit anderen Schraubern und für Fragen.

Projektseite und Forum: [ct.de/y6uq](http://ct.de/y6uq)

lüfterlos betreiben, siehe unser Server-Bauvorschlag aus [2]. Der ist letztlich noch aktuell, nur muss man jetzt die „B2“-Version des vorgeschlagenen Fujitsu-Mainboards für den Kaby-Lake-Celeron G3930 kaufen. Auch für unseren kompakten Mini-STX-Bauvorschlag aus [3] ist bisher kein Update nötig; im Asrock-Barebone laufen auch Kaby Lakes.

Noch deutlich kleiner als ein Mini-STX-PC sind Winzlinge wie Intels „Next Unit of Computing“, kurz NUC, die man als fast komplette „Barebones“ kauft und leicht selbst mit RAM und SSD bestückt. Ähnliche Geräte bauen auch etwa Asrock, Asus, Gigabyte, MSI und Shuttle. Darin stecken meistens Dual-Core-Mobilprozessoren der 15-Watt-Klasse, die man bei Intel und jetzt auch AMD an einem „U“ in der Typenbezeichnung erkennt. Die kompakten Kühlsysteme der Kleinstrechner sind selten für Dauervollast ausgelegt: Die Prozessoren drosseln sich oft nach einigen Minuten Höchstleistung, ähnlich wie in Notebooks. Stehen häufiger Rendering- oder Transcoding-Aufgaben an, die lange laufen, ist ein größerer Desktop-PC sinnvoller.

Einige U-Typen haben wir zum Vergleich in die CPU-Übersicht aufgenommen. Ein Core i3-7100U, wie er in 230-Euro-Barebones steckt, rechnet nur wenig schneller als der erwähnte und viel billigere Celeron G3930. Wenn es um mehr als nur Büroarbeiten geht, ist eher ein Core i5 empfehlenswert, weil er dank Turbo flattert ist. Mini-PCs mit den neuen Quad-Cores der Familien Core i-8000U und Ryzen 7 2500U gibt es noch nicht.

Einige teure Minis kombinieren 45-Watt-Vierkerner mit potenten Grafikchips. Die kleinen Lüfter der Gaming-Winzlinge drehen unter Last ordentlich laut auf. Genau wie Gaming-Notebooks lassen sich Mini-PCs kaum aufrüsten, falls die nächste Spielgeneration mehr Leistung fordert.

Für einen Desktop-PC kann man von langsameren Prozessoren als dem Celeron G3930 nur abraten. Sparprozessoren wie der Celeron N3540 enthalten zwar moderne Video-Decoder, schaffen aber 4K-Auflösungen nicht immer ohne ruckeln. Außerdem liegt ihre Singlethread-Performance dermaßen niedrig, dass sich die Arbeit oft zäh anfühlt. Das gilt etwa für die freie Bürosoftware LibreOffice, bei der viele Funktionen nur einen CPU-Kern nutzen: PDF-Export, Umwandlung von PowerPoint-Dateien, Druckvorschau.

## Plattformen

Aus der Entscheidung für einen bestimmten Prozessor ergibt sich die passende Plattform: AM4, LGA1151(-2), TR4, LGA2066. Die Tabelle auf S. 72 erklärt deren wichtigste Eigenschaften. Was davon konkret nutzbar ist, hängt wiederum vom jeweiligen Mainboard ab. Es bestimmt auch wesentlich, wie sparsam, effizient und leise der PC später arbeitet. Vor allem im Leerlauf gibt es große Unterschiede zwischen vermeintlich ähnlichen Boards. Einerseits arbeiten CPU-Spannungswandler mehr oder weniger

effizient, andererseits können Zusatzchips Strom schlucken. Manchem BIOS fehlen zudem Stromsparfunktionen oder der auf dem Mainboard integrierte Drehzahlregler lässt Lüfter unnötig lärmeln. Die von uns veröffentlichten Messwerte zu Leistungsaufnahme und Betriebsgeräusch von Bauvorschlügen gelten deshalb auch nur für die jeweils verwendeten Boards.

Bei den Volumen-Plattformen AMD AM4 und Intel LGA1151 stehen jeweils mehrere Chipsätze zur Auswahl. Bei AM4 ist der Chipsatz B350 die goldene Mitte: Er erlaubt anders als der A320 das Übertakten, ist aber billiger als der X370 und enthält ebenfalls einen USB-3.1-Gen-2-Controller für Transfers mit bis zu 10 GBit/s (SuperSpeedPlus). Intel verlangt für die Sechskerner derzeit unbedingt den Z370 – Z270, H270, B250 und H110 taugen nur für Core i-7000. Der unbeschränkte Multiplikator der „K“-Prozessoren von Intel lässt sich nur auf Z-Chipsätzen zum Übertakten hochsetzen.

Für USB 3.1 mit 10 GBit/s braucht man auf der Intel-Seite einen Zusatzchip wie den Asmedia ASM3142, der letztlich die gleiche Performance liefert wie der

## Prozessor-Performance im Vergleich

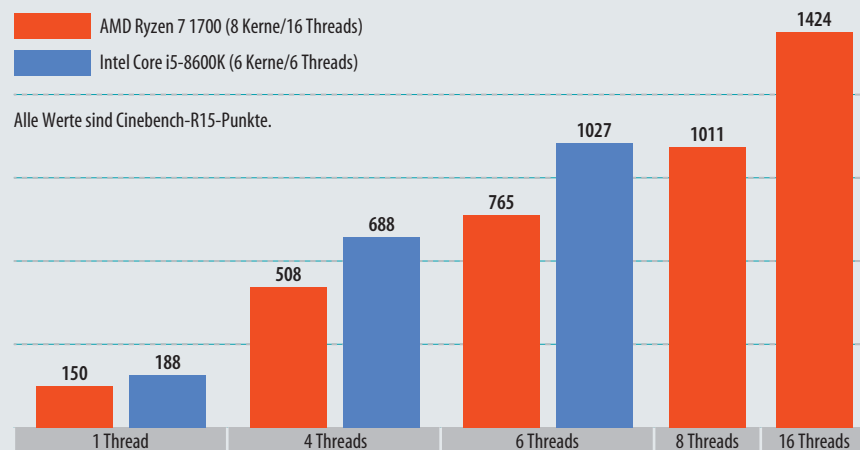
Prozessor	Kerne/Threads	Fassung	Preis	TDP/Messung <sup>1</sup>	Cinebench R15	
					Singlethread	Multithread
Core i9-7980XE	18/36	LGA2066	1900 €	165/266 W	191	3141
Ryzen Threadripper 1950X	16/32	TR4	850 €	180/286 W	164	3018
Ryzen Threadripper 1920X	12/24	TR4	760 €	180/276 W	165	2422
Core i9-7900X	10/20	LGA2066	940 €	140/216 W	195	2188
Ryzen 7 1800X	8/16	AM4	415 €	95/178 W	163	1627
Ryzen 7 1700	8/16	AM4	290 €	65/167 W	149	1424
Core i7-8700K	6/12	LGA1151-2	460 €	95/173 W	201	1408
Ryzen 5 1600	6/12	AM4	200 €	65/124 W	148	1147
Core i5-8600K	6/6	LGA1151-2	320 €	95/152 W	188	1046
Core i7-7700K	4/8	LGA1151	320 €	91/144 W	193	950
Core i5-8400	6/6	LGA1151-2	230 €	65/104 W	173	960
Core i7-6700HQ	4/8	– (BGA)	–	45 W/k. A.	146	662
Core i5-7500	4/4	LGA1151	185 €	65/90 W	162	598
Ryzen 3 1300X	4/4	AM4	125 €	65/108 W	149	559
Core i5-8250U	4/8	– (BGA)	–	15 W/k. A.	145	516
Core i5-7500T	4/4	LGA1151	210 €	35/55 W	141	516
Core i3-7100	2/4	LGA1151	110 €	51/66 W	164	418
Pentium Gold G4600	2/4	LGA1151	80 €	51/48 W	145	386
Core i5-7200U	2/4	– (BGA)	–	15/51 W	130	334
A12-9800	4/4	AM4	125 €	65/116 W	97	332
Core i3-7100U	2/4	– (BGA)	–	15/24 W	101	261
Celeron G3930	2/2	LGA1151	35 €	51/33 W	121	234
Pentium Silver J4205	4/4	– (BGA)	–	10 W/k. A.	52	192
Celeron N3540	4/4	– (BGA)	–	6/18 W	48	173
Atom x5-Z8300	4/4	– (BGA)	–	4 W/k. A.	32	112
Celeron N3350	2/2	– (BGA)	–	6 W/k. A.	46	89

BGA = Ball Grid Array zum Auflöten Preise für BGA-Prozessoren nicht sinnvoll, da nur aufgelötet erhältlich  
<sup>1</sup> kompletter PC inklusive Mainboard, Netzteil etc.

Anzeige

## Single- und Multithread-Rechenleistung

Der Cinebench R15 nutzt viele Prozessorkerne und Threads gut aus. Die Punktzahl für den Singlethread-Lauf wiederum zeigt die Rechenleistung eines einzelnen Threads mit maximalem Takt-Turbo. Manche Software verwendet zwar mehrere Threads, aber nicht sehr viele. Der Ryzen 7 1700 überholt im Cinebench R15 den ähnlich teuren Core i5-8600K erst, wenn die Software mehr als acht Threads nutzt. Mit einem bis sechs Threads liegt der Intel-Chip vorne, weil er mehr Rechenleistung pro Kern schafft – aber er hat nur sechs Kerne ohne Hyper-Threading.



integrierte AMD-Controller. Achtung: Nicht alle AM4-Boards nutzen letzteren überhaupt, bei manchen liefern USB-C-Buchsen nur 5 GBit/s. Desktop-PC-Mainboards stellen an USB Typ C meistens nur USB-Funktionen bereit, hier kann man per USB-C also weder Monitore mit Adaptern für DisplayPort/HDMI anschließen noch starke Ladeleistungen abzapfen. Das bleibt Notebooks und einigen wenigen Mini-PCs vorbehalten. SuperSpeedPlus – das sind in der Praxis über 1 GByte/s mit externen SSDs wie der SanDisk Extreme 900 – lässt sich übrigens auch an USB-A-Buchsen nutzen, sofern sie an einem USB-3.1-Gen-2-Controller hängen.

### RAM

Die aktuell hohen Preise für PC-Arbeitspeicher hängen mit einem knappen Angebot an DDR4-SDRAM-Chips zusammen und dürften noch eine Weile anhalten. Bei einem einfachen Büro-PC kann man mit 4 GByte auskommen. Wer viele Fenster gleichzeitig offen hält und oft umschaltet, fährt mit 8 GByte besser. Das ist auch das Minimum für einen Gaming-PC; wer die allerneuesten Titel spielen möchte, nimmt besser 16 GByte. Diese Kapazität empfiehlt etwa auch Adobe für das Videoschnittprogramm Premiere Pro.

Alle erwähnten PC-Plattformen verlangen sogenannte ungepufferte Speicher-

riegel (UDIMMs), sie vertragen keine Registered DIMMs (RDIMMs), die für Server vorgesehen sind. DDR4-UDIMMs gibt es derzeit mit höchstens 16 GByte, sie tragen dann auf jeder Seite acht Chips mit je 1 GByte, also 8 Gigabit Kapazität. Sogenannte Single-Rank-(SR-)DIMMs belasten den Speicherbus weniger als Dual-Rank-DIMMs, was beim späteren Aufrüsten vorteilhaft sein kann. DDR4-SR-DIMMs gibt es mit höchstens 8 GByte und noch recht selten in der Geschwindigkeitsklasse DDR4-2666. Kaufen Sie im Zweifel lieber keine Module mit Blechdeckeln, denn die sind für Übertakter gedacht und erreichen ihre beworbenen Frequenzen und Latenzen oft erst mit höherer Betriebsspannung oder wenn man per BIOS-Setup ihr Extended Memory Profile (XMP) lädt. Das hat Tücken, weil manches BIOS dann stillschweigend auch den Prozessor übertaktet. Das wiederum erschwert die Fehlersuche bei Problemen und nicht selten rechnen übertaktete Systeme langsamer als im Normalbetrieb [4]. Bei den meisten Programmen spürt man ohnehin nicht, ob der Speicher nun mit DDR4-2666 oder DDR4-2400 läuft; oft macht sich nicht einmal der Unterschied zwischen Ein- und Zweikanalbetrieb bemerkbar.

### SSD oder Platte?

Eine Solid-State Disk (SSD) mit Flash-Speicher ist für einen flotten PC mittlerweile unerlässlich, denn keine andere Komponente bringt den Rechner dermaßen eindrucksvoll auf Trab. Das System bootet schneller als von einer klassischen Magnetfestplatte, Programme laden schneller und beim Websurfen spürt man, dass moderne Browser viele kleine Dateien auf dem Massenspeicher puffern. Für Bürocomputer und einfache Anforderungen reicht eine 256-GByte-SSD mit SATA-

#### Desktop-PC-Plattformen von AMD und Intel

Prozessor	Codename	CPU-Kerne	IGP	Fassung	Chipsätze	RAM: Kanäle/ max. Kapazität	PCIe-3.0 Lanes CPU/Chipsatz
AMD Ryzen Threadripper	—	8, 12, 16	—	TR4	X399	4/128 GByte <sup>1</sup>	60/— (nur PCIe 2.0)
AMD Ryzen 3/5/7	Summit Ridge	4, 6, 8	—	AM4	X370, B350, A320	2/64 GByte	20/— (nur PCIe 2.0)
kommende Ryzen-APUs	Raven Ridge	4	✓	AM4	X370, B350, A320	2/64 GByte	k. A. (8)/— (nur PCIe 2.0)
AMD A12-9000	Bristol Ridge	4	✓	AM4	X370, B350, A320	2/64 GByte	8/— (nur PCIe 2.0)
Intel Core i9-7000X	Skylake-X	6-18	—	LGA2066	X299	4/128 GByte	44 (28)/8-20
Intel Core i3/i5/i7-8000	Coffee Lake	4/6	✓	LGA1151-2	Z370 (Z390, B360 etc. später)	2/64 GByte	16/8-20
Intel Core i3/i5/i7-7000	Kaby Lake	2/4	✓	LGA1151	Z270, H270, B250, H110	2/64 GByte	16/8-20

<sup>1</sup> ECC-RAM möglich (bei Intel nur mit Xeon und Xeon-Chipsätzen)

Bei Intel-Chipsätzen mit PCIe 3.0 beträgt die Transferrate zur CPU max. 3,8 GByte/s (entspr. PCIe 3.0 x4).

PCIe-Lanes an den AMD-Chipsätzen nur PCIe 2.0

IGP = Integrated Processor Graphics, eingebaute GPU

✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe





**X399-Mainboards für AMD Ryzen Threadripper kosten mindestens 270 Euro.**

6G-Anschluss für 90 Euro. Große Fotosammlungen, Videos und fette Spiele-Brocken mit 50 GByte füllen eine solche SSD aber rasch. Billigeren Speicherplatz stellt eine Festplatte zusätzlich zur SSD bereit; dann muss man sich aber entscheiden, was wo liegen soll. Komfortabler ist

eine größere SSD: Für 150 Euro bekommt man 500 GByte, für 280 Euro 1 TByte Kapazität. Die Mischform SSHD – Festplatten mit meistens 8 GByte Flash-Puffer – kann eine Alternative für sehr knappes Budget sein.

M.2- und PCIe-SSDs mit NVMe-Protokoll liefern Daten noch viel schneller als SATA-SSDs, sind aber auch viel teurer. Bei typischer Desktop-PC-Software macht sich der NVMe-Vorteil nur selten bemerkbar, weshalb sich der Aufpreis eher nicht lohnt. NVMe-SSDs bringen vor allem Servern Vorteile.

## Linux statt Windows 10

Ein aktuelles Linux wie Ubuntu 17.10 lässt sich auf den meisten aktuellen Desktop-PCs leicht installieren; die neuesten Grafikchips von AMD und Nvidia benötigen proprietäre Treiber [5] und Intels jüngste Prozessorgrafik lief erst nach einem kleinen Eingriff.

Die Hersteller von PC-Komponenten, besonders von Mainboards, haben vor

allem Windows 10 im Blick: Dafür steht die breiteste Treiberversorgung bereit. Die Installation sollte im UEFI-Modus erfolgen, möglichst gleich mit den Installationen für die aktuelle Version 1709 (Fall Creators Update). Manche Funktionen wie HDR-Videos setzen Windows 10 sogar voraus. Für Windows 7 liefert Intel keine Grafiktreiber mehr.

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

## Literatur

- [1] Martin Fischer, Gesucht und gefunden, Kaufberatung: Grafikkarten für Büro, Gaming und Geld schürfen, c't 24/2017, S. 114
- [2] Christof Windeck, Christian Hirsch, Wünsch Dir was Supersparsames, Bauvorschlag für einen lüfterlosen und sparsamen Heim-Server, c't 8/2016, S. 100
- [3] Christof Windeck, Wünsch dir was Kleines, Bauvorschlag für einen sparsamen, leisen Mini-STX-PC, c't 25/2016, S. 97
- [4] Christian Hirsch, Voll auf die Acht, Übertakten von Ryzen-Prozessoren, c't 8/2017, S. 138
- [5] Thorsten Leemhuis, Höhen und Tiefen, Grafik-Hardware für Linux-Anwender, c't 24/2017, S. 122

**Projektseite:** [ct.de/y6uq](https://ct.de/y6uq)

Anzeige



# Wünsch dir 'nen Sechser

## Bauvorschlag für einen effizienten Allround-Rechner mit Intel Core i5-8400

**Unser Bauvorschlag liefert dank Sechskern-Prozessor von Intel und SSD selbst für anspruchsvolle Aufgaben genug Performance. Dennoch bleibt er jederzeit flüsterleise und sparsam. Gezielte Upgrades jetzt oder später machen ihn fit für Ihre Anforderungen.**

Von Benjamin Kraft

**D**ie Wünsche der c't-Leser an einen alltagstauglichen PC sind langzeitstabil: Leise soll er sein und leistungsfähig, dabei aber kein Stromverschwender, flexibel aufrüstbar – und natürlich auch was fürs Auge. Daran haben wir uns auch dieses Jahr orientiert. Die Basisvariante bietet dank eines Sechskern-Prozessors, einer 500-GB-SSD und 16 GByte RAM schon einiges an Performance, ohne den Geldbeutel zu überfordern.

Damit taugt der Allrounder bereits als Videoschnittmaschine oder als Heim für virtuelle Maschinen. Durch Aufrüstmaßnahmen mit ausgewählten Komponenten verwandelt er sich auf Wunsch in einen leistungsfähigen Gaming-PC. Bei den Erweiterungen behalten wir stets auch die Lautstärke im Blick.

### 50 Prozent mehr Kerne

Mit der achten Generation (alias i-8000 oder Coffee Lake) hat jede der drei Prozessorfamilien Core i3, i5 und i7 zwei zusätzliche CPU-Kerne bekommen; im i5 werkeln nun also deren sechs fürs gleiche Geld. Bereits mit dem vergleichsweise niedrig getakteten Core i5-8400 [1] (nominal 2,8 GHz, Turbo bis 4 GHz) liefert unser Bauvorschlag deutlich mehr Performance als sein Vorgänger Baujahr 2016: Im Single-Thread-Durchlauf des Cinebench R15 liegt er um rund 14 Prozent in Front, im Multi-Thread-Test um 75 Prozent – und wird damit sogar dem deutlich teureren Ex-Flaggschiff Core i7-7700K gefährlich. Auch in Verbindung mit sehr leistungsfähigen Grafikkarten geht dem kleinen Coffee-Lake-Sechskerner in Spielen nicht die Puste aus. Als 65-Watt-CPU erweist er sich zudem als recht sparsam und stellt auch keine hohen Anforderungen an die Kühlungslösung.

Bei gleicher Thread-Anzahl liefert der höher getaktete Core i5-8600 mehr Performance, er kostet allerdings rund 80 Euro mehr. Die nochmals 60 respektive 120 Euro teureren i7-Modelle 8700 und 8700K lassen mittels Hyper-Threading bis zu zwölf Threads auf Software los – praktisch, wenn man mit virtuellen Maschinen arbeitet oder häufig Software kompiliert. Übrigens: Wir raten zum Kauf der Box-Version des Prozessors, auf die Intel drei Jahre Garantie gibt. Bei den Tray-Versionen muss man sich im Falle des Falles mit dem Händler herum-schlagen.

### Mainboard

Ursprünglich wollten wir das Asus-Mainboard Prime Z370-A aus unserem Vergleichstest als Basis für den Allround-PC nutzen [2]. Leider harmonisierte die Lüftersteuerung nicht mit den Gehäuselüftern unseres Wunschgehäuses: Das Board steuerte die 3-Pin-Lüfter stets mit mindestens 7,8 Volt und damit 60 Prozent Drehzahl an – für den Leerlauf zu viel und für unser Empfinden zu laut. Auch das MSI Z370-A Pro hatte uns gut gefallen, nicht

zuletzt wegen der geringen Leistungsaufnahme und des vergleichsweise niedrigen Preises. Ihm fehlten allerdings zwei Anschlüsse, die für einen optimalen PC dieser Preisklasse aus unserer Sicht unverzichtbar sind: DisplayPort und USB Typ C.

Beides bringt das SchwestermodeLL MSI Z370 Gaming Pro Carbon mit, das in etwa gleich viel wie das Asus-Board kostet: gut 170 Euro. Seine USB-C-Buchse und der ebenfalls von Asmedias Controller-Chip ASM3142 angesteuerte USB-A-Anschluss beherrschen USB 3.1 Gen. 2 mit 10 GBit/s, reizen also auch schnelle Medien voll aus. Von und zu der externen SSD SanDisk Extreme 900 ermittelten wir Übertragungsraten von über 1 GByte/s. Zusätzlich stehen noch zwei USB-2.0-Buchsen sowie vier weitere USB-3.0-Anschlüsse an der Rückseite bereit, nochmals zwei sitzen in der Stirn des Gehäuses. Wer den Rechner optisch tunen will, kann bis zu vier RGB-LED-Streifen an das Mainboard anschließen.

Via DisplayPort 1.2 steuert der Allrounder 4K-Monitore mit 60 Hz an, ein zweites Display findet an der HDMI-1.4-Buchse Anschluss – bei 4K sind daran aber maximal 30 Hz möglich. Immerhin, man kommt schon mit dem in der CPU integrierten Grafikchip UHD Graphics 630 recht weit.

Erfreulich ist auch, dass sich MSI die Werksübertaktung der CPU verkneift. Im BIOS-Setup mussten wir nur noch die C-States aktivieren und das Limit für Package C-States auf C8 anheben, um die Leistungsaufnahme zu senken.

Achtung: Die neuen Coffee-Lake-Prozessoren passen zwar mechanisch in die bisherige Prozessorfassung LGA1151, aber ihre Pins sind anders belegt. Deshalb laufen weder die neuen Coffee-Lake-CPU's in Mainboards mit Z170- oder Z270-Chipsatz, noch Skylake- oder Kaby-Lake-CPU's in Z370-Platinen.

## Cooler Macho

Den Prozessoren ohne K am Ende der Bezeichnung legt Intel einen einfachen Kühler bei. Allerdings dreht der Quirl auf dem vergleichsweise kleinen Kühlkörper unter CPU-Last hörbar auf. Der bullige Thermalright Macho Rev. B agiert hingegen jederzeit flüsterleise: Egal ob im Leerlauf oder unter Volllast, mit weniger als 0,1 Sone bleibt er nahezu unhörbar und hält den Prozessor zuverlässig unter 60 °C. Zudem hat er auch Reserven für die höher

## Optimal unter Linux

Wir haben alle Bauvorschläge auch mit Ubuntu Linux 17.10 ausprobiert, mit erfreulichen Ergebnissen: So gut wie alle Hardware lief ohne weiteres Zutun. Allein bei der Prozessorgrafik unseres Intel-Allrounders mussten wir mit dem Kernel-Parameter `i915.alpha_support=1` nachhelfen, sonst zeigte das Display die falsche Auflösung. So gestartet, nutzt Ubuntu allerdings einen Alpha-Treiber; es kann also zu unerwartetem Verhalten kommen. Linux-Distributionen, die einen Kernel ab 4.15 nutzen, bringen ei-

nen passenden Intel-Treiber mit und brauchen den Start-Parameter nicht. Die GeForce-Karten liefen problemlos mit Nvidias proprietärem Linux-Treiber. Weitere Informationen zum Betrieb von AMD- und Nvidia-Grafikkarten liefert [4]. Auch das Thema Stromsparen erwies sich als unkompliziert. Mit dem Terminal-Befehl `powertop --auto-tune` reduzierte sich die Leistungsaufnahme weiter und lag je nach Bauvorschlag nur noch leicht über (Intel-Allrounder) oder sogar unter dem Windows-Wert (alle AMD-Systeme).

getakteten CPUs mit einer TDP von 95 Watt.

Allerdings vertrauten wir dabei nicht den vordefinierten Lüfter-Profilen, sondern erstellten ebenso wie für die beiden Gehäuselüfter ein eigenes. Unsere empfohlenen Einstellungen finden Sie auf der Projektseite unter [ct.de/-3903412](http://ct.de/-3903412). Dort können Sie uns im Leserforum auch Fragen stellen, Feedback hinterlassen und sich mit anderen Lesern austauschen.

## Speicher und Platz

Ein Rechner, der moderne Anwendungen ausführen soll, benötigt 16 GByte RAM – auch wenn die Preise zuletzt schmerzlich gestiegen sind. Mit zwei 8-GByte-Riegeln

läuft der Speicher im Dual-Channel-Modus, die Timings der Crucial-Module entsprechen mit CL19 und einer Command Rate von 2T exakt Intels Vorgaben für DDR4-2666-Speicher in Verbindung mit Coffee-Lake-CPU's. Zudem bleiben noch zwei Steckplätze für spätere Upgrades frei.

System und Anwendungen finden auf einer 500 GByte großen SATA-SSD Platz. Unsere Wahl fiel auch dieses Jahr wieder auf den Allrounder von Samsung, die SSD 850 Evo. Eine M.2-SSD wäre nur auf dem Papier schneller, weshalb man sich den Aufpreis sparen kann.

Für Nutzer mit hohem Speicherplatzbedarf schlagen wir eine besonders leise 4-TByte-Festplatte aus Western Digitals



Mit der GeForce GTX 1060 (vorn) wird der Allrounder zum Spiele-Rechner in Full-HD. Die GeForce GTX 1070 packt auch in WQHD volle Details.





Die Crucial-Riegel CT8G4DFS8266 gehören zu den wenigen verfügbaren Single-Rank-Modulen, die ohne XMP DDR4-2666 beherrschen.

Blue-Familie vor [3], die wir mit einem Entkopplungsrahmen ins Gehäuse bauen, um Brummen vorzubeugen. Ein fest eingebautes optisches Laufwerk sehen wir nicht mehr vor. Wer noch auf Silberscheibchen angewiesen ist, kann zum externen DVD-Brenner greifen.

### Mehr 3D-Power

Die Basisvariante des Bauvorschlags nutzt die integrierte Prozessorgrafik Intel UHD 630, die für Office-Anwendungen und Korrespondenz völlig ausreicht und auch aktuelle Videoformate in Hardware dekodiert. Nach der Windows-Installation lief allerdings vorerst nur der Microsoft Basic Display Adapter. Nachdem auch Windows Update keinen passenden Treiber fand, luden wir ihn aus Intels Download-Center herunter.

Zwei Grafikkarten-Optionen machen den Intel-Bauvorschlag für Spiele fit. Die GeForce GTX 1060 6 GB bedient Gamer, die Full-HD (1920 × 1080) mit den höchsten Qualitätsstufen und Kantenglättung kombinieren wollen. WQHD (2560 × 1440) packt sie meist ebenfalls, in anspruchsvollen Titeln muss man bei der Detailstufe einen Gang herunterschalten. Das Modell von MSI hält sich auch unter Last mit 0,3 Sone akustisch angenehm zurück.

Volle WQHD-Power mit allen Einstellungsreglern am Anschlag bietet die GeForce GTX 1070. Für Ausflüge in 4K-Gefilde reicht ihre 3D-Power aber in neueren Grafikknallern wie Assassin's Creed: Origins oder Deus Ex: Mankind Divided nur mit reduzierter Detailstufe. In der Variante „Phoenix Golden Sample“ hebt Gainward

Basis- und Boost-Takt ein gutes Stück an. Dennoch gibt sie aufgrund des großen Kühlers selbst unter Volllast nur ein dezent Rauschen bei 0,5 Sone von sich.

Zwei interessante Optionen konnten wir leider nicht berücksichtigen: Obwohl AMD die Radeon RX Vega bereits Ende August vorgestellt hat, ist sie nur schwer und zu Mondpreisen zu bekommen. Hersteller-Designs mit eigenen Kühlern sind bislang Mangelware. Nvidias GeForce GTX 1070 Ti kam hingegen zu spät für unsere diesjährigen Weihnachtsbauvorschläge.

### Netzteil und Gehäuse

Genug Leistung und passende Stromanschlüsse nicht nur für das Basissystem, sondern auch für die Grafikkarten liefert

das Netzteil Pure Power 10 400W von be quiet!. Es arbeitet flüsterleise und effizient.

Anstatt das Rad neu zu erfinden, griffen wir beim Gehäuse auf das bewährte Pure Base 600 zurück, das ebenfalls von be quiet! stammt und schon beim Ryzen-Bauvorschlag in [5] zum Einsatz kam. Kabel lassen sich elegant zwischen der Gehäusewand und der Rückseite des Mainboard-Trägers verstecken. Dort befinden sich zwei kleine Schlitten, auf die man Huckepack zwei 2,5"-SSDs schraubt. Festplatten finden in drei herausnehmbaren Laufwerkskäfigen Platz, die wir für die Basisversion allerdings entfernen.

Zwei Gehäuselüfter sind bereits an Bord. Nachdem wir den Staubschutzdeckel des Gehäuses entfernt hatten, versetzten wir den 140-mm-Ventilator von der Gehäusefront nach hinten an die Decke, wo er direkt über dem Prozessor-kühler dessen warme Abluft nach oben herausbläst. Ihn unterstützt ein 120-mm-Lüfter an der Rückseite. Ab Werk sind beide mit der dreistufigen mechanischen Lüftersteuerung an der Gehäusefront verbunden. Da wir aber eigene Lüfterkurven nutzen wollten, um das System jederzeit möglichst leise zu bekommen, steckten wir die beiden Ventilatoren am Mainboard an: den 120er an SYS\_FAN1, den 140er an SYS\_FAN4. Das sollte man erledigen, bevor das Mainboard festgeschraubt wird.

### Alternative AMD

Manche Core-i-8000-Prozessoren waren bis Redaktionsschluss schlecht lieferbar, darunter auch der i5-8400. Wer nicht warten mag, eher Sympathien für AMD

Teile Intel-Allrounder		
Komponenten	Bezeichnung (Teilenummer)	Preis
Prozessor	Intel Core i5-8400, boxed (BX80684I58400)	220 €
CPU-Kühler	Thermalright Macho Rev. B (100700726)	45 €
Mainboard	MSI Z370 Gaming Pro Carbon (7B45-002R)	170 €
RAM	2 × Crucial Memory DIMM 8GB, DDR4-2666, CL19 (CT8G4DFS8266)	170 €
SSD	Samsung SSD 850 EVO 500GB (MZ-75E500B)	160 €
Gehäuse	be quiet! Pure Base 600 schwarz (BG021)	70 €
Netzteil	be quiet! Pure Power 10 400W ATX 2.4 (BN272)	50 €
Pauschale	Versand	25 €
Zwischensumme Hardware		910 €
Betriebssystem	Windows 10 Home	85 €
Summe		993 €
Optionen		
Grafikkarte	MSI GeForce GTX 1060 Gaming X 6G (V328-001R)	350 €
Grafikkarte	Gainward GeForce GTX 1070 Phoenix GS (3682)	462 €
Festplatte	Western Digital WD Blue 4TB (WD40EZRZ) + Sharkoon HDD Vibe-Fixer (4044951000029)	107 € + 16 €
DVD-Brenner	LG Electronics GP57EB40 schwarz, USB 2.0	30 €
Kartenleser	Kingston USB 3.0 Media Reader, USB 3.0 (FCR-HS4)	20 €



hegt oder mehr Kerne wünscht, wird im nächsten Artikel fündig. Dort stellen wir den aktualisierten Bauvorschlag für einen Ryzen-PC mit acht Kernen vor, der immer dann im Vorteil ist, wenn die Software zahlreiche Threads nutzen kann. Kommen maximal sechs Threads zum Einsatz oder zählt vor allem die Single-Thread-Leistung, hat die Intel-Variante die Nase vorn.  
(bkr@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Christof Windeck, Heißer Kaffee, Intels Core-i-8000-Prozessoren, „Coffee Lake“ für Desktop-PCs, c't 22/2017, S. 88
- [2] Benjamin Kraft, Vier zum Kaffee, Mainboards mit Z370-Chipsatz für Coffee-Lake-CPUs, c't 23/2017, S.88
- [3] Lutz Labs, Plattenkarussell, SATA-Festplatten mit Kapazitäten zwischen 2 und 10 TByte, c't 2/2017, S. 74
- [4] Thorsten Leemhuis, Höhen und Tiefen, Grafik-Hardware für Linux-Anwender, c't 24/2017, S.122
- [5] Christian Hirsch, Wünsch Dir was mit 8 Kernen, Bauvorschlag für einen leistungsfähigen Desktop-PC mit AMD Ryzen 7 1700, c't 12/2017, S. 112

Link zur Projektseite: [ct.de/yfpx](https://ct.de/yfpx)



Unter dem Netzteil sitzt ein herausziehbarer Staubfilter, der das Innenleben vor Schmutz schützt. Man sollte ihn gelegentlich säubern.

Anzeige



# Wünsch Dir was, zum Zweiten

## Bauvorschlag für einen leistungsfähigen Desktop-PC mit AMD Ryzen 7 1700

**Dank 8-Kern-Prozessor und SSD bewältigt unser Ryzen-Rechner auch anspruchsvolle Aufgaben mühelos und bleibt dabei angenehm leise. Aus mehreren Varianten können Sie sich Ihren Allround-PC maßgeschneidert zusammenstellen.**

**Von Christian Hirsch**

**W**er ein System mit hoher Multi-Thread-Performance wünscht und dafür einen AMD-Prozessor bevorzugt, kann als Alternative zum Intel-Allrounder unseren Vorschlag für einen Ryzen-Rechner nachbauen. Mit 16 Threads, 16 GByte DDR4-RAM und 500-GByte-SSD taugt der Ryzen-Allrounder für Raw-Fotoentwicklung, Videoschnitt oder den Betrieb mehrerer virtueller Maschinen. Zudem stehen drei Grafikkarten zur Auswahl, mit denen Sie den Rechner zur potenten Gaming-Maschine erweitern können.

Einen Ryzen-PC-Bauvorschlag hatten wir bereits Mitte des Jahres vorgestellt. Jetzt haben wir dem Rechner kleinere Updates spendiert. Da der Zusammenbau unverän-

dert ist, stellen wir den damaligen Artikel mit der Bauanleitung aus c't 12/2017 unter [ct.de/yfzc](http://ct.de/yfzc) kostenlos zum Download bereit.

### Schnellerer Arbeitsspeicher

Den überarbeiteten Ryzen-Allrounder haben wir mit DDR4-2666- statt DDR4-2400-RAM ausgestattet. Vor allem 3D-Spiele profitieren um einige Prozent von höherem Speichertempo.

Weiterhin haben wir die Grafikkarten ausgetauscht. In der Basisvariante kommt nun eine lüfterlose GeForce GT 1030 zum Einsatz. Sie kann per DisplayPort 1.2 und HDMI 2.0 zwei 4K-Displays mit 60 Hz ansteuern. Die von uns im Sommer empfohlenen Modelle der GeForce GTX 1060 für Full-HD- und GeForce GTX 1070 für WHQD-Gaming haben die Hersteller durch überarbeitete Versionen ersetzt, die wir hier übernehmen.

Im Duell mit dem Intel-Allrounder hängt der Ryzen 7 1700 den Core i5-8400 im Rendering-Benchmark Cinebench R15 mit 48 Prozent Vorsprung ab. Bei Office-Anwendungen schneidet hingegen der Core-i-Prozessor dank höherer Single-Thread-Leistung besser ab.

Falls Sie sich für den Ryzen-Allrounder entschieden haben, finden Sie im verlinkten Artikel aus c't 12/2017 sowie im Artikel auf Seite 88 Tipps zum Zusammenbau. Die BIOS-Setup-Einstellungen haben wir auf der Projektseite unter [ct.de/-3903412](http://ct.de/-3903412) hinterlegt.

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

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

Teile Ryzen-Allrounder		
Komponenten	Bezeichnung (Teilenummer)	Preis
Prozessor	Ryzen 7 1700, boxed (YD1700BBAEBOX)	290 €
CPU-Kühler	Scythe Kabuto 3 (SCKBT-3000)	43 €
Mainboard	MSI X370 SLI Plus (7A33-003R)	127 €
RAM	2 × Crucial Memory DIMM 8 GB, DDR4-2666, CL 19 (CT8G4DFS8266)	170 €
Grafikkarte	MSI GeForce GT 1030 2GH LP OC (V809-2498R)	68 €
SSD	Crucial MX300 525GB (CT525MX300SSD1)	145 €
Gehäuse	be quiet! Pure Base 600 silber (BG022)	69 €
Netzteil	be quiet! Pure Power 10 400W ATX 2.4 (BN272)	50 €
Pauschale	Versand	25 €
Zwischensumme Hardware		987 €
Betriebssystem	Windows 10 Home	83 €
Summe		1072 €
Optionen		
Grafikkarte	MSI GeForce GTX 1060 Gaming X 6G (V328-001R)	350 €
Grafikkarte	Gainward GeForce GTX 1070 Phoenix GS (3682)	462 €
Festplatte	Western Digital WD Blue 4TB (WD40EZRZ) + Sharkoon HDD Vibe-Fixer (4044951000029)	107 € + 16 €
DVD-Brenner	LG Electronics GP57EB40 schwarz, USB 2.0	30 €
Kartenleser	Kingston USB 3.0 Media Reader, USB 3.0 (FCR-HS4)	20 €

Anzeige



# Wünsch Dir 'nen Spielgefährten

## Bauvorschlag für einen günstigen Gaming-PC für Full-HD

**Knappes Budget und Spielspaß schließen sich nicht aus: Mit den richtigen Komponenten kann man sich einen preiswerten und leisen Gaming-Rechner zusammenstellen, der fürs Spielen in Full-HD taugt.**

Von Benjamin Kraft

**M**it viel Geld ein leistungsfähiges System zusammenzustellen ist keine Kunst. Stattdessen war bei unserem Budget-Gamer das Ziel ein möglichst günstiger Rechner mit aktuellen Komponenten, der Spiele in Full-HD bei hoher Detailstufe ruckelfrei ausgibt. Deshalb geben wir bei diesem Bauvorschlag auch keine Optionen an, denn die

Komponenten sind von der Performance aufeinander abgestimmt. Ersetzt man eine, wäre meist auch mindestens eine weitere fällig.

Das selbst gesteckte Ziel, bei den reinen Hardware-Kosten unter der Marke von 600 Euro zu bleiben, verhaselten uns verschiedene Entwicklungen wie die RAM-Knappheit, der Krypto-Mining-Boom bei Grafikkarten und andere Faktoren. Am Ende haben wir die selbst gesteckte Marke um knappe 45 Euro verfehlt. Rechnet man noch eine Windows-Lizenz und die Versandpauschale für die Teile dazu, landet man unterm Strich bei einem Komplettpreis von etwa 755 Euro.

### Intel outside

Die Wahl des Prozessors fiel uns vergleichsweise leicht: Wir wollten ein aktuelles Modell mit mindestens vier Kernen, denn immer mehr Spiele ruckeln auf einem Dual-Core oder starten gar nicht erst [1]. Zudem sollte sein Unterbau, also das Mainboard, bezahlbar bleiben. Den Sweet-Spot aus Performance und Preis bildet derzeit der AMD Ryzen 3 1300X [2]. Dieser Quad-Core-Prozessor läuft mit einem Nominaltakt von 3,5 GHz, erreicht per Boost bis zu 3,7 GHz und darf sich mittels XFR kurzzeitig um weitere 200 MHz selbst übertakten. Er wird zwar in der Box-Version mit einem Kühler ausgeliefert; den tauschten wir jedoch gegen einen leiseren Scythe Iori aus. Wer die 25 Euro sparen will, kann aber auch den 0,5 Sone lauterer AMD-Kühler behalten und später umrüsten.

Der Ryzen 5 1400 bringt zwar für nur etwa 25 Euro mehr durch SMT (Simultaneous Multi-Threading) bereits acht Threads an den Start, die wiegen aber den Taktnachteil von rund 250 MHz in Spielen nicht auf, weshalb sich die Investition nicht lohnt.

Die ähnlich günstigen i3-CPU's der Coffee-Lake-Generation hätten uns ebenfalls gereizt und noch ein wenig mehr Rechenleistung geliefert, doch solange man sie nur mit teuren Mainboards mit Z370-Chipsatz ab 100 Euro kombinieren kann, überfordern sie unser Budget. Billigere Serie-300-Mainboards werden wohl erst zur CES 2018 vorgestellt.

Beim Mainboard griffen wir zum Asrock AB350M Pro4, einem Micro-ATX-Board mit AMDs B350-Chipsatz. Der verfügt über ausreichend PCIe-Lanes für unsere Zwecke und erlaubt experimentierfreudigen Anwendern, den Prozessor



zu übertakten. Gigabit-Ethernet und 7.1-Sound sind ebenfalls dabei. Zusätzlich zu den vier SATA-Ports gibt es zwei M.2-Slots für PCIe- oder SATA-SSDs. Am ATX-Anschlussfeld führt Asrock auch eine USB-Buchse vom Typ C heraus, die allerdings nicht den im Chipsatz integrierten USB-3.1-Gen.-2-Controller nutzt, sondern Daten mit USB-3.0-Speed befördert, also mit bis zu 460 MByte/s. Wichtig war uns nicht zuletzt, dass das Board vier RAM-Steckplätze hat, um später mehr Arbeitsspeicher nachstecken zu können.

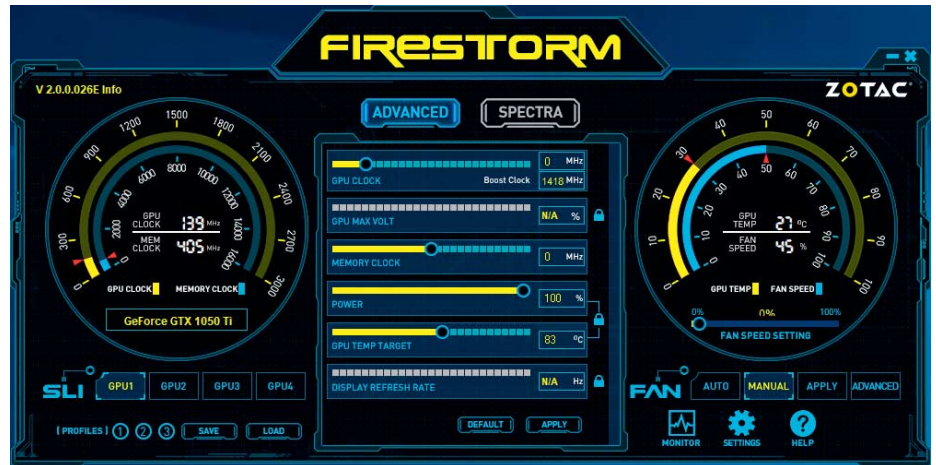
## Speicherfragen

Denn beim RAM brachen wir in zweierlei Hinsicht mit unseren üblichen Empfehlungen: Zum einen entschieden wir uns mit dem Kingston-RAM Hyper X Fury für Module mit Kühlkörper, von denen wir sonst abraten – alle anderen Module, die für uns infrage kamen, wären noch teurer gewesen. Zum anderen sahen wir uns aufgrund der rasanten Preisentwicklung gezwungen, das System mit nur 8 GByte DDR4-2666-RAM auszustatten. War das 8-GByte-Kit noch Anfang Juni 2017 regelmäßig für unter 70 Euro zu bekommen, schoss sein Preis in den letzten Wochen regelrecht nach oben und lag zum Redaktionsschluss bei gut 100 Euro. Für die allermeisten Spiele sollten 8 GByte vorerst ausreichen, selbst wenn einige Entwickler bereits 16 GByte empfehlen, etwa für Battlefield 1.

Eine der schwersten Entscheidungen hatten wir beim Festpeicher zu fällen. In der Redaktion bildeten sich schnell zwei Lager. Das eine plädierte für eine Hybrid-Festplatte (SSHD) mit 1 TByte Kapazität, um der Spielesammlung ausreichend Platz zu bieten und immerhin den Boot-Vorgang und den Anwendungsstart zu beschleunigen [3].

Das andere sprach sich für eine lautlose SSD der 250-GByte-Klasse aus, mit der sich das gesamte System flotter anfühlt und die auch Spielstände schneller lädt. Nachteil: Viele moderne Spiele bringen mehr als 50 GByte auf die Waage und auch Windows-Updates müllen das System zu, sodass der Speicherplatz schnell knapp werden könnte.

Am Ende setzten sich die Flash-Fürsprecher durch. Weil auch die SSD-Preise im Laufe des vergangenen Jahres gestiegen sind, griffen wir anstelle unseres ehemaligen Budget-Lieblings Samsung SSD 750 dieses Jahr zur Crucial MX300 mit 275 GByte [4].



Regelt man ihre Lüfterdrehzahl mit Zotacs Utility Firestorm manuell auf das Minimum, bleibt die GeForce GTX 1050Ti Mini auch in Spielen leise.

## 3D-Power, Energie und Gehäuse

Die Rolle der Grafikkarte konnten wir hingegen recht schnell besetzen, weil Nvidias GeForce GTX 1050 Ti das beste Preis-Leistungs-Verhältnis bietet, wenn es um Full-HD-Gaming geht. Zotacs GeForce GTX 1050 Ti Mini gefiel mit niedrigem Laufgeräusch, kompakten Abmessungen und einem Preis von 150 Euro [5]. Sie liefert in vielen aktuellen Spielen in keiner der beiden höchsten Qualitätseinstellungen noch durchschnittliche Bildraten von 50 fps und mehr (siehe Tabelle unten). Mit E-Sports-Titeln wie Overwatch, StarCraft II oder CS:Go hat die Karte gar keine Mühe. Nur in grafisch sehr anspruchsvollen Spielen muss man sich mit mittlerer Detailstufe begnügen.

Die GTX 1050 ohne Ti und AMDs Radeon RX560 sind deutlich langsamer. Eine GeForce GTX 1060 3 GByte, die beinahe die doppelte 3D-Performance liefert, hätten wir vielleicht gerade noch ins Budget zwingen können. Mit ihrem knappen Videospeicher kommt sie in hohen Detailstufen aber schon in aktuellen Spielen an ihre Grenzen. Eine Radeon RX570 mit 4 GByte ist hingegen durch den Ethereum-Mining-Boom noch nicht wieder in bezahlbare Sphären gerutscht.

Die Stromversorgung übernimmt das flüsterleise Netzteil be quiet! System Power B8 mit 350W. Es bietet auch noch für spätere Aufrüstpläne Reserven. So bringt es etwa einen kombinierten 6-/8-Pin-Stromstecker für Grafikkarten mit, die unsere GeForce GTX 1050 Ti nicht braucht.

Budgetbedingt schlicht fällt das Gehäuse aus; dass das kein Makel sein muss, zeigt die kompakte schwarze MasterBox Lite 3 von Cooler Master. Wichtig war uns bei der Auswahl, dass das Gehäuse zwei USB-3.0-Ports an der Stirnseite trägt und im Inneren genug Platz zwischen Rückwand und Mainboard-Träger bietet, um die Kabel zu hinterführen. Es bietet einem 3,5"-Laufwerk sowie einem im 5,25"-Format Platz. Den rückwärtigen Gehäuselüfter binden wir ins Kühlkonzept ein.

## Akustisches Tuning

Um einen leisen Rechner zu erhalten, muss man meist noch hier und da Hand anlegen – das ist auch beim kleinen Ryzen-System nicht anders. Schon beim ersten Test mit anhaltender CPU-Volllast stellte sich zum Beispiel heraus, dass der brummige Box-Kühler von AMD mit 1,1 Sone nicht nur akustisch sehr präsent war, sondern der Prozessor auch über 80 °C

### Budget-Gamer: 3D-Benchmarks

Spiele bei Full-HD	[fps] besser ►
Alien: Isolation <sup>1</sup> (Avg. / Max.)	96/126
Dragon Age: Inquisition <sup>2</sup> (Min. / Avg.)	48/54
GTA V <sup>3</sup> (Avg. / Max.)	50/109
Mittelerde: Mordors Schatten <sup>4</sup> (Avg. / Max.)	61/84

<sup>1</sup> Maximum, 1T × SMAA <sup>2</sup> sehr hoch, FXAA <sup>3</sup> sehr hohe Qualität, 4 × MSAA <sup>4</sup> Ultra, FXAA



Der Budget-Gamer stellt die meisten Spiele mit einer der beiden höchsten Detailstufen flüssig dar. Mass Effect Andromeda packt er etwa in der Detailstufe „Hoch“.

heiß wurde. Deshalb investierten wir 25 Euro und bauten stattdessen den leisen Scythe Iori ein, mit dem die CPU-Temperatur 75 °C nicht überschritt.

Die vordefinierten Lüfter-Profile im BIOS-Setup von Asrock gefielen uns ebenfalls nicht: Mit „Silent“ drehten CPU- und Gehäuselüfter zwar schön leise, aber unter Last zu langsam, sodass der Prozessor unnötig heiß wurde; mit „Standard“ liefen beide Lüfter im Leerlauf zu schnell und damit zu laut. Also erstellten wir eigene Lüfterkurven, mit denen der kleine Gamer nun stets leise bleibt. Im Leerlauf sind es beinahe unhörbare 0,1 Sone, unter kombinierter CPU- und GPU-Vollast 0,7 Sone. Die Werte für die Lüftersteuerung finden Sie ebenso wie weitere Details zum System auf der Projektseite unter [ct.de/-3903412](http://ct.de/-3903412). Dort gelangen Sie auch zum Leserforum, in dem Sie uns Feedback geben und sich mit anderen Lesern austauschen können.

Ein wenig Optimierungspotenzial liefert auch die Grafikkarte, deren Lüfter unter Volllast die Lautstärke hochtreibt – und zwar unnötig, wie sich zeigte. Versuchsweise beschränkten wir mit dem Zotac-Tool Firestorm die Lüftergeschwindigkeit auf den niedrigsten einstellbaren PWM-Wert von 45 Prozent, was der Geschwindigkeit im Leerlauf entspricht. Damit stieg die GPU-Temperatur selbst beim Furmark Torture Test maximal auf völlig unkritische 67 °C. Dafür flüstert das System selbst komplett ausgelastet nicht mit mehr als 0,45 Sone – das ist nach un-

serem Bewertungsschema ein knappes „sehr gut“. Leider muss man bei jedem Windows-Start erneut bestätigen, dass das Tool starten darf.

### Fazit

Der Budget-Gamer stellt zwar einen Kompromiss dar, erfüllt aber seinen Zweck: flüssiges Spielen mit 1920 × 1080 Pixeln – auch wenn unser anspruchsvoller, von modernen Titeln geprägter Benchmark-Parcours auf S. 68 ihn mitunter nicht glänzen lässt. Für Büroanwendungen bietet er mehr als genug Rechenleistung, für Bildbearbeitung und Videoschnitt mit Hobby-Anspruch ebenfalls. Dabei bleibt er selbst unter Volllast sehr leise und ist mit maximal 183 Watt noch recht genügsam.

Wie eingangs beschrieben, nennen wir für CPU, Grafikkarte und SSD keine leistungsfähigeren Alternativen. Wer sich

doch mehr Performance wünscht, sollte lieber einen der anderen Bauvorschläge nach unten anpassen, als am Budget-Gamer herumzudoktern. Sonst relativiert sich der Preisvorteil schnell oder eine der anderen Komponenten wird zum Bremsklotz – und der Rechner doch zum faulen Kompromiss.

(bkr@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Christian Hirsch, Kern-Duell, Athlon X4 845 gegen Pentium G4400: Preiswerte Prozessoren im Direktvergleich, c't 11/2016, S. 94
- [2] Christian Hirsch, Ryzen 3: Günstige Quad-Cores für AM4-Systeme, c't 17/2017, S. 27
- [3] Lutz Labs, Superschnelle Harddisk, Hybrid-Festplatten als Systembeschleuniger, c't 25/2017, S. 44
- [4] Lutz Labs, SSD-Roundup, Solid-State Disks mit SATA- und PCIe-Schnittstelle, c't 23/2016, S. 102
- [5] Martin Fischer, Mini-Pascal, GeForce GTX 1050 Ti: Nvidia-Grafikkarte für Aufrüster, c't 23/2016, S. 42

Link zur Projektseite: [ct.de/y71u](http://ct.de/y71u)

### Budget-Gamer mit Ryzen 3

Komponenten	Bezeichnung (Teilenummer)	Preis
Prozessor	Ryzen 3 1300X, boxed (YD130XBBAEBOX)	120 €
CPU-Kühler	Scythe Iori (SCIOR-1000)	26 €
Mainboard	ASRock AB350M Pro4 (90-MXB520-A0UAYZ)	75 €
RAM	1 × Kingston HyperX Fury 8-GB-Kit (HX426C15FBK2/8)	100 €
Grafikkarte	Zotac GeForce GTX 1050 Ti Mini, 4GB GDDR5 (ZT-P10510A-10L)	150 €
SSD	Crucial MX300 275GB, SATA (CT275MX300SSD1)	90 €
Gehäuse	Cooler Master MasterBox Lite 3, schwarz (MCW-L3S2-KN5N)	45 €
Netzteil	be quiet! System Power B8 350W ATX 2.4 (BN257)	38 €
Pauschale	Versand	25 €
	<b>Zwischensumme Hardware</b>	<b>669 €</b>
Betriebssystem	Windows 10 Home	85 €
	<b>Summe</b>	<b>754 €</b>

Anzeige





# Wünsch Dir was Luxuriöses

## High-End-Bauvorschlag mit AMD Ryzen Threadripper 1950X

**Maximum Warp lautet das Motto bei unserem Threadripper-PC: Mit 16 Prozessorkernen, großem Arbeitsspeicher und optionaler High-End-Grafikkarte liefert unser Bauvorschlag kompromisslose Performance, die vor Kurzem noch Workstations und Servern vorbehalten war.**

**Von Christian Hirsch**

**A**MDs High-End-Plattform erschien in diesem Jahr überraschend und mit Wucht: Die Ryzen-Threadripper-Prozessoren bieten Leistung satt, haben viele I/O-Leitungen und kosten weniger als Intels Core-X-CPU's. Aus diesen Gründen steckt in der 2017er Ausgabe unseres Premium-Bauvorschlags ein AMD-Prozessor.

Performance, umfangreicher Ausstattung sowie schickem Design haben wir bei der Entwicklung des Threadripper-PC eine höhere Priorität eingeräumt als sonst. Dennoch haben wir darauf geachtet, dass er die wichtigen Kriterien unserer Bauvor-

schläge erfüllt: stabiler Betrieb, geringe Lautstärke und sinnvolle Abstimmung der Komponenten.

In der Basiskonfiguration tritt der Threadripper-PC mit 16 Kernen, 32 GByte DDR4-RAM und 1-TByte-SSD an. Seine Paradedisziplinen sind Anwendungen, die von extrem vielen Kernen beziehungsweise Threads profitieren wie das Rendern von Bildern oder Videos mit Blender. Dank großem Arbeitsspeicher kann er mehrere anspruchsvolle Programme zugleich ausführen, um zum Beispiel Software in mehreren virtuellen Maschinen zu testen und im Hintergrund das nächste Projekt zu kompilieren. Als Brot-und-Butter-Rechner ist dieser Bauvorschlag überdimensioniert. Dafür eignen sich die beiden Allround-PCs auf Seite 72 und Seite 76 besser. Zudem kosten sie statt 2200 Euro weniger als die Hälfte.

Wer zur Entspannung eine Runde spielen will, kann den Threadripper-PC mit unserer Empfehlung für eine High-End-Grafikkarte zur potenten Gaming-Maschine aufbrezeln. Mit der GeForce GTX 1080 Ti laufen auch anspruchsvolle Titel in 4K-Auflösung (3840 × 2160 Pixel) flüssig. Damit der Rechner auch optisch etwas hermacht, kommt ein Gehäuse mit getönten Glaswänden zum Einsatz.

### Leistung ohne Ende

Trotz der aufwendigen Technik hatten wir beim Bau des Threadripper-PC mit erfreulich wenigen Problemen zu kämpfen. Als Prozessor kommt AMDs schnellster Desktop-Prozessor Ryzen Threadripper 1950X mit 16 Kernen und SMT (Symmetric Multi Processing) zum Einsatz, der somit für Anwendungen 32 Threads bereitstellt. Er läuft nominell mit 3,4 GHz und kann bei Last auf vier Kernen über die Turbo-Modi Boost und Extended Frequency Range auf bis zu 4,2 GHz hochtakten.

Im Vergleich zu gängigen AM4- und LGA1151-Prozessoren erscheint der Preis von 1000 Euro für die TR4-CPU auf den ersten Blick recht hoch. Der Ryzen Threadripper 1950X rechnet im Rendering-Programm Blender allerdings mehr als doppelt so schnell wie der auch schon nicht langsame Ryzen 7 1700 im Ryzen-Allrounder. Zudem kostet der gleich schnelle 16-Kerner von Intel 70 Prozent mehr. Wer sich mit 12 statt 16 Kernen begnügen kann, spart mit dem Ryzen Threadripper 1920X 300 Euro.

Vom Ryzen 1900X mit acht Kernen raten wir hingegen ab. Das bessere Preis/-



Leistungsverhältnis bekommt man in diesem Fall mit dem Ryzen-Allrounder auf Seite 78, wenn man dort den Ryzen 7 1800X einbaut. Die Taktfrequenz des AM4-Spitzenmodells liegt bei gleicher Kernanzahl nur geringfügig tiefer und er kostet 350 statt 450 Euro. Obendrein sind AM4-Mainboard, Netzteil und CPU-Kühler günstiger. Die High-End-Plattform schluckt im Leerlauf mit 70 Watt fast das Doppelte vom AM4-Pendant.

Der Threadripper 1950X rechnet sehr schnell, verheizt deshalb aber auch kräftig Strom. Um die 180 Watt Abwärme bei Vollast vom Chip abzutransportieren, ist ein leistungsfähiger Kühler für die Fassung TR4 notwendig wie der Noctua NH-U14S TR4-SP3 [1]. Dieser lässt sich trotz 14-cm-Lüfter vergleichsweise einfach montieren. Bei ruhendem Windows-Desktop ist der Threadripper-PC damit flüsterleise (<0,1 Sone). Unter CPU-Vollast hört man lediglich ein tieffrequentes Lüfterrauschen, das nicht stört (1,1 Sone).

Beim Mainboard hatten wir ursprünglich das Asus X399-A Prime ins Auge gefasst. Dort störte uns bei CPU-Vollast aber das hochfrequente Geräusch des winzigen Lüfters auf den Spannungswandlern. Die Wahl fiel deshalb auf das MSI X399 SLI Plus. Es ist eng verwandt mit dem MSI X399 Gaming Pro Carbon AC aus unserem Test von TR4-Mainboards [2], das zusätzlich eine WLAN-Steckkarte mitbringt. Das X399 SLI Plus ist mit einem Preis von 300 Euro etwa 50 Euro günstiger.

Um fehlende Ausstattungsmerkmale muss man sich in dieser Preisklasse kaum Gedanken machen. Für Grafikkarten bietet das MSI X399 SLI Plus vier PEG-Slots, zwei davon sind mit je 16 PCIe-3.0-Lanes angebunden. Festplatten und SSDs lassen sich an acht SATA-6G-Ports anschließen. Zudem nimmt das Mainboard drei Solid-State Disks im M.2-Format mit SATA-6G- oder PCIe-3.0-x4-Schnittstelle auf. Am I/O-Panel bietet das X399 SLI Plus schnelles USB 3.1 Gen 2 mit SuperSpeed-Plus-Geschwindigkeit (10 GBit/s) an einer Typ-A- und Typ-C-Buchse.

## Viel Speicher

Wegen der hohen Thermal Design Power des Prozessors benötigt das Board zwei 8-polige ATX12V-Stecker. Deshalb haben wir ein Netzteil gewählt, das mit zwei solchen Steckern ausgestattet ist und mit 750 Watt genug Leistungsreserven bietet, um das System erweitern oder übertakten zu können.

Damit die CPU ihre optimale Leistung entfalten kann, muss ausreichend Arbeitsspeicher im System stecken. Obwohl die RAM-Preise derzeit leider wöchentlich neue Höhen erklimmen, haben wir uns beim Threadripper-PC für 32 GByte entschieden. Dabei kommen die gleichen 8-GByte-DIMMs wie beim Intel- und Ryzen-Allrounder zum Einsatz, denn auch Threadripper unterstützt laut Spezifikation mit einem Modul pro Kanal maximal DDR4-2666. Höhere Geschwindigkeiten fallen streng genommen unter Overclocking.

Wer jetzt spart und nur 16 GByte aus je vier 4-GByte-DIMMs einbaut, muss später Kompromisse beim Aufrüsten eingehen. In Vollbestückung mit acht Modulen reduziert sich das Speichertempo auf DDR4-2133 (Single Rank) beziehungsweise DDR4-1866 (Dual Rank). Wir raten davon ab, angesichts der vielen Kerne bei der TR4-Plattform nur zwei der vier Kanäle zu bestücken. Die Threadripper-Prozessoren bestehen intern aus zwei einzelnen Dies, die jeweils zwei Kanäle ansprechen. Beim Zugriff auf das RAM am anderen Chip sind die Latenzen etwas höher [3].

Als Systemlaufwerk haben wir uns für eine SATA-6G-SSD im gebräuchlichen 2,5"-Format mit 1 TByte Kapazität entschieden. Selbst die schnellsten M.2-SSDs mit PCIe-x4-3.0-Schnittstelle bieten nur bei wenigen speziellen Anwendungsfällen einen spürbaren Geschwindigkeitsvorteil [4], was ihren erheblichen Mehrpreis nicht rechtfertigt.

Da AMDs TR4-Prozessoren keine Grafikeinheit enthalten, steckt im Bauvor-

schlag eine lüfterlose GeForce GT 1030. Sie eignet sich nicht zum Spielen, kann per HDMI 2.0b und DisplayPort 1.4 aber zwei 4K-Displays zugleich mit 60 Hz ansteuern. Zudem übernimmt sie – mit dem richtigen Browser und Player – die Wiedergabe moderner Videoformate wie H.265/HEVC und VP9.

Für Gamer haben wir die High-End-Grafikkarte GeForce GTX 1080 Ti von Asus ausgewählt: Sie liefert dank 3584 Shader-Kernen und 11 GByte GDDR5X-RAM genug Rumms, damit aktuelle 3D-Spiele in Ultra-HD-Auflösung (3840 × 2160) und hohen Details butterweich laufen. Sie kann gleichzeitig vier 4K-Displays ansteuern, über DisplayPort 1.4 auch solche mit 5K-Auflösung. Trotz der brachialen Performance bleibt sie dabei recht leise und schluckt im Leerlauf nur wenige Watt mehr als die GT 1030 [5].

Angesichts der hochwertigen Hardware-Komponenten haben wir diesem Bauvorschlag eine luxuriösere Behausung als sonst spendiert: Die Seitenwände sowie die Front des anideos AI-Crystal Lite bestehen aus 5 Millimeter starkem, gehärtetem und dunkel getöntem Glas. Die LED-Beleuchtung des Mainboards schimmert nach außen durch. Wer seinen Rechner optisch aufbrezeln will, kann zusätzlich noch LED-Leuchtbänder einbauen.

Um die bis zu 465 Watt Abwärme aus dem Gehäuse zu pusten, haben wir unter dem Dach und am Heck jeweils einen 14-cm-Lüfter von Noctua angebracht. Als Feedback auf unsere vergangenen Bauvorschläge erhielten wir oft die Frage, ob ein Lüfter, der durch Front Luft

Die Gehäuselüfter sitzen im Threadripper-PC dicht neben dem Prozessor, wo die größte Hitze entsteht.





Die optionale Grafikkarte GeForce GTX 1080 Ti macht nicht nur Gamer glücklich, sondern kann auch vier UHD-Displays zugleich ansteuern.

ansaugt, nicht sinnvoller wäre. Das haben wir mit einem dritten Noctua-Ventilator ausprobiert. Weder verringerten sich dabei unter Volllast die Temperaturen von Prozessor und Grafikkarte noch drehten die Lüfter auf den beiden Komponenten langsamer.

## Zusammengesteckt

Beim Zusammenbau gibt es einige Besonderheiten zu beachten. Die Montage des TR4-Prozessors mit 4094 Kontakten ist etwas aufwendiger als bei preiswerteren Plattformen: So gleitet die CPU in einem Plastikrahmen in die Halterung und der Haltebügel wird mit einem mitgelieferten Drehmomentschlüssel befestigt. Das genaue Prozedere sehen Sie im Video auf unserer Projektseite sowie unter [ct.de/ywzfz](http://ct.de/ywzfz).

Zudem müssen Sie vor dem Einbau des Prozessorkühlers dessen Halterung um drei Millimeter in die mittlere Position versetzen. Weil der PEG-Slot der Grafikkarte so dicht neben der CPU-Fassung sitzt, geraten sonst später der weit ausladende Noctua-Kühler und die Grafikkarte in Konflikt.

Im Unterschied zu den allgemeinen Bautipps auf Seite 88 wandert der hintere Gehäuselüfter erst nach Einbau des Mainboards ins Gehäuse. Sonst würde dieser den Weg für das Board versperren. Die beiden Ventilatoren an Heck und Dach kommen nicht an die 3-stufige Steuerung des Gehäuses, sondern an die geregelten Anschlüsse SYS\_FAN1 und PUMP\_FAN1 am Board. Nur damit sind die Lüftereinstellungen im BIOS-Setup auf unserer Projektseite wirksam. Beim Einsetzen der GeForce GTX 1080 Ti ist etwas Geschick und Fingerspitzengefühl nötig. Zunächst müssen Sie die Slotblende in die Öffnung

gen am Gehäuse einfädeln, bevor Sie die Karte endgültig mit mäßigem Druck in den Slot einrasten können.

Die BIOS-Setup-Einstellungen sowie notwendige Treiber haben wir auf der Projektseite zum optimalen PC 2017 unter [ct.de/-3903412](http://ct.de/-3903412) hinterlegt. Dort finden Sie auch ein Leserforum, wo Sie Fragen stellen und Ihr Feedback abgeben können.

## Noch mehr!

Wem die Ausstattung nicht reicht, der kann den Threadripper-PC nach seinen Wünschen anpassen. So lassen sich bis zu 128 GByte DDR4-RAM einbauen. Bei Vollbestückung mit acht Dual-Rank-Modulen garantiert AMD den stabilen Betrieb allerdings für eine Speichergeschwindigkeit von lediglich DDR4-1866. Es ist daher nicht notwendig, teuren Overclocker-RAM zu kaufen.

Da es in dem Gehäuse keinen 5,25"-Schacht gibt, empfehlen wir bei Bedarf einen flachen, externen Brenner mit USB-Anschluss. Der lässt sich auch an anderen Rechnern und Notebooks verwenden und nimmt wenig Platz in Anspruch. Gleiches gilt für den USB-3.0-Kartenleser, der das Tempo schneller SD-Karten mit UHS-II-Interface ausreizt. Die optionale Festplatte benötigt keinen Entkopplerrahmen, denn die Befestigungsschlitzen sind mit Muffen aus flexiblem Material ausgestattet. Bei Zugriffen ist die Platte mit 0,2 Sone auch in ruhiger Umgebung kaum zu hören.

Maximales Datenträger-Tempo für ausgewählte Profi-Anwendungen erreicht der Threadripper-PC mit einer M.2-SSD. Die schnellsten NVMe-SSD mit PCIe 3.0 x4 stammen von Samsung. Mit 1 TByte Kapazität kosten die SSD 960 Evo oder die SSD 960 Pro allerdings 430 beziehungsweise 570 Euro, liefern dafür Daten aber auch mit über 3 GByte/s. ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)) **ct**

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Im Hektowattbereich, Prozessorkühler für AMD Ryzen Threadripper, c't 24/2017, S. 104
- [2] Christof Windeck, Dicke Bretter, X399-Mainboards für AMD Ryzen Threadripper, c't 20/2017, S. 90
- [3] Christian Hirsch, Außenseiter – Spitzenreiter, High-End-Prozessoren Ryzen Threadripper 1950X und 1920X, c't 18/2017, S. 82
- [4] Benjamin Kraft, Vorteile in der Nische, Wo PCIe-SSDs in der Praxis schneller sind, c't 19/2017, S. 84
- [5] Martin Fischer, Gesucht und gefunden, Kaufberatung: Grafikkarten für Büro, Gaming und Geld schürfen, c't 24/2017, S. 114

Video CPU-Einbau: [ct.de/ywzfz](http://ct.de/ywzfz)

Teile Threadripper-PC		
Komponenten	Bezeichnung (Teilenummer)	Preis
Prozessor	AMD Ryzen Threadripper 1950X, boxed ohne Kühler (YD195XA8AEWOF)	820 €
CPU-Kühler	Noctua NH-U14S TR4-SP3	80 €
Mainboard	MSI X399 SLI Plus (7B09-008R)	300 €
RAM	4 × Crucial Memory DIMM 8GB, DDR4-2666, CL19 (CT8G4DFS8266)	340 €
Grafikkarte	MSI GeForce GT 1030 2GH LP OC (V809-2498R)	68 €
SSD	Crucial MX300 1TB (CT1050MX300SSD1)	265 €
Gehäuse	anidees Al-Crystal Lite schwarz (Al-Crystal-Lite)	130 €
Gehäuselüfter	2 × Noctua NF-A15 PWM	44 €
Netzteil	Corsair HX Series HX750 80PLUS Platinum 750W ATX 2.4 (CP-9020137)	137 €
Pauschale	Versand	25 €
Zwischensumme Hardware		2209 €
Betriebssystem	Windows 10 Home	83 €
Summe		2294 €
Optionen		
Grafikkarte	ASUS ROG Strix GeForce GTX 1080 Ti, OC (90YV0AM1-MONM00)	900 €
Festplatte	Western Digital WD Blue 4TB (WD40EZRZ)	107 €
DVD-Brenner	LG Electronics GP57EB40 schwarz, USB 2.0	30 €
Kartenleser	Kingston USB 3.0 Media Reader, USB 3.0 (FCR-HS4)	20 €

Anzeige





# Schrauber-Tipps

## Handreichungen zum PC-Selbstbau

**Wer seinen Desktop-PC selbst zusammenschraubt, kann die Einzelteile flexibel und individuell kombinieren. Unsere Praxistipps helfen, typische Fallen zu umgehen.**

**Von Christof Windeck**

**E**s ist nicht sonderlich schwierig, einen PC zusammenzubauen. Im einfachsten Fall kommt man mit sieben Komponenten aus: Gehäuse, Netzteil, Mainboard, Prozessor, Prozessorkühler, Speichermodul, SSD oder Festplatte plus ein paar Kabel. Anschließend muss

man genau wie beim komplett gekauften PC noch Tastatur, Maus, Monitor, Netzwerk, Drucker, Stromversorgung et cetera anschließen. Bei Auswahl und Montage der PC-Komponenten stecken aber Tücken in Details: Wer sie kennt, vermeidet Fehler.

### Erst lesen, dann schrauben

Viele Pannen passieren, weil man eine Funktion oder einen Montageschritt nicht genau verstanden hat. Dagegen helfen Informationen: Handbücher genau lesen, Unverstandenes per Suchmaschine recherchieren oder in Videos nachschauen, notfalls die Hersteller-Hotline kontaktieren. Was nicht auf Anhieb passt, nicht mit Gewalt zusammenmurksen. Ordnung

hilft: ausreichend Platz und helle Beleuchtung auf der Arbeitsfläche schaffen, Schrauben und Kleinteile übersichtlich ablegen, Teile vor dem Zerlegen (mit dem Handy) fotografieren. Berühren Sie Kontakte an Mainboards, PCIe-Karten und Speichermodulen nicht mit bloßen Fingern: Einerseits stören Hautfett, Schweiß und Schmutzpartikel den Kontakt, andererseits können elektrostatische Aufladungen Ihres Körpers empfindliche Bauteile zerstören.

Die heikelsten Komponenten sind Prozessorfassungen, insbesondere jene mit über 1000 Kontaktfedern für Pin-lose Prozessoren mit Kontaktflächen, also mit einem „Land Grid Array“ (LGA). Viele Mainboard-Hersteller verweigern die Gewährleistung, sofern Federchen verbogen oder verschmutzt sind. Tragen Sie Wärmeleitpaste erst auf, wenn der Prozessor in der Fassung sitzt. Ein weniger als erbsengroßer Klecks Paste in der Mitte des Prozessor-Blechdeckels (genannt Heat-spreader) genügt, er verteilt sich durch den Anpressdruck des Kühlers. Manche Kühler haben vorapplizierte Paste und brauchen keine weitere, bei anderen muss man vor dem Aufsetzen eine Schutzfolie abziehen.

Prozessor, Kühler und RAM montiert man aufs Mainboard, bevor man letzteres im Gehäuse verschraubt: So kann man den Sitz der Bauteile kontrollieren. Es hilft, zuvor das Mainboard probeweise ohne Komponenten ins Gehäuse zu setzen: Passen die ATX-I/O-Blende sowie gegebenenfalls die Gewindebolzen unter dem Board? Und sitzt da nicht etwa einer zu viel, der womöglich einen Kurzschluss verursacht?

Bauen sie Gehäuselüfter, Netzteil und Laufwerke ein, bevor Sie das Mainboard einsetzen, denn ein großer CPU-Kühler blockiert den Zugang zu vielen Schrauben. Stecken Sie Kabel aufs Mainboard, bevor Sie es endgültig festschrauben, dann kommen Sie besser an die Stecker heran. Vor dem Einschalten schaut man nochmals genau nach, ob nicht etwa ein Schräubchen auf dem Mainboard liegt.

### Stecker

Ein Dauerbrenner: Der PC startet nicht, weil der ATX12V-Stecker vom Netzteil nicht auf dem Mainboard steckt oder das sechs- oder achtpolige PCIe-Stromkabel zur Grafikkarte fehlt. Achtung: ATX12V- und (teilbare) EPS12V-Stecker sind zueinander kompatibel, aber nicht zum PCIe-



Stromstecker für Grafikkarten. Schwer zu erkennen, aber wichtig ist die Polarität der Pfostenstecker für die PC-Betriebsanzeige (PWR LED) sowie jene, die Festplattenzugriffe meldet (HDD LED). Der 4-polige Anschlussstecker des Lüfters auf dem Prozessorkühler sollte an den Anschluss CPU\_FAN – er passt auch bei CHA\_FAN für Chassis-(Gehäuse-)Lüfter oder OPT\_FAN (optionale). Die Drehzahlüberwachung des BIOS meldet aber möglicherweise Fehler, wenn sie keinen Prozessorlüfter am CPU\_FAN erkennt. Auch die Drehzahlregelung in Abhängigkeit von der CPU-Temperatur funktioniert standardmäßig nur am CPU\_FAN-Anschluss.

Falls Ihr PC nach dem Zusammenbau zwar läuft, aber kein Bild auf dem Monitor erscheint, schauen Sie mal nach dem HDMI- oder DisplayPort-Kabel: Es muss an der Grafikkarte stecken, falls vorhanden, und nicht am Mainboard. Die Ryzens enthalten keinen Grafikprozessor, Intels LGA1151-Chips schon.

## KISS-Prinzip

Das zuverlässigste Bauteil ist jenes, welches nicht vorhanden ist, weil es dann auch nicht ausfallen kann. Das ist die Quintessenz des Konzepts, das auf englisch flapsig „Keep it simple, Stupid“ (KISS) heißt. Nach diesem Motto vermeiden wir bei unseren PC-Bauvorschlägen Lärm an der Quelle (leise CPU-Kühler, leise Grafikkarte), statt ihn mit einem aufwendigen Dämmgehäuse zu mindern, welches dann wieder Probleme mit der Kühlung verursachen kann – und so weiter.

Beim Netzteil achten wir auf guten Wirkungsgrad bei Schwachlast und verzichten auf übertriebene Reserven, was Verluste minimiert. Niedrige Leistungsaufnahme reduziert außer Stromkosten auch Lüfterdrehzahlen und somit Lärm. Außerdem wählen wir möglichst gängige, gut lieferbare und notfalls durch ähnliche Produkte ersetzbare Komponenten. Im Zweifel lassen wir Onboard-Funktionen wie WLAN oder SPDIF-Ausgang weg, die sich leicht per USB nachrüsten lassen, statt ein teureres Mainboard zu wählen, das möglicherweise Nachteile wie höheren Stromdurst oder schlechtere Lüfterregelung hat. Nach Möglichkeit verwenden wir bewährte Komponenten für mehrere Bauvorschläge.

Schließlich versuchen wir nicht, jedes Bauteil an den Performance-Anschlag zu bringen: Übertakten steigert nicht nur die Abwärme, sondern auch das Risiko von

Speicherfehlern und schwierig diagnostizierbaren, sporadischen Abstürzen. Wir meiden teurere Produkte mit besonderen Übertaktungsfunktionen, die zusätzliche Komplexität ins Gerät bringen. Das heißt nicht, dass Sie nicht übertakten sollen – toben Sie sich ruhig aus, aber das geht dann auf Ihre Kappe.

## BIOS-Setup und Treiber

Aktuelle Systeme laufen mit den Standardeinstellungen des UEFI-BIOS, also mit den „BIOS Setup Defaults“. Möglichst sparsamer und leiser Betrieb verlangt in vielen BIOS-Setups Anpassungen der Sparfunktionen von CPU, PCIe und SATA sowie an den Kennlinien der Lüfterregelung. Tipps dazu liefern wir für unsere Bauvorschläge unter [ct.de/yrvn](http://ct.de/yrvn).

Installieren Sie das Betriebssystem erst nach der Anpassung des BIOS-Setups. Wenn es um Windows 10 geht, sollten Sie sich einen USB-Stick mit den Installationsdateien für Windows 10 1709 Fall Creators Update bauen, weil darin viele aktuelle Treiber stecken, etwa für den Intel-Netzwerkchip I219-V. Nach der Windows-10-Installation starten Sie Windows Update manuell, es bringt oft weitere Treiber(-Updates). Bei den Ryzen-Systemen ist der AMD-Chipsatztreiber wichtig. Für Intel-Chipsätze holt Windows Update gute Treiber automatisch, ebenso wie für die HD Graphics. Von Hand installieren sollten Sie Intel-Treiber für Rapid Storage Technology (RST), den Soundtreiber (vom Mainboard-Hersteller) sowie je nach GPU Grafiktreiber von AMD oder Nvidia. Nach der Installation kann man mit dem kostenlosen Benchmark Cinebench R15 prüfen, ob das System die erwartete Performance bringt. Der im Primzahl-Suchprogramm Prime95 eingebaute „Torture

Test“ setzt den Prozessor unter Volldampf, wobei sich die Lüfterregelung bewähren muss.

## Gewährleistung und Garantie

Bei einem individuell konfigurierten Rechner geht eher mal etwas schief als bei einem tausendfach gefertigten Serienprodukt von der Stange – selbst wenn man ausschließlich hochwertige Komponenten kombiniert. Der wichtigste Faktor für ein zuverlässiges System sind Tests und Erfahrungen. Letztere fließen zwar in unsere PC-Bauvorschläge ein, aber auch hier kann es mal hakeln je nach Hardware-Variante und Firmware-Version der Einzelteile.

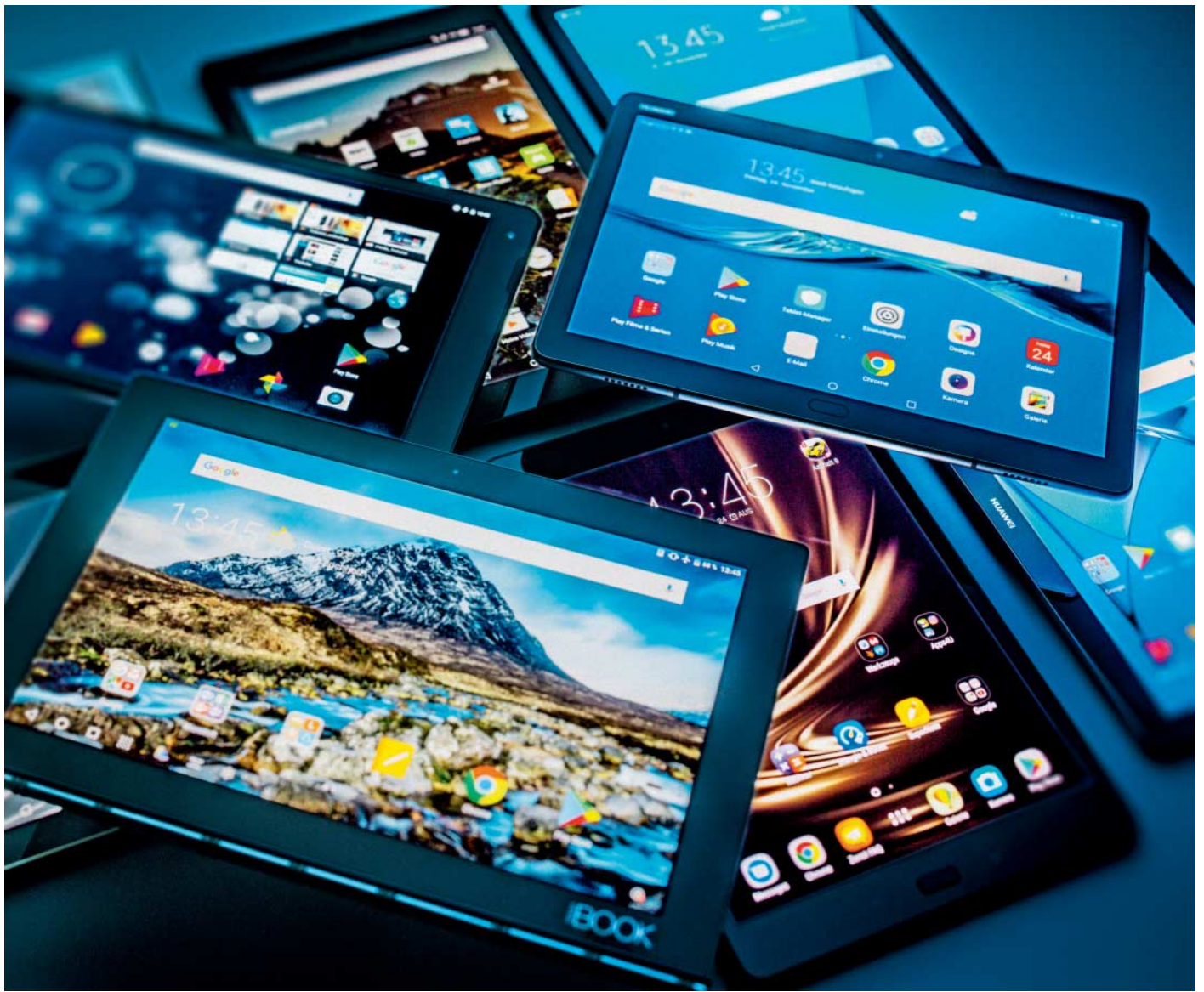
Bei Reklamationen drohen bei selbst zusammengestellten PCs mehr Probleme als bei Komplettrechnern: Für den jeweiligen Händler – das ist Ihr Vertrags- und Ansprechpartner bei Reklamationen, nicht der Hersteller – ist es verführerisch, die Verantwortung erst einmal abzuschieben nach dem Motto: „Dass das Mainboard nicht will, liegt bestimmt am Netzteil“. Falls Sie darauf keine Lust haben, kaufen Sie besser einen Komplett-PC oder bei einem Händler, der Ihre gewünschte Konfiguration für Sie montiert. Wir arbeiten bei unseren Bauvorschlägen bewusst nicht mit PC-Händlern zusammen, damit uns keiner reinredet.

Machen Sie sich darauf gefasst, dass Sie sich beim Selbstbau mit fehlender oder fremdsprachiger Dokumentation und ein paar Pannen herumschlagen müssen – Spaß am Tüfteln sollten Sie schon haben! Sie lernen dabei Ihr System kennen und reparieren es leichter, falls doch mal etwas ausfällt. ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de)) **ct**

**BIOS-Setup-Einstellungen:** [ct.de/yrvn](http://ct.de/yrvn)

Beim Einsetzen des Prozessors in die Fassung dürfen Sie die empfindlichen Kontaktfedern weder berühren noch verschmutzen. Markierungen zeigen, wie herum die CPU passt. Ein kleiner Klecks Wärmeleitpaste genügt.





# Brettljause

## 10-Zoll-Tablets mit Android zwischen 150 und 600 Euro

**Ob als Zeitungskiosk am Morgen, für die Kinderbespaßung am Nachmittag oder als Fernseher abends im Bett: Tablets sind flexible Unterhaltungsmaschinen. Mit Tastatur und Stift bieten sich einige sogar als genügsame Arbeitsgeräte an. Doch wie viel Ausstattung ist sinnvoll?**

**Von Alexander Spier**

Natürlich, man könnte einfach sein Smartphone oder Notebook nehmen, denn auch die haben Zugriff auf alle möglichen Inhalte, sind Touch-fähig und schnell genug. Doch weil das eine zu klein und das andere zu unhandlich ist, sind Tablets oft der beste Kompromiss aus beidem. Der Verzicht auf weitergehende Funktionen macht den Reiz aus: Tablets sind simpel, schnell zur Hand und einfach wieder verstaut.

Doch lohnen sich über 500 Euro für ein neues High-End-Gerät, reicht nicht das billige für weniger als 200 Euro oder langt gar das alte Tablet noch? Für unse-

ren Test muss sich eine Auswahl an aktuellen Android-Tablets mit 10-Zoll-Display beweisen und exemplarisch zeigen, was Unterhaltungskünstler mindestens mitbringen sollten, um Spaß zu machen. Im Bereich um die 200 Euro treten Acer Iconia One 10, Amazon Fire HD 10, Asus ZenPad 10 und Trekstor Primetab P10 an.

Wer weniger Geld ausgeben will, muss insbesondere auf Full-HD-Auflösung verzichten. Für 150 Euro tritt das Huawei MediaPad T3 10 mit 1280 × 800 Pixel an. Deutlich billiger wird es nur mit veralteten Prozessoren, schlechten TN-LCDs und zu wenig Speicher.



Die Mittelklasse bis 350 Euro repräsentieren Asus ZenPad 3S, Huawei MediaPad M3 Lite und das Lenovo Yoga Book. Sie versprechen mehr Leistung, schickere Displays, aber auch Dinge wie besseren Klang mit mehr Lautsprechern. Bei einem Preis von 570 Euro schwebt das Samsung Galaxy Tab S3 in anderen Sphären. Das gilt auch für die Hardware: Trotz schneller High-End-Technik ist es das dünnste und leichteste im Vergleich.

## Ausstattungsfülle

Alle Tablets im Vergleich haben mindestens 16 GByte internen Speicher. Weniger sollten es bei aktuellen Geräten nicht sein; mit ein paar Apps, Fotos und insbesondere Offline-Videos sind selbst die schnell aufgebraucht. Eine Speicherkarte im MicroSDXC-Format passt in jedes Tablet, doch nur bei Acer, Lenovo und Trekstor kann sie auch als interner Speicher formatiert werden und ist damit universell nutzbar. Beim Rest lassen sich Apps nur teils oder gar nicht auf die Karte auslagern.

Mit weniger als vier CPU-Kernen kommt heute kein Tablet mehr, und erfreulicherweise steckt bei allen Testgeräten moderne 64-Bit-Architektur drin. Um 32-Bit-Modelle mit ARM-Cortex-A7-Kernen sollte man möglichst eine Bogen machen, die sind sehr langsam und benötigen mehr Energie. Mit mindestens 2 GByte sind auch die Arbeitsspeicher ausreichend bestückt. Mehr RAM hilft, Apps länger im Speicher zu halten – das ist besonders beim parallelen Arbeiten mit mehreren Programmen nützlich.

Schnelles ac-WLAN unterstützen nicht nur die teureren Geräte, sondern auch die günstigen Tablets von Acer und Amazon. Darüber hinaus punkten alle mit 5-GHz-Unterstützung. Nützlich ist das besonders beim Streaming, das von den möglichen höheren Geschwindigkeiten ebenso profitiert wie von der geringeren Belegung des Frequenzbandes. Anders als die Billig-Tablets unter 100 Euro erreichen alle Tablets stabile Verbindungen und ordentliche Reichweiten [1]. LTE ist außer bei Acer und Amazon bei allen Geräten optional für 40 bis 80 Euro Aufpreis erhältlich. Telefonieren kann man aber nur bei Samsung und Huawei darüber.

Zusätzlich zum obligatorischen USB-Port, bei Asus und Samsung als USB-C-Buchse ausgeführt, gibt es jeweils einen klassischen Headset-Anschluss. Micro-HDMI geben nur Lenovo und Trekstor mit auf den Weg. Für den Anschluss an



Das Asus ZenPad 10 gibt es optional mit Tastaturdock. Beim Yoga Book von Lenovo wird das Keyboard über ein Touchfeld realisiert, das auch eine Stifteingabe erlaubt.

den Fernseher hat der Rest nur die wacklige kabellose Übertragung per Miracast anzubieten, die USB-Anschlüsse geben keine Display-Signale weiter. Acer baut einen zweiten Micro-USB-Anschluss ins Gehäuse, über den sich ein USB-Stick oder eine Tastatur anschließen lassen, während das Tablet über den anderen Anschluss lädt.

## An die Arbeit

Einige Kandidaten bieten optional eine Tastatur und/oder Stifteingabe an und eignen sich so prinzipiell auch zum Einsatz in der Uni, zum Arbeiten unterwegs oder als Notiz- und Skizzenblock. Das ZenPad 10 gibt es optional mit Tastatur-Dock, in das das Tablet eingesteckt wird. Die Kombination kann wie ein Notebook zusammengeklappt werden. Das teurere ZenPad 3S muss ohne Keyboard auskommen, unterstützt aber einen extra erhältlichen aktiven Stift. Beim Galaxy Tab S3 liegt ein passiver Wacom-Stylus bereits in der Packung, die Tastaturhülle muss man sich für 80 Euro dazu kaufen.

Einen anderen Weg geht Lenovo mit dem Yoga Book. Hier ist die Tastatur fest mit dem Bildschirm verbunden, sie lässt sich aber hinter diesen klappen. Trotzdem ist das ganze Gerät nur etwas über 10 Millimeter dick. Das Ungewöhnliche ist die Tastatur selbst: Sie hat keine klassischen Tasten, sondern besteht nur aus einer Touchfläche. Dort werden wahlweise beleuchtete Tastenfelder eingeblendet oder man kann dank Wacom-Digitizer mit dem mitgelieferten Stift darauf schreiben. Der

funktioniert auch dann, wenn der Bildschirm aus oder auf die Rückseite gedreht ist. Ein Tastendruck genügt und die Touchfläche wird zur Schiefertafel.

Ebenfalls in der Packung liegen Kugelschreiberminen und ein Schreibblock, der über die Eingabefläche gelegt und magnetisch festgehalten wird. Die Standardspitze des Stifts kann gegen die Schreibminen getauscht werden. Schreibt man nun auf dem Block, werden die Aufzeichnungen auch in die Notizen-App übernommen. Bedauerlicherweise fehlt dem eigentlichen Bildschirm der Stift-Digitizer. Das Gekritzelt auf dem Touchfeld wirkt etwas losgelöst von der Ausgabe.

Generell wird das Arbeiten auf den Tablets durch die Displaygröße eingeschränkt. Für Vollbild-Anwendungen reichen die 10-Zoll-Schirme zwar, doch der Splitscreen-Modus mit zwei Apps wird bereits etwas eng. Zudem sind die Tastaturen ebenfalls auf das 10-Zoll-Format beschränkt, so mehrten sich durch kleine Tasten (etwa 14 Millimeter bei Asus) und enge Abstände die Tippfehler. Produktiv-Tablets mit mehr Platz findet man bei Apple mit dem großen iPad Pro und bei Herstellern von Windows-Tablets. Die sind allerdings auch schwerer und deutlich teurer.

## Displays

Bei der Aufteilung der Displays herrscht Uneinigkeit: Asus und Samsung nutzen das 4:3-Format und eine Ausrichtung im Hochformat wie beim iPad; die Auflösung (2048 × 1536) gleicht diesem ebenfalls.

Die Pixeldichte ist mit 265 dpi hoch, die Darstellung scharf. Zum Lesen von Zeitschriften und Dokumenten sind die beiden damit bestens geeignet. Der Rest des Felds teilt den Bildschirm im Verhältnis von 16:10 auf. Für Filme sind solche Breitbildschirme die bessere Wahl, geht doch so weniger Fläche durch schwarze Balken verloren.

Auflösungen kleiner als Full-HD wie beim Huawei MediaPad T3 sind auf einer 10-Zoll-Diagonale keine Augenweide – bei unter 200 dpi Pixeldichte lassen sich selbst mit etwas Abstand noch einzelne Bildpunkte ausmachen. Was bei Videos und Spielen erträglich ist, sticht besonders bei Text durch hässliche Treppchenbildung und unsaubere Kanten deutlich hervor.

Auch bei hoher Auflösung gibt es massive Unterschiede zwischen den Bildschirmen. Beim Full-HD-Display von Acer waren die Farben flau und ein leichtes Streifenmuster auf einfarbigen Flächen zu sehen. Das M3 Lite von Huawei und das Amazon Fire HD zeigten ebenfalls einen Hang zur Streifenbildung. Das Trekstor Primetab schaffte mit Ach und Krach 220 cd/m<sup>2</sup> Helligkeit, das Gerät von Acer nur wenig mehr. Beide sind für den Außeneinsatz viel zu dunkel. Generell erreichen nur einige High-End-

Geräte wie das Tab S3 oder das iPad überhaupt eine für direkte Sonneneinstrahlung ausreichende Leuchtdichte von über 400 cd/m<sup>2</sup>. Viele Geräte im Test blieben aber nur knapp unter dieser Grenze und eignen sich für schattige Plätze prima.

Yoga Book und Zenpad 3S überzeugten mit hohen Kontrasten und schicken Farben, die IPS-Panels verblissen jedoch gegenüber dem AMOLED-Display des Galaxy Tab S3. Das bringt auf Wunsch knallbunte Farben und tiefes Schwarz auf den Schirm. Die beworbene HDR-Unterstützung ist ein wenig getrickst, denn einen Standard wie HDR10 unterstützt das Gerät gar nicht; dafür wird der Schirm nicht hell genug. Stattdessen gibt das Tablet lediglich HDR-Inhalte von Netflix wieder. Andere Videodateien mit HDR-Kodierung werden zwar abgespielt, aber nicht in HDR.

## Performance

Wenig überraschend setzt sich mit dem Galaxy Tab S3 das teuerste Gerät im Test in den Benchmarks an die Spitze. Besonders deutlich wird der Abstand bei der Single-Thread-Leistung in unserem Coremark-Test, wenn nur ein CPU-Kern etwas zu tun bekommt. Hier rechnet das Samsung-Gerät rund 50 Prozent schneller als das Yoga Book und das Zenpad 3S sowie

mehr als doppelt so flott wie der Rest. Wenn alle Kerne verfügbar sind, kommen die Verfolger näher, weil sie mehr Kerne haben und im S3 nur zwei Kerne besonders hoch takteten, die anderen zwei sind stromsparend ausgelegt.

In den Grafik-Benchmarks sind die Abstände noch dramatischer. Während das S3 vorne einsam seine Kreise malt, schaffen die Verfolger aus der Mittelklasse nur in den einfachen Tests noch spielbare Frameraten. Die billigen Tablets zeigen Diashows, lediglich Amazon bricht aus dem Schema etwas aus und bringt ein wenig mehr Grafikpower mit.

Wirklich nötig wird die CPU- und Grafikleistung allerdings selten, für ein Großteil des Angebots reichen selbst die einfachen Tablets aus, sieht man von aufwendigen Spielen ab. Alle Geräte spielten Videos ruckelfrei ab und die meisten arbeiteten ohne große Denkpausen. Lediglich das Trekstor-Tablet fühlte sich bei App-Aufrufen konstant zäh an.

Bemerkbar macht sich die Mehrleistung in Grenzsituationen, wenn etwa im Hintergrund Updates installiert werden oder andere Apps laufen. Zudem sind die High-End-Geräte reaktionsschneller: Beim Schreiben, egal ob mit dem Stift oder der Tastatur, fielen regelmäßig leichte Verzögerung auf den langsamen Geräten auf. Auch anspruchsvolle Anwendungen wie Videoschnitt und Bildbearbeitung profitieren von der Mehrleistung. Bei einigen Spielen ruckelte es heftig, wenn die schwachen Chips sie in Full-HD-Auflösung auf den Schirm bringen mussten.

Wer mehr Leistung braucht, muss erstens deutlich mehr Geld ausgeben und zweitens Android die kalte Schulter zeigen. Das iPad Pro von Apple schafft doppelt so hohe Werte in den CPU-Benchmarks wie das S3. Doch mit Preisen ab 750 Euro liegt Apples Pro-Tablet eben auch fast auf einem Niveau mit schnellen Windows-Tablets und -Notebooks vom Schlage eines Microsoft Surface Pro.

## Laufzeiten

Aufgrund der größeren, stromhungrigeren Displays erreichen Tablets in der Regel nicht ganz die Laufzeiten der besten Smartphones. Die ausdauerndsten Tablets gingen nach 11 bis 12 Stunden beim Surfen über WLAN und in der Videodauerschleife aus. Besonders lange liefen das Zenpad 3S und das Fire HD, während Tab S3, M3 Lite und Yoga Book in jeweils einer Teildisziplin Federn lassen mussten.

Benchmarks				
Modell	Coremark Single-Core [Punkte] besser ▶	Coremark Multi-Core [Punkte] besser ▶	GFXBench 3.0 Manhattan offscreen [fps] besser ▶	GFXBench 3.0 Manhattan onscreen [fps] besser ▶
Acer Iconia One 10	3522	14067	5,4	5,3
Amazon Fire HD 10	4936	23533	9,9	9,5
Asus Zenpad 10	4335	17156	4,1	3,9
Asus Zenpad 3S 10 LTE	8087	32094	16	11
Huawei MediaPad M3 Lite 10	4281	29944	7,4	6,9
Huawei MediaPad T3 10	4280	16900	2,8	5,8
Lenovo Yoga Book	7395	29474	21	19
Samsung Galaxy Tab S3	12023	33638	48	34
Trekstor Primetab P10	4571	17532	4,1	3,9

Laufzeiten			
Modell	Video (normale Helligkeit) [h] besser ▶	3D-Spiel (normale Helligkeit) [h] besser ▶	WLAN-Surfen (normale Helligkeit) [h] besser ▶
Acer Iconia One 10	5,3	4,2	5,5
Amazon Fire HD 10	10,5	5,6	11,1
Asus Zenpad 10	7,2	4,5	8,7
Asus Zenpad 3S 10 LTE	10,9	5	12
Huawei MediaPad M3 Lite 10	9,1	6,2	12
Huawei MediaPad T3 10	7,1	5,9	7,2
Lenovo Yoga Book	9,4	5,6	11,6
Samsung Galaxy Tab S3	10,1	7,8	8
Trekstor Primetab P10	7,5	4,8	8,6

normale Helligkeit: 200 cd/m<sup>2</sup>, Spiel: Asphalt 8, Surfen: Abruf einer Standard-Webseite alle 30 s



Anzeige



## Acer Iconia One 10

Das One 10 von Acer gibt es in zahlreichen Varianten, wir hatten die Version mit Full-HD-Display und 16 GByte internem Speicher im Test. Das Display zeigt eine brauchbare Schärfe, ist aber weder besonders hell noch farbkraftig. An den Rändern scheint die Hintergrundbeleuchtung sichtbar durch. In den Benchmarks belegte es durchweg den letzten Platz. Im Alltag reicht es für Videos und auch für größere Apps wie Word, doch der häufig ruckelige Bildaufbau und längere Ladezeiten stören. Die Laufzeiten waren mit fünf Stunden viel zu kurz.

Gut in der Hand liegt das stabile Plastikgehäuse mit geriffelter Rückseite. Die zieht in Weiß allerdings Schmutz an. Mit fast 550 Gramm ist das One 10 ziemlich schwer geraten. Praktisch ist der zweite USB-Anschluss hinter einer fummigen Klappe. Die Lautsprecher auf der Vorderseite spielen nicht besonders laut und etwas matschig. Für die gebotene Leistung ist das Acer derzeit schlicht zu teuer.

- ↑ zweiter Micro-USB-Anschluss
- ↓ kurze Laufzeiten
- ↓ flauer Bildschirm



## Amazon Fire HD 10

Das Fire HD 10 bietet eine bessere Ausstattung als die ähnlich teuren Geräte von Acer, Trekstor und Asus. Der Bildschirm schafft den sRGB-Farbraum und gute Kontrastwerte. Der Prozessor und der Grafikchip sind schneller, die Laufzeiten klar überlegen. Amazons Assistentin Alexa ist integriert und kann sogar bei ausgeschaltetem Bildschirm zuhören. Die Spracherkennung klappte fast zu gut, sogar Stimmen aus dem Nebenraum lösten Antworten aus.

Das dicke Plastikgehäuse ist keine Augenweide, aber stabil. Größtes Manko sind die fehlenden Google-Dienste, weshalb das Tablet vor allem für Amazon-Prime-Kunden interessant ist, die einen einfachen Zugang zum Medienangebot suchen. Die bekommen dazu noch 20 Euro Rabatt aufs Gerät. Überzeugen kann das Gerät als Kinder-Tablet. Die Kindersicherung bietet zahlreiche Kontroll- und Einstellmöglichkeiten; die kostenpflichtige Flatrate FreeTime Unlimited sorgt für Nachschub an Büchern, Filmen und Spielen.

- ↑ gute Ausstattung
- ↑ Alexa integriert
- ↓ keine Google-Dienste



## Asus ZenPad 10 LTE

Optisch macht das ZenPad 10 viel her. Der dezente Goldrand und die strukturierte Rückseite lassen es teurer aussehen als es ist. Dazu wiegt es vergleichsweise wenig und bringt sogar einen USB-C-Anschluss mit. Der Bildschirm ist der beste bei den günstigen Tablets. Die Performance ist ausreichend, zumal Asus es geschafft hat, die Oberfläche flott reagieren zu lassen.

Erstaunlich gut sind die beiden Frontlautsprecher. Sie erzeugen einen leicht räumlichen Eindruck und genug Bass, um auch mal einen Film damit zu genießen. Wir hatten die 50 Euro teurere Version mit Tastatur-Dock im Test. Das Tippgefühl darauf ist brauchbar, leider ist wie bei den älteren Asus-Hybriden der Aufklappwinkel klein und die Gummifüße sind nur Deko. Zudem mussten Tastatur und Tablet hin und wieder neu gekoppelt werden.

Sieht man von der missglückten Android-Oberfläche ab, wirkt das ZenPad 10 insgesamt ausgereifter als die Geräte von Trekstor und Acer.

- ↑ guter Bildschirm
- ↓ Laufzeiten kurz
- ↓ überladene Android-Oberfläche

Richtig schlecht schlug sich nur das Acer-Tablet, das mit jeweils nur gut fünf Stunden das Schlusslicht bildete. Da der Akku größer ist als bei einigen länger laufenden Konkurrenten und die CPU energieeffiziente Cortex-A35-Kerne verwendet, scheint es an anderer Stelle zu haken.

Fürs Aufladen legen die meisten Hersteller adäquate Netzteile bei, sodass die Tablets spätestens nach zwei bis drei Stunden wieder voll geladen sind. Einzig Huawei spart beim T3 und legt nur ein Ladegerät mit 1 Ampere bei. Damit braucht

das Tablet geschlagene fünf Stunden für eine Ladung.

## Kameras

Leider traut sich kein Hersteller, die Kameras beim Tablet einfach mal wegzulassen. Besonders bei den billigen Geräten würde der Nutzer erst gar nicht in Versuchung geführt, damit Fotos schießen zu wollen oder Videos zu drehen.

Selbst die teureren Geräte brachten allenfalls draußen bei Sonnenschein ansprechende Schnappschüsse zustande.

Beim Zenpad 3S überstrahlten helle Bereiche und der Autofokus neigte dazu, Motive leicht unscharf zu stellen. Galaxy Tab, M3 Lite und Yoga Book waren zwar insgesamt ausgewogener, doch mit gleich teureren Smartphones konnte keiner der Kandidaten mithalten. Besonders Detailgrad und -schärfe enttäuschten selbst bei ordentlichen Megapixelwerten.

Drinne und bei schwachem Licht hatten alle Kandidaten Probleme, nervten entweder mit platt gerechneten Details oder starkem Rauschen. Mangels LED-

Anzeige



### Asus ZenPad 3S 10 LTE

Das Zenpad 3S lehnt sich nicht nur beim Namen an Samsungs Tab S3 an, auch optisch kommt es nah dran. Das Display hat die gleiche Auflösung auf identischer Diagonale und der Mix aus mechanischer Menütaste sowie zwei Sensortasten an der kurzen Seite ist ebenfalls gleich. Hält man das Tablet quer, wird die Bedienung dadurch aber unhandlich, zudem verdeckt die Hand einen Teil der beiden brauchbaren Lautsprecher.

Materialanmutung und Verarbeitung sind sehr gut, das Metallgehäuse ist mit 7 Millimetern vergleichsweise dünn. Der kleine Glaseinsatz rund um die Kamera zieht allerdings Fingerabdrücke an. Der Prozessor bringt angemessene Leistung für die Preisklasse und das scharfe IPS-Display gefällt mit hohem Kontrast. Die schwache Kamera, der fehlende Fingerabdruckscanner und der nur für zusätzliches Geld erhältliche Stift drücken das Preis-/Leistungsverhältnis – ein Schnäppchen ist das 3S nicht. Dank guter Laufzeiten taugt es aber als schicker Unterhalter.

- ↑ lange Laufzeiten
- ↓ mäßige Ausstattung
- ↓ überladene Android-Oberfläche



### Huawei MediaPad M3 lite 10

Das M3 lite ist ein etwas merkwürdiger Zwitter: Huawei kombiniert eine umfangreiche Ausstattung und ein edles Äußeres mit einem lahmen Prozessor. Der reicht zwar für die meisten Gelegenheiten und Multimedia-Aufgaben, aber wie bei den günstigeren Tablets wirkt das System damit behäbig.

Auf der Habenseite stehen ein flott reagierender Fingerabdruckscanner, ein flaches und stabiles Metallgehäuse sowie vier gut klingende Stereo-Lautsprecher. Auch die beiden Kameras machen für ein Tablet ordentliche Schnappschüsse. Der scharfe Bildschirm schafft den sRGB-Farbraum und hat einen niedrigen Schwarzwert, jedoch fallen auf einfarbigen Flächen leichte Streifen ins Auge. Schwach sind die ausbleibenden Sicherheits-Updates, hier sind selbst die billigsten Tablets im Test aktueller. Wer wenig mit dem Tablet arbeitet und eher Filme und Serien schaut, findet im M3 Lite eine interessante Alternative zu den teuren Oberklasse-Geräten.

- ↑ gut klingende Lautsprecher
- ↑ Fingerabdruckscanner
- ↓ langsamer Prozessor



### Huawei MediaPad T3 10

Das billige Huawei T3 punktet mit einer guten Verarbeitung und solider Metallrückseite. Der gute Eindruck verfälscht beim Einschalten, denn der Bildschirm ist nicht nur pixelig, sondern auch mit flauen Farben geschlagen. Immerhin ist der Kontrast recht hoch und die Hintergrundbeleuchtung erreicht brauchbare Werte für Draußen. Eine automatische Helligkeitssteuerung fehlt.

Schnell ist das T3 nicht: Auch wenn die Oberfläche flott reagiert, wartet man an vielen Stellen einen Tick länger, bis der Prozessor nachkommt. Der Grafikchip bringt trotz kleiner Auflösung Spiele nur rucklig auf den Schirm. Die Laufzeiten sind kurz. Es gibt nur einen Mono-Lautsprecher, der etwas leise und blechern, aber ohne Verzerrungen tönt.

Für 150 Euro kombiniert Huawei eine brauchbare Minimalausstattung mit ordentlicher Verarbeitung, Spaß macht das T3 jedoch nicht. Wer mehr als hin und wieder surfen und Mails checken will, investiert besser ein paar Euro mehr.

- ↓ magere Ausstattung
- ↓ niedrige Auflösung
- ↓ schwache Laufzeiten

Blitz können Motive auch meist nicht aufgehellet werden, nur im Samsung gibt es ihn. Sieht man vom Fire HD 10 und seiner 2-Megapixel-Kamera mit festem Fokus ab, lassen sich mit allen Geräten zumindest Dokumente gut lesbar abfotografieren. Videos verwackelten mangels optischer Stabilisierung häufig.

Bei den Frontkameras zeigte sich eine ähnliche Verteilung. Die teureren Geräte waren tendenziell besser, aber selten richtig gut. Für Video-Chats reicht die Quali-

tät. Lediglich das M3 Lite konnte dank 8-MP-Knipse etwas mehr bieten. Mit seiner indiskutablen VGA-Kamera war Amazon wieder das Schlusslicht.

### Software

Auf allen Geräten mit herkömmlichem Android läuft die nicht mehr ganz taufri-sche Version 7 mit Patchlevel vom August 2017 oder früher. Das Huawei M3 Lite sticht mit Stand März negativ hervor, auch Trekstor ist mit Mai ziemlich hinten dran.

Die meisten Hersteller haben die Android-Oberfläche spürbar verändert, jedoch nicht immer zum Vorteil. Besonders Asus verwirrt den Nutzer: Auf der Startseite öffnen sich je nach Wischrichtung unübersichtliche Menüs, in den Schnelleinstellungen sind Audiomodus, Tuning-Tool und der Autostartmanager zuerst platziert. Acer packt an die Stelle der App-Übersicht ein Quick-Menü mit Links zu Einstellungen, die anderswo genauso leicht zugänglich wären.





### Lenovo Yoga Book

Das Yoga Book fällt mit seiner Touchfläche in der Basis aus dem Tablet-Einerlei heraus. Die Funktion ist nicht bloß Gimmick: Nach ein wenig Gewöhnung geht das Tippen gut von der Hand, auch wenn das Vibrations-Feedback eher hör- als spürbar ist. Die Möglichkeit, mit dem Kuli auf Block und Tablet gleichzeitig zu schreiben ist cool, doch der Spitzenwechsel lästig und Nachfüllpapier im passenden Format teuer. Auf dem Display direkt funktioniert der Stift nicht.

Das cleverere 360-Grad-Scharnier hält im Notebook-Modus den Schirm stabil und bringt mehr Flexibilität. Auch sonst gibt es wenig zu meckern: Der Intel Atom sorgt für eine ordentliche Performance, das Display ist kontrastreich sowie farbkraftig und die Laufzeiten sind gut. Als reines Tablet wiegt das Yoga Book etwas viel, doch als schlankem Netbook-Ersatz kann ihm keiner das Wasser reichen. Die Ausstattung mit Stift, Tastatur und Papier ist für den Preis umfangreich.

- ➡ umfangreiche Ausstattung
- ➡ Stift und Tastatur dabei
- ➡ stabiles 360-Grad-Scharnier



### Samsung Galaxy Tab S3

Erstaunlich leicht und kompakt schindet Samsungs Topmodell beim ersten Anfassen ordentlich Eindruck. Das Design ist edel und unauffällig: In Schwarz fällt die Glasrückseite zunächst kaum auf, nach ein paar Stunden ist sie aber von Fingerabdrücken übersät. Der Prozessor ist flott, die Oberfläche reagiert zackig. Die Laufzeiten sind insgesamt gut, nur unser WLAN-Laufzeittest mit weißem Hintergrund liegt dem AMOLED-Display nicht.

Das Display gehört zu den besten im 10-Zoll-Bereich und spielt besonders bei Filmen seine Vorteile aus. Schade, dass das 4:3-Format dafür nicht ideal ist. Dank Stiftunterstützung mit Handballenerkennung sind Notizen und Skizzen kein Problem, nur ein Stift-Slot fehlt. Die vier Lautsprecher bringen einen sauberen und angenehmen Klang zustande, der Bass bemüht sich redlich. Je nach Ausrichtung des Tablets dreht sich auch die Soundausgabe. Der heftige Preis von über 550 Euro ist angesichts der Qualitäten in Ordnung.

- ➡ hervorragendes Display
- ➡ sehr schnell
- ➡ Stifteingabe



### Trekstor Primetab P10

Für 170 Euro ist das Primetab P10 das günstigste Tablet mit hoher Auflösung im Vergleich. Der Bildschirm wird nicht sehr hell, sieht aber homogener aus als das Display von Acer, und die Farben sind kräftiger. Ein Helligkeitssensor fehlt. Die schlecht aufgebrachte Displayfolie lässt sich mit etwas Aufwand entfernen. Die Performance langte für eine ruckelfreie Oberfläche, die Reaktionszeit beim App-Start war aber auffällig träge. In den Laufzeittest erreichte das Tablet mäßige Werte.

Das P10 ist vergleichsweise kompakt. Dank Metallrückseite fällt die Anmutung nicht so billig aus wie bei anderen Geräte der Preisklasse. Deutlich über 500 Gramm ziehen aber spürbar am Handgelenk. Die Frontlautsprecher klingen erstaunlich gut und liefern sogar etwas Bass, ohne zu verzerren. Allerdings knackten sie bei abgeschaltetem Ton hin und wieder. Insgesamt macht das Gerät seine Aufgabe besser als das Gerät von Acer und ist für den Preis eine gute Wahl.

- ➡ günstig
- ➡ gute Frontlautsprecher
- ➡ langsam

Samsung und Huawei halten sich stärker an die Android-Konventionen, bauen aber ebenfalls eigene Funktionen ein. So können beim Tab S3 mehrere Apps auch als Fenster parallel laufen und frei auf dem Bildschirm verschoben werden. Lenovo hat sich auf den Yoga Book darum bemüht, den Desktop sinnvoll aufzuwerten und eine Art Taskleiste gebaut. Dort sind alle Apps aufgeführt, die noch im Speicher sind. Ansonsten hält man sich mit Änderungen zurück. Dass der Dateimanager

nur mit Zugriffsrechten auf Standort und Telefon starten wollte, ist allerdings eine Unsitte vieler Hersteller-Tools.

Sucht man nach speziell angepassten Tablet-Apps, hat Android immer noch das Nachsehen gegenüber iOS. Zwar skalieren nahezu alle Anwendungen unfallfrei mit der Bildschirmgröße, doch kaum eine nutzt den zusätzlichen Raum sinnvoll aus. Daher sitzt man häufig einfach vor aufgeblasenen Smartphone-Apps. Selbst auf den Breitbild-Modellen wechseln vor-

installierte Apps ins Hochformat; Google veröffentlicht seinen Assistenten erst viele Monate nach den Smartphones auf dem Tablet.

Amazon geht bei seinem Fire OS einen eigenen Weg. Es basiert auf Android 5.1 und verhält sich ähnlich wie Android. Es ist aber auf die Amazon-Dienste zugeschnitten. So wischt man sich bequem durch die Angebotskategorien und bekommt außer den eigenen Inhalten Empfehlungen und Links zum Shop. Rich-

tig sinnvoll und bequem wird das Fire HD erst zusammen mit den diversen Amazon-Flatrates. Was fehlt, ist ein adäquater App-Shop; Amazons Angebot fällt gegenüber dem Google Play Store deutlich ab. Da letzterer nur mit Umwegen auf das Gerät zu bekommen ist und Google-Dienste fehlen, ist das Fire HD 10 vor allem ein Kiosk für Amazon-Inhalte.

## Fazit

Das beste Android-Tablet auf dem Markt verkauft derzeit Samsung mit dem Galaxy Tab S3. Es ist schnell, schlank und hat das schönste Display. Mit dem beiliegenden Stift und der optionalen Tastatur ist es sogar recht praktisch veranlagt. Auch über den Tellerrand hinaus kann es sich behaupten: Das iPad Pro mit 10-

Zoll-Display macht zwar manches noch ein Stück perfekter, kostet aber deutlich mehr.

Ein schickes Tablet hat auch Asus mit dem ZenPad 3S gebaut, macht jedoch einiges mit der lieblosen Softwareumsetzung kaputt. Dank langer Laufzeiten bietet es sich als ein guter Kompromiss an, wenn es nicht ganz so teuer sein soll. Das

Android-Tablets				
Modell	Iconia One 10	Fire HD 10	Zenpad 10	Zenpad 3S 10 LTE
Hersteller	Acer, www.acer.de	Amazon, www.amazon.de	Asus, www.asus.com	Asus, www.asus.com
Lieferumfang	Kurzanleitung, USB-Kabel, Netzteil, Standfuß	Kurzanleitung, USB-Kabel, Netzteil	Kurzanleitung, USB-Kabel, Netzteil, Tastatur-Dock, Micro-USB-Kabel	Kurzanleitung, USB-Kabel, Netzteil, Pappaufsteller
Betriebssystem / Bedienoberfläche	Android 7.0 / Acer	Android 5.1.1 / FireOS 5.6.0	Android 7.0 / ZenUI	Android 7.0 / ZenUI
Ausstattung				
Prozessor / Kerne × Takt	MediaTek MT8167A / 4 × 1,5 GHz	MediaTek MT8173 / 2 × 1,8 GHz, 2 × 1,4 GHz	MediaTek MT8735A / 4 × 1,4 GHz	Qualcomm Snapdragon 650 / 2 × 1,8 GHz, 4 × 1,4 GHz
Grafik	PowerVR GE8300	PowerVR GX6250	ARM Mali-T720	Qualcomm Adreno 510
RAM / Flash-Speicher (frei)	2 GByte / 16 GByte (8,8 GByte)	2 GByte / 32 GByte (25,4 GByte)	3 GByte / 32 GByte (21,9 GByte)	4 GByte / 32 GByte (23 GByte)
Wechselspeicher / Standard	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n-150/ac-433 / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n-150/ac-433 / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n-150 / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n-150/ac-433 / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	4.0 / – / ✓	4.1 / – / –	4.2 / – / ✓	4.1 / – / ✓
USB-Anschluss (Geschwindigkeit) / USB-OTG	Micro-USB (USB 2.0) / ✓	Micro-USB (USB 2.0) / ✓	USB-C (USB 2.0) / ✓	USB-C (USB 2.0) / ✓
Fingerabdrucksensor / Gyrosensor	– / –	– / –	– / ✓	– / ✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	–	–	(✓) / LTE (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up)	(✓) / LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up)
SAR-Wert <sup>1</sup>	–	–	1,59 W/kg (Körper)	1,42 W/kg (Körper)
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	6100 mAh (23,2 Wh) / – / –	6300 mAh (23,9 Wh) / – / –	4680 mAh (17,8 Wh) / – / –	7800 mAh (29,6 Wh) / – / –
Abmessungen (H × B × T)	25,8 cm × 16,7 cm × 0,91 cm	26,2 cm × 15,9 cm × 0,98 cm	25,1 cm × 17,2 cm × 0,9 cm	24,2 cm × 16,2 cm × 0,7 cm
Gewicht	546 g	496 g	468 g	435 g
Besonderheiten	zwei USB-Anschlüsse	–	optionales Tastaturdock	Stiftunterstützung
Kamera, Multimedia				
Kamera-Auflösung Fotos / Video	2880 × 1728 (5 MP) / 1280 × 720	1600 × 1200 (1,9 MP) / 1280 × 720	2560 × 1920 (4,9 MP) / 1920 × 1080	3264 × 2448 (8 MP) / 1920 × 1080
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / –	– / – / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	1856 × 1120 / 1280 × 720	640 × 480 / 640 × 480	1600 × 1200 / 640 × 480	2592 × 1944 / 1920 × 1080
Display-Messungen				
Technik / Größe (Diagonale)	LCD (IPS) / 21,6 cm × 13,5 cm (10 Zoll)	LCD (IPS) / 21,6 cm × 13,5 cm (10 Zoll)	LCD (IPS) / 21,6 cm × 13,5 cm (10 Zoll)	LCD (IPS) / 19,7 cm × 14,8 cm (9,7 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	1920 × 1200 Pixel (226 dpi) / 16:10	1920 × 1200 Pixel (226 dpi) / 16:10	1920 × 1200 Pixel (226 dpi) / 16:10	2048 × 1536 Pixel (265 dpi) / 4:3
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	25 ... 270 cd/m² / 76 %	3 ... 361 cd/m² / 87 %	8 ... 372 cd/m² / 89 %	4 ... 351 cd/m² / 76 %
Kontrast / Farbraum	987:1 / RGB	1187:1 / sRGB	1223:1 / sRGB	1776:1 / sRGB
Blickwinkelabhängigkeit: Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall wäre das ganze Bild pink. Winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand 0 200 400 600				
Bewertung				
Bedienung / Performance	○ / ○	⊕ / ○	○ / ○	○ / ⊕
Ausstattung Software / Hardware	○ / ○	○ / ○	○ / ○	○ / ⊕
Display	⊖	○	⊕	⊕
Laufzeit	⊖	⊕⊕	○	⊕⊕
Kamera Fotos / Videos	⊖ / ○	⊖⊖ / ⊖⊖	⊖ / ○	○ / ○
Varianten, Preise und Garantie				
Varianten	160 € mit HD-Display	210 € mit 64 GByte	270 € mit LTE	400 € mit LTE
Garantie	1 Jahr	1 Jahr	1 Jahr	1 Jahr
Straßenpreis	200 €	180 €	230 €	340 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe				

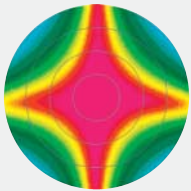
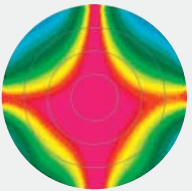
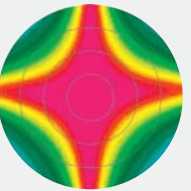

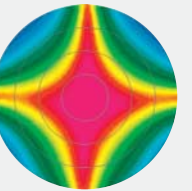
Konzept des Yoga Books weiß zu gefallen, auch wenn es im reinen Tablet-Betrieb ein paar Nachteile wie das höhere Gewicht mit sich bringt. An die Tastatur muss man sich gewöhnen, dann spielt das Lenovo-Tablet seine Stärken als Reiseschreibmaschine und Skizzenblock voll aus. Zu wünschen wäre ihm nur eine größere Auswahl an Produktiv-Apps unter Android. In der

200-Euro-Klasse überzeugen die Kandidaten nicht so recht. Zwar ist die Performance meist noch ausreichend, doch die Laufzeiten sind etwas kurz und die Bildschirme entweder farbarm oder streifig. Das Fire HD 10 macht zwar vieles besser, ist aber nur sinnvoll, wenn man im Amazon-Ökosystem bleiben will. Als Alternative bietet sich das Samsung Galaxy Tab A

(2016) an, das es mittlerweile für unter 200 Euro gibt und einen helleren Bildschirm und deutlich längere Laufzeiten mitbringt.  
(asp@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Alexander Spier, Billiger geht nicht, Tablets mit Android, Windows und Fire OS bis 100 Euro im Vergleich, c't 27/2015, S. 82

MediaPad M3 Lite 10	MediaPad T3 10	Yoga Book	Galaxy Tab S3	Primetab P10
Huawei, www.huawei.com	Huawei, www.huawei.com	Lenovo, www.lenovo.de	Samsung, www.samsung.de	Trekstor, www.trekstor.de
Kurzanleitung, USB-Kabel, Netzteil	Kurzanleitung, USB-Kabel, Netzteil	Kurzanleitung, USB-Kabel, Netzteil, Eingabestift, Papierblock	Kurzanleitung, USB-Kabel, Netzteil, Eingabestift, Wechselspitzen	Kurzanleitung, USB-Kabel, Netzteil, Putztuch, Displayfolie
Android 7.0 / EMUI 5.1	Android 7.0 / EMUI 5.1	Android 7.1.1 / —	Android 7.0 / Samsung Experience	Android 7.0 / Standard
Qualcomm Snapdragon 435 / 4 × 1,4 GHz, 4 × 1,1 GHz	Qualcomm Snapdragon 425 / 4 × 1,4 GHz	Intel Atom x5-Z8550 / 4 × 2,4 GHz	Qualcomm Snapdragon 820 / 2 × 2,2 GHz, 2 × 1,6 GHz	MediaTek MT8163 / 4 × 1,5 GHz
Qualcomm Adreno 505	Qualcomm Adreno 308	Intel HD Graphics	Qualcomm Adreno 530	ARM Mali-T720
3 GByte / 32 GByte (19,4 GByte)	2 GByte / 16 GByte (7,6 GByte)	4 GByte / 64 GByte (48,75 GByte)	4 GByte / 32 GByte (23,3 GByte)	2 GByte / 32 GByte (24,2 GByte)
✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC
IEEE 802.11 a/b/g/n-150/ac-433 / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n-150 / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n-300/ac-866 / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n-300/ac-866 / ✓ / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n-150 / ✓ / ✓
4.0 / — / ✓	4.0 / — / ✓	4.1 / — / ✓	4.2 / — / ✓	4.0 / — / ✓
Micro-USB (USB 2.0) / ✓	Micro-USB (USB 2.0) / ✓	Micro-USB (USB 2.0) / ✓	USB-C (USB 3.1) / ✓	Micro-USB (USB 2.0) / ✓
✓ / ✓	— / —	— / —	✓ / ✓	— / —
(✓) / LTE (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up)	(✓) / LTE (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up)	(✓) / LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up)	(✓) / LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up)	— (angekündigt)
1,39 W/kg (Körper)	0,94 W/kg (Kopf)	k. A.	0,993 W/kg (Kopf)	k. A.
6660 mAh (25,3 Wh) / — / —	4800 mAh (18,2 Wh) / — / —	8500 mAh (32,3 Wh) / — / —	6000 mAh (22,8 Wh) / — / —	6600 mAh (24,4 Wh) / — / —
24,1 cm × 17,1 cm × 0,73 cm	22,9 cm × 15,9 cm × 0,81 cm	25,7 cm × 17,5 cm × 1,05 cm	23,7 cm × 16,8 cm × 0,6 cm	26 cm × 15,4 cm × 0,84 cm
459 g	473 g	691 g	429 g	522 g
vier Lautsprecher	—	2-in-1-Gerät, Stiftunterstützung	optionale Tastatur, Stiftunterstützung, vier Lautsprecher	—
3264 × 2448 (8 MP) / 1920 × 1080	2592 × 1944 (5 MP) / 1920 × 1080	3264 × 2448 (8 MP) / 1920 × 1080	4128 × 3096 (12,8 MP) / 3840 × 2160	2560 × 1920 (4,9 MP) / 1920 × 1080
✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / —
3264 × 2448 / 1920 × 1080	1600 × 1200 / 1280 × 720	1920 × 1080 / 1920 × 1080	2576 × 1932 / 1920 × 1080	1600 × 1200 / 640 × 480
LCD (IPS) / 21,7 cm × 13,5 cm (10 Zoll)	LCD (IPS) / 20,6 cm × 12,9 cm (9,6 Zoll)	LCD (IPS) / 21,7 cm × 13,5 cm (10 Zoll)	LCD (AMOLED) / 19,7 cm × 14,8 cm (9,7 Zoll)	LCD (IPS) / 21,6 cm × 13,5 cm (10 Zoll)
1920 × 1200 Pixel (226 dpi) / 16:10	1280 × 800 Pixel (158 dpi) / 16:10	1920 × 1200 Pixel (226 dpi) / 16:10	2048 × 1536 Pixel (265 dpi) / 4:3	1920 × 1200 Pixel (226 dpi) / 16:10
2 ... 353 cd/m² / 83 %	5 ... 362 cd/m² / 89 %	4 ... 351 cd/m² / 86 %	3 ... 446 cd/m² / 85 %	18 ... 225 cd/m² / 84 %
1526:1 / sRGB	1611:1 / RGB	1726:1 / sRGB	>10000:1 / AdobeRGB	926:1 / sRGB
				
⊕ / ○	○ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕
○ / ⊕	○ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	○ / ○
○	⊖	⊕	⊕⊕	○
⊕	○	⊕	⊕	○
⊕ / ○	⊖ / ⊕	○ / ○	⊕ / ⊕	⊖ / ⊕
310 € mit LTE	180 € mit LTE	410 € mit LTE, 500 € mit Windows	650 € mit LTE	LTE-Version angekündigt
2 Jahre (Akku: 6 Monate)	2 Jahre (Akku: 6 Monate)	1 Jahr	2 Jahre (Akku: 6 Monate)	2 Jahre Gewährleistung
270 €	150 €	360 €	570 €	170 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe





# Die großen Brüder

## Neun High-End-Smartphones mit Android und das iPhone X im Vergleich

**Doppelkamera, fast randlose Displays, Stifteingabe, Zusatzmodule, Spieleoptimierung, schnelle Updates – die Spitzen-Smartphones glänzen mit mindestens einem solcher Vorzüge. Und die üblichen Fähigkeiten wie Displayqualität, Laufzeit und Schnelligkeit sollen natürlich auch top sein. Wir überprüfen, welche Pakete gut geschnürt sind.**

**Von Hannes A. Czerulla  
und Alexander Spier**

**B**isher kamen die neuen Smartphone-Flaggschiffe eher im Frühjahr auf den Markt, im Herbst legten nur Apple ein iPhone und manchmal Samsung ein Note vor. Doch inzwischen bringen einige Hersteller zwei Top-Geräte im Jahr oder richten sich nicht nach überholten Messezyklen. Die Gründe dahinter können dem Kunden herzlich egal sein, nun gibt es eine frische Auswahl für den Weihnachtsbaum. Die meisten Spezialfunktionen nützen allerdings nur einer kleinen Zielgruppe etwas.

Ein gutes Beispiel ist das Samsung Galaxy Note 8. Technisch handelt es sich hauptsächlich um ein leicht umgestaltetes

Galaxy S8+ mit besserer Kamera, doch hinzu kommt der Stylus, auf den die Anhänger der Stiftbedienung nicht verzichten möchten. Ähnlich speziell wirbt die Gaming-Hardware-Marke Razer für ihr „Phone“. Es soll die erste Wahl für Spieler sein, da schnelle Hardware und ein Display mit 120 Hertz eingebaut sind. Das OnePlus 5T ist eine hauptsächlich äußerlich aktualisierte Version des OnePlus 5 und hat weiterhin den Ruf, ein besonders gutes Preis/Leistungsverhältnis zu haben. Sonys Xperia XZ1 ist im Gegensatz zu seinem Vorgänger technisch wieder auf der Höhe der Zeit und sticht durch sein in verschiedenen Farben erhältliches Alu-



miniumgehäuse optisch aus dem Testfeld hervor.

Das Lenovo Moto Z Force ist in Europa nie erschienen, wurde aber in vielen Rezensionen gelobt. Der Nachfolger Moto Z2 Force wird auch hierzulande verkauft und kann ebenfalls mithilfe von Modulen in seinen Funktionen erweitert werden. Hinter dem Nokia 8 steht der Hersteller HMD Global, der zum Teil aus ehemaligen Nokia-Mitarbeitern besteht. Durch regelmäßige Android-Updates und ein sauberes System ohne Schnickschnack soll es sich hervortun. Mit dem Mate 10 Pro hat Huawei das P10 als Spitzenmodell abgelöst, sein 6-Zoll-Display sitzt fast randlos im Gehäuse. Das LG V30 kommt mit ebenfalls 6 Zoll großem OLED-Bildschirm und Superweitwinkel-Kamera.

Bleiben noch Google und Apple. Ersterer schickt das Pixel 2 XL ins Rennen, das direkt mit Updates versorgt wird und gelegentlich sogar Funktionen spendiert bekommt, auf die andere Android-Geräte noch Monate warten müssen. Apple bietet mit dem iPhone X endlich wieder ein konkurrenzfähiges High-End-Smartphone an, nach jahrelanger unspektakulärer, fast stagnierend wirkender Entwicklung. Das HTC U11 Plus hat es nicht mehr rechtzeitig bis Redaktionsschluss geschafft. Ein Test folgt in einer der folgenden c't-Ausgaben.

## Gehäuse

Zwischen 430 und 1150 Euro kosten die Smartphones im Test, und was so teuer ist, soll auch gut aussehen. Tadellos verarbeitet sind alle Geräte. Weiterhin schwanken die Hersteller bei den Gehäusematerialien zwischen Aluminium und Glas. Nokia, Razer, Sony, OnePlus, Google und Lenovo setzen auf ersteres. Das silberne Gehäuse unseres Nokia-Testgeräts wirkt etwas generisch gestaltet und fast schon billig. Das Gerät gibt es aber auch in hochglanzpolierten Varianten. Razer beschichtet die Gehäuserückseite mit mattem Lack, was dazu führt, dass sie wie Plastik wirkt. Wer sich an das Cloud-Smartphone Nextbit Robin erinnert, wird das kantige, funktionelle Design wiedererkennen – Razer hatte den Hersteller Anfang dieses Jahres gekauft. Google hält am Design der letztjährigen Pixel fest: Etwa drei Viertel der Gehäuserückseite besteht aus mattem Aluminium, das obere Viertel aus Glas. Dadurch wirkt das Gerät von hinten etwas zusammengebastelt. Sony hat dem Xperia XZ1 hingegen ein sehr ele-

gantest Gehäuse spendiert, das wie aus einem Guss wirkt. Mithalten kann da das Lenovo Moto Z2 Force, das wegen seines besonders flachen Bodys an alte Razer-Modelle erinnert.

Die Vorteile der Alugehäuse zeigen sich meist erst, wenn man sie mal fallen lässt. Während die Glasgehäuse dabei gerne zersplittern, bekommen die Metall-Modelle mit etwas Glück nur eine Beule, Schrammen oder Lackkratzer ab. Die Display-Scheibe neigt natürlich bei allen Modellen zum Springen – obwohl alle Spezialglas wie Corning Gorilla Glas 5 verwenden, das gegen Kratzer und Risse gewappnet sein soll. Das Moto Z2 Force hält sogar mit einer Spezialversiegelung dagegen und garantiert das für vier Jahre. Bislang ging aber noch jede Smartphone-Scheibe nach dem einen oder anderen unglücklichen Aufprall zu Bruch. Selbst Mikrokratzer gehören weiterhin zu den alltäglichen Problemen.

Ein Vorteil der Glasgehäuse – und auch der Grund warum Apple wieder umgesattelt hat – ist deren bessere Durchlässigkeit für elektromagnetische Wellen, also unter anderem Funk. Während die Hersteller bei Alugehäusen überlegen müssen, wie sie die Antennen außen am Gehäuse verlegen, können sie bei Glasgehäusen innen liegen. Unabdingbar wird diese Eigenschaft auch beim kabellosen Laden per Qi, wie es im Test das iPhone X, V30 und Note 8 beherrschen. Ihre Glasgehäuse wirken durchweg wertig und auf den ersten Blick ein Stück eleganter als die Alu-Kollegen. Allerdings kommen schmierige Fingerabdrücke deutlicher zur Geltung. Stört man sich daran, sollte man



Das Objektiv des iPhone X steht weit vor. Das zieht Schmutz und Kratzer an.

eher zu den helleren Farbvarianten greifen, auf denen die Abdrücke zumindest nicht ganz so auffallen.

Gegen kurzzeitiges Untertauchen sind das iPhone X, Pixel 2 XL und Mate 10 Pro nach IPx7 geschützt, das Moto Z2 Force mit einer Nanobeschichtung ohne Zertifizierung. Das Note 8, V30 und Xperia XZ1 dürfen sogar länger unter Wasser liegen bleiben. Damit überstehen sie alle einen Sturz, eignen sich aber nicht als Kamera für Schnorchel- oder gar Tauchgänge. Zum einen überschreitet man dabei schnell die vorgesehene Wassertiefe, zum anderen gilt der Schutz nicht in Salzwasser – und garantieren mag das sowieso kein Hersteller. Zudem lassen sich die Touchscreens unter Wasser nicht benutzen.

Einen kräftigen Regenguss überstehen sie erst recht; vorsichtig muss man

Für das Moto Z2 Force gibt es Module, die um die Rückseite gepappt werden. Darunter auch ein Gamepad, Lautsprecher, und 360-Grad-Kamera.





### Apple iPhone X

Nach Jahren stagnierender Design-Entwicklung hat Apple mit dem iPhone X endlich wieder ein Smartphone im Portfolio, das mit den technisch fortschrittlichsten Android-Konkurrenten mithält. Vor allem der Umstieg auf ein kontraststarkes, helles OLED-Display (von Samsung) hat sich im Test als gute Entscheidung erwiesen. Kein anderer Telefon-Bildschirm ist so exakt auf den Farbraum DCI-P3 kalibriert. Die Einbuchtung am oberen Bildschirmrand stört nicht so sehr wie die Tatsache, dass viele Apps noch nicht auf das neue Seitenverhältnis 19,5:9 optimiert sind.

Bei guten Lichtverhältnissen produziert das X sehr schöne kontraststarke Bilder, fällt aber bei wenig Licht hinter die besten Konkurrenten, weil sich ein deutlicher Rotstich zeigt. Dank des ausgezeichneten Stabilisators in beiden Kameras filmt kein Smartphone besser. Selbst 4K-Videos kann man mit 60 fps drehen. An die Gestensteuerung ohne Homebutton muss man sich gewöhnen; Face ID klappt so zuverlässig wie Touch ID.

- ↑ Spitzendisplay
- ↑ schnellste Hardware
- ↓ teuer geht nicht



### Google Pixel 2 XL

Kaum ein Smartphone wurde so kontrovers diskutiert wie das große Pixel 2. Doch das XL ist problemloser als sein Ruf, für die heftigen 940 Euro bekommt man ein sehr gutes High-End-Gerät mit langer Laufzeit. Die Kamera gehört auch ohne zweites Objektiv zum Besten, was der Markt zu bieten hat. Google liefert allerhand Softwarekomfort wie die Bildanalyse Google Lens, permanente Offline-Musikerkennung und kostenlosen Cloud-Speicher für Fotos.

Das 18:9-Display überzeugt dank OLED-Technik mit starkem Kontrast und schicken Farben. Doch die mäßige Helligkeit, der Blaustich bei geringen Blickwinkelveränderungen und ein sichtbares Muster auf einfarbigen Flächen werfen es hinter die OLED-Konkurrenz zurück. Dazu fehlen Kopfhöreranschluss und passendes Headset. Für Googles Geräte spricht die dreijährige Versorgung mit Updates, das liefert kein anderer Android-Hersteller. Die 5-Zoll-Version ist 140 Euro günstiger, hat das bessere Display, aber breitete Ränder drum herum.

- ↑ Spitzenkamera
- ↑ brandaktuelles Android
- ↓ mäßiger Bildschirm



### Huawei Mate 10 Pro

Das Huawei Mate 10 Pro lockt mit schickem Design, tadelloser Verarbeitung und besonders hellem OLED-Display. Die vergleichsweise niedrige Auflösung von 2160 × 1080 fällt nur auf der Ausstattungsliste negativ auf, zu sehen ist der Unterschied zu höher auflösenden Modellen nicht. Die Fotoqualität liegt knapp unter dem Niveau der Spitzenreiter. Bei schlechten Lichtverhältnissen rauschen die Bilder, gelegentlich fehlt es an Schärfe. Die angepriesene Foto-KI erkennt nur wenige Objekte und nützt daher kaum – trotz eines speziellen Co-Prozessors. In den Benchmarks leistet der Prozessor Kirin 970 gute Arbeit und liegt auf dem Niveau des Snapdragon 835 in den anderen Android-Smartphones. Dazu fühlt sich die Oberfläche sehr flott an, was auch an Android 8 liegen dürfte.

Schließt man per DisplayPort- oder HDMI-Adapter einen Monitor an, geht das Mate in einen Desktop-Modus, der mit Desktop, Taskleiste und Programmfenstern an Windows erinnert. Tastatur und Maus lassen sich via Bluetooth verbinden.

- ↑ helles OLED-Display
- ↑ Desktop-Modus
- ↓ Platzierung Fingerabdrucksensor

nur beim OnePlus und Razer sein. Die meisten Geräte wollen auch per IP6x gegen Eindringen von Staub geschützt sein, was aber nur vor dauerhaften Beschädigungen im Inneren schützt. Die USB-, Lightning- und Kopfhörerbuchsen können sich trotzdem mit Staub und Flusen zusetzen und dann nicht mehr funktionieren.

### Fingerabdrucksensoren versus Face ID

Da die Displays bei den meisten Smartphones die gesamte Vorderseite einneh-

men, ist dort kein Platz mehr für Homebuttons und folglich auch nicht für Fingerabdrucksensoren. Wohin also damit?

Samsung, OnePlus und Huawei lösen das Problem pragmatisch und verbannen den Fingerabdrucksensor auf die Gehäuserückseite. Ideal platziert ist er dort nicht: Liegt das Telefon auf dem Tisch, muss man es aufheben, um per Finger zu entsperren. Hat man das Gerät in der Hand und sich noch nicht die Position des Sensors gemerkt, toucht man oft daneben oder hält den Finger zu schräg. Außerdem liegen die Sensorflächen bei Samsung und

Huawei so nahe an den Kameralinsen, dass man sie regelmäßig versehentlich beschmiert.

Sony und Razer bauen den Fingerabdrucksensor in die Stand-by-Knöpfe an den Gehäuseseiten ein. Hat man sich an die schmalen Flächen gewöhnt, geht dieses Konzept einigermaßen auf. Zusätzlich zum Daumen kann man beispielsweise den Zeigefinger registrieren, um das Gerät entsperren zu können, während es liegt. Nur Lenovo und Nokia haben genug Platz für eine Sensorfläche an der Front gelassen.



## LG V30

LG ist mit dem V30 ein schickes Gerät gelungen. Mit seinem Mix aus abgerundetem Glas und Metallrahmen liegt es besser in der Hand als das gleich große Pixel 2 XL. Die sehr dünnen Ränder oben und unten erzeugen einen nahezu randlosen Eindruck. Das POLED-Display weist einen blickwinkelabhängigen Blaustich und ein schwach sichtbares Muster auf einfarbigen Flächen auf. Dazu kam eine inhomogene Helligkeitsverteilung, am rechten Rand fiel die Helligkeit sichtbar ab.

Bei den Laufzeiten ordnet sich das Gerät im Mittelfeld ein. Es ist ebenfalls schnell, drosselt aber in den Grafik-Benchmarks eher als andere. Die Doppelkamera erlaubt extrem weitwinklige Aufnahmen, die Bildqualität ist generell eher mau und die Software dreht die Farben unrealistisch auf. Ein Kopfhöerausgang ist vorhanden und gleich vier Audiowandler bieten genug Power, um auch Kopfhörer mit hoher Impedanz anzusprechen. Gewöhnungsbedürftig ist die unübersichtliche Android-Oberfläche, die LG mit zahlreichen Zusatzfunktionen erweitert hat.

- ↑ Audioqualitäten
- ↓ mäßiges Display
- ↓ überladene Android-Oberfläche



## Lenovo Moto Z2 Force

Aus dem Smartphone-Einerlei sticht das erweiterbare Moto Z2 Force optisch hervor. Es ist sehr leicht und dünn, nur die Doppel-Kamera steht weit hervor. Trotz des kleinen Akkus sind die Laufzeiten gut. Ein Kopfhöreranschluss fehlt. Die praktischen Moto Mods lassen sich magnetisch an die Rückseite des Handys pappen, um es funktional zu erweitern, etwa um einen größeren Akku mit Qi, Game-Controller, Beamer oder Lautsprecher.

Der Zusatz Force hat das Gerät seinem bruchfestem Display zu verdanken. Die Splitterschutzschicht spürt man allerdings durch harte, vorstehende Kanten besonders am Fingerabdrucksensor. An der Bildqualität ändert sie nichts, der POLED-Schirm macht seine Sache besser als beim Pixel 2 XL: Das Weiß ist weniger dreckig, die Helligkeit höher und ein Blaustich nicht vorhanden. Kurios ist der Doppelblitz der Selfie-Kamera. Bei der Software setzt Lenovo dagegen weniger auf Gimmicks, sondern verwendet ein sehr dezent erweitertes Android.

- ↑ erweiterbar
- ↑ bruchfestes Displayglas
- ↑ dünnstes und leichtestes Gerät



## Nokia 8

Trotz des mit Abstand geringsten Preises im Test bringt das Nokia 8 eine ordentliche Ausstattung mit. Performance und Speicherausstattung liegen auf dem hohen Niveau der Konkurrenten. Das helle Display weist gar die höchste Pixeldichte im Feld auf und sieht entsprechend scharf aus. Farbraum und Kontrast fallen etwas geringer aus als bei den Konkurrenten, was nur im direkten Vergleich auffällt.

Die Verarbeitung ist gut, wegen spitz zulaufender Gehäusekanten liegt das 8 aber nicht gut in der Hand. Breite Displayränder und hässliche Antennenbänder wirken zudem nicht mehr zeitgemäß. Die Kamera ist die schlechteste im Tests. Deren Fotos sind meistens brauchbar, verwackeln allerdings leicht und sind bei wenig Licht detailarm. Hier wird der niedrige Preis am deutlichsten. Ein Pluspunkt ist das unverbastelte Android, das zudem zeitnah mit Sicherheitsupdates versorgt wird. Android 8 hatte es allerdings nicht rechtzeitig zum Test aufs Gerät geschafft.

- ↑ günstig
- ↑ zeitnahe Android-Updates
- ↓ schwache Kamera

Am geschicktesten löst allerdings Apple das Problem und verzichtet gleich komplett auf den Fingerabdruck als Identifikationsmöglichkeit. Stattdessen erfasst das iPhone X das Profil und bestimmte Merkmale des Nutzergesichts. Dazu hat es eine Infrarotkamera und -lichtquelle eingebaut, die beim Einrichten 30.000 unsichtbare Messpunkte aufs Gesicht projiziert. Daraus berechnet das iPhone ein Modell des Gesichts und speichert es in einem besonders gesicherten Hardware-Bereich, der „Secure Enclave“. Laut Hersteller lässt sich das Gesicht nicht aus die-

sen Daten reproduzieren. Im Test funktionierte die Entsperrung genauso zuverlässig wie Touch ID, also etwa in neun von zehn Fällen. Selbst in absoluter Dunkelheit oder mit starkem Gegenlicht erkannte Face ID den Nutzer. Meist ist das Smartphone bereits entsperrt, wenn man es anschaut.

Samsung und OnePlus bauen zusätzlich zum Fingerabdruckscanner ebenfalls eine Gesichtserkennung ein. Ganz so präzise und schnell wie die von Apple arbeiten sie nicht, und bei allen dreien muss man sich weit über ein auf dem Tisch lie-

gendes Telefon beugen oder es in die Hand nehmen.

## Displays

Mittlerweile finden sich in der High-End-Klasse mehr Geräte mit OLED-Display als mit LCD. Selbst Apple hat sich mit dem iPhone X zu der Technik bekannt und kann in dieser Disziplin endlich wieder mithalten. Für OLED spricht viel: Offensichtlichster Vorteil sind kräftigere Farben und ein größerer darstellbarer Farbraum – einige sind auf DCI-P3 kalibriert. Das nutzen vor allem Streaming-Dienste aus





## OnePlus 5T

Für 500 Euro ist das 5T weiterhin eines der günstigsten High-End-Smartphones. Dank Metallgehäuse und gestrecktem Display fällt der Unterschied zu den Premium-Geräten optisch kaum auf. Es hat sogar einen praktischen Stummschalter wie das iPhone und einen Kopfhörerausgang. Nur wasserdicht ist das Gehäuse nicht.

Der OLED-Schirm sieht homogener aus als bei LG V30 und Pixel 2 XL, könnte aber noch einen Tick heller sein. Flott ist das 5T ohnehin, aber auch die Laufzeiten überzeugen. Der Akku ist mit dem proprietären Dash-Ladegerät schneller als bei den anderen wieder voll. Die Doppelkamera macht insgesamt gute Schnappschüsse, gerät aber bei schwachem Licht erkennbar an die Grenzen. Ebenso fehlt ein optischer Bildstabilisator. OnePlus mixt sein eigenes Android, hält sich jedoch erfreulich nah an Googles Standard und erweitert ihn behutsam um praktischen Kleinkram.

- ↑ lange Laufzeiten
- ↑ günstig
- ↓ maue Kamera



## Razer Phone

Voll auf Gaming soll das Razer Phone ausgelegt sein, und zwar mit guten Stereolautsprechern, wenn man das Gerät quer hält, und mit einem besonderen LC-Display: Es hat eine Bildwiederholrate von bis zu 120 Hertz, wodurch Spiele und Scroll-Animationen flüssiger laufen sollen. Den 120-Hertz-Modus muss man erst manuell aktivieren und selbst bei den wenigen darauf ausgelegten Spielen sieht man den Unterschied nicht. Mit 285 cd/m<sup>2</sup> ist das Display viel zu dunkel.

Generell wirkt das Razer unausgegoren: Das Netzteil fliept, Schriften erscheinen zu klein und scheinen nicht an die Auflösung angepasst. Die Kamera-App bietet kaum Einstellungen und unterstützt das Zweifach-Tele nur unzureichend; sie soll erst mit späteren Updates ihre volle Funktionalität erreichen. Fotos zeigen überbetontes Rot und zu geringen Kontrast. Weil ein optischer Bildstabilisator fehlt, verwackeln 4K-Videos und Full-HD-Filme zittern.

- ↑ geschmeidige Darstellung
- ↓ Display zu dunkel
- ↓ Software unausgereift



## Samsung Galaxy Note 8

Die Ausstattungsliste des Samsung Galaxy Note 8 lässt nichts vermissen, da sie der des Galaxy S8 beziehungsweise S8+ gleicht: schneller hauseigener Prozessor Exynos 7 und ein helles, hochauflösendes OLED-Display, das an den Seiten nach hinten gebogen ist.

Hinzu kommen etwas mehr RAM, eine Doppelkamera mit Zweifach-Tele, die ein paar der besten Fotos im Test schießt, und der namensgebende Stift. Letzterer hat eine so geringe Latenz und so dünne Spitze, dass sich Notizen fast wie mit einem echten Kugelschreiber schreiben und Liebhaber der Note-Serie darauf nicht mehr verzichten möchten. Auch andere Notizen-Apps wie Squid, Evernote oder OneNote erkennen den Stift. Der ins Smartphone eingebaute Iris-Scanner ist nicht ansatzweise so schnell und zuverlässig wie Apple Face ID. Um den Fingerabdrucksensor auf der Gehäuserückseite blind zu erreichen, muss man üben.

- ↑ Spitzen-Hardware
- ↑ einzigartige Stiftbedienung
- ↓ Dual-SIM-Variante teurer

und geben HDR-Videos auf einigen Geräten in voller Pracht wieder. Fotos wirken jedoch mangels farbprofilfähiger Apps überstrahlt – woran man sich wiederum schnell gewöhnt. So wirkt das iPhone X bei Fotos im Vergleich trotz OLED etwas blass, was aber daran liegt, dass iOS inzwischen Fotos kalibriert mit natürlichen Farben im sRGB-Farbraum anzeigt.

Weiterer Vorteil der OLED-Technik ist der deutlich höhere Kontrast. Während die LCDs im Test maximal 2342:1 erreichen, liegen die Werte der OLED-Geräte mit über 10 000:1 außerhalb unseres Messbereichs. In der Praxis heißt das: Schwarz ist Schwarz. Die LCDs des Xperia XZ1 und Nokia 8 müssen aber kein Aus-

schlusskriterium darstellen. Gerade das XZ1 zeigt, dass auch LC-Displays lebendige Farben darstellen können und generell zumindest sehr gute Messwerte liefern.

Auch bei den hellsten Bildschirmen mit deutlich über 600 cd/m<sup>2</sup> handelt es sich um OLED-Anzeigen. Ungeschlagen ist das Mate 10 Pro mit 746 cd/m<sup>2</sup>. Doch fast alle Smartphones sind hell genug, um sie auch in der Sonne einigermaßen ablesen zu können. Nur das Razer Phone bleibt zu dunkel und wird selbst von einigen Billig-Smartphones übertroffen. In der Preisklasse über 700 Euro hat so ein dunkler Bildschirm nichts zu suchen.

Da die Displays im Test mindestens Full-HD-Auflösung zeigen, sind sie alle

mehr als scharf genug für alle Anwendungen. Stufige Objektkanten oder gar einzelne Pixel wird man bei keinem im Alltags-einsatz bemerken. Samsung reduziert die Auflösung sogar von Werk aus. Das spart etwas Energie und der Unterschied ist kaum zu merken. Wer möchte, dreht die Auflösung manuell hoch, wie auch beim Mate 10 Pro, Phone und V30.

## Kameras

Note 8, Pixel 2 XL und iPhone X haben nicht nur die besten Kameras im Test, sondern insgesamt von allen Smartphones: hohe Schärfe, natürliche Farben, gute Kontraste, verhältnismäßig wenig Rauschen; auch die Videoqualität ist dank effektiver





## Sony Xperia XZ1

Ein bisschen scheint das Xperia XZ1 aus der Zeit gefallen, wenn es neben den anderen Geräten liegt. Ein dicker Gehäusestreifen umrahmt das LC-Display, wodurch das Gerät weit weniger Bildschirmfläche im Verhältnis zu Gehäuserand bietet als die Konkurrenten. Abgesehen davon wirkt das Gehäuse aus Aluminium sehr ästhetisch und hebt sich angenehm von den immer gleichen Hochglanzoberflächen ab.

Je nach eingestelltem Farbmodus sind Farben extrem übersättigt oder neutral gehalten. Der Kontrast von 1312:1 liegt fernab der OLED-Werte, und selbst unter den LCDs kann das XZ1 damit nicht brillieren. Der Hauptkamera fehlt eine optische Stabilisierung, was zu einigen Detailunschärfen führt. Bilder überstrahlen im Freien unschön, bei wenig Licht rauscht es mehr als bei den besten Kameras. Mit 960 Bildern pro Sekunde nimmt sie die schnellste Zeitlupe auf – aber nur für eine Sekunde. Die besten Szenen verpasst man damit.

- ↑ aktuelles Android 8.0
- ↑ ästhetisches Alu-Gehäuse
- ↓ dicker Display-Rand

Stabilisatoren hervorragend. Untereinander gibt es kaum relevante Unterschiede, alle drei überholen die allermeisten Kompaktkameras. Der zweite Sensor des iPhone X und Note 8 ist als Zweifach-Tele ausgelegt – lächerlich wenig im Vergleich zu dedizierten Kameras, aber längere Brennweiten gibt die Technik in diesem Formfaktor derzeit nicht her. Beide Teles arbeiten dank Stabilisator auch bei wenig Licht, anders als beispielsweise die Teles des iPhone 8 Plus und 7 Plus und des 5T-Vorgängers OnePlus 5.

Etwas abgeschlagen folgt dahinter die Kamera des Mate 10 Pro. Beide Sensoren haben die gleiche Brennweite, der zweite nimmt in Schwarzweiß auf und erhöht di-

gital verarbeitet Kontrast und Schärfe des Farbbilds. Auch Lenovo macht das beim Moto Z2 Force so, doch Huawei gelingt das am besten – ohne aber ganz an die Qualität von Apple, Google und Samsung heranzukommen.

Schlecht sind die Huawei- und Lenovo-Kameras allerdings beileibe nicht, und auch die Sony-Kamera liefert schöne Fotos, wenn auch mit etwas matschigen Details. Etwas deutlicher landet das LG V30 hinter der Spitzengruppe, dessen zweite Kamera als Weitwinkel arbeitet. Dahinter kommen das Razer mit einer unfertig wirkenden Foto-App und das OnePlus 5T nun mit kontrastverstärkendem Zweitsensor statt wie beim Vorgänger einem x2-Tele. Beide leiden vor allem unter einem recht geringen Kontrastumfang in den Schatten, zudem fehlt ein Stabilisator. Das Nokia 8 ist mit flauen Farben und einer starken Tendenz zum Verwackeln keine Konkurrenz.

Viele der Kandidaten rechnen auf Wunsch den Motivhintergrund digital unscharf, meist Porträtmodus oder ähnlich genannt. Das funktioniert vor allem bei den Doppelkamera-Geräten ziemlich gut, aber auch Google und OnePlus kriegen ein ansehnliches Digital-Bokeh hin. Das ist alles weit weg von einer echten Tiefenunschärfe durch eine Offenblende und funktioniert auch nicht bei allen Motiven, ergibt aber meistens durchaus schöne Fotos.

Diese und andere Spielereien finden in den vorinstallierten Foto-Apps statt. Das führt erstens dazu, dass die unbearbeiteten Fotos (Raws, DNGs) einiger Modelle nahezu unbrauchbar sind, falls die App sie überhaupt erlaubt. Offenbar stecken einige Hersteller weniger Arbeit in den Sensor samt Optik und Firmware, sondern erschlagen dortige Qualitätsprobleme mit Rechenkraft. Zweitens liefern alternative Foto-Apps deutlich schlechtere Fotos, da ihnen diese Digitalstufe fehlt; sie werden daher quasi nutzlos.

## Laufzeiten und Laden

Am längsten hält das OnePlus 5T durch, lange Laufzeiten erreicht auch das Huawei Mate 10 Pro. Ebenfalls gut sind das Pixel 2 XL, Moto Z2 Force, V30 und Note 8. Wenn man sie viel nutzt, müssen sie dennoch jede Nacht ans Ladegerät – iPhone X, Razer und Xperia XZ1 mögen schon manch intensiven Tag nicht ohne Nachladen überstehen. Sonderfall Z2 Force: Der magnetisch haltende Zweitakku verlängert die eh schon gute Laufzeit um etwa 80 Prozent, erhöht aber das Gewicht um 80 Gramm.

Auf dem Papier beherrschen alle eine Schnellladetechnik, wobei alleine Apple sich erdreistet, das dazu nötige Netzteil nicht beizulegen. Dennoch pumpen nur OnePlus, Samsung, Lenovo, LG und Huawei den Akku in zwei Stunden oder weniger voll. Ob das auch mit zugekauften oder schon vorhandenen Netzteilen funktioniert, ist fraglich, da viele inkompatible Techniken existieren. Im Zweifel nutzt man etwaige Zweitnetzteile zum zeitunkritischen Laden über Nacht und reserviert das Original für brenzligere Situationen.

Drahtlos per Qi-Standard laden Apple, LG und Samsung; für das Moto Z2 gibt es eine Qi-Erweiterung. Das Laden dauert länger als per Kabel, schon aber die Buchse und ist komfortabler – jedenfalls wenn man das Handy während des Ladens nicht nutzen möchte. Qi hat sich mittlerweile durchgesetzt und ist beispielsweise in Ikea-Lampenfüßen zu finden.

## Schnell und schneller

Vorne das iPhone X und dann lange nichts. Die Performance-Krone ist in den theoretischen Benchmarks klar vergeben und eine krachende Niederlage für die Android-Geräte. Bei Auslastung nur eines CPU-Kerns erreichte das iPhone X im Geekbench doppelt so hohe Werte wie der Rest des Feldes. Selbst bei Verwendung aller Kerne, früher Domäne der Android-Fraktion, ist das iPhone deutlich voraus. Denn Apples neuer Chip kann nun ebenfalls seine sechs Kerne gleichzeitig nutzen und ist damit 50 Prozent flotter als die jeweils acht CPU-Kerne von Huawei, Qualcomm und Samsung. Auch bei Grafik-Benchmarks ist der Abstand groß, je nach Test sind etwa 50 Prozent mehr drin.

Doch auch die Leistung der Android-Geräte ist mehr als genug, damit Apps sehr schnell laden und die Oberfläche augenblicklich reagiert. Hänger wie bei günstigeren Geräten sind hier nicht zu sehen – auch dann nicht, wenn im Hintergrund zum Beispiel ein Update eingespielt wird oder zwei Apps parallel laufen. Auch aktuelle Spiele laufen schnell genug, Ruckler muss man keine befürchten.

Unnütz ist die brachiale Rohleistung dennoch nicht, sie hilft zum Beispiel bei rechenintensive Aufgaben wie der 4K-Videobearbeitung, was früher auf dem Smartphone schlicht nicht möglich gewesen wäre. Auch die Kamera profitiert: All die schicken neuen Effekte sollen schließlich in Echtzeit passieren.

Die Android-Geräte erreichen trotz verschiedener Chips ein sehr ähnliches Niveau. Die minimalen Unterschiede bei Auslastung aller Kerne oder hoher Grafiklast sind häufig dem thermischen Design geschuldet – einige Geräte drosseln schlicht etwas eher als andere. Doch die Taktstufen sind mittlerweile so fein, dass die Einbrüche zwar messbar, aber im Alltag nicht spürbar sind. Bei Dauerlast erholen sich die Prozessoren durch kurze Phasen mit reduziertem Takt rasch, sodass die verfügbare Leistung relativ konstant bleibt.

Die meisten Android-Geräte haben 4 GByte Hauptspeicher, was im Allgemeinen völlig ausreicht; das Gleiche gilt für die 3 GByte des iPhone X. Die 6 oder 8 GByte einiger Geräte mögen sich als Zukunftssicherheit lohnen; und beim häufigen Umschalten zwischen vielen oder größeren Apps spürt man vielleicht eine minimal schnellere Reaktion.

Wichtiger sind da die mindestens 64 GByte Flash-Speicher aller Geräte. Weniger wäre in dieser Preisklasse eine Frechheit, schon der geringe freie Speicher beim Moto Z2 Force und Razer Phone ist nahe daran. Ein Speicherkarten-Slot dürfte

daher – außer bei denen – verzichtbar sein, doch bei den Geräten ohne sollte man über die Variante mit 128 GByte Flash nachdenken: iPhone X, Pixel 2 XL, OnePlus 5T; das Mate 10 Pro erscheint hierzulande wohl immer mit 128 GByte.

## LTE und Funk

Der Trend zur Dual-SIM-Funktion zeichnet sich im Testfeld nicht mehr ganz so deutlich ab wie in unserem vorigen Vergleichstest. Nur Huawei, Lenovo und OnePlus bauen direkt zwei SIM-Schächte ein, optional auch Nokia und Samsung. Nützlich ist das im außereuropäischen Ausland, für Tarif-Jongleure oder zur gleichzeitigen Nutzung etwa einer beruflichen und einer privaten SIM.

Alle Geräte unterstützen die vier in Deutschland hauptsächlich genutzten LTE-Bänder 3, 7, 20 und mittlerweile 8 (LTE900) sowie die zukünftigen 28 (Ex-DVB-T) und 1 (noch UMTS). Das von Vodafone punktuell zusätzlich genutzte Band 32 ist nur bei Google und Huawei nutzbar. Die Provider bieten in Ballungsgebieten verstärkt die Bündelung von zwei Bändern an, Vodafone stellenweise auch drei – das

beherrschen alle Geräte im Test. Vodafone derzeit nur in Düsseldorf laufendes Gigabit-LTE benötigt eine Bündelung (inklusive Band 32) nach Cat. 18, was nur das Huawei Mate 10 Pro bietet. Die Cat.-16-Geräte schaffen zwar in der Theorie auch 1 GBit/s, aufgrund der schmalen Bänder sind in Deutschland aber derzeit bei Vodafone 500 MBit/s (200+200+100), bei der Telekom 300 MBit/s (150+150) und bei O2 225 MBit/s (150+75) möglich.

Auch beim WLAN gibt es keine relevanten Unterschiede der Geräte. 11ac-WLAN und die 5-GHz-Bänder beherrschen sie alle, das bei allen vorhandene MU-MIMO bringt keine wesentlichen Vorteile. Eher schon mag Bluetooth 5.0 interessant sein: Das ermöglicht, zwei Kopfhörer gleichzeitig zu koppeln und etwa im Zug zu zweit einen Film zu schauen. Neben den in der Tabelle aufgeführten Geräten hat Lenovo angekündigt, es mit dem Update des Z2 Force auf Android 8 nachzuliefern.

## Android-Versionen

Und dann noch die Gretchenfrage nach den Android-Versionen: Das Google Pixel 2 XL läuft selbstverständlich mit dem aktuellen Android 8, kein Gerät im Test bekommt früher Updates. Außerdem werden Huawei Mate 10 Pro und Sony Xperia XZ1 mit Android 8 ausgeliefert. Nokia schickt ein Update auf Android 8 schon hinterher, OnePlus will demnächst den Betatest starten. Lenovo und Samsung haben Updates versprochen, auch LG und Razer werden wohl liefern.

Die meisten Geräte dürften sogar zumindest noch ein weiteres Update auf ein zukünftiges Android 9 bekommen, handelt es sich doch um die prestigeträchtigen Aushängeschilder der Hersteller. Die mit Android 8 ausgelieferten bekommen diese Updates und auch die zwischenliegenden, eigentlich wichtigeren Sicherheits-Patches

Laufzeiten				
Modell	Video (normale Helligkeit) [h] besser ►	3D-Spiel (normale Helligkeit) [h] besser ►	WLAN-Surfen (normale Helligkeit) [h] besser ►	Video-Streaming (normale Helligkeit) [h] besser ►
Apple iPhone X	11,1	7,3	10,4	10,9
Google Pixel 2 XL	12,9	8,3	12,4	12,5
Huawei Mate 10 Pro	14,4	8,7	12,9	12,9
Lenovo Moto Z2 Force	13,8	9,4	11,8	13,3
LG V30	14,2	9,1	11,9	13,5
Nokia 8	12,3	7,9	14,4	10,4
OnePlus 5T	16,2	9,7	12,5	13,9
Razer Phone	9,9	7,5	10,9	9,2
Samsung Galaxy Note 8	13,6	7,3	15,2	12
Sony Xperia XZ1	9,3	7,3	12,6	9,2

normale Helligkeit: 200 cd/m², Spiel: Asphalt 8, Surfen: Abruf einer Standard-Webseite alle 30 s

Benchmarks					
Modell	Geekbench 4 Single-Core [Punkte] besser ►	Geekbench 4 Multi-Core [Punkte] besser ►	Coremark Multi-Core [Punkte] besser ►	GFXBench 3.0 Manhattan offscreen [fps] besser ►	GFXBench 3.0 Manhattan onscreen [fps] besser ►
Apple iPhone X	4244	10442	nicht messbar	82	58
Google Pixel 2 XL	1893	6269	63427	52	34
Huawei Mate 10 Pro	1902	6760	66874	55	55
Lenovo Moto Z2 Force	1915	6683	64913	63	41
LG V30	1912	6329	60089	61	36
Nokia 8	1922	6530	63244	58	33
OnePlus 5T	1977	6649	58346	62	54
Razer Phone	1929	6794	65308	62	54
Samsung Galaxy Note 8	2022	6811	61822	63	55
Sony Xperia XZ1	1817	6284	59941	54	52

Anzeige

möglicherweise etwas schneller – dank Project Treble (siehe Seite 30). Wir sind gespannt, wie sich das auswirkt und ob vielleicht die Android-7-Geräte beim Update auf 8 ebenfalls einen Treble-Unterbau bekommen.

Über das iPhone braucht man in Bezug auf Betriebssystem-Aktualisierungen kaum

ein Wort zu verlieren. Mindestens drei Jahre lang kann man mit regelmäßigen Updates rechnen, die Sicherheitslücken stoppen und neue Funktionen hinzufügen.

## Fazit

Alle Smartphones im Test haben Leistung satt, auch in den anderen Disziplinen

schlagen sie sich überwiegend gut. Lediglich das Razer Phone und das Nokia 8 erlauben sich recht viele Patzer, wobei das Razer überteuert und unausgereift erscheint, während das Nokia 8 immerhin das günstigste Gerät im Testfeld ist. Für einen vertretbaren Aufpreis bekommt man aber das in vielen Belangen bessere

High-End-Smartphones				
Modell	iPhone X	Pixel 2 XL	Mate 10 Pro	Moto Z2 Force
Hersteller	Apple	Google	Huawei	Lenovo
Betriebssystem / Bedienoberfläche / Android-Patchlevel	iOS 11.1 / Standard / —	Android 8.0 / Pixel Launcher / November 2017	Android 8.0 / EMUI 8.0 / Oktober 2017	Android 7.1.1 / Standard / November 2017
Ausstattung				
Prozessor / Kerne × Takt	Apple A11 Bionic / k. A.	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,4 GHz, 4 × 1,9 GHz	HiSilicon Kirin 970 / 4 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz
Grafik	Apple GPU family 4	Qualcomm Adreno 540	ARM Mali-G72 MP12	Qualcomm Adreno 540
RAM / Flash-Speicher (frei)	3 GByte / 64 GByte (58,12 GByte)	4 GByte / 64 GByte (52,48 GByte)	6 GByte / 128 GByte (111,43 GByte)	6 GByte / 64 GByte (43,5 GByte)
Wechselspeicher / Format	—	—	—	✓ / MicroSDXC
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	5.0 / ✓ / ✓	5.0 / ✓ / ✓	4.2 / ✓ / ✓	4.2 / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / Gyrosensor	— / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
mobile Datenverbindung	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓
USB-Anschluss (Geschwindigkeit) / Schnellladung	Lightning / ✓ (USB-PD)	Typ-C (USB 3.1) / ✓ (USB-PD)	Typ-C (USB 3.1) / ✓ (SuperCharge)	Typ-C (USB 2.0) / ✓ (TurboPower)
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2716 mAh (10,4 Wh) / — / ✓ (Qi)	3520 mAh (13,6 Wh) / — / —	4000 mAh (15,4 Wh) / — / —	2730 mAh (10,5 Wh) / — / ✓ (mit Zubehör)
vor Staub/Wasser geschützt (Schutzart)	✓ (IP67)	✓ (IP67)	✓ (IP67)	—
Abmessungen (H × B × T)	14,3 cm × 7,1 cm × 0,9 cm	15,8 cm × 7,7 cm × 0,8 cm	15,4 cm × 7,5 cm × 0,9 cm	15,6 cm × 7,6 cm × 0,85 cm
Gewicht	174 g	175 g	180 g	141 g
Besonderheiten	Gesichtserkennung	—	—	erweiterbar mit Modulen, Frontblitz
Dual-SIM (MicroSD zusätzlich) / SIM-Typ	— / Schublade / Nano	— / — / Nano, eSIM	✓ (—) / — / Nano	✓ (—) / Schublade / Nano
Kamera-Tests				
Kamera-Auflösung Fotos / Video	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160)	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160)	11,8 MPixel (3968 × 2976) / 4K (3840 × 2160)	12 MPixel (4000 × 3000) / 4K (3840 × 2160)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (4)	✓ / ✓ / ✓ (2)	✓ / ✓ / ✓ (2)	✓ / ✓ / ✓ (2)
maximale Blende / optischer Zoom	1,8 / ✓	1,8 / —	1,6 / —	2 / —
Dual-Kamera / Typ	✓ (4032 × 3024) / Tele	—	✓ (5120 × 3840) / s/w	✓ (4000 × 3000) / s/w
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	3088 × 2320 / 1920 × 1080	3264 × 2448 / 1920 × 1080	3264 × 2448 / 1920 × 1080	2592 × 1944 / 1920 × 1080
Display-Messungen				
Technik / Größe (Diagonale)	OLED (OLED) / 5,9 Zoll (13,5 cm × 6,3 cm)	OLED (POLED) / 6 Zoll (13,6 cm × 6,8 cm)	OLED (OLED) / 6 Zoll (13,7 cm × 6,8 cm)	OLED (POLED) / 5,5 Zoll (12,1 cm × 6,8 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	2436 × 1125 Pixel (457 dpi) / 19,5:9	2880 × 1440 Pixel (537 dpi) / 18:9	2160 × 1080 Pixel (401 dpi) / 18:9	2560 × 1440 Pixel (537 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2 ... 657 cd/m² / 92 %	3 ... 430 cd/m² / 90 %	2 ... 746 cd/m² / 93 %	8 ... 527 cd/m² / 92 %
Kontrast / Farbraum	>10000:1 / DCI-P3	>10000:1 / DCI-P3	>10000:1 / fast AdobeRGB	>10000:1 / DCI-P3
Blickwinkelabhängigkeit: Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall ist das ganze Bild pink.  <div><div>winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand</div><div><div></div><div>0</div><div>200</div><div>400</div><div>600</div></div></div>				
Bewertung				
Bedienung / Performance	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Ausstattung Software / Hardware	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
Display	⊕⊕	○	⊕⊕	⊕⊕
Laufzeit	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
Kamera Fotos / Videos	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○
Garantie	1 Jahr	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre (4 Jahre Display)
Straßenpreis	1150 €	940 €	800 €	750 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   — nicht vorhanden   k. A. keine Angabe				


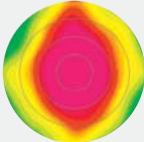

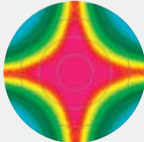

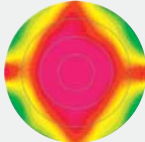


OnePlus 5T. Die Nokia-Vorzüge wie un-  
verbautes Android und schnelle Updates  
gelten auch weitgehend fürs 5T.

Einige Besonderheiten gibt es nur bei  
einzelnen Geräten: Die derzeit beste  
Smartphone-Kamera mit 2x-Tele haben  
das iPhone X und Note 8; garantiert  
schnelle Android-Updates bekommt das

Pixel 2 XL; das Note 8 ist per Stylus be-  
dienbar; Erweiterungsmodule wie Bea-  
mer oder Zusatzakkus passen ans Moto Z2  
Force; Stereolautsprecher mit 120-Hz-  
Display bietet das Razer. Und beim iPho-  
ne X gibt es iOS, die beste Gesichtserken-  
nung und den knapp schmalsten Display-  
Rand.

Das beste Feature-Gesamtpaket mit  
IP-Zertifizierung, Speicher-Slot und Qi  
schnürt Samsung beim Note 8 für 850  
Euro, für etwa 50 Euro Aufpreis mit Dual-  
SIM. Unter Verzicht auf das eine oder an-  
dere aus der Liste bieten auch Mate 10  
Pro, Z2 Force und das dafür sehr günstige  
OnePlus 5T viel. (jow@ct.de) **ct**

V30	8	5T	Phone	Galaxy Note 8	Xperia XZ1
LG	Nokia	OnePlus	Razer	Samsung	Sony
Android 7.1.2 / LG UX 6.0+ / November 2017	Android 7.1.1 / Standard / November 2017	Android 7.1.1 / OxygenOS 4.7.1 / Oktober 2017	Android 7.1.1 / Nova Launcher / November 2017	Android 7.1.1 / Samsung Experience 8.5 / August 2017	Android 8.0 / Xperia / August 2017
Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz	Samsung Exynos 9 Octa / 4 × 2,3 GHz, 4 × 1,7 GHz	Qualcomm Snapdragon 835 / 4 × 2,5 GHz, 4 × 1,9 GHz
Qualcomm Adreno 540	Qualcomm Adreno 540	Qualcomm Adreno 540	Qualcomm Adreno 540	ARM Mali-G71 mit 20 Cores	Qualcomm Adreno 540
4 GByte / 64 GByte (50,5 GByte)	4 GByte / 64 GByte (50,75 GByte)	8 GByte / 128 GByte (108 GByte)	8 GByte / 64 GByte (48,8 GByte)	6 GByte / 64 GByte (49 GByte)	4 GByte / 64 GByte (50,97 GByte)
✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	—	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC	✓ / MicroSDXC
IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac-867 (MU-MIMO) / ✓
5.0 / ✓ / ✓	5.0 / ✓ / ✓	5.0 / ✓ / ✓	4.2 / ✓ / ✓	5.0 / ✓ / ✓	5.0 / ✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
LTE Cat. 16 (1000 MBit/s Down, 100 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 9 (450 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 12 (600 MBit/s Down, 150 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 9 (450 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 16 (1000 MBit/s Down, 150 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 16 (1000 MBit/s Down, 100 MBit/s Up), HSPA
Typ-C (USB 2.0) / ✓ (Quick Charge 3.0)	Typ-C (USB 3.1) / ✓ (Quick Charge 3.0)	Typ-C (USB 2.0) / ✓ (Dash)	Typ-C (USB 3.1) / ✓ (Quick Charge 4+)	Typ-C (USB 3.1) / ✓ (Adaptive Fast Charging)	Typ-C (USB 3.1) / Quick Charge 3.0
3300 mAh (12,7 Wh) / — / ✓ (Qi)	3090 mAh (11,9 Wh) / — / —	3300 mAh (14,3 Wh) / — / —	4000 mAh (15,4 Wh) / — / —	3300 mAh (14,3 Wh) / — / ✓ (Qi, PMA)	2700 mAh (10,4 Wh) / — / —
✓ (IP68)	✓ (IP54)	—	—	✓ (IP68)	✓ (IP65/68)
15,2 cm × 7,6 cm × 0,74 cm	15,1 cm × 7,4 cm × 0,8 cm	15,6 cm × 7,5 cm × 0,8 cm	15,8 cm × 7,8 cm × 0,9 cm	16,3 cm × 7,4 cm × 0,9 cm	14,8 cm × 7,3 cm × 0,8 cm
155 g	160 g	165 g	194 g	190 g	155 g
—	—	Stummschalter	120-Hz-Display	Stifteingabe	—
— / Schublade / Nano	✓ (opt.) (—) / Schublade / Nano	✓ (—) / — / Nano	— / Schublade / Nano	✓ (opt.) (—) / Schublade / Nano	— / Schublade / Nano
16,3 MPixel (4656 × 3492) / 4K (3840 × 2160)	13 MPixel (4160 × 3120) / 4K (3840 × 2160)	15,9 MPixel (4608 × 3456) / 4K (3840 × 2160)	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160)	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160)	19,2 MPixel (5056 × 3792) / 4K (3840 × 2160)
✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (2)	✓ / ✓ / ✓ (2)	✓ / ✓ / ✓ (2)	✓ / ✓ / ✓ (2)	✓ / ✓ / ✓ (1)
1,6 / —	2 / —	1,7 / —	1,75 / ✓	1,7 / ✓	2 / —
✓ (4160 × 3120) / Weitwinkel	✓ (4160 × 3120) / s/w	✓ (5184 × 3880) / lichtstark	✓ (4032 × 3024) / Weitwinkel	✓ (4032 × 3024) / Tele	—
2560 × 1920 / 1920 × 1080	4160 × 3120 / 3840 × 2160	4608 × 3456 / 1920 × 1080	3264 × 2448 / 1920 × 1080	3264 × 2448 / 2560 × 1440	4160 × 3120 / 1920 × 1080
OLED (POLED) / 6 Zoll (13,6 cm × 6,8 cm)	LCD (IPS) / 5,3 Zoll (11,7 cm × 6,6 cm)	OLED (OLED) / 6 Zoll (13,6 cm × 6,8 cm)	LCD (IPS) / 5,6 Zoll (12,7 cm × 6,1 cm)	OLED (Super-AMOLED) / 6,3 Zoll (14,4 cm × 7,1 cm)	LCD (IPS) / 5,2 Zoll (11,5 cm × 6,5 cm)
2880 × 1440 Pixel (538 dpi) / 18:9	2560 × 1440 Pixel (556 dpi) / 16:9	2160 × 1080 Pixel (405 dpi) / 2:1	2560 × 1440 Pixel (512 dpi) / 16:9	2960 × 1440 Pixel (522 dpi) / 18,5:9	1920 × 1080 Pixel (426 dpi) / 16:9
3 ... 647 cd/m² / 88 %	3 ... 580 cd/m² / 88 %	2 ... 480 cd/m² / 93 %	6 ... 285 cd/m² / 91 %	2 ... 680 cd/m² / 100 %	6 ... 530 cd/m² / 87 %
>10000:1 / DCI-P3	1905:1 / sRGB	>10000:1 / DCI-P3	2342:1 / sRGB	>10000:1 / DCI-P3	1312:1 / DCI-P3
					
⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
○	⊕	⊕	○	⊕⊕	⊕
⊕	⊕	⊕⊕	○	⊕⊕	○
⊕ / ⊕	○ / ○	○ / ⊕	○ / ○	⊕⊕ / ⊕	○ / ○
2 Jahre	2 Jahre (Akku: 6 Monate)	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre (Akku: 1 Jahr)	1 Jahr
900 €	430 €	500 €	750 €	850 €	650 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe

Anzeige

Anzeige

# Mozilla greift an

Firefox Quantum: Neustart für Mozillas Browser



<b>Firefox grundüberholt .....</b>	<b>Seite 112</b>
<b>Chrome, Edge, Firefox und Safari im Vergleich .....</b>	<b>Seite 114</b>
<b>Überblick Browser-Add-ons .....</b>	<b>Seite 120</b>
<b>Browser-Erweiterungen selbst gebaut .....</b>	<b>Seite 124</b>



## Ein Webbrowser soll stabil sein, vor allem aber schnell. Genau das leistet Googles Chrome, weswegen viele Firefox-User übergelaufen sind. Nun greift Mozilla wieder an: Der Open-Source-Browser ist schneller geworden, belegt weniger Speicher und sieht wieder zeitgemäß aus. Genügt das, um alte Fans zurück-zuholen und neue zu gewinnen?

Von Jo Bager

**F**irefox 57: Das hört sich wenig spektakulär an. Doch der Browser mit der krummen Versionsnummer ist laut Mozilla „das größte Update aller Zeiten“ und die „Wiedergeburt von Firefox“. Wir haben genau hingesehen: In diesem Beitrag erklären wir, was Mozilla alles verändert hat. Auf Seite 114 lesen Sie, wie sich Firefox Quantum im direkten Vergleich mit Chrome, Edge und Safari schlägt. Weil Quantum eine neue Schnittstelle für Browsererweiterungen nutzt, klären wir ab Seite 120, welche praktischen Extensions weiterhin funktionieren. Wenn Ihnen da eine fehlt: Ab Seite 124 lesen Sie, wie Sie eigene Add-ons für den neuen Firefox programmieren. Bonus-Feature: Die funktionieren dann auch mit Chrome und Edge.

### Sieben Millionen Zeilen

Mozilla hat kaum ein Bit auf dem anderen gelassen. Mehr als sieben Millionen Zeilen Code ihres Browsers haben die Entwickler überarbeitet, das sind rund 75 Prozent des Quelltexts.

Viele wesentliche Teile wurden neu geschrieben, zum Beispiel die CSS-Engine Quantum CSS. Sie arbeitet besonders schnell, weil sie mehrere Prozessorkerne nutzt. Das macht derzeit kein anderer Browser. Ebenfalls neu sind der Scheduler Quantum DOM und der Netzwerk-Stack Quantum Networking. Firefox fragt DOM, welche Tabs der User aktiv nutzt. Diese Information reicht der Browser dann an den Netzwerk-Stack weiter. Der kann so wiederum bevorzugt diejenigen Ressourcen abrufen, die in Verbindung mit den aktiven Tabs stehen. Hänger durch allzu beschäftigte Hintergrund-Tabs gehören mit diesen Neuerungen der Vergangenheit an. Insgesamt ist der Browser

im Vergleich zu den Vorversionen wesentlich schneller geworden – das zeigen nicht nur Tests im Labor (siehe Grafik unten), vor allem berichten das fast alle Nutzer, die den runderneuerten Browser ausprobiert haben.

Mozilla hat auch lieb Gewonnenes aufs Altenteil geschickt, zum Beispiel die althergebrachten XUL-Erweiterungen. Firefox Quantum akzeptiert nur noch WebExtensions, genau wie Chrome und Edge. Dieser Schritt hat für viel Unmut unter Entwicklern besonders beliebter Add-ons gesorgt. Diese waren gezwungen, ihre Erweiterungen neu zu entwickeln – oder zu beerdigen. Mittlerweile sind etwa 6000 der rund 20.000 bisherigen Firefox-Erweiterungen auf Web-Extension portiert worden.

Auch das alte Theme-System hat Mozilla ausgetauscht. Diese Änderung geht einher mit einer Umstellung der Bedienoberfläche. Das neue Photon UI wurde in vielen Details an die der ande-

ren Browser angepasst und beispielsweise mit schlankeren Tab-Reitern und einem umgebauten Menü versehen. So eignet es sich besser für die Bedienung mit dem Finger und mit hochauflösenden Bildschirmen.

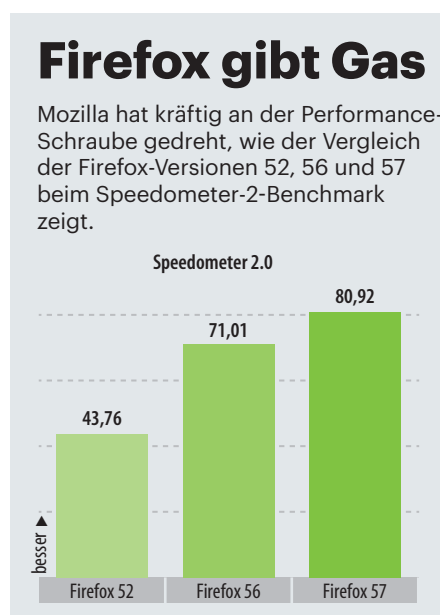
Bereits 2013 begann die Mozilla-Stiftung, an einer neuen Browser-Engine namens Servo zu arbeiten. Dabei kommt eine neue Programmiersprache namens Rust zum Einsatz. Sie soll Buffer-Overflows und ähnliche Sicherheitsprobleme vermeiden helfen, die die bisherige Entwicklung mit C++ mit sich brachte. Doch erst Ende 2016 kündigte Mozilla das ehrgeizige Vorhaben an, Firefox Komponente für Komponente zu erneuern.

Schon in den letzten vier Versionen Quantum wurden einige wesentliche Teile ausgetauscht und somit Grundlagen für die Renovierung des Browsers gelegt. Mit der Windows-Version von Firefox 53 etwa hat Mozilla den GPU-Prozess ausgelagert, also den Teil des Codes, der mit der Grafikkarte kommuniziert. Release 54 brachte die Multiprozess-Architektur (Quantum DOM), die die geöffneten Seiten auf mehrere Prozesse verteilt und für eine bessere Priorisierung der anstehenden Aufgaben sorgt. Firefox 57 ist der wichtigste Schritt im Erneuerungsprozess, aber nicht der Abschluss. Firefox 58 etwa soll den Datenschutz nochmal verbessern, indem er das sogenannte Canvas Fingerprinting unterdrückt – weitere wichtige Entwicklungsschritte werden folgen.

Eine der größeren Veränderungen hat Mozilla erst für Version 60 oder später vorgesehen: WebRender arbeitet so ähnlich wie eine Spiele-Engine und bezieht die GPU stärker ein, was die Performance verbessern und den Akku schonen soll. Ist keine GPU vorhanden, wird sie simuliert.

### Das Netz braucht Firefox

Das Netz wäre ärmer ohne Firefox. Der quelloffene Browser bildet die Grundlage anderer Open-Source-Projekte wie den Tor-Browser, mit dem man anonym im Internet surfen kann. Er ist ein wichtiges Testfeld für neue Techniken. Und ganz grundsätzlich belebt Konkurrenz das Geschäft. Kurzum: Es ist gut, dass Mozilla seinem Browser mit viel Engagement eine Verjüngungskur verpasst. Geben Sie Firefox (wieder) eine Chance: Die Entwickler haben ganze Arbeit geleistet, die Erneuerung ist gelungen. (jo@ct.de) **ct**





# Web-Browser

## Chrome, Edge, Firefox und Safari im Vergleich

**Bahn frei für die neueste Generation: In diesem Herbst gingen Firefox, Edge und Safari mit neuen Versionen an den Start, um dem beliebtesten Webbrowser Chrome Nutzer abzufragen. Und tatsächlich: Der schlanke Sprinter spürt zunehmend heißen Atem in seinem Nacken.**

Von Jo Bager und Holger Bleich

**W**ebbrowser sind am besten, wenn sie nicht auffallen: Sie sollen möglichst große Fenster ins Web öffnen, dabei schnell sein, stabil und wartungsfrei. Ihre Nutzer erwarten außerdem organisatorische Unterstützung, um der Informationsfülle im Web Herr zu werden. Browser helfen beim Sortieren, Ablegen und Weitergeben von abgerufenen Inhalten.

Deshalb bieten alle Browser beispielsweise leistungsfähige Bookmark-Verwal-

tungen und das automatische Ausfüllen von Web-Formularen an. Auch Passwörter speichern sie auf Wunsch. Hier ist allerdings Vorsicht angebracht, denn nur Firefox und Safari sichern diese sensiblen Daten mit Verschlüsselung wirkungsvoll vor fremdem Zugriff [1].

Auf den ersten Blick haben die vier führenden Browser Chrome, Edge, Firefox und Safari viel mehr gemeinsam, als sie unterscheidet: Sie lassen ihre Nutzer Dutzende Webseiten parallel öffnen und

organisieren die Fenster mit Reitern (Tabs). Über den Reitern befinden sich die horizontale Menü- und Favoritenleiste sowie das URL-Einfabefeld mit integrierter und individualisierbarer Suchmaschine.

Lesezeichen lassen sich auf Mausklick erstellen und in einer Verwaltung gliedern. Jeder Browser bietet die Synchronisation der Bookmarks zwischen verschiedenen Geräten über einen Dienst an. Bei Chrome ist das Google, Edge nutzt naturgemäß die Microsoft-Cloud, Firefox Mozillas eigenen Sync-Service und Safari Apples iCloud: Jeder der großen Konzerne nutzt seinen Browser als Vehikel, um die Nutzer mit den eigenen Services in Kontakt zu bringen.

## Eingebauter Schutz

Google hat Chrome überhaupt erst entwickelt, weil die mit JavaScript realisierten Web-Dienste des Konzerns in den gängigen Browsern mitunter ruckelten und stotterten. Besonders Augenmerk galt damals der JavaScript-Performance. Für die Sprache hat Google damals eine eigene, besonders leistungsfähige Laufzeitumgebung entwickelt.

Beim Funktionsumfang konnte Chrome zwar anfangs nicht mit Firefox und Microsofts Internet Explorer mithalten, er holte aber schnell auf. Spätestens mit der Ende 2010 veröffentlichten Version 7.0, die den sechswöchentlichen Releasezyklus einleitete, wurde Chrome so etwas wie der Taktgeber bei der Browser-Entwicklung. Firefox zog mit kürzeren Update-Zyklen nach. Microsoft und Apple beschränken sich bis heute da-

Web-Standard-Tests			
Browser	html5test.com besser ►	css3test.com [Prozent] besser ►	caniuse.com besser ►
Chrome 62	520	59	304
Edge 41	471	48	235
Firefox 57	486	67	298
Safari 11	455	63	266

rauf, Funktionserweiterungen ihrer Browser an Betriebssystem-Updates zu koppeln – was angesichts der schnellen Entwicklung von Web-Techniken ein echter Nachteil für die Nutzer ist.

Weil Chrome anfangs fleißig Nutzerinformationen zu Google-Servern funkte, hatte der Browser schnell und zu Recht den Ruf einer Datenschleuder weg. Daraus hat Google gelernt: Chrome steht heute in Sachen Datenschutz den anderen Browsern in nichts nach – wenn der Anwender in den Optionen die entsprechenden Häkchen setzt. Leider ist Chrome wie auch die anderen Browser erst einmal sehr Datenschutz-unfreundlich voreingestellt. Doch alle bieten Optionen, das zu ändern.

So lässt sich etwa mit dem Verbot von Drittanbieter-Cookies verhindern, dass man von Werbenetzwerken über Websites hinweg getrackt wird. Die aktivierte „Do not track“-Option signalisiert den Werbern explizit, dass man keine Nachverfolgung wünscht. Auch einen „Inkognito“- beziehungsweise „Privat“-Modus bieten alle Browser. Ist er aktiviert, blockiert der Browser Mechanismen, die Aktivitäten seiner Nutzer weitergeben könnten und speichert außerdem keine Surf-

Chronik. Der neue Firefox 57 bietet zudem an, dass dieser Tracking-Schutz auch für nicht-private Sessions aktiv ist. Ergänzend dazu lässt sich der Schutz über Erweiterungen ausbauen. Content- und Tracking-Blocker gibt es für alle vier Browser.

Wer nicht nur surft, sondern selbst fürs Web entwickelt, schaut besonders auf die Developer-Tools der Browser. Für Web-Entwickler war Firefox als Debugger-Tool immer erste Wahl. Das Devtools-Team von Mozilla hat für Version 57 die Entwickler-Funktionen ein weiteres Mal aufgehübscht und um neue Funktionen erweitert. Dennoch sollten Entwickler auch die anderen Browser im Blick haben und natürlich ihre Seiten und Anwendungen auf allen Plattformen testen.

## Geschwindigkeitsmessung

Entscheidend im Surf-Alltag ist vor allem, dass der Browser Webseiten schnell anzeigt und korrekt präsentiert. Dies gilt insbesondere für dynamische Inhalte, bei denen er Teile aus mehreren Quellen zusammenklauben und JavaScript-Skripte ausführen muss. Er sollte möglichst perfekt HTML5 beherrschen, viele Audio- und Video-Formate kennen, Stylesheet-Anwei-

Browser-Benchmarks				
Browser	Speedometer besser ►	ARES-6 [ms] ◀ besser	JetStream besser ►	WebXPRT15 besser ►
<b>Windows 10</b>				
Chrome 62	188	24	219	480
Edge 41	132	60	295	598
Firefox 57	124	53	237	562
Safari 11 <sup>1</sup>	-	-	-	-
<b>macOS 10.13</b>				
Chrome 62	137	31	155	462
Edge 41	-	-	-	-
Firefox 57	85	75	161	520
Safari 11	142	39	218	462
<b>Ubuntu 17.10</b>				
Chrome 62	203	23	234	543
Edge 41 <sup>1</sup>	-	-	-	-
Firefox 57	129	51	240	659
Safari 11 <sup>1</sup>	-	-	-	-

<sup>1</sup> nicht für dieses Betriebssystem verfügbar



## Chromes Geschwister

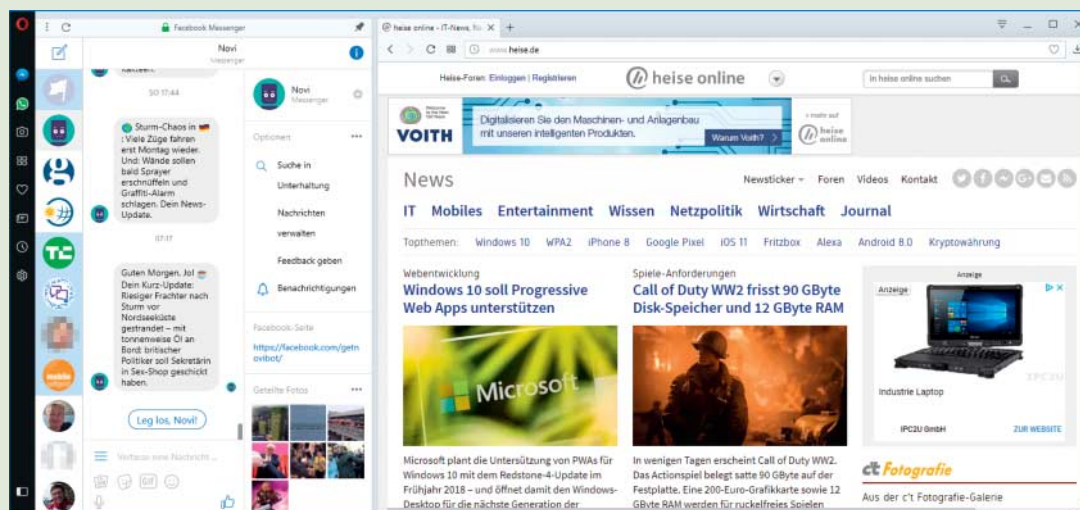
Der Großteil des Quelltexts von Chrome steht als **Chromium** unter einer offenen Lizenz. Viele Linux-Nutzer mögen den Chromium-Browser, der auf diesen offenen Teilen des Codes basiert, lieber als Googles Chrome. Einige Browser-Hersteller erweitern Chromium mit eigenen Funktionen, etwa Opera und Vivaldi. Beide Chrome-Geschwister, die wie ihre Hersteller heißen, ermöglichen viel (Fein-)Tuning an der Bedienoberfläche. So bieten sowohl Opera als auch Vivaldi eine personalisierte Seitenleiste, in der sich Paneele unter anderem für

Notizen, Download-Manager, Lesezeichen und Verlauf ablegen lassen. Bei beiden Browsern kann der Benutzer dort auch die Leisten von Drittanbieter-Diensten integrieren. So kann er zum Beispiel immer die Nachrichten im WhatsApp- oder Facebook-Messenger-Frontend im Blick behalten. Beide Browser synchronisieren Lesezeichen, geöffnete Tabs, Schnellwahl-Einträge und mehr zwischen mehreren Browser-Instanzen.

Vivaldi unterstützt seine Nutzer mit einer Leseansicht, die den Inhalt einer Seite aufgeräumt darstellt und zappelnde Werbebanner ausblendet. Der norwegische Browser blockt auf Wunsch

Werbung und kann Datenverkehr über ein eigenes VPN leiten. Vivaldi soll um einen Mail-Client erweitert werden, Opera Mail gibt es bereits in Form einer externen Anwendung.

Neben Opera und Vivaldi gibt es noch diverse weitere Chrome-Ableger. Brave Browser vom ehemaligen Mozilla-Chef Brendan Eich etwa ist mit einem Werbe- und Tracking-Blocker auf maximalen Datenschutz und Performance ausgelegt. Ghost Browser soll mit einem ausgefeilten Session-Management viele wiederkehrende Arbeiten vereinfachen.



Die Seitenleiste von Opera lässt sich fixieren, sodass man zum Beispiel den Messenger im Blick behalten kann.

sungen richtig interpretieren und tolerant auf Programmierfehler reagieren.

Um Richtwerte zur Standardkonformität zu erhalten, haben wir die vier Browser gegen mehrere Benchmarks getestet. Der Test von [html5test.com](https://html5test.com) prüft, welche Standards und Formate der Browser unterstützt. Dies kann auch dann hilfreich sein, wenn mal etwas nicht klappt und die Ursache dafür unklar ist. Außerdem führen wir in der Tabelle die aktuellen Ergebnisse von „Can I use“ auf – einem Projekt, das die Standard-Unterstützung ständig prüft und ein Browser-Ranking führt.

### Leistungsgrenzen

Auch die Performance der Programme haben wir mit Benchmarks getestet. Wäh-

rend ARES-6 und Speedometer mit synthetischen Tests Leistungsgrenzen ausloten, orientieren sich JetStream und WebXPRT eher am Alltag. Letzterer etwa simuliert Web-Anwendungen im Browser, etwa eine Bildbearbeitung, eine Tabellenkalkulation oder eine Gensequenz-Berechnung. Mehr Informationen und Links zu den Benchmarks finden Sie am Ende des Artikels.

Die Tests liefen auf einem PC und einem MacBook Pro. Der PC (Windows 10 und Ubuntu-Linux) war mit einer Core i7-CPU, 32 GByte RAM und SSD ausgestattet. Auf dem mit i7-CPU und 8 GByte RAM bestückten MacBook Pro lief macOS High Sierra. Safari konnten wir naturgemäß nur unter macOS testen, Edge nur unter Windows 10.

Im Ergebnis lagen die Browser dichter zusammen, als man vermuten könnte. Firefox hat mit Version 57 aufgeschlossen, ohne an Chrome wirklich vorbeiziehen zu können. In Sachen Tempo machten auch die beiden System-Browser Edge und Safari keine schlechte Figur. Allerdings hinken sie den aktuellen Entwicklungen bei Web-Standards hinterher. Im Alltag wird man von den Tempo-Unterschieden kaum etwas merken. Gefühlt ist man mit allen vier Browsern flott unterwegs.

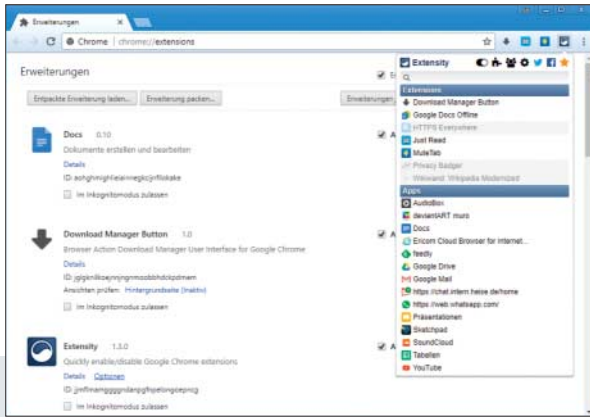
(hob@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Holger Bleich, Härter surfen, Browser und E-Mail gegen Angriffe absichern, *c't* 20/17, S. 82

Links zu den Benchmarks: [ct.de/yv88](https://ct.de/yv88)





## Chrome

Googles Browser Chrome war zum Start 2008 das Gesellenstück des heutigen Chefs Sundar Pichai, der damals als Produktmanager verantwortlich war. Auf eine reduzierte, geschwindigkeitsoptimierte Weise im Web zu surfen, darauf hatte die Welt offensichtlich gewartet.

Seinen Prinzipien ist Google bis heute treu geblieben: Der für alle Plattformen verfügbare Chrome kommt ohne Schnickschnack, wenig flexibel, dafür angenehm stromlinienförmig daher. Unter der Haube werkelt Blink, eine von Google entwickelte Rendering-Engine, die ein Fork des auch in Apples Safari eingebauten WebKit-Renderers ist.

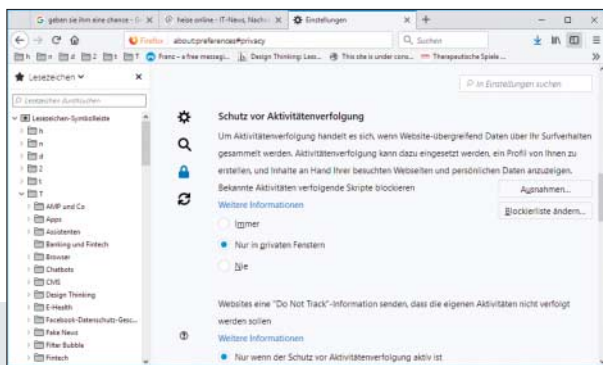
Den (inzwischen zusammengeschmolzenen) Tempo-Vorsprung bezog und bezieht Chrome aber aus der V8-Engine. Sie optimiert die Verarbeitung von JavaScript-Code, einem zentralen Bestandteil von Web-Anwendungen. Je mehr dynamische Inhalte en vogue kamen, desto mehr konnte sich Chrome in den Vordergrund spielen. Hinzu kommt, dass Chrome von Beginn an jeden Tab in einen eigenen Prozess auslagert. Hängt einer, reißt er nicht den gesamten Browser in den Abgrund. Der Browser ist seit jeher stabil und sehr schnell.

Das spiegelt sich auch in den Leistungsmessungen gegen Firefox 57 wider: In den JavaScript-Benchmarks Speedometer und ARES-6 deklassiert Chrome auch Mozillas jüngsten Wurf Firefox Quantum. Die Wahrheit ist aber auch, dass Chrome bei den eher am Surfer-Alltag orientierten Tests JetStream und WebXPRT seinen Vorsprung verloren hat.

Fest steht: Wer mit Chrome surft, ist auf der sicheren, schnellen Seite. Viele Komfort-Funktionen des Mitbewerbs sucht man vergebens, etwa einen Lesemodus, der die Darstellung von Webseiten reduziert. Dafür ist man standardkonform, kompatibel und sicher unterwegs. Die rasche Versorgung mit Silent Updates sorgt dafür, dass Security-Probleme schnell gefixt und neue Funktionen im Sechs-Wochen Rhythmus auf den Rechner oder das Mobil-Device kommen. Der Web-Store für Chrome hält Hunderte sinnvolle Browser-Erweiterungen parat, etwa Content-Blocker und Tracking-Verhinderer. Vorinstalliert sind übrigens bereits die Erweiterungen für Google-Docs-Anwendungen – ein Schelm, der dabei an Marktdominanz denkt.

- 👉 schlank, reduziert und schnell
- 👉 viele Add-ons verfügbar
- 👎 wenig Flexibilität

Anzeige



## Firefox

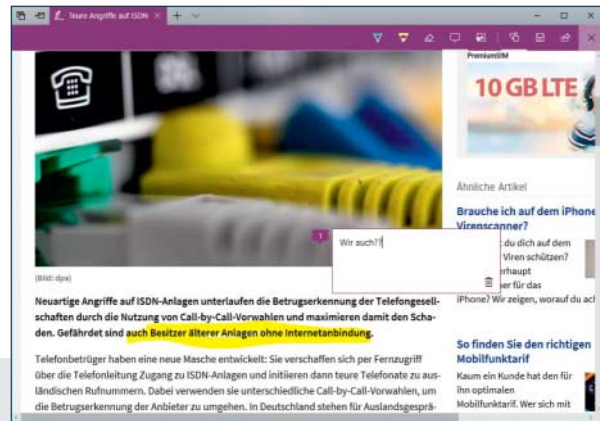
Mozilla hatte Firefox 57 „Quantum“ als großen Wurf angekündigt. Viele Nutzer waren aber verärgert, als sich ihr Browser aktualisiert hatte: Bedienelemente sind anders angeordnet, das neue Interface gefällt nicht jedem, und vor allem funktionieren etliche Add-ons plötzlich nicht mehr. Mozilla bekam beim Feedback zu spüren, wie ungern Nutzer ihre Gewohnheiten ändern. Eines geriet aus dem Blick: Der renovierte Firefox ist in allen Belangen besser als die vorherigen Versionen.

Die schnörkellose Oberfläche mit ihrem kantigen Design lässt sich mit Themes nach Gusto ändern. Über „Anpassen“ fügt man Menüelemente per Drag & Drop in die absichtlich vorhandenen Leerflächen-Leisten oder verschiebt die vorhandenen Buttons. Flexibler zeigt sich kein anderer Browser. Wem das noch nicht genügt, der kann nach wie vor über die Datei userChrome.css die Oberfläche via CSS anpassen und über about:config an allen möglichen Stellschrauben drehen. Neu und clever: Per Klick auf die drei Punkte neben der Adressleiste gelangt man in ein Kontextmenü zum geöffneten Tab, mit dem man die Seite bookmarken oder einen Screenshot von ihr anfertigen kann. Vorkonfiguriert ist bereits die Integration des Services Pocket, der Inhalte in die Cloud synchronisiert und auf jedem anderen Gerät verfügbar macht.

Firefox 57 erlaubt nur noch Erweiterungen, die seine WebExtension-APIs nutzen. Das tut Nutzern weh, die noch Add-ons einsetzen, welche auf der nun abgeschalteten XUL-Schnittstelle fußen. Allerdings war dieser Schritt angekündigt und fällig. Firefox litt darunter, dass derlei Add-ons zu viel durften. Entwickler beliebter Add-ons haben das verstanden und veröffentlichten nach und nach kompatible Versionen ihrer Tools. Nicht alle der früher rund 21.000 Erweiterungen wird es als WebExtension-Version geben, aber eben doch viele.

Enorm ist der Temposchub, den Firefox durch die Renovierung erhalten hat. Chrome hat seinen Vorsprung eingebüßt, mit Firefox surft es sich nun nahezu genauso flott – bei geringerer RAM-Belastung. Auch auf den mobilen Plattformen hat Firefox angenehm an Tempo zugelegt. 2018 will Mozilla die neue Rendering-Engine WebRender einbauen und verspricht einen weiteren Schub.

- 👆 schlank, schnell und flexibel
- 👆 viele Add-ons verfügbar
- 👇 XUL-Add-ons laufen nicht mehr



## Edge

Es ist ein Running Gag in Webforen: „Edge ist das Portal in Windows 10, über das man an einen richtigen Browser kommt.“ Wer das heute noch sagt, dürfte Edge lange nicht mehr genutzt haben. Microsofts System-Browser hat aufgeschlossen, zuletzt mit der Version 41, die seit Oktober mit dem Fall Creators Update kommt – also noch nicht den Weg zu jedem Nutzer gefunden hat. Bislang gibt es Edge nur für Windows 10, für Android und iOS ist er in der Betaphase.

Mit Version 41 kommen einige Funktionen, die bei anderen Browsern Standard sind, etwa die Möglichkeit, Tabs an die Taskleiste zu pinnen oder Websites im Vollbildmodus zu betrachten. Sie ergänzen einige nützliche Besonderheiten, die nur Edge bietet. Dazu gehört der Notiz-Modus: Startet man ihn, darf man auf dem Touchscreen oder mit der Maus in der Seite herummalen und kommentieren. Das Ergebnis lässt sich abspeichern und als PDF verschicken. Apropos PDF: Der Edge-eigene Viewer ist besser als die von Chrome und Firefox. Er bietet das Auto-Ausfüllen von Formularen und die Möglichkeit, Notizen zu machen. Außerdem kann er gut mit eBooks umgehen und sie über die Cortana-Integration sogar vorlesen.

An notorischen Schwachstellen von Edge arbeitet Microsoft augenscheinlich intensiv, insbesondere an der Unterstützung aktueller Web-Standards. Die Rendering-Engine EdgeHTML beherrscht neuerdings etwa WebAssembly. Auch in Sachen CSS3 hat Edge nachgezogen. Doch noch immer bildet Edge das Schlusslicht in allen gängigen Kompatibilitätstests (siehe Tabelle auf Seite 115). Und das merkt man auch in der Praxis an Darstellungsfehlern.

In Sachen Tempo muss sich Edge nicht mehr hinter Chrome verstecken. Die hauseigene Rendering-Engine arbeitet sehr flott. Aus dem praxisnahen Benchmark WebXPRT geht Edge sogar als deutlicher Sieger hervor. WebXPRT simuliert typische Web-Anwendungen, die aus HTML5 und JavaScript bestehen. Ein Trauerspiel ist der angeschlossene Store für Edge-Erweiterungen. Gerade mal rund 60 Add-ons finden sich darin – so wenig Auswahl gibt es nicht einmal für Apples Safari. Immerhin bietet der Store Lösungen für gängige Probleme, etwa Passwort-Management, Content-Blocking und seitenübergreifendes Tracking.

- 👆 schnell und schlank
- 👇 kaum Erweiterungen
- 👇 mangelhafte Standard-Unterstützung






## Safari

Apple aktualisiert seinen bordeigenen Web-Browser Safari im Zyklus der Betriebssystem-Updates: Der Sprung zur neuen Version 11 erfolgte Ende September mit macOS High Sierra beziehungsweise iOS 11. Erhältlich ist er auch für die letzten zwei macOS-Vorgängerversionen, nicht aber für andere Desktop- oder Mobil-Betriebssysteme. Sowohl unter iOS als auch unter macOS ist Safari tief in seine Umgebung integriert. In iOS ist er als Default-Browser gesetzt – jeder Klick auf den Link in einer App führt zu ihm. Deshalb haben andere Browser auf iPhones und iPads kaum eine Chance. Die zugrundeliegende Rendering-Engine WebKit wird systemweit genutzt, etwa im Mail-Programm. Für den Mac-Anwender bringt die Verzahnung Vorteile gegenüber Fremd-Browsern. Nur Safari hat beispielsweise Zugriff auf den macOS-Schlüsselbund, in dem der Browser Passwörter sicher speichern kann. Außerdem kann er seine Bookmarks mit iCloud synchronisieren.

Die starke Stellung führt aber nicht zu mangelnder Qualität: Der stabile Safari bietet alles, was einen modernen Browser ausmacht. Tabs lassen sich anpinnen und stehen dann immer zur Verfügung. Ein Lesemodus unterdrückt Banner und störende Seitennavigation. Ergänzend zu den Bookmarks kann man „Leselisten“ anlegen – also thematische Ablagen für längere Texte, die sich auch offline abrufen lassen.

Schutz vor allzu großer Neugier von Werbenetzwerken verspricht das mit Safari 11 eingeführte „Intelligent Tracking Prevention“ (ITP). Aktiviert man die Option in den Datenschutzeinstellungen, versieht Safari Cookies von Fremd-Domains mit einem internen Verfallsdatum und lernt aus den Zugriffen auf diese Cookies, um dauerhaftes Tracking über mehrere Websites einzudämmen – ein innovativer Ansatz von Apple, der von der Werbebranche kontrovers diskutiert wird.

In Sachen Performance liegt Safari mit den Fremd-Browsern Chrome und Firefox nahezu gleichauf. Im (von Apple selbst entwickelten) JetStream-Benchmark schlägt er die beiden Mitbewerber sogar um Längen. Dennoch kommen auch passionierte Safari-Nutzer nicht darum herum, einen Zweit-Browser – meist Firefox – vorzuhalten: Einige Web-Anwendungen sind unzureichend mit Safari getestet. Sie laufen mit Apples Browser schlecht oder gar nicht.

-  **viele innovative Funktionen**
-  **tiefe Systemintegration**
-  **tiefe Systemintegration**

Anzeige



# Tuning fürs Surfbrett

## Erweiterungen für Chrome, Firefox, Edge und Safari

**Browser-Add-ons helfen bei Routinearbeiten und machen das Surfen schneller, sicherer und komfortabler – eine Auswahl.**

**Von Jo Bager**

**U**nsere Auswahl an Erweiterungen soll Ihnen helfen, das Betriebssystem Browser bequem, sicher und effizient zu nutzen. Viele Online-Dienste bringen eigene Extensions heraus, die den Zugriff auf ihre Website vereinfachen, und weisen ihre Nutzer auch auf diese Helfer hin. In dieser Übersicht beschränken wir uns auf Erweiterungen, die die Nutzung der Browser an sich verbessern, sowie auf Hidden Champions – weniger bekannte, aber besonders nützliche Add-ons.

### Gut geschützt unterwegs

Eine schnell wachsende Industrie lebt davon, Surfer auszuspähen und zu verfolgen. Werbevermarkter sammeln die von Ihnen auf Websites hinterlassenen Spuren, verdichten sie zu einem Profil und versuchen, Ihnen auf dieser Basis maßgeschneiderte Werbung zu präsentieren. Dazu betten sie auf Websites Tracker ein – spezielle Inhalte, etwa unsichtbare Bilder – mit denen sie Sie wiedererkennen können. Die Erweiterung **Privacy Badger** (Chrome, Firefox) der amerikanischen Verbraucherschutzorganisation Electronic Frontier Foundation (EFF) erkennt diese Tracker und blockiert sie.

Der Werbeblocker **uBlock Origin** (Chrome, Edge, Firefox) verfolgt einen noch radikaleren Ansatz: Er blockiert sämtliche Werbung, die er erkennt. In vielen Fällen ist es schlicht ein Akt der Notwehr, so eine Erweiterung zu nutzen, denn oft sind Websites völlig überladen mit zap-

pelnden und nervenden Werbebannern. Allerdings sollte man auch nicht vergessen, dass Werbung für viele Website-Betreiber die Haupteinnahmequelle ist. Daher ist es nur fair, für häufig besuchte Angebote eine Ausnahmeregel zu definieren.

Mit **NoScript** (Chrome, Firefox) lassen sich auf fremden Websites integrierte JavaScript-Inhalte komplett blockieren. Das bremst ebenfalls Ausspähversuche und schützt außerdem vor Schädlingen. Eine Totalblockade ist aber nicht immer zielführend, denn viele Sites funktionieren ohne JavaScript überhaupt nicht mehr. Auch diese Erweiterung enthält daher eine Whitelist, auf die man vertrauenswürdige Sites setzt, sodass sie JavaScript ausführen dürfen.

**Https Everywhere** (Chrome, Firefox) macht das Surfen grundsätzlich sicherer gegen Schnüffler. Wo immer es möglich ist, versucht die Erweiterung, auf die verschlüsselte https://-Version einer Site



zu wechseln – auch wenn Sie nur die unverschlüsselte `http://`-Ausgabe aufrufen. Wer auch immer den Datenverkehr zwischen Server und Browser abfängt – solange dieser verschlüsselt übertragen wird, kann der Schnüffler nichts damit anfangen. Die Erweiterung **PassSec+** (Chrome, Firefox) dagegen verfolgt einen eher pädagogischen Ansatz. Sie leitet nicht automatisch auf die sichere Version einer Seite weiter, sondern weist den Anwender durch farbig hervorgehobene Formularfelder beim Besuch unverschlüsselter Seiten darauf hin, dass er hier keine sensiblen Daten eingeben sollte. Er muss dann von Hand auf die verschlüsselte Version wechseln und lernt so, bei welchen Sites er besonders aufpassen muss – zum Beispiel im Urlaub, wenn er an einem fremden Rechner ohne PassSec+ surft.

Apropos Verschlüsselung: Die Transportverschlüsselung via `https` hilft nur gegen Dritte. Wenn man zum Beispiel beim Mail-Versand mit dem Webmailer nicht auch die Mail-Inhalte verschlüsselt, kann zumindest der Provider mitlesen. **Mailvelope** (Chrome, Firefox) übernimmt die dazu notwendige Ver- und Entschlüsselung sowie die Schlüsselverwaltung im Browser. Die Anbieter GMX und Web.de nutzen eigene Versionen der Erweiterung.

## Komfortsteigerung

Manche Websites sind mit Teasern, eingebetteten Videos und anderen Elementen gepflastert – das stört, will man einfach nur einen Artikel lesen. Firefox, Edge und Safari bieten einen eingebauten Lesemodus, der die wesentlichen Inhalte aus dem Gimmick herauschält und sie in einer schlichten Ansicht gut lesbar präsentiert. **Just Read** rüstet diese Funktion bei Chrome nach. Mit **Page Eraser** (Chrome) beziehungsweise **Nuke Anything Enhanced** (Firefox) lassen sich auch Teilbereiche einer Webseite unsichtbar machen – zum konzentrierteren Lesen am Bildschirm oder um beim Drucken Tinte oder Toner zu sparen.

Beim Besuch einer fremdsprachigen Website bietet Chrome in der Regel eine automatische Übersetzung an. Trotzdem empfiehlt sich die Erweiterung **Google Translate**. Sie hilft auch, wenn nur ein kleines Textfragment auf der Seite zu übersetzen ist. Das Pendant in Safari heißt schlicht **Translate**, für Edge gibt es **Instant Translate: Select and Translate**. Alternativ sollten Sie die Erweiterung aus dem folgenden Artikel ausprobieren. Sie funktioniert mit Chrome,

Edge und Firefox und nutzt den Dienst DeepL, der oft bessere Übersetzungen liefert als Google Translate.

**Simple EPUB Reader** (Chrome) beziehungsweise **EPUBReader** (Firefox) verwandelt den Browser in einen E-Book-Reader. **Wikiwand** (Chrome, Firefox) bereitet die Inhalte der Online-Enzyklopädie Wikipedia hübscher auf als in der Original-Ansicht. Wer die Erweiterung eingerichtet hat, landet automatisch auf der jeweiligen Wikiwand-Seite, sobald er einen Wikipedia-Beitrag aufruft.

Der Lieblingswebsite fehlt ein wichtiges Feature? Kein Problem, Bastler können es mit **Greasemonkey** (Firefox) oder **Tampermonkey** (Chrome, Edge, Safari) nachrüsten. Die Erweiterungen lassen benutzerdefinierte JavaScripts im Kontext von Webseiten laufen. Damit ergänzen sie Funktionen, beheben Fehler in der Darstellung, binden Inhalte anderer Webseiten ein und erledigen wiederkehrende Aufgaben automatisch. In vielen Fällen muss man gar nicht selbst programmieren: Unter `openuserjs.org` stehen Hunderte Skripte zum Herunterladen bereit.

**Form History Control** (Firefox) kann Surfern bei komplexen Formularen viel Arbeit abnehmen. Es speichert den Inhalt von Formularfeldern automatisch. Gibt es ein Problem mit der Übertragung von Formulardaten auf den Server – etwa weil sich das Content Management System verschluckt –, muss man die eingetippten Daten nicht nochmals eingeben, sondern kann sie von Form History Control wiederherstellen lassen.

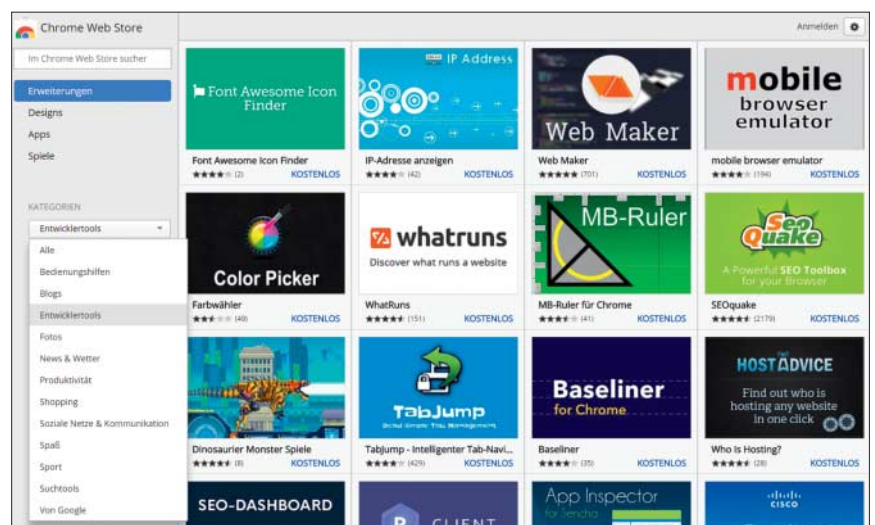
Gehören Sie auch zu den Viel-Tabbern, die so viele Browser-Reiter öffnen, dass es schon mal den PC ausbremst? Dann kann Ihnen **OneTab** (Chrome, Firefox) helfen, Speicherplatz zu sparen. Die Erweiterung schließt die geöffneten Reiter und stellt sie als Liste innerhalb eines Tabs dar. Für Firefox lässt sich keine Wunsch-Seite festlegen, die der Browser beim Öffnen eines neuen Tab-Reiters anzeigen soll. **New Tab Override** (WebExtension) rüstet diese Funktion nach.

Gmail ist sehr beliebt und viele Anwender greifen über das Web-Frontend auf den Dienst zu. **Boomerang für Gmail** (Chrome, Edge) macht die Arbeit mit dem Mailer effizienter. Mit der Erweiterung können Sie Nachrichten zeitversetzt senden, sich daran erinnern lassen, dass Sie auf eine Mail noch keine Antwort erhalten haben, oder Nachrichten aus dem Posteingang bis zu dem Zeitpunkt verbannen, an dem Sie ihn wirklich benötigen.

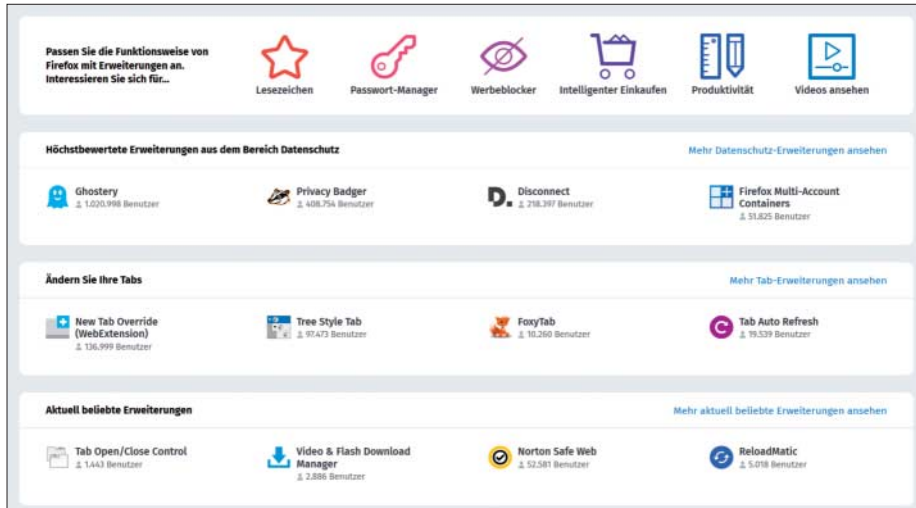
Unterwegs ist das Smartphone die wichtigste Nachrichtenzentrale. **Pushbullet** (Chrome, Firefox, Safari) sorgt dafür, dass Sie vom PC aus auf Ihr Android- und iOS-Smartphone zugreifen können. So zeigt die Pushbullet-Erweiterung Smartphone-Benachrichtigungen an, ermöglicht es, SMS zu senden respektive zu empfangen und Dateien ohne Kabel auszutauschen.

## Schneller und konzentrierter arbeiten

Beim Surfen tröpfeln die Daten nur? Vielleicht kann Ihnen die Erweiterung **Daten-**



Chrome hat derzeit das umfangreichste Angebot an Erweiterungen im Store. Add-ons lassen sich bequem nach elf Kategorien wie „Entwicklertools“ oder „Produktivität“ durchsuchen.



Manche bewährte Firefox-Erweiterung läuft zwar in der aktuellen Version des Browsers nicht mehr, aber der Store für Add-ons zum neuen Firefox 57 füllt sich rasch. Meist findet sich eine gute Alternative.

**sparmodus** helfen. Sie stammt von Google und ist nur für Chrome erhältlich. Ist sie aktiv, leitet Chrome die Daten über Google-Server, um besuchte Seiten vor dem Download zu komprimieren. Per SSL verschlüsselte oder in Inkognito-Tabs aufgerufene Seiten sind davon ausgenommen. **Bandwidth Hero** (Chrome, Firefox) leistet das Gleiche mit mehr Datenschutz: Hier kann der Nutzer selbst einen Server zum Komprimieren aufsetzen.

**crxMouse Chrome Gestures** rüstet in Chrome die Möglichkeit nach, den Browser durch Mausgesten zu steuern. Edge lässt sich mit **Mouse Gestures** gleichermaßen erweitern. Safari kann über „Systemeinstellungen/Maus“ ein paar Mausgesten lernen, eine entsprechende Erweiterung gibt es nicht. Für Firefox haben wir zwar eine Reihe einschlägiger Add-ons gefunden, von denen uns derzeit aber keines überzeugt. Das bewährte **All-in-One Gestures** funktioniert mit Firefox 57 nicht mehr.

Im Web liegen Arbeit und Zerstreuung nah beieinander. Da benötigen Sie schon einen eisernen Willen, um nicht bei YouTube, Facebook und Co. vorbeizuschauen – oder Sie lassen **StayFocusd** (Chrome) beziehungsweise **LeechBlock NG** (Firefox) die Browser-Nutzung beaufsichtigen. Die Erweiterung überwacht, wie viel Zeit Sie auf Facebook, YouTube und anderen Produktivitätsfressern pro Tag verbringen dürfen. Dabei können Sie genau festlegen, welche Tage als Arbeitstage und welche Zeiträume als Arbeitszeit gelten.

**Strict Workflow** (Chrome) arbeitet ähnlich und richtet eine temporäre Web-Sperre samt Pomodoro-Timer ein. Der wacht darüber, dass Sie 25 Minuten am Stück konzentriert arbeiten, bevor Sie dann 5 Minuten lang frei surfen dürfen. Sollten diese Zeiträume nicht Ihrem Arbeits-/Pausen-Rhythmus entsprechen, können Sie sie individuell anpassen.

Straßenlärm oder ein laut telefonierender Kollege, der die Konzentration stört, lässt sich mit weißem Rauschen oder einem Klangteppich aus Regengeplätscher, Windgeräuschen und gleichmäßigem Gemurmel überdecken. Mit **Noisli** für Chrome haben Sie die Wahl aus mehr als einem Dutzend solcher Geräusche; sie lassen sich individuell zusammenstellen.

Störender Lärm kann aber auch aus dem Browser selbst stammen, etwa aus einem Werbebanner in einem Hintergrund-Tab. Komfortabler als mit den Bordmitteln des Browsers lässt sich der Ton mit **MuteTab** für Chrome zum Schweigen bringen, mit dem Sie auch mehrere Nerv-Tabs auf einen Schlag lautlos machen.

## Für Entwickler

Alle Browser stellen bereits sehr mächtige Werkzeuge für Web-Entwickler bereit. Für die eine oder andere kleine Aufgabe gibt es aber noch sinnvolle Ergänzungen. Beim Bau von Web-Anwendungen, die auf externe APIs aufsetzen, kann beispielsweise **Postman** gute Dienste leisten; er ist leider nur als Erweiterung für Chrome verfügbar.

Wie machen die das? Einen schnellen Überblick auf den sogenannten Technik-Stack, also etwa auf die verwendeten Server-Komponenten und JavaScript-Frameworks einer besuchten Seite gibt **BuiltWith** (Chrome, Firefox, Safari). Das für Chrome und Safari verfügbare **What-Font** leistet Ähnliches beim Bestimmen von Schriftarten. Die Erweiterung **IP Address and Domain Information** (Chrome, Firefox, Safari) liefert detaillierte Informationen zur aktuell besuchten Webseite, darunter Details zu IPv4- und IPv6-Adressen, DNS, Whois-Daten und Routing.

Die Firefox-Erweiterung namens **Firefox Multi-Account Containers** hilft beim Entwickeln und Testen – aber zum Beispiel auch, um Privates und Arbeit zu trennen: Während sich alle Container die Chronik sowie Lesezeichen und gespeicherte Passwörter teilen, stellen sie getrennte Umgebungen für Cookies, Local Storage, IndexedDB und den Cache dar. So ist man parallel mit mehreren Identitäten im Web unterwegs.

Mit **Get CRX** (Chrome) kann man Erweiterungen herunterladen, ohne sie zu installieren. Wer häufig Dokumente in Markdown verfasst, profitiert von **Markdown Viewer** (Chrome) beziehungsweise **Markdown Viewer Webext** (Firefox): Beide Erweiterungen zeigen eine Vorschau an.

## Bezugsquellen

Fehlt Ihnen noch eine andere Funktion? Jeder Browser-Hersteller betreibt eine offizielle Seite, auf der er Erweiterungen anbietet – siehe [ct.de/yqkp](http://ct.de/yqkp). Insbesondere Apple scheint aber nicht jede verfügbare Erweiterung in seinen Store aufzunehmen – hier müssen Sie also googeln. Seit dem Wechsel auf Version 57 von Firefox funktionieren viele altbewährte Erweiterungen nicht mehr. Einige Entwickler werden ihre Add-ons sicherlich noch für die neue Browser-Version aufbereiten, ansonsten gibt es aber bereits eine große Auswahl an Erweiterungen für Firefox 57.

Falls dieser Artikel Sie auf den Geschmack gebracht hat und Sie nun so viele Erweiterungen eingerichtet haben, dass Sie den Überblick verlieren, hilft Ihnen **Extendify** weiter, das es leider nur für Chrome gibt. Es stellt alle Extensions und Apps in einem Popup-Menü dar, aus dem Sie jede einzeln aktivieren und ausschalten können – oder alle auf einmal. ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)) **ct**

**Alle genannten Erweiterungen:**  
[ct.de/yqkp](http://ct.de/yqkp)

Anzeige



# Beiwerk im Eigenbau

## Erweiterungen für (fast) alle gängigen Browser bauen

**Die Erweiterungsschnittstellen gängiger Browser ähneln sie sich so sehr, dass derselbe Code in Chrome, Firefox, Edge, Opera und Vivaldi funktioniert. So lassen sich unterschiedliche Browser schnell mit derselben Erweiterung ausstatten. Wir zeigen am Beispiel eines Übersetzers auf der Grundlage des Dienstes DeepL, wie das geht.**

**Von Herbert Braun**

**F**irefox unterstützt ab Version 57 nur noch Erweiterungen gemäß dem „WebExtensions API“: praktisch die gleiche Schnittstelle wie bei Chrome, Edge, Opera und Vivaldi. Nur Safari macht bei Add-ons sein eigenes Ding, weshalb man Erweiterungen für diesen Browser aufwendig portieren muss.

Als Beispiel dient ein Übersetzungswerkzeug, das auf einer Webseite markierten Text an den Dienst DeepL sendet, einen relativ neuen und viel beachteten Übersetzungsdienst.

Eine Browser-Erweiterung besteht aus einem Zip-Bündel, dessen wichtigste Inhalte – JavaScript, CSS, HTML, Icons – eine Datei namens manifest.json beschreibt:

```
"manifest_version": 2,
"name": "DeeptransLate",
"version": "0.1",
"author": "c't Magazin",
"description": "Text ...",
"icons": {
  "16": "icon16.png", ...
},
"browser_action": {
  "default_title":
    "DeeptransLate",
  "default_popup":
    "dashboard.html",
  "default_icon": {
    "16": "icon16.png",
    ...
  }
}
```



Die ersten drei Zeilen – `manifest_version`, `name` und `version` – sind für alle Browser Pflicht; Edge verlangt auch einen `author`.

Beim Manifest gibt es ein paar kleine Stolperfallen. Zum Beispiel sieht der Eintrag `homepage_url` wie eine sinnvolle Information aus, doch beschwert sich Edge dann über ein ungültiges Datenformat. Mit `offline_enabled: false` könnte man Chrome & Co. mitteilen, dass die Erweiterung nur bei Online-Verbindung Sinn hat, aber da streikt Firefox.

Icons benötigt die Erweiterung für die diversen Add-on-Stores und Übersichten (icons) sowie – falls gewünscht – für die Browser-Toolbar und/oder das Kontextmenü (`browser_actions.default_icon`). Gemäß den Empfehlungen der Browser sollte man für Letzteres 16, 20, 24, 25, 30, 32 und 40 Pixel große quadratische Icons hinterlegen, für die Stores dagegen solche mit 16, 32, 48, 96 und 128 Pixeln Kantenlänge. `browser_action` definiert auch einen Titel und ein `default_popup` in Form einer HTML-Datei, zum Beispiel:

```
<!doctype html>
<title>DeeptransLate</title>
<p>Hey ho, Text.</p>
```

Und das genügt auch schon für die Aufwärmrunde.

In Chrome, Opera und Vivaldi unterscheiden sich die Werkzeuge zum Einrichten, Verwalten und Debuggen kaum. In `chrome://extensions` klicken Sie einfach auf „Entpackte Erweiterung laden“ und wählen `manifest.json` aus. Wenn das Manifest und die Pfade korrekt sind, erscheint ein Icon neben der Adressleiste; beim Anklicken zeigt sich das HTML-Dokument in Form einer Sprechblase.

Bei Firefox gehen Sie am besten über `about:addons` und wählen „Add-ons debuggen“ hinter dem Zahnradchen-Icon aus. In der nun geöffneten Seite (`about:debugging#addons`) klicken Sie den Button „Add-on temporär laden“ an.

In Edge müssen Sie erst in `about:flags` „Entwicklerfunktionen für Erweiterungen aktivieren“. Anschließend öffnen Sie das „...“-Menü und wählen „Erweiterung laden“. Hier suchen Sie den betreffenden Ordner aus, nicht das Manifest. Wie in Firefox sind die lokal installierten Erweiterungen nur temporär, verschwinden also beim nächsten Browser-Neustart. Außerdem verbirgt Edge standardmäßig das Icon. Diese Voreinstellung können Sie über das Zahnrad-Menü ändern.

**Die selbst gebaute Erweiterung holt – wie hier in Opera – gute Übersetzungen in (fast) alle Browser.**



## Dolmetscher

Den Eintrag für `default_popup` können Sie gleich wieder löschen. Um etwas Sinnvolles zu tun, brauchen Sie Skripte und Genehmigungen. Ergänzen Sie zuerst das Manifest:

```
{
  "background": {
    "scripts": ["background.js"]
  },
  "content_scripts": [{
    "matches": ["<all_urls>"],
    "js": ["content.js"],
    "css": ["bubble.css"]
  }],
  "permissions": [
    "contextMenus",
    "https://www.deepl.com/jsonrpc"
  ]
}
```

Es gibt Hintergrund- und Content-Skripte. Während letztere im Kontext der Seite laufen, agiert ein Hintergrund-Skript kontinuierlich im Hintergrund und kann dort auf Ereignisse wie Klicks auf das Erweiterungs-Icon oder neu geöffnete Tabs reagieren. Es hat Zugang zu APIs, von denen normale Skripte nur träumen dürfen: Kontextmenü, Lesezeichen, Tastenkürzel, Adressfeld und vieles mehr. Dafür kann es nicht direkt auf die Seiteninhalte zugreifen. Content-Skripte lassen sich auf bestimmte Domains begrenzen, aber hier passt der Spezialwert `<all_urls>`. Per Voreinstellung laufen die Skripte irgendwann, nachdem das DOM geladen ist. In `content_scripts` können Sie auch ein Stylesheet einbauen; `bubble.css` soll später die Container für die Übersetzungen gestalten.

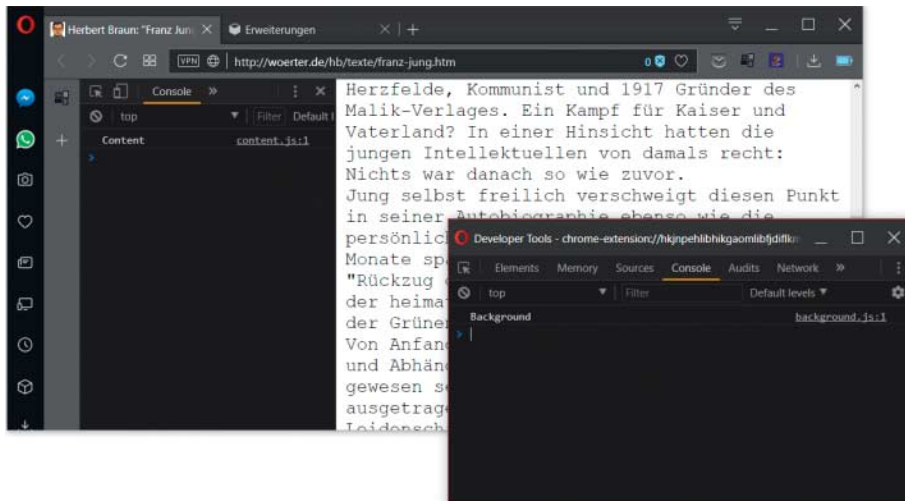
Im Manifest fordern Sie auch die Genehmigungen an, die Sie später brauchen

werden: Mit `contextMenus` können Sie einen Eintrag im Kontextmenü buchen, und die URL gestattet dem Hintergrund-Skript Zugriffe per Ajax – wobei hier nur Firefox auf eine Erlaubnis besteht.

Legen Sie Dummy-Dokumente für `background.js`, `content.js` und `bubble.css` an; zum Testen sollten die beiden Skripte je eine `console.log()`-Anweisung enthalten. Firefox und Chromium sollten die Erweiterung nun korrekt laden, wenn Sie in der Verwaltungsseite „Neu laden“ anklicken. Falls Sie anhand bereits geöffneter Seiten testen wollen, dürfen Sie nicht vergessen, auch diese neu zu laden. In den Entwicklerwerkzeugen der Seite finden Sie nun die Konsolenausgabe des Content-Skripts. Achtung: Erweiterungen funktionieren nur auf regulären Seiten, nicht auf `about:blank`, `chrome://extensions` und Co.

Aber was ist mit dem Hintergrund-Skript? Um dessen Ausgabe zu sehen, müssen Sie den Erweiterungs-Debugger öffnen, der in einem eigenen Fenster läuft. Bei Chromium und Edge heißt der Link deshalb „Hintergrundseite“ (in Chromium müssen Sie dafür zuvor den Entwicklermodus aktivieren). Während der Browser das Content-Skript für jede geöffnete Seite neu ausführt, passiert im Hintergrund nach dem einmaligen Laden nichts mehr.

Edge findet einen Fehler im Manifest und behauptet, `background` brauche eine `persistent`-Eigenschaft (hier mit dem Wert `true`). Firefox ist da anderer Meinung und stellt mit dieser Zeile den Betrieb ein. Dies lässt sich nur lösen, indem Sie die Variante für einen der beiden Browser in ein eigenes Verzeichnis stecken und zwei verschiedene Versionen von `manifest.json`



Hintergrundskripte einer Erweiterung benötigen ein eigenes Debugger-Fenster.

anlegen. Da alles andere gleich bleibt, müssen Sie aber für die anderen Dateien nicht zwei unterschiedliche Code-Basen pflegen: Halten Sie sie am besten mit harten Datei-Links auf dem gleichen Stand (mklink /H in der Windows-Shell, ln mit Linux/macOS/Cygwin).

## Gesprächskultur

Erste Aufgabe für das Hintergrund-Skript wird sein, einen Platz im Kontextmenü zu reservieren und auf Klicks eine Nachricht an das Content-Skript zu schicken:

```
'use strict';
const sendToTab = msg => {
  chrome.tabs.query({active: true,
    currentWindow: true}, tabs => {
    chrome.tabs.
      sendMessage(tabs[0].id, msg);
  });
};
chrome.browserAction.onClicked.
  addListener(ev =>
    sendToTab('buttonClicked'));
chrome.contextMenus.create({
  title: 'Übersetze mit DeepL',
  contexts: ['all'],
  onclick: (info, tab) =>
    sendToTab('menuClicked')
});
```

Die speziell für Erweiterungen reservierten APIs laufen alle in einem globalen Objekt zusammen, das Chrome `chrome` taufte. Firefox bevorzugt `browser`, besteht aber freundlicherweise nicht darauf, denn das versteht die Konkurrenz nicht.

Der obige Code definiert eine `sendToTab()`-Funktion, die der Nutzer durch Aktionen auslöst. `chrome.browserAction.`

`onClicked` entspricht einem Klick auf das Erweiterungs-Icon, `chrome.contextMenus.create()` erzeugt einen Kontextmenü-Eintrag mit `onclick`-Event-Handler. `contexts: ['all']` sorgt dafür, dass dieses Kontextmenü immer erscheint – zum Beispiel auch, wenn Text ausgewählt ist.

Das Hintergrund-Skript hat erst einmal keine Ahnung, welcher Tab gemeint sein könnte. Das Kontextmenü weiß das, aber da Sie es für andere Ereignisse sowie so herausfinden müssen, können Sie das ignorieren. Die `sendMessage()`-Funktion startet daher mit `chrome.tabs.query()`, um den aktiven Tab im aktuellen Fenster herauszufinden. Die dazugehörige Callback-Funktion erhält eine Liste gefundener Tabs, die hoffentlich genau einen Eintrag enthält.

`chrome.tabs` enthält diverse Methoden für den Umgang mit Tabs, darunter auch `sendMessage()`, das neben der Nachricht selbst die Tab-ID als Adresse benötigt. Eine Alternative wäre `chrome.tabs.connect()`, das eine dauerhafte Verbindung herstellt.

Damit die Nachricht ankommt, muss `content.js` aber erst einen Briefkasten aufstellen:

```
'use strict';
chrome.runtime.onMessage.addListener
  ((msg, sender, respond) => {
    console.log(msg);
    // ...
  });
```

Content-Skripte ähneln normalem JavaScript, aber ein paar Besonderheiten haben sie doch – insbesondere Zugang zu Teilen von `chrome.runtime`, einer Schnittstelle zu Erweiterungs-Interna. Die Call-

back-Funktion von `onMessage.addListener()` erhält außer dem Nachrichteninhalt auch Informationen über den Absender und eine Rücksendefunktion.

Falls das Content-Skript die Nachricht erhält, dass der Nutzer einen der Buttons geklickt hat, soll es den markierten Text erfassen:

```
// ...
if (msg === 'menuClicked' ||
  msg === 'buttonClicked') {
  const sel = getSelection();
  respond(sel.toString().trim());
}
```

`getSelection()` hält den markierten Bereich fest und erschließt mit `toString()` den enthaltenen Text. Das fertige Skript erfasst hier mit `sel.getRangeAt(0).getBoundingClientRect()` die Position der Auswahl, um die Blase für die Übersetzung an die richtige Stelle zu zeichnen, aber ich erspare Ihnen das DOM- und CSS-Gefummel. Wichtig ist: Die von `onMessage.addListener()` übergebene `respond()`-Funktion schickt das Päckchen zurück, womit wieder `background.js` am Zug ist.

Die darin verwendete `sendMessage()`-Funktion kennt nämlich ein drittes Argument: eine Funktion, die im Fall einer Antwort aufzurufen ist. Diese stecken Sie von den beiden Event-Handle...

```
ev => sendToTab('buttonClicked',
  getSelection())
```

... an `sendToTab()` durch:

```
const sendToTab = (msg,
  onResponse = null) => {
  chrome.tabs.query({...},
    tabs => {
      chrome.tabs.
        sendMessage(tabs[0].id,
          msg, onResponse);
    });
};
```

Die betreffende `getSelection()`-Funktion soll im ersten Anlauf einfach nur in die Konsole schreiben:

```
const getSelection = msg =>
  console.log(msg);
```

Wenn Sie nun nach dem Neuladen Text markieren und die Erweiterung starten, sollten Sie diesen Text in der Konsole des Hintergrund-Skripts sehen.

## Anfrage und Antwort

Als nächster Schritt steht die Übergabe an DeepL auf der Agenda. DeepLs JSON-API

erwartet Anfragen in einer festgelegten Form. Unserer Demo liegt eine Vorlage als Datei bei. Diese Datei lesen Sie in der `getSelection()-`Funktion ein:

```
const getSelection = text => {
  const xhr = new XMLHttpRequest();
  xhr.open('POST',
    'https://www.deepl.com/jsonrpc');
  xhr.setRequestHeader
    ('Content-Type',
    'application/json');
  xhr.addEventListener('load',
    serviceResponse);
  fetch('deepLRequest.txt')
    .then(resp => resp.text())
    .then(json => {
      xhr.send(json.replace('TEXT',
        `\"${text}\"`));
    });
};
```

Die Anfrage verschicken Sie per Ajax. Die ersten Zeilen definieren eine POST-Anfrage an den DeepL-Server. `fetch()` dient zum Abrufen der oben beschriebenen Datei. Dabei handelt es sich um eine vergleichsweise neue Standardfunktion, die mit Promises arbeitet. Nach dem Einlesen extrahieren Sie den Textinhalt (`text()`), den Sie anschließend verarbeiten. Per `replace()` bauen Sie den Suchstring ein; der durch Backticks gekennzeichnete Template-String ist dabei ein praktischer Weg, die notwendigen Anführungszeichen einzubauen. Nach dem Versand (`xhr.send()`) wartet der `load`-Listener auf eine Antwort. Die zugehörige Funktion `serviceResponse()` legen Sie zunächst als Dummy an:

```
const serviceResponse = ev => {
  console.log(ev);
};
```

In der Background-Konsole sollten Sie nun ein Ereignisobjekt sehen, das den JSON-Code mit der Übersetzung enthält. Ein letztes Mal spielen sich die beiden Skripte den Ball zu: `serviceResponse()` schickt dem Content-Skript das Abfrageergebnis.

```
const serviceResponse = ev => {
  let resp = JSON.parse(ev.target.response);
  sendToTab(resp);
};
```

`sendToTab()` enthält diesmal keine Antwort-Funktion als zweites Argument.

Das Content-Skript übernimmt die Ausgabe auf der Seite – in der einfachst möglichen Form:

```
chrome.runtime.onMessage.addListener
((msg, sender, respond) => {
  if (msg === 'menuClicked' ||
    msg === 'buttonClicked') {
    // ...
  } else {
    const output = [];
    msg.result.translations.
      forEach(tls => {
        tls.beams.forEach(tl =>
          output.push(tl.postprocessed_sentence));
      });
    alert(output.join("\n"));
  }
});
```

Die Antwort enthält ein Array von `translations` (meist nur mit einem Eintrag), in dem Arrays mit den eigentlichen Übersetzungen stecken (`beams`). Zwecks Einfachheit extrahiert das Skript sämtliche `Beams` und stopft sie in einen `Alert`; das vollständige Skript bereitet das Ergebnis noch ein wenig liebevoller auf.

## Verpacken & versenden

Chromium-Browser können über eine Schaltfläche auf der Erweiterungsseite selbst installierbare Pakete verschnüren. Allerdings nützen Ihnen diese `.crx`- (Chrome, Vivaldi) und `.nex`-Dateien nicht viel, da Sie ja wahrscheinlich in die Stores wollen. Für die Installation im Chrome Web

Store (<https://chrome.google.com/webstore/developer/dashboard>) und bei Opera Add-ons (<https://addons.opera.com/developer/>) brauchen Sie ein simples Zip sowie einen Developer-Account bei Google beziehungsweise Opera.

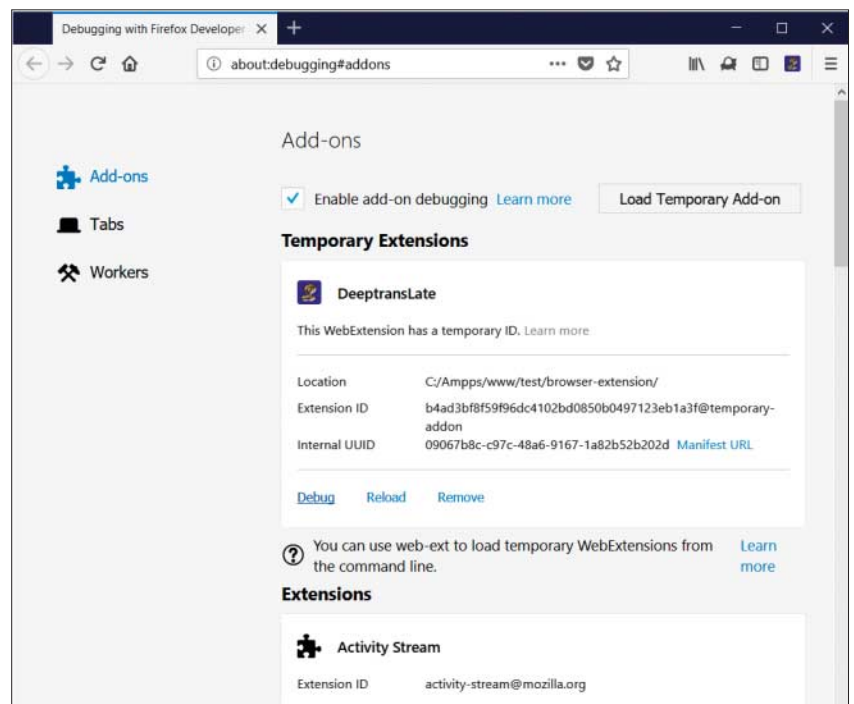
Um eine Firefox-Erweiterung zu veröffentlichen, zippen Sie den Code und laden ihn bei <https://addons.mozilla.org/de/developers/> hoch. Das ist auch dann notwendig, wenn man dort nicht veröffentlichen möchte, denn Mozilla gibt nach einer Prüfung eine signierte `.xpi`-Datei zurück – und nur eine solche lässt sich in Firefox installieren.

Bei Edge können Sie die Portierung von Add-ons anderer Stores beantragen. Einen eigenen Upload gibt es offenbar noch nicht. Die URLs der Erweiterungs-Stores sowie weitere Details zum Upload-Prozess bei den anderen Browsern finden Sie unter [ct.de/y3m8](https://ct.de/y3m8).

Die verschiedenen Browser mit einer Erweiterung zu bedienen fällt erstaunlich leicht. Nur gelegentlich treten Differenzen auf, die sich mit wenig Code ausgleichen lassen – sofern man sie korrekt diagnostiziert. Für den Einstieg sollte man dennoch ein bisschen Zeit einplanen, denn es gilt erst einmal, ein paar ungewohnte Konzepte und APIs zu verstehen. ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)) **ct**

### Downloads, weitere Informationen:

[ct.de/y3m8](https://ct.de/y3m8)



Die Browser (hier: Firefox) bringen Werkzeuge zum Testen und Debuggen selbst gebauter Erweiterungen mit.





# Im Sound-Kokon

## 3D-Ton: Formate, Setups, Inhalte, Aussichten

**Wer ein 3D-Sound-System in seinem Heim installieren möchte, wird erst einmal erschlagen von Fachbegriffen und Setup-Varianten. Dabei sind die aktuellen Raumklang-Formate wesentlich flexibler, als man denken mag – und lassen sich in praktisch jedem Raum nutzen.**

Von Nico Jurrán

Unter Wasser gleitet ein riesiger Wal über uns hinweg, im Kellerbunker sitzend hören wir plötzlich Schritte an der Oberfläche und als Retter der Welt an der Seite von Riesenrobotern donnern Kampfflugzeuge nur knapp über unsere Köpfe – dies ist nur ein kleiner Ausschnitt

von dem, wie 3D-Sound die Zuschauer tiefer in das Filmenerlebnis hineinzieht, als dies jemals mit einer 5.1- oder 7.1-Anlage möglich war.

Wer schon einmal eine 3D-Sound-Demo gehört hat, hätte dieses Erlebnis meist auch gerne in seinen eigenen vier Wänden. Doch viele Interessenten befürchten, dass die Umsetzung zu aufwändig ist. Immerhin treten mit Dolby Atmos, DTS:X und Auro-3D ja gleich drei Formate gegeneinander an, die alle ihre Eigenheiten zu haben scheinen. Doch viele Ängste sind unbegründet: Die meisten Kinderkrankheiten aus der Anfangszeit des 3D-Sounds sind lange kuriert.

### **Dolby Atmos – das 3D-Sound-Schwergewicht**

Neueinsteiger müssen sich beispielsweise heute nicht einmal mehr entscheiden, ob sie Dolby Atmos haben wollen oder nicht:

Jeder AV-Receiver und jede Soundbar mit 3D-Sound-Unterstützung hat einen passenden Decoder eingebaut.

Auch in Sachen Software ist das Format der unbestrittene Platzhirsch: Alleine hierzulande sind schon über 200 Blu-rays und Ultra HD Blu-rays erhältlich, auf denen Filme, Dokumentationen und Musiktitel mit Atmos-Ton zu finden sind. Mittlerweile sitzen alle großen Hollywood-Studios und eine Reihe kleiner deutscher Studios mit im Boot. Wer nicht in Discs investieren will, bekommt auch bei den Videostreaming-Diensten immer häufiger Atmos-Kost, ebenso liefen bereits TV-Testsendungen mit 3D-Sound in dem Format.

Mit der Xbox One (in allen Varianten) hat schließlich das Feld der Computer- und Videospiele mit Dolby-Atmos-Ton Auftrieb bekommen. Die Konsole verteilt (ebenso wie ein Windows-PC) über HDMI die Geräusche passend zum Spielgesche-



hen in Echtzeit im Raum. Die Playstation 4 (Pro) wäre dazu generell auch in der Lage, Sony stellt bislang aber nicht die nötige Schnittstelle für Programmierer bereit. So spielt die PS4 zwar Blu-ray Discs mit Atmos-Ton ab, bietet bei Spielen aber bestenfalls 2D-Raumklang auf Ohrhöhe.

Zu den Erfolgsgründen von Dolby Atmos gehört, dass das Format völlig abwärtskompatibel ist. Das gelingt, weil Atmos mit Audio-Objekten arbeitet, die in Erweiterungen der schon für die Blu-ray Disc und die Ultra HD Blu-ray spezifizierten Surround-Codex Dolby TrueHD oder Dolby Digital Plus stecken („Core-Extension“-Struktur).

Folglich kann jeder halbwegs aktuelle Player für die Disc-Formate diese Basis-Codex – und damit auch den 3D-Sound – via HDMI an einen AV-Receiver ausgeben. Und der Nutzer hört auch etwas, wenn der benutzte AV-Receiver Dolby Atmos nicht beherrscht: Tatsächlich dekodiert der Decoder je nach Basis einfach Dolby TrueHD, Dolby Digital Plus oder Dolby Digital. Auf Höhenkanäle muss man dann zwar verzichten, die für sie bestimmten Effekte werden aber den Kanälen auf Ohrhöhe beigemischt.

Spielt man den Atmos-Soundtrack über einen passenden AV-Receiver ab, verteilt dessen Decoder die Audio-Objekte im Heimkino auf die vorhandenen Boxen. In der kleinsten Variante kommen zu den üblichen 5.1 Hauptkanälen in der Ebene zwei Höhenkanäle. Man kann sogar später auf vier Höhenlautsprecher aufrüsten, wenn der AV-Receiver entsprechend viele Endstufen eingebaut hat oder Signale an einen weiteren (Stereo-)Verstärker weiterreichen kann. Auch weitere Höhenkanäle sind technisch realisierbar, dürften aber in den wenigsten Wohnzimmern nötig sein.

Wer die Wahl hat, sollte sich für vier statt zwei Höhenkanäle entscheiden. Dann nämlich kann Atmos auch mit direktionalen Effekten glänzen, die beispielsweise an der Decke von der hinteren rechten zur vorderen linken Ecke wandern.

## Lautsprecher-Setup

Dolby Atmos ist auch hinsichtlich der Position der Höhenlautsprecher flexibel. Zwar hängen die laut Dolby optimalerweise getreu dem Kinovorbild direkt unter Decke und strahlen nach unten ab. Aber auch den Formatentwicklern war klar, dass nicht jeder Nutzer Deckenlautsprecher installieren kann oder will – weshalb

sie noch „Dolby Atmos Enabled Speaker“ genannte Reflexionslautsprecher spezifizierten, die man einfach auf die Hauptlautsprecher stellt. Sie strahlen die für die Höhenkanäle bestimmten Töne über die Decke zu den Zuhörern, die dadurch den Eindruck bekommen, die Geräusche kämen von oben.

Bei einer Reihe von Boxen gelingt das recht gut – auch wenn die Höheneffekte nicht so punktuell von oben kommen wie bei echten Deckenlautsprechern. Auch Atmos-Soundbars bedienen sich des Reflexionsprinzips. Wer irgendwelche Boxen als Reflexionslautsprecher nutzen will, sollte beachten, dass die Atmos-Enabled-Modelle den „Sound von oben“-Effekt durch EQ-Entzerrung samt Psychoakustik verstärken.

Zu guter Letzt kann man sogenannte „Height Speaker“ einsetzen. Diese Lautsprecher werden nach unten abgewinkelt über den Front- beziehungsweise Surroundboxen an der Wand angebracht, knapp unter der Decke. Die Variante kann man im Setup des Receivers wählen, Dolby versteckt sie allerdings in der Atmos-Dokumentation. Der Grund: Die Position der Höhenlautsprecher macht es schwieriger, den gewünschten Sound-von-oben-Effekt zu erzielen. Andererseits ist das Anbringen einfacher und die Heights lassen sich unauffälliger in die Einrichtung integrieren. In der Praxis können viele Nutzer mit dem Kompromiss gut leben.

Wir haben die verschiedenen Grundkonfigurationen auf Seite 133 aufgeführt. Wenn es die räumlichen Gegebenheiten erfordern, erlauben die AV-Receiver auch einen paarweisen Mischbetrieb der Höhenlautsprecher. So kann man beispielsweise vordere Heights zusammen mit hinteren Reflexionslautsprechern betreiben.

Apropos Setup: Heutige AV-Receiver kommen mit Messmikrofon und einer Einmessautomatik, die jeweils das Optimum für den jeweiligen Hörraum herausholen soll. Wie gut das funktioniert und welche manuellen Eingriffsmöglichkeiten man als Nutzer noch hat, untersuchen wir im Artikel auf Seite 134.

## DTS:X – der Spätstarter

Dolbys ewiger Konkurrent DTS startete mit DTS:X wegen eines Bugs in der Decoder-Firmware mit erheblicher Verspätung, holt inzwischen im Hardware-Bereich aber ordentlich auf: Selbst AV-Receiver der Einstiegsklasse sind heute mit einem



Deckenlautsprecher sind für unterschiedliche Ansprüche erhältlich: vom kleinen Flachmann KEF T101 (oben) bis hin zur ausgewachsenen 4,7-Kilo-Box ELAC WS1645. Beide lassen sich mit speziellen Halterungen unter die Decke montieren.



Teufel bietet mit „Reflekt“ einen Dolby-zertifizierten Reflexionslautsprecher an, der sich auch als Deckenlautsprecher oder Height nutzen lässt. Dafür kann man die bei Enabled-Boxen vorgeschriebene EQ-Entzerrung abschalten.

passenden Decoder ausgestattet. Sony lieferte für seine erste ursprünglich nur auf Atmos ausgerichtete Soundbar HT-ST5000 ein DTS:X-Update nach.

Technisch betrachtet wirkt DTS:X wie eine Atmos-Kopie: Wie dort wird über einen Core-Extension-Ansatz Abwärtskompatibilität zu älteren AV-Receiver hergestellt, nur stecken die Audio-Objekte hier in den hauseigenen Grund-Codex DTS-HD Master Audio (MA) beziehungsweise DTS-HD High Resolution (HR). Diese sind ebenfalls für Blu-ray Disc und Ultra HD Blu-ray spezifiziert. DTS:X wäre an sich

auch beim Videostreaming, im UHD-TV und in Spielen nutzbar, bislang gibt es aber diesbezüglich keine Ankündigungen.

Bei den möglichen Lautsprecher-Setups gehen die Parallelen weiter: DTS:X unterstützt alle bei Atmos möglichen Varianten, mit Deckenboxen, Heights oder Reflexionslautsprechern – auch wenn diese die Bezeichnung „Dolby Atmos Enabled“ tragen. Einen Unterschied gibt es dann doch: DTS betrachtet Heights als vollwertige Variante; bisherige DTS:X-Abmischungen setzen tatsächlich eher auf eine zweite Soundebene in der Höhe als auf Effekte direkt von der Decke.

Hierzulande kann DTS:X rund 40 Filmtitel vorweisen, die breite Unterstützung seitens der Studios steht aber noch aus – bei kleineren deutschen Produktionen wohl auch, weil es an passenden Encodern mangelt. Immerhin bringt Universal Pictures seit einiger Zeit Scheiben auf den hiesigen Markt, die neben dem englischen Originalton auch die deutsche Synchronfassung in DTS:X enthalten.

### Auro-3D – der ewige Underdog

Obwohl Auro-3D parallel zu Atmos startete, ist das Format abgeschlagen. Gerade einmal sieben Filme erschienen in dem Format hierzulande bis heute, nur zwei davon mit deutschem Auro-3D-Ton. Damit ist bei Filmtiteln DTS:X sogar vorbeigezogen. Hardwareseitig sieht es kaum besser aus: Abseits des High-End-Bereichs bieten nur die Schwestermarken Denon und Marantz AV-Receiver mit passendem Decoder an.

Eine im September 2016 verkündete Vereinbarung mit Sony Pictures Home Entertainment (SPHE) über die internationale Veröffentlichung von zehn Filmen mit Auro-3D-Ton auf Disc trug bislang nicht die erwarteten Früchte. Das Studio schlawinert sich um seine Pflichten herum und brachte beispielsweise „Inferno“ nur in Skandinavien mit dem 3D-Sound-Format auf Blu-ray heraus. Adressiert SPHE einen größeren Markt, setzt es weiterhin auf Atmos.

Auro-3Ds Henne-Ei-Problem ist vor allem der Struktur des Formats geschuldet, denn an Stelle von Objekten benutzt es echte Höhenkanäle, die mittels steganografischem Verfahren in einem Surround-Codec versteckt sind. Der muss daher unkomprimiert oder verlustfrei komprimiert sein. Dadurch sind die Studios weniger flexibel, wenn es um die Speicherung mehrerer Sprachfassungen auf einer Disc geht. Für Video on Demand und Digital-TV kommt das Format wegen der benötigten Bandbreite überhaupt nicht infrage.

Zudem ist das Lautsprecher-Setup bei Auro-3D starrer als bei Atmos und DTS:X: Zu 5.1 Kanälen auf der unteren Ebene gesellen sich in der kleinsten Konfiguration vier Höhenkanäle. Folglich muss der AV-Receiver mindestens neun Endstufen eingebaut haben (Subwoofer bringen ihren eigenen Verstärker mit), was die Einstiegskosten gegenüber Atmos und DTS:X aufbläht.

Zudem müssen die vier Höhenlautsprecher bislang zwingend als Heights installiert sein, da die obere Soundebene di-

rekt auf die auf Ohrhöhe aufsetzt. Dass sich bei den neuesten Denon- und Marantz-Receivern künftig für Auro-3D auch Reflexionslautsprecher nutzen lassen, darf man als Zugeständnis werten – oder als eine Aufweichung der Prinzipien der Format-Entwickler. Top Speaker bleiben aber weiterhin außen vor – also ausgerechnet die Variante, die Dolby als optimal ansieht.

### Upmixer

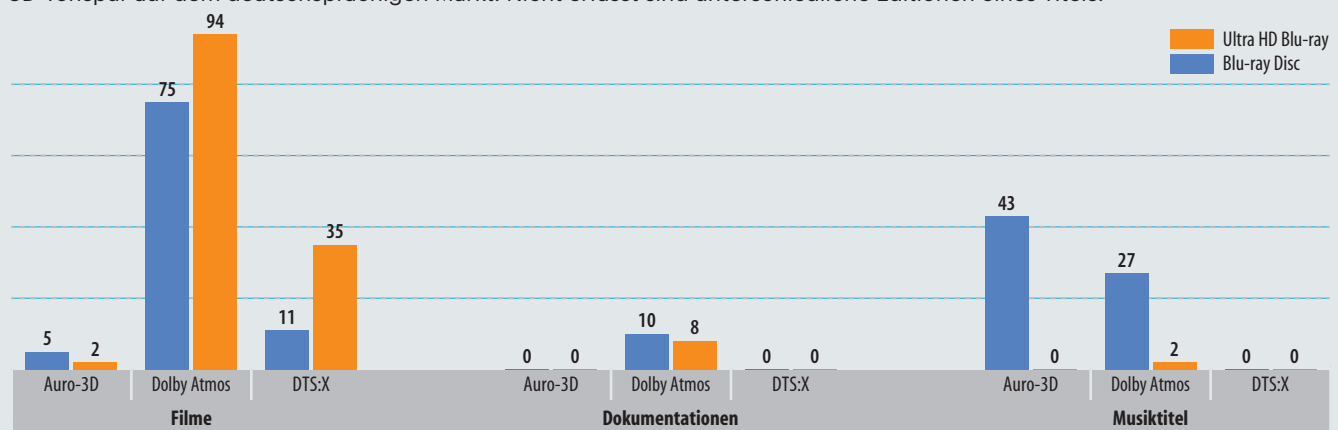
Die Stärke von Auro-3D ist die präzise Reproduktion von Mitschnitten, bei denen Höhenmikrofone zum Einsatz kamen. Passend dazu führt das Format den Markt von Jazz- und Klassikaufnahmen mit 3D-Sound an. Doch Alben von INXS, Kraftwerk, Metallica und R.E.M. erschienen mit Atmos-Ton – wohl auch, weil die Labels die Verbreitung der 3D-Sound-Formate miteinander verglichen haben.

Vor allem aber kann Auro seine Stärke nicht bei Filmen ausspielen: Deren Soundtracks entstehen üblicherweise im Studio und werden am Ende nur in den verschiedenen Formaten ausgespielt. Die Unterschiede sind daher bestenfalls marginal.

Dass Denon und Marantz trotz des Mangels an nativem Material an Auro-3D festhalten, ist auch dem in der Auro-3D-Firmware enthaltenen Upmixer „Auro-Matic“ geschuldet. Der spendiert allen Arten von Soundtracks Höheneffekte und genießt einen wesentlich besseren Ruf als der von Dolby bei Atmos mitgelieferte „Dolby Surround Upmixer“ (DSU).

## 3D-Sound-Titel auf dem deutschen Markt

Die Zahlen beziehen sich auf die bereits veröffentlichten und offiziell bereits angekündigten Titel mit mindestens einer 3D-Tonspur auf dem deutschsprachigen Markt. Nicht erfasst sind unterschiedliche Editionen eines Titels.





### Technik / Codecs

Kanalorientiertes Verfahren, bei dem vier oder fünf Höhenkanäle mittels eines steganografischen Verfahrens in einem unkomprimierten beziehungsweise verlustfrei komprimierten Audio-Codec transportiert werden. Aktuell wird dafür DTS-HD Master Audio genutzt. Mitgeliefert wird der (in seiner Wirkung dosierbare) Upmixer „Auro-Matic“.

### Lautsprecher-Setups

Ursprünglich waren nur Setups mit vier knapp unter der Decke angebrachten angewinkelten „Heights“ möglich, künftig sollen sich bei neuen AV-Receiver auch Reflexionslautsprecher nutzen lassen. „Top Speaker“ werden nicht unterstützt, es lässt sich nur ein zusätzlicher Deckenlautsprecher zu den Heights als „Voice of God“ einsetzen.

### Medien

Passend zum Grund-Codec DTS-HD Master Audio ist Auro-3D auf Blu-ray Discs und Ultra HD Blu-rays nutzbar. Computer- und Videospiele mit Auro-3D-Ton wären technisch möglich, sind bislang aber noch nicht erschienen (nur Titel mit virtuellem Auro-3D). Gegen eine Nutzung bei Video on Demand und Digital-TV spricht bereits die hohe Bandbreite, die der Grund-Codec benötigt.

### Unterstützer

Abseits des High-End-Bereichs unterstützen nur Denon und Marantz Auro-3D. Der Decoder ist mittlerweile inklusive, zuvor kostete er 150 Euro. Von den Hollywood-Studios veröffentlichte bislang nur Sony Pictures Titel mit (englischem) Auro-3D-Ton. Auro-3D dominiert den 3D-Musikmarkt in den Bereichen Klassik und Jazz, während es bei Pop mager aussieht.

- ↑ sehr guter Upmixer
- ↓ schwaches Filmangebot
- ↓ geringe Hardware-Unterstützung



### Technik / Codecs

Objektorientiertes Verfahren, bei dem die Daten für die Höhenkanäle in Erweiterungen der Audio-Codecs Dolby TrueHD (verlustfrei) oder Dolby Digital Plus (verlustbehaftet) stecken. Eine feste Zahl an Höhenkanälen gibt es nicht, der Decoder verteilt die Objekte auf die vorhandenen Höhenlautsprecher. Im Lieferumfang ist der „Dolby Surround Upmixer“ (DSU) enthalten.

### Lautsprecher-Setups

Aktuelle Atmos-Receiver arbeiten mit zwei, vier oder sechs Höhenlautsprechern, die an der Decke montiert werden (Top Speaker) oder die Töne für die Höhenkanäle über die Decke reflektieren lassen (Dolby Atmos Enabled Speaker). Dieses Prinzip nutzen auch Atmos-fähige Soundbars. Knapp unter der Decke montierte „Heights“ lassen sich ebenso einsetzen. Ein Mischbetrieb ist möglich.

### Medien

Dolby Atmos ist auf Blu-ray Discs und Ultra HD Blu-rays zu finden, aber auch bei Videostreaming-Diensten – mit Dolby Digital Plus als Grund-Codec. Beim UHDTV liefen erste Testsendungen. Schließlich kommt Dolby Atmos bei Spielen zum Einsatz – wobei der PC beziehungsweise die Konsole die Soundobjekte passend zum Spielgeschehen im Raum verteilen.

### Unterstützer

Audio/Video-Receiver und Soundbars mit 3D-Sound-Unterstützung beherrschen stets Dolby Atmos. Passende Filmtitel bieten alle Hollywood-Studios an, zudem Capelight, Koch, Turbine, Splendid, StudioCanal und Universum – teilweise aber nur mit englischem Atmos-Ton. Von den Music-Labels sind unter anderem Warner Music, Universal Music und Inakustik im Boot.

- ↑ breiteste Hardware-Unterstützung
- ↑ bestes Filmangebot
- ↓ schwacher Upmixer



### Technik / Codecs

Objektorientiertes Verfahren, die Daten für die Höhenkanäle finden sich hier in Erweiterungen des verlustfrei arbeitenden Audio-Codecs DTS-HD Master Audio (MA) oder des verlustbehafteten DTS-HD High Resolution (HR). Mit dabei ist stets der Upmixer „DTS Neural:X“, nur bei ausgewählten Geräten auch der neue „DTS Virtual:X“ mit virtuellen Höhenlautsprechern.

### Lautsprecher-Setups

Die möglichen Setups entsprechen denen von Atmos und umfassen somit zwei, vier oder sechs Deckenlautsprecher, Reflexionsboxen (auch in DTS:X-fähigen Soundbars) oder an der Wand montierte „Heights“. Letztere Variante unterstützt DTS:X explizit. Ein Mischbetrieb ist möglich. „DTS Virtual:X“ soll Über-Kopf-Effekte ohne Höhenlautsprecher realisieren.

### Medien

Blu-ray Disc und Ultra HD Blu-rays sind aktuell die einzigen Medien, auf denen DTS:X-Sound zu finden ist. Über den verlustbehafteten Grund-Codec DTS-HD HR ließe sich DTS:X eigentlich auch beim Videostreaming einsetzen; genutzt wird diese Möglichkeit derzeit aber nicht. Ebenso wenig machte DTS:X bislang einen Stich bei Spielen oder beim Digital-TV.

### Unterstützer

DTS:X legte einen Spätstart hin, hat mittlerweile aber kräftig aufgeholt und ist inzwischen hinsichtlich Hardware und Filmtiteln an Auro-3D vorbeigezogen. Universal Pictures bringt regelmäßig Discs mit (auch deutschem) 3D-Ton in dem Format heraus, von Fox und Warner kamen bislang nur einzelne Titel. Musik in DTS:X ist aktuell nur auf Demo-Discs zu finden.

- ↑ guter Upmixer
- ↑ breite Hardware-Unterstützung
- ↑ Software-Angebot steigt langsam

# Politik first, Sound second



**»Lassen wir Schrott-Produktionen künftig im Regal vergammeln!«**

Nico Juran

**A**ls Fan von 3D-Sound freue ich mich an sich über jeden Titel, der mit Atmos-, DTS:X- oder Auro-3D-Abmischung erscheint. Nur leider betrachten einige Studios 3D-Sound offenbar vor allem als Marketing-Instrument – und scheren sich wenig um die Kundschaft.

Das fängt damit an, dass die Heimkino-Sparten von 20th Century Fox, Sony Pictures und Disney Atmos-Ton nur auf Ultra HD Blu-ray anbieten – obwohl sich die Spuren auch für die Blu-ray-Fassungen nutzen ließen. Offenbar glauben die Studios selbst nicht daran, dass ihre UHD-Blu-ray alleine mit dem oft hochgerechneten 4K-Bild genug Käufer anlocken.

Alle drei Studios kloppen zudem gerne viele Sprachfassungen auf eine UHD-Blu-ray, um sie weltweit anbieten zu können. Die Folge: Nur der englische Originalton bekommt eine 3D-Abmischung, die Synchronfassungen – darunter in deutscher Sprache – liegen meist nur in verlustbehafteten Surround-Formaten vor, die aus den Zeiten der DVD stammen. Die Blu-ray bietet dann oft sogar besseren deutschen Ton.

Hinzu kommen hingerotzte Produktionen – was 3D-Sound-Mixe für Filme einschließt, die kaum Szenen bieten, in denen überhaupt Geräusche von oben kommen können. Offenbar will manches Studio mittelmäßige

Titel pushen – frei nach dem Motto: „Irgendwelche Heimkino-Fans mit passender Anlage werden den Mist schon kaufen“. Glücklicherweise gibt es inzwischen auch ausgezeichnete 3D-Sound-Produktionen – und immer mehr Rezensenten, die auch auf den 3D-Mix eingehen. Mein Appell: Lassen wir Schrott-Produktionen künftig im Regal vergammeln!

Leider ist 3D-Sound nicht nur bei den Studios ein Politikum, sondern auch bei den Formatanbietern selbst. Im Fokus stehen hier die Upmixer, die zu gewöhnlichen Surround-Abmischungen Höhenkanäle hinzuberechnen. Auf sie wird man auch mittelfristig kaum verzichten können, da nicht alle Filme mit 3D-Abmischung herauskommen. Umso ärgerlicher ist es, wenn man als Kunde dann sowas lesen darf wie beim Denon AVR-X4400H: „Bei der Zuspiegelung von Dolby Signalen [...] kann DTS Virtual:X nicht genutzt werden. Dies ist von Dolby verboten.“

Angeblich soll das Verbot des Crossupmixings künftig sogar die Regel werden. Ich hoffe, dass sich das als Ente herausstellt – auch wenn entsprechende Nachfragen bei Dolby bislang unbeantwortet blieben. Eine Idee: Statt die konkurrierenden Upmixer abzuschotten, könnte man vielleicht den eigenen Algorithmus überarbeiten. Ein Verbot wäre jedenfalls ein Schlag ins Gesicht der 3D-Sound-Fans.

Die Tage der Auro-Matic könnten jedoch gezählt sein, denn der bei DTS:X mitgelieferte Upmixer „DTS Neural:X“ kommt qualitativ an den Auro-Upmixer heran. Zudem kann DTS Neural:X 3D-Sound nicht nur bei Anlagen mit Heights erschaffen, sondern mit jeder Installationsvariante. Vor allem will es Dolby angeblich künftig nicht mehr dulden, dass sich Upmixer von Auro und DTS auf Tonspuren nutzen lassen, die in einem Dolby-Format kodiert wurden. Bewahrheitet sich dies, würde DTS wohl nachziehen – womit das sogenannte Crossup-Mixing generell am Ende wäre.

## Fazit und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich feststellen: Dolby Atmos ist schon wegen der Film- auswahl Pflicht, wird aber eben auch von jedem AV-Receiver geboten. Und DTS:X gibt es immer häufiger gleich dazu. Gedanken muss man sich folglich nur noch hinsichtlich des Lautsprecher-Setups machen. Wer optisch so wenig wie möglich im Raum verändern will, greift zu Reflexionslautsprechern. Ansonsten sind Heights eine gute Wahl. Deckenlautsprecher als Optimum dürfte nur für die wenigsten infrage kommen.

Darüber, ob man Auro-3D tatsächlich benötigt, lässt sich vortrefflich streiten. Ist man kein ausgeprägter Jazz- oder Klassik-Fan, spricht aktuell eigentlich nur der Upmixer für das Format. Der dürfte künftig aber einen immer schwereren Stand haben.

Allgemein ist 3D-Sound auf einem guten Weg, da Atmos & Co. mittlerweile in den Köpfen vieler Produzenten und Regisseure angekommen ist – auch wenn einige Studios der fixen Idee aufgesessen sind, 3D-Sound als Marketinginstrument missbrauchen zu müssen (siehe Kommentar „Politik first, Sound second“ auf der linken Seite).

Spannend dürfte der Versuch von DTS werden, mit einem neuen Upmixer namens „DTS Virtual:X“ einen Trumpf auszuspielen. Über einen Algorithmus soll der auf jeder Anlage 3D-Sound virtuell erzeugen – also gänzlich ohne Höhenlautsprecher. Verfügbar ist er zunächst in einer Soundbar von Yamaha und neuen Receivern von Denon und Marantz. Wie gut der virtuelle 3D-Sound wirklich ist, müssen Tests allerdings erst noch zeigen.

(nij@ct.de) **ct**

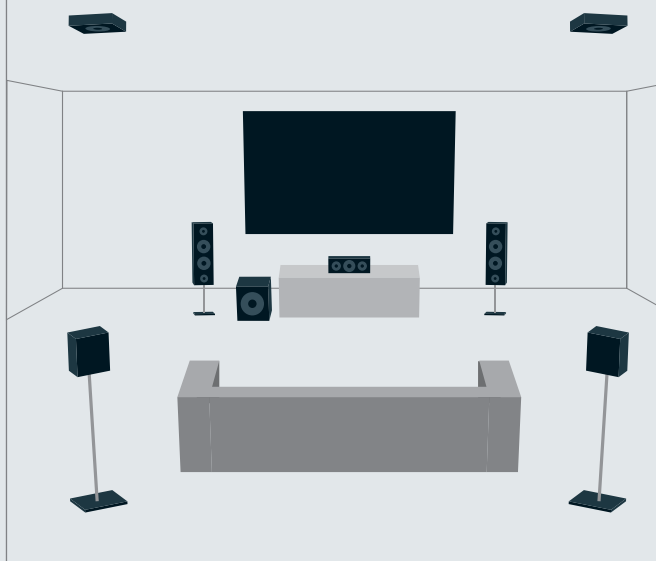
**Übersicht 3D-Sound-Titel:** [ct.de/ypjs](http://ct.de/ypjs)



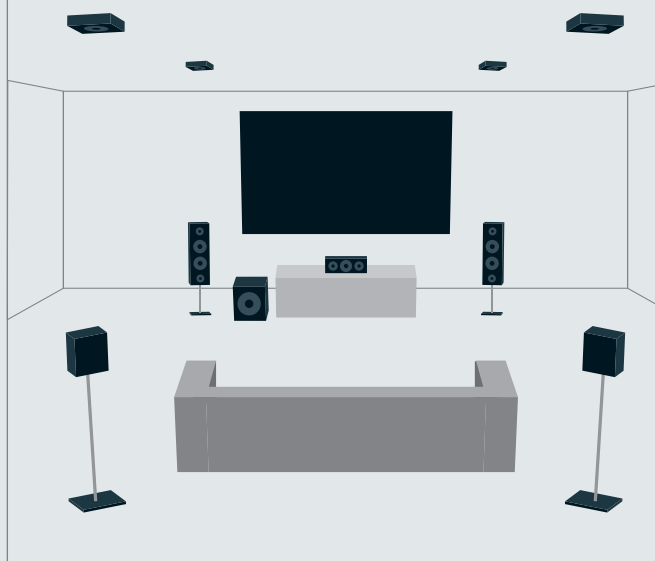
## Varianten der 3D-Sound-Installation

Die für 3D-Sound nötigen Höhenlautsprecher lassen sich in vier Hauptvarianten installieren. Die untere Ebene ist hier jeweils ein 5.1-Setup – mit Frontlautsprechern inklusive Center, zwei Surroundboxen und einem Subwoofer. Ebenso ließe sich ein 7.1-Setup mit vier Surroundboxen nutzen. Bei Dolby Atmos und DTS:X ist auch ein Mischbetrieb hinsichtlich der Höhenlautsprecher möglich.

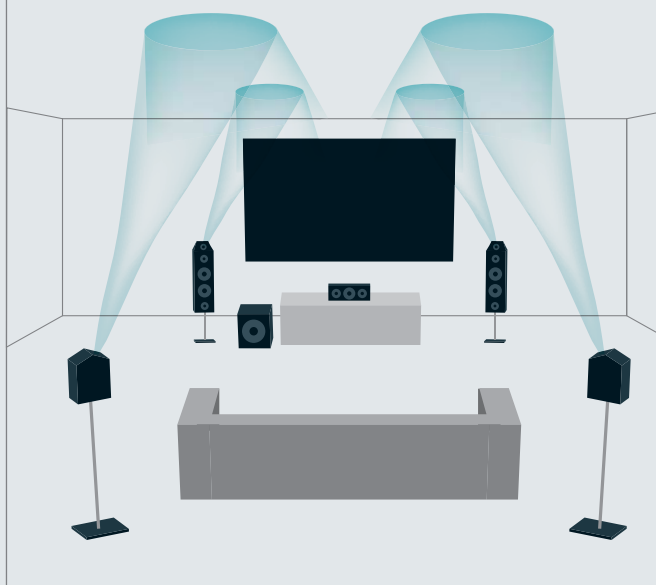
Beim 5.1.2-Setup sind über der Hörposition zwei Deckenlautsprecher (Top Speaker) angebracht, die direkt nach unten strahlen. Nutzen lässt sich diese Variante für Dolby Atmos und DTS:X, nicht jedoch für Auro-3D. Letzteres erlaubt weder Setups mit nur zwei Höhenlautsprechern noch Top Speaker.



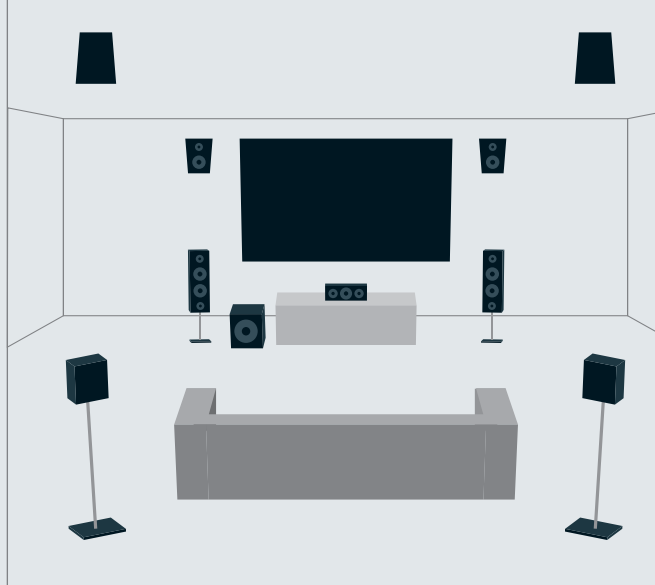
Bei 5.1.4-Setup kommen vier nach unten abstrahlende Deckenlautsprecher (Top Speaker) zum Einsatz, die ein wenig vor und hinter der Hörposition montiert werden. Dieser Aufbau wird von Dolby Atmos und DTS:X unterstützt. Mit Auro-3D lässt es sich jedoch nicht einsetzen, da das Format keine Top Speaker erlaubt.



Sowohl das 5.1.4- als auch das 5.1.2-Setup (nicht im Bild) lässt sich auch mit Reflexionslautsprechern realisieren, die auf den Front- beziehungsweise Surroundboxen stehen. Dolby hat dafür extra „Dolby Atmos Enabled Speaker“ spezifiziert, die DTS:X ebenfalls unterstützt – und bei neuen Receivern künftig auch Auro-3D.



Der 5.1.4-Aufbau mit vier über den Front- und Surroundboxen an der Wand angebrachten „Heights“ wird aktuell als Einziger von Dolby Atmos, DTS:X und Auro-3D (dort 9.1 genannt) unterstützt. Auro kennt noch eine Variante mit zusätzlichem Deckenlautsprecher, Atmos und DTS:X abgespeckte Versionen mit zwei Heights vorne oder hinten.





# Kinokraftwerke für daheim

## AV-Receiver für Dolby Atmos und DTS:X im Vergleich

**Dolby-Atmos-Filme hüllen den Zuschauer über Deckenlautsprecher in einen Klang-Kokon ein. Doch damit sie zu Hause so gut klingen wie im Kino, müssen AV-Receiver die Raumakustik im Wohnzimmer korrigieren. Wir vergleichen vier Modelle und geben Tipps zum richtigen Setup.**

**Von Hartmut Gieselmann**

**W**enn in „Kong – Skull Island“ die Hubschrauber-Rotoren an der Decke ihr bedrohliches „Flap, Flap, Flap“ von sich geben oder in „Blade Runner“ riesige Luftschiffe das Leben in den neuen Kolonien anpreisen, dann sitzt man tatsächlich mittendrin und spürt

den Regen auf Harrison Fords Trenchcoat prasseln.

Die beeindruckenden dreidimensionalen Sound-Welten, mit denen moderne Kinos werben, können Sie sich auch nach Hause ins Wohnzimmer holen. Neben den bekannten 5.1-Surround-Lautsprechern benötigen Sie dazu noch zwei oder vier weitere Deckenlautsprecher sowie einen AV-Receiver, der so ein Ensemble ansteuern kann (die verschiedenen Setup-Möglichkeiten und Formate stellen wir ab Seite 128 vor).

Der AV-Receiver muss aber nicht nur neun Kanäle verstärken, sondern auch den 3D-Sound in Echtzeit für Ihre jeweilige Lautsprecherkonfiguration berechnen. Entscheidend für die Klangqualität ist dabei die Anpassung an die Raumakustik. Denn egal wie viel Geld Sie in Ihre Lautsprecher auch investieren: Die schlechte Akustik eines normalen Wohn-

zimmers macht den Klang kaputt. Sie kann Frequenzgänge so stark verbiegen, dass es sich trotz High-End-Komponenten dumpf anhört. Wenn der Verstärker die Verzerrungen jedoch richtig ausgleicht, dann klingt der Film so gut wie im besten Kino um die Ecke.

Wenn Sie jetzt denken, „Das funktioniert in meiner kleinen Wohnung eh nicht, da steigt mir der Nachbar aufs Dach“, seien Sie beruhigt: Mit der richtigen Raumkorrektur entzerren manche AV-Receiver selbst den Bass soweit, dass Ihr Nachbar vom Filmabend nichts mitbekommt – sogar in hellhörigen Altbauwohnungen.

### Das Testfeld

Moderne AV-Receiver sind inzwischen so komplex geworden, dass wir allein mit der Aufzählung der Funktionen ein ganzes Heft füllen könnten. Für diesen Vergleich konzentrieren wir uns deshalb auf das We-

sentliche: den Film-Sound und die Wirk-samkeit besagter Raumkorrektur. Bei letz-terer fanden wir zwischen den Testkandi-daten riesige Unterschiede, die sich unab-hängig von der Qualität der eingesetzten Lautsprecher selbst Audio-Laien ohne Gold-Öhrchen offenbaren. Den größten Anteil daran haben die jeweiligen Ein-messsysteme. Andere AV-Receiver mit gleichen Einmesssystemen sollten des-halb ähnliche Ergebnisse erzielen, können sich jedoch in einigen Ausstattungsdetails (etwa der zusätzlichen Dynamik-Kom-pression) unterscheiden. Die übrigen Funktionen – vom Spotify-Streaming bis zur Mehrzonenbeschallung – entnehmen Sie bitte den umfangreichen Ausstat-tungstabellen der Hersteller.

Für den Vergleich haben wir vier ak-tuelle AV-Receiver mit jeweils 9.2-Kanä-len ausgesucht, die das gängigste 5.1.4-Lautsprecher-Setup unterstützen. Die Preise der Geräte von Denon, Onkyo, Pio-neer und Yamaha liegen zwischen 1400 und 1800 Euro. Sie alle können Film-Sound in den Formaten Dolby Atmos sowie DTS:X wiedergeben. Denon unter-stützt zusätzlich sogar noch Auro-3D. Ihre Besonderheiten stellen wir in Einzelbe-sprechungen ab Seite 138 vor.

## Lautsprecher-Setup

Für den Tests nutzten wir das 5.1-Laut-sprecher-Setup Elac Debut (B5 für Front und Surround, C5-Center und S10-Sub-woofer) für rund 1100 Euro nebst vier De-ckenlautsprechern Teufel Reflekt für 600 Euro. Alternativen findet man mitunter im Musikfachhandel: Ein Tipp sind hier die passiven Modelle KRK R6 G3 (190 Euro pro Stück) für Front, Center sowie Surround nebst dem Subwoofer Presonus Temblor T10 (circa 350 Euro). Als Deckenlautsprecher erledigen die günstigen JBL Control 1 einen guten Job (Paarpreis circa 140 Euro inklusive Wand-halter). Die Verkabelung zur Decke ka-schieren Sie mit weißen Kabelkanälen aus dem Baumarkt. Wenn letztere in Ihrem Wohnzimmer ein No-Go sind, können Sie alternativ auch auf Reflexionslautsprecher setzen, die den Decken-Sound über Bande spielen.

Wenn Sie Ihr bestehendes Setup mit unterschiedlichen Lautsprechern erwei-tern, sollten Sie für Front, Surround und Decke zumindest jeweils gleiche Paare einsetzen. Alle getesteten AV-Receiver geben die unterschiedlichen Kanäle zu-sätzlich über Cinch-Buchsen als Line-Sig-

nale für aktive Lautsprecher aus. Außer beim Subwoofer – der stets aktiv ist – brin-gen sie jedoch Probleme mit sich: So sind längere Cinch-Kabel äußerst anfällig gegenüber Störeinstrahlungen und Sie fangen sich allzu leicht eine Brummschlei-fe ein – passive Lautsprecher sind deshalb die bessere Wahl.

## Einmess-Ritual

Für die richtige Verkabelung und Laut-sprecherplatzierung lohnt ein Blick ins Handbuch. Achten Sie darauf, dass der Subwoofer in etwa den gleichen Abstand zur Hörposition hat wie die Front-Laut-sprecher und der Center. Drehen Sie den Subwoofer-Regler für die Übergangs-frequenz unbedingt auf den höchsten Wert (mindestens 120 Hz), damit der Tiefpassfilter des Subwoofers nicht mit dem Bassmanagement des Receivers kol-liidiert. Den Pegel justieren Sie am besten auf eine Mittelstellung.

Wenn Sie die Haupt- und Höhenlaut-sprecher nicht an den optimalen Positi-onen platzieren können, sollten Sie einen genaueren Blick auf den Receiver von Ya-maha werfen. Als einziges Modell im Test berücksichtigt er die tatsächlichen Positi-onen der Lautsprecher. Die übrigen Geräte gehen stets von einem Aufbau nach den Vorgaben von Dolby, DTS und Auro aus.

Die AV-Receiver liefern alle ein Mess-mikrofon mit, das Sie über ein langes Kabel in einer kleinen Klinkenbuchse an der Front anschließen. Der Receiver misst mit Hilfe von eigenen Testsignalen den Abstand und die Lautstärke der einzelnen Lautsprecher sowie deren von der Raum-akustik verbogenen Frequenzgänge. An-schließend versucht er, die Unterschiede

zu nivellieren, sodass alle Lautsprecher gleich laut klingen und eine ausgeglichene Frequenzkurve aufweisen.

Den größten Aufwand treibt dabei Denon, dessen Messsystem Audyssey MultEQ XT32 den Frequenzgang mit tausenden kleinen Filtern gerade rückt. Zu finden ist die XT32-Einmessung von Audyssey beispielsweise auch bei den ähnlich aufgebauten Modellen von Ma-rantz. Yamahas YPAO (Yamaha Parametric Room Acoustic Optimizer) begnügt sich hingegen mit sieben Filtern eines pa-rametrischen Equalizers. Dessen Fre-quenzen und Flankensteilheiten lassen sich immerhin frei wählen, sodass man die Frequenzkurve relativ gut korrigieren kann. Deutlich schlechter klappt das bei Onkyo und Pioneer, die lediglich graphi-sche EQs mit fest vorgegebenen Fre-quenzen nutzen.

Da eine solche Anpassung immer nur für einen bestimmten Bereich im Raum gilt, müssen Sie das Mikrofon auf Ihrem bevorzugten Sitzplatz in Ohrhöhe auf-bauen. Denon liefert dazu einen prakti-schen Pappständer mit. Bei den übrigen Anbietern empfiehlt sich die Anschaffung eines billigen Stativs.

Onkyo und Pioneer begnügen sich mit der Einmessung auf einer Position. Denon und Yamaha nivellieren den Sound hingegen über acht Punkte. Dadurch fin-det ihre Automatik einen besseren Kom-promiss für alle Sitzplätze, zwischen denen speziell der Basspegel und der Höhenanteil schwanken können.

Die Raumeinmessung läuft bei allen AV-Receivern weitgehend automatisch ab. Denon bietet darüber hinaus eine praktische „Audyssey MultiEQ Editor



An der Rückseite der AV-Receiver (hier Denon) können Sie zwar 11 Lautsprecher anschließen, verstärkt angesteuert werden jedoch nur 9. Sämtliche Kanäle inklusive zwei Subwoofern können Sie auch an den Cinch-Buchsen abgreifen. Die Testkandidaten unterscheiden sich bei den Anschlüssen nur marginal.





Denons „Audyssey MultiEQ Editor App“ zeigt die korrigierten Frequenzgänge aller Lautsprecher an (links: vorher, rechts: nachher). Die Delle bei 2 kHz in der Zielkurve ist beabsichtigt. Audyssey will mit ihr Interferenzen zwischen Mittel- und Hochtönen vermindern.

App“ für Android und iOS an. Die 20 bis 22 Euro sind gut investiert, da die App detaillierte Messergebnisse anzeigt und das Speichern verschiedener Setups erlaubt.

## Pegelkorrekturen

Bei der akustischen Abstandsmessung der Lautsprecher rückten alle Verstärker den Subwoofer rund einen Meter weiter nach hinten. Dies ist jedoch kein Fehler, sondern ein Hinweis darauf, dass im Subwoofer Filter aktiv sind, die das Signal um wenige Millisekunden verzögern. Sie sollten

den ermittelten Abstand deshalb nicht verändern, selbst wenn Ihr Zollstock einen anderen Wert misst.

Als nächstes prüfen Sie die Lautstärke-Anpassungen. Dazu deaktivieren Sie zunächst sämtliche „Klangverbesserungen“ der Receiver – insbesondere Dialog- und Bassanhebungen, dynamische EQ- und Dynamik-Anpassungen, sodass lediglich die Raumkorrekturen aktiv sind. Zur Pegel-Überprüfung geben die Receiver im Setup nacheinander über alle Lautsprecher ein Rauschen aus. Die Pegel des jeweiligen Lautsprechers können Sie in 0,5-dB-Schritten justieren.

Jeder Lautsprecher sollte gleichlaut klingen. Zur genauen Überprüfung können Sie ein Messprogramm für Ihr Smartphone zur Hilfe nehmen. Für das iPhone bietet beispielsweise Faber Acoustical mit „Soundmeter“ (22 Euro) einen Pegelmesser an, der gut auf die internen Mikrofone der iPhones kalibriert ist. Stellen Sie den Eingang auf „C-Weighting“ und „Slow“. Halten Sie die iPhone-Unterseite mit dem Mikrofon senkrecht in die Höhe und lassen Sie die Lautsprecher abwechselnd rauschen. Idealerweise drehen Sie dazu die Lautstärke bis zur 0-dB-Anzeige am Receiver auf und pegeln alle Lautsprecher auf 75 dB SPL ein. Im Test überzeugte hier einzig Denon mit exakten Werten. Bei allen anderen unterschieden sich die Pegel der einzelnen Lautsprecher um bis zu 4 dB.

## Subwoofer bändigen

Weitaus schwieriger ist die richtige Einstellung des Subwoofers. Er überträgt so-

wohl die tieffrequenten Signale aller Hauptkanäle als auch das separate LFE-Signal (Low Frequency Effect). Letzteres spielt im Frequenzbereich bis 120 Hz und hat nichts mit der Übergangsfrequenz zu den Hauptlautsprechern zu tun. Wenn Sie also im Setup eine Einstellung wie „LPF for LFE“ (Low Pass Filter für LFE) oder ähnliches finden, sollten Sie hier stets 120 Hz wählen – selbst wenn diese vom AV-Receiver fälschlicherweise niedriger eingestellt wurden.

Damit der AV-Receiver die Basssignale der Hauptkanäle richtig an den Subwoofer weiterleitet, sollten Sie zudem alle (!) übrigen Lautsprecher im Setup als „klein“ (small) und keinesfalls als „groß“ oder „full range“ konfigurieren. Audyssey empfiehlt diese Konfiguration generell für eine präzisere Basswiedergabe. Die Übergangsfrequenzen stellen Sie je nach Lautsprechergröße auf 60 Hz oder 80 Hz – selbst wenn die Messautomatik nur 40 Hz vorschlägt. Zudem empfiehlt Audyssey, den Betriebsmodus des Subwoofers grundsätzlich auf „LFE“ zu stellen und nicht etwa auf „LFE + Main“, da es dabei zu ungünstigen Überlagerungen im Bassbereich kommen kann.

Sie können zwar den Basspegel ebenfalls mit der Soundmeter-App überprüfen, da er aber unter anderem abhängig ist von den Übergangsfrequenzen der übrigen Lautsprecher sowie vom LFE-Signal, sollte man ihn zunächst auf dem ermittelten Pegel belassen und erst später beim Hörtest wenn nötig korrigieren.

## Stehende Wellen

Eines der Hauptprobleme bei der Korrektur der Raumakustik stellen die sogenannten stehenden Wellen dar. Sie treten auf, sobald zwei Wände oder auch Fußboden und Decke parallel verlaufen. Besonders störend sind sie im Bassbereich und können dort Lautstärkeschwankungen in einzelnen Teilen des Raums von 20 dB auslösen. Die Raumkorrektur muss deshalb die betroffene Frequenz genau ermitteln und für die Abhörposition mit steilflankigen Filtern ausgleichen. Wenn der Receiver hier patzt, dann schlagen vor allem Ihre Nachbarn Alarm. Denn selbst wenn Ihr AV-Receiver sonst nur auf Zimmerlautstärke spielt, hören Sie tiefe, stehende Wellen als dumpfes Pochen.

Den besten Ausgleich schaffte im Test der Denon-Receiver. Durch die effiziente Dämpfung konnten wir bei ihm die Gesamtlautstärke um satte 14 Dezibel lauter



Mit dem Soundmeter von Faber Acoustical können Sie die Lautheit per iPhone überprüfen (C-Kurve, Slow). Sie sollte an Ihrem Sitzplatz von allen Haupt- und Höhenlautsprechern identisch sein.



drehen als beim Schlusslicht von Pioneer, das eine stehende Welle in unserem Testraum bei 50 Hz ungedämpft passieren ließ. Zwar bieten Pioneer und Onkyo spezielle Filter für stehende Wellen an, diese decken jedoch nur den Bereich von 63 bis 250 Hz ab. Das reicht lediglich für winzige Räume mit einem maximalen Wandabstand von 2,70 Metern. Bei weiter auseinanderliegenden Wänden treten die Wellen in tieferen Frequenzbereichen auf. Wo genau, hängt von der jeweiligen Geometrie des Raumes ab. Näherungsweise lassen sie sich mit einem Raummoden-Rechner ermitteln (ct.de/yb4f).

## Probegören

Um die Einstellungen schließlich zu überprüfen und nachjustieren, eignen sich vor allem Atmos-Scheiben mit Musik, da hier Fehler bei den Pegeln und im Frequenzverlauf wesentlich stärker auffallen als in Filmen. Als Referenz diente uns die Blu-ray Disc „Kraftwerk 3-D“, speziell das Stück „Radioaktivität“. Zunächst lässt sich damit der Basspegel sehr genau justieren. Die Kick-Drum sollte knackig und gut betont rüberkommen, ohne jedoch undeutlich zu wummern. Ob die Hauptlautsprecher richtig eingestellt sind, merkt man schnell, wenn die Worte „Tschernobyl, Harrisburg, Sellafield“ im Kreis herumwandern. Sie sollten aus dem Center ebenso laut ertönen wie aus den Surround-Lautsprechern. Wenn der Gesang etwas zu spitz und zischelig klingt, kann man eventuell die Hochmitten bei 2 kHz sowie die Höhen bei 8 kHz und 16 kHz leicht reduzieren beziehungsweise bei Denon und Yamaha statt der linearen Kurven die Vorgaben „Reference“ und „Natural“ wählen.

Funktionen wie „Cinema EQ“ oder auch „Re EQ“ waren ursprünglich dazu gedacht, in den Höhen besonders betonte Kino-Abmischungen auszugleichen. Solche Mixe werden für Blu-ray Discs und UHDs jedoch nicht verwendet, sodass der Sound zu dumpf klingt, wenn man diese Zusatz-EQs einschaltet.

## Dynamik-Kompression

Damit Sie auch bei leiser Wiedergabe alles verstehen, können die AV-Receiver die Dynamik lauter und leiser Passagen einleiten. Yamaha macht dies besonders komfortabel und feinfühlig und passt die Kompression sowie die Anhebung der tiefen und hohen Frequenzen der eingestellten Lautstärke an. Ebenso bietet Denon

neben einer Kompression für Dolby und DTS eine zweite Audyssey-Korrektur an. Sie berücksichtigt zwar auch die Lautheit, geht aber in den einstellbaren Stufen etwas größer zu Werke. Deshalb muss man hier häufiger ins Setup hinabsteigen, wenn man etwa nachmittags laut mit voller Dynamik, und abends eher mit reduzierten Pegeln hören will. Onkyo und Pioneer greifen lediglich auf das Loudness-Management von Dolby zurück, das bei DTS und PCM nicht greift.

## Upmixing

Sie können Ihre Deckenlautsprecher ebenfalls für Filme in Mono, Stereo oder 5.1 einsetzen. Die Receiver berechnen die fehlenden Höhenkanäle mithilfe verschiedener Algorithmen. Der schwächste von ihnen ist Dolby Surround, bei dem nur wenige Geräusche auf die oberen Lautsprecher gemischt werden. Deutlich mehr passiert bei DTS Neural:X, das die Deckenlautsprecher wesentlich stärker einbindet.

Doch während Denon und Yamaha jedwedes Signal mit DTS Neural:X aufpeppen, klappt das bei Onkyo und Pioneer lediglich bei DTS-Tonspuren, nicht aber bei Dolby. Dort ist nur ein Upmix mit dem schwachen Dolby Surround möglich. Das hat weniger technische als politische Gründe, da Dolby als Lizenzgeber das Upmixing per DTS am liebsten verhindern will.

Denon bietet darüber hinaus auch Auro-Matic (Auro-3D) an, das im Ver-

gleich zu DTS Neural:X noch ein klein wenig voller und voluminöser klingt. Allerdings steht Auro-3D nur zur Verfügung, wenn Sie die oberen Lautsprecher als „Heights“ konfigurieren und nicht als „Tops“ an der Decke.

## Fazit

Dank seiner aufwändigen Korrektur der Raumakustik mittels Audyssey MultEQ XT32 lieferte der AV-Receiver von Denon den mit Abstand besten Klang im Test. Auch beim Upmixing hatte er dank Auro-3D die Nase vorn. Er kann zudem den Bass effektiv drosseln, sodass Nachbarn nicht gestört werden. Lediglich die Dynamik-Kompression könnte etwas feinfühlicher zu Werke gehen.

Yamaha hielt bei der Klangkorrektur zwar nicht ganz mit, bietet aber als einziger eine exakte Positionsvermessung der Lautsprecher an, was bei schwierigen Raumsituationen helfen kann. Außerdem punktet der Receiver mit seiner guten lautstärkeabhängigen Dynamik-Dosierung, die manches Abtauchen ins Setup erspart.

Die Modelle von Onkyo und Pioneer fallen im Vergleich weit zurück: Ihre Raumkorrektur per graphischem EQ ist nicht mehr zeitgemäß und ungeeignet, um Bassprobleme zu beheben. Zudem sind ihr Upmixing und ihre Dynamik-Anpassung zu unflexibel. (hag@ct.de) **ct**

**Tools zum Setup:** [ct.de/yb4f](http://ct.de/yb4f)

AV-Receiver mit 9.2 Kanälen				
Modell	AVR-X4400H	TX-RZ1100	SC-LX801	RX-A2070
Hersteller	Denon	Onkyo	Pioneer	Yamaha
Webseite	<a href="http://www.denon.de">www.denon.de</a>	<a href="http://www.de.onkyo.com">www.de.onkyo.com</a>	<a href="http://www.pioneer-audiovisual.eu">www.pioneer-audiovisual.eu</a>	<a href="http://de.yamaha.com">de.yamaha.com</a>
HDMI In / Out	8 / 2 (HDCP 2.2)	8 / 2 (HDCP 2.2)	8 / 2 (HDCP 2.2)	8 / 2 (HDCP 2.2)
Bildformate	4K, HDR10, Dolby Vision	4K, HDR10, Dolby Vision	4K, HDR10, Dolby Vision	4K, HDR10, Dolby Vision
3D-Tonformate	Atmos, DTS, Auro-3D:X	Atmos, DTS:X	Atmos, DTS:X	Atmos, DTS:X
Einmesssystem	Audyssey MultEQ XT32	AccuEQ	MCACC mit Hall-Korrektur	YPAO mit Winkelmessung
Frequenzkorrektur	Audyssey XT32	Graphischer EQ (14 Band)	Graphischer EQ (8 Band)	Parametrischer EQ (7-Band)
Dynamik-Kontrolle	Audyssey (3-stufig), Dolby/DTS	Dolby Loudness Management	Dolby Loudness Management	Adaptive DRC, Dolby/DTS
dynamischer EQ	Audyssey Dynamic EQ	—	—	YPAO Volume
Bass-Korrektur	Audyssey LFC (7-stufig)	3 Filter (63 bis 250 Hz)	3 Filter (63 bis 250 Hz)	über Frequenzkorrektur
Upmixing	Dolby, DTS:X, Auro-3D	Dolby, DTS:X (kein Crossover)	Dolby, DTS:X (kein Crossover)	Dolby, DTS:X
Bewertung				
Einmesssystem	⊕⊕	⊖⊖	⊖	⊕
Nachkorrektur	⊕	⊖	⊖⊖	⊕⊕
Bass-Korrektur	⊕⊕	⊖	⊖⊖	⊕
Dynamik-Anpassung	⊕	⊖	⊖	⊕⊕
Upmixing	⊕⊕	⊖	⊖	⊕
Preis	1540 €	1665 €	1450 €	1800 €
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   — nicht vorhanden				



## Denon AVR-X4400H

Gegenüber dem Vorgängermodell AVR-X4300H hat Denon nur wenig geändert. Auro-3D ist nun bereits mit dabei, zuvor musste man für die Lizenz 150 Euro extra zahlen. Im Vergleich zu DTS Neural:X klingt Auro 3D etwas voller und voluminöser – egal, ob der Ton als PCM, Dolby oder DTS vorliegt.

Das von Denon genutzte Einmesssystem Audyssey MultEQ XT32 ist mit Abstand das beste im Test. Kein anderer Receiver gleicht Pegelschwankungen im Frequenzgang so exakt aus. Anhand der Verlaufskurven lassen sich auch Übergangsfrequenzen präzise einstellen. Dank des mitgelieferten Papp-Ständers kann man das Messmikrofon leicht platzieren. Praktisch ist die dazugehörige „Audyssey MultiEQ Editor App“ für Android und iOS (rund 20 Euro), die per WLAN Kontakt zum Receiver aufnimmt und die Einmessung über acht Punkte steuert.

Anschließend lassen sich die Frequenzkurven nach eigenem Gusto anpassen – im Vergleich zu Yamaha sind die Eingriffsmöglichkeiten jedoch eingeschränkt. Auffällig ist die absichtliche Absenkung bei 2 kHz, die dem Sound etwas an Härte und Kälte nimmt – wer sie nicht mag, kann sie über die Mittenbereichskompensation in der App abschalten.

Die Einmessautomatik stimmt die Pegel der Lautsprecher exakt ab, sodass wir nicht nachjustieren mussten. Dank der tollen Frequenzkorrektur erstrahlt der 3D-Sound und bekommt deutlich mehr Weite als bei den Konkurrenten. In „Blade Runner“ konnten wir die Lautstärke im Vergleich zum Pioneer um satte 14 dB erhöhen, bevor der Subwoofer anfang zu rumpeln.

EQ-Korrektur und Dynamik-Kompression greifen bereits auf der kleinsten Stufe stark zu. Abschwächen lassen sie sich, wenn man den Referenzlevel um 5 bis 15 dB erhöht. Man sollte sie nicht parallel zur Dolby/DTS-Kompression in den Surround-Einstellungen betreiben. Als Besonderheit kann der Denon den Bass per „Audyssey LFC“ in sieben Stufen unterhalb von 100 Hz drosseln. Das ist sehr effektiv und schon in Mehrfamilienhäusern die Nerven der Nachbarn, allerdings fehlt dem Bass dann auch der Wumms.

- ↑ beste Einmessung im Test
- ↑ Auro-3D inklusive Upmixer
- ↑ Bassdämpfung schont Nachbarn
- ↓ etwas grobe Dynamik-Anpassung

circa 1540 €



## Onkyo TX-RZ1100

Das Setup des Onkyo ähnelt dem des Pioneer. Statt MCACC heißt die Frequenzkorrektur hier AccuEQ. Sie vermisst die Lautsprecher nur auf einer Position mittels Rausch-Bursts. Frequenz-Sweeps kommen nicht zum Einsatz. Ebenso verzichtet Onkyo auf einen Ausgleich des Raum-Halls.

Die Einmessung ist die schwächste der vier Kandidaten. Bei den Hauptlautsprechern variierte der Pegel hinterher um 2 bis 3 dB. Die Frequenzkurve verlief bei der Messung mit einem Oktav-Analyzer zwar einigermaßen gerade, jedoch fielen die Höhen deutlich ab. Im Unterschied zu den übrigen Kandidaten unterschied sich der korrigierte Sound nur wenig vom unkorrigierten – es fehlte ihm an Klarheit und Definition.

Manuell lässt sich der Sound über graphische EQs nachjustieren. Im Vergleich zu Pioneer stehen hier mit 14 Bändern zwar doppelt so viele Filter zur Verfügung, dafür zeigt der Receiver jedoch nicht die Korrekturen der Einmessung an. Eine manuelle Entzerrung des Höhenabfalls ist damit kaum vernünftig machbar. Immerhin lässt sich die Übergangsfrequenz jeweils für Lautsprecherpaare getrennt einstellen.

Die Korrektur stehender Wellen ist ebenso wie bei Pioneer nur im Frequenzbereich zwischen 63 und 250 Hz möglich – und somit bereits für mittlere Raumgrößen ab 2,70 Metern Wandabstand unbrauchbar. Immerhin kann der EQ des Subwoofers mehr Frequenzen korrigieren (24, 40, 63, 100 und 160 Hz) als der Pioneer-Bruder.

Der Upmixer für DTS:X mischt leider nur DTS-Tonspuren auf, für Dolby-Tonspuren steht nur der Dolby-Upmixer bereit. Ebenso verzichtet Onkyo auf eine eigene lautstärkeabhängige EQ- und Dynamik-Anpassung. Stattdessen greift man auf das Dolby Loudness Management zurück, das nur mit Dolby-Spuren funktioniert. Die THX-Loudness-Anpassung hatte keinerlei Auswirkungen, weder bei den Messungen noch beim Hörtest. Unter dem irreführenden Namen „Re-EQ“ findet man im Setup zudem eine Höhenabsenkung, die dumpf klingt und besser aus bleibt.

- ↓ schlechte Einmessung
- ↓ kein Raummodenausgleich unter 63 Hz
- ↓ kein DTS Neural:X für Dolby-Spuren
- ↓ EQ- und Dynamik-Anpassung nur für Dolby-Spuren

circa 1665 €



## Pioneer SC-LX801

Pioneer stattet seinen AV-Receiver ebenso spartanisch aus wie Onkyo. Dem Einmessmikrofon liegen weder Ständer noch Aufstellhilfe bei. Die Messung findet nur an einem einzigen Punkt statt. Dort nimmt sich der Receiver allerdings richtig viel Zeit und misst diverse Rausch-Bursts und Sweeps. Pioneer berücksichtigt auch den Nachhall sowie frequenzabhängige Abklingzeiten bei seiner Phasen- und EQ-Korrektur. Mit eingeschalteter Hall-Korrektur klingt der Sound dann etwas klarer als ohne.

Die übrigen Ergebnisse lassen jedoch zu wünschen übrig. So vermutete der Receiver bei einem Lautsprecher eine Phasenverdrehung, wo keine war. Wer kleine Lautsprecher einsetzt, kann die Übergangsfrequenz nur in groben Schritten (50 Hz, 80 Hz, 100 Hz) wählen. Sie gilt für alle Lautsprecher und lässt sich nicht individuell abstimmen.

Die Raumkorrektur nimmt Pioneer per MCACC vor. Dieses Verfahren ist deutlich weniger flexibel als die Methoden der Konkurrenz, da zum Ausgleich lediglich ein achtbandiger graphischer EQ mit vorgegebenen Frequenzen zur Verfügung steht. Stehende Wellen lassen sich zwar ausfiltern, allerdings nur im Bereich zwischen 63 und 250 Hz. Die bei uns auftretenden Raummode bei 50 Hz konnte der Receiver ebenso wenig ausgleichen wie ein klaffendes Pegelloch bei 90 Hz. Weitere Pegellöcher hatte die Einmessautomatik bei etwa 1 kHz ausgelassen. Wenn wir die einzelnen Hauptlautsprecher mit Rosa Rauschen abhörten, unterschieden sich deren Klangfärbungen deutlich voneinander.

Aufgrund der fehlenden Raummoden-Korrektur mussten wir die maximale Lautstärke gegenüber den übrigen Testmodellen um 6 bis 14 dB reduzieren, damit der Subwoofer beim Start von „Blade Runner“ nicht dröhnte. Es fehlte der Punch, Kinofeeling kam kaum auf.

Zwar unterstützt der Pioneer den Upmixer DTS Neural:X, allerdings nur für DTS-Spuren. Für Dolby steht nur das weitaus schwächere Dolby Surround parat. Zur lautstärkeabhängigen Anpassung der Dynamik erledigt das Dolby Loudness Management, das allerdings nur bei Dolby-Tonspuren aktiv wird.

- ↑ frequenzabhängige Nachhall-Korrektur
- ↓ grober EQ zur Frequenzanpassung
- ↓ ungenügende Bass-Korrektur
- ↓ kein DTS Neural:X für Dolby-Spuren

circa 1450 €



## Yamaha RX-A2070

Yamaha hat für seine Verstärker ein eigenes Einmesssystem namens YPAO entwickelt. Das mitgelieferte Mikrofon misst kurze Frequenz-Sweeps der Lautsprecher auf bis zu acht Positionen. Im Unterschied zu den übrigen Kandidaten erfasst YPAO auch die Winkelposition sowie die Höhe der Lautsprecher. Das ist vorteilhaft, wenn man aufgrund der Raumaufteilung von der Standardaufstellung abweichen muss.

Die Frequenzverläufe lassen sich auf einen manuell einstellbaren parametrischen EQ kopieren und pro Box anhand von jeweils sieben Filtern anpassen. Das erlaubt sehr feine Justagen, um etwa Resonanzen mit einem engen Filter stärker auszublenden. Dank direktem Zugriff auf Filterfrequenzen, Qualität und Gain klappt das präziser als in der Audyssey-App des Denon oder bei den EQs von Onkyo und Pioneer. Die Onscreen-Menüs sind sehr gut sortiert und bedienbar.

Die YPAO-Automatik glich Frequenzen im Test gut aus. Nachhelfen mussten wir allerdings bei den Pegeln, die um bis zu 3 dB voneinander abwichen. Nach der manuellen Korrektur war das Klangbild sehr ausgeglichen. Wegen der im direkten Vergleich etwas schlechteren Frequenzanpassung spielt der Yamaha zwar nicht ganz so laut und transparent auf wie der Denon, hat gegenüber den Modellen von Onkyo und Pioneer aber klar die Nase vorn.

Als Besonderheit passt Yamaha den Frequenzverlauf und die Dynamik über verschiedene Automaten in Abhängigkeit von der Lautstärke an (YPAO Volume). Unter etwa -30 db werden Bass und Höhen angehoben sowie die Dynamik komprimiert. Das klappt unabhängig vom Tonformat und erspart manch mühselige Setup-Korrektur. Die zusätzliche Kompression für Dolby und DTS sollte man dann abschalten.

Zwar hält Yamaha diverse DSP-Programme mit künstlichen Hallräumen parat, für eine neutrale Wiedergabe sollte man sie jedoch abschalten. Filme, die weder in Dolby Atmos noch DTS:X abgemischt wurden, können am besten per DTS Neural:X hochgerechnet werden – egal in welchem Ausgangsformat. Auro-3D wird nicht unterstützt.

- ↑ berücksichtigt Winkel und Höhe der Lautsprecher
- ↑ präzise Nachjustage der Einmessung
- ↑ lautstärkeabhängige Dynamik- und Frequenzkorrektur
- ↓ überkandidelte DSP-Programme

circa 1800 €





## Blade Runner (Warner)

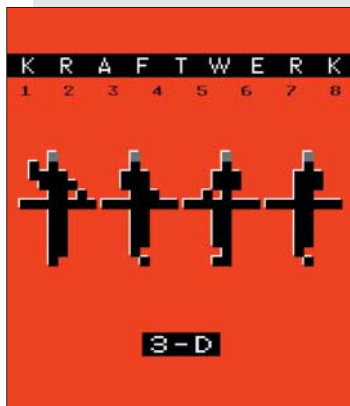
Vergleicht man den Klassiker von 1982 mit aktuellen Blockbustern, fällt vor allem eines auf: Der Komponist Vangelis setzte weitaus stärker auf Dynamik. Er wechselte zwischen intimen Dialogszenen und atemberaubenden Rundflügen, die auf einmal den akustischen Raum aufgehen lassen. Musik und Geräuscht Texturen greifen nahtlos ineinander. Das hört man besonders im neuen Atmos-Mix der UHD-Blu-ray. Allein das spektakuläre Intro mit seinem Donnerschlag und dem Schwebeflug über

das düstere L.A. ist die Anschaffung wert. Die wechselnde Bildqualität leidet indes unter manch überschärften Szenen, in denen der Grain des analogen Filmmaterials zu stark in den Vordergrund tritt. (hag@ct.de)

**Format:** UHD-Blu-ray

Deutsch: Dolby 5.1

Englisch: Dolby Atmos (TrueHD)



### Kraftwerk 3-D (Warner Music)

Live sind Kraftwerk schon lange mit Surround-Remixen ihrer Klassiker auf Tour. Auf der Blu-ray Disc hört man den neuen Sound nun erstmals in Dolby Atmos. Dabei hauchen die dreidimensionalen Neuinterpretationen den Kompositionen frisches Leben ein, ohne dass es allzu sehr in verspielte Effekt-Gimmicks abdriftet. Der zeitlose Atmos-Mix ist die absolute Referenz, wenn es gilt, eine neue Lautsprecher-Anlage abzustimmen – dafür gabs eine verdiente Grammy-Nominierung. Hier offenbart

sich sofort jeder Pegel- und Frequenzfehler. Die dazu ablaufenden Video-Installationen liegen in 2D und 3D vor. Einige (Nummern, Mensch-Machine) sind minimalistische Geniestreiche. Andere (Autobahn) wirken zuweilen altbacken, tun dem audiovisuellen Gesamtkunstwerk jedoch keinen Abbruch. (hag@ct.de)

**Format: Blu-ray Disc (2D/3D)**

Deutsch: Dolby Atmos (TrueHD),

PCM Stereo, Headphone Surround 3D



## Ghost in the Shell (Paramount)

Gewiss, die Neuverfilmung des Anime-Klassikers mit Scarlett Johansson wurde für den Mainstream etwas simplifiziert: Weniger Philosophie und Nippel, dafür atemberaubende 3D-Bilder und ikonographische Action-Szenen. Doch die Achterbahnfahrt würde nicht halb so gut funktionieren, wenn nicht auch der Soundtrack alle Register zöge. Die futuristischen Geräusche der Roboter werden hier in maßgeschneiderte Synthieklänge gekleidet, sodass ein dystopisches Retro-Amalgam ent-

steht. Dabei wirbelt das Action-Ballett die 3D-Sounds filigraner durch die Luft als die sonst oftmals so übersättigten Monster- und Superheldenfilme – ein Fest für die Sinne, vor allem auf 3D-Blu-ray Disc, der die 2D-Disc mit deutscher Atmos-Spur beiliegt. (hag@ct.de)

**Formate: Blu-ray Disc (2D/3D), UHD-Blu-ray**

Deutsch: Dolby Atmos (TrueHD) (2D, UHD)

Englisch: Dolby Atmos (TrueHD) (3D)



## The Revenant (20th Century Fox)

Nanu, kein Dolby Atmos? Ja, Sie haben richtig gelesen. The Revenant begnügt sich mit 7.1-Ton. Allerdings fängt das Überlebensdrama mit Leonardo di Caprio die eisige Atmosphäre im Wilden Westen extrem authentisch ein. Man glaubt tatsächlich, im Wald zu stehen und den leise rauschenden Wipfeln zu lauschen – vor allem wenn man den Film mit Auro-3D oder DTS Neural:X aufmischte. In der Stille achtet man auf jeden noch so leise knackenden Ast. Der spektakuläre Natur-Sound

unterstreicht die bildgewaltigen Aufnahmen, die selbst hartgesottenen Genre-Fans an die Nieren gehen und lange im Gedächtnis bleiben. Die UHD ist eine Referenz-Disc für Bild und Ton. (haq@ct.de)

**Formate: Blu-ray Disc, UHD-Blu-ray**

Deutsch: DTS 5.1

Englisch: DTS-HD MA 7.1



## Blues Brothers – Collector's Edition (Turbine/Universal)

Ein Atmos-Mix eines über 35 Jahre alten Musikfilms – kann das gutgehen? Und ob – zumindest, wenn der Tonmeister wie im vorliegenden Fall Respekt vor dem Original behält. Herausgekommen ist eine erstmals komplett deutsch (von den Originalsprechern) synchronisierte Langfassung, in der der ursprünglichen – teilweise quadrophonische – Mix liebevoll und detailverliebt in die Neuzeit transferiert wurde. Die Höhenkanäle sind da das i-Tüpfelchen – und keinesfalls fehlt am Platz:

Blues Brothers ist actionreicher, als mancher in Erinnerung haben mag. Dennoch sollte man keine 2017er-Kawumm-Abmischung erwarten. Das würde auch einfach nicht passen. (nij@ct.de)

**Format:** Blu-ray Disc

**Deutsch:** Dolby Atmos (TrueHD)

**Englisch:** Dolby Digital 5.1



## Crimson Peak (Universal)

Die als dreiköpfiges Kammerspiel von Guillermo del Toro inszenierte Geistergeschichte war die erste in Deutschland überhaupt erhältliche Blu-ray Disc mit DTS:X-Ton – und bot als solche den 3D-Sound nur für die englische Originalfassung. Dennoch ist die Scheibe weiterhin eine Referenz: Die Höhenkanäle legen von der ersten Minute an los, bleiben fast die gesamte Laufzeit aktiv und bieten auch einige Schockeffekte. Aber häufig sind es gerade die subtilen Effekte, die Crimson Peak zu einem

besonders intensiven Erlebnis werden lassen – etwa wenn das Gebäck knarrt, der Fahrstuhl losrumpelt und oder das Badewasser durch die alten Rohre blubbert. (nij@ct.de)

**Format:** Blu-ray Disc

**Deutsch:** DTS 5.1

**Englisch:** DTS:X (Master Audio)



## Transformers: The Last Knight (Paramount)

Beim fünften Teil der Hasbro-Franchise-Verfilmungen ist die Handlung um die riesigen, wandlungsfähigen Roboter nur noch der Kitt zwischen unzähligen Actionsequenzen. Die haben es dafür in sich: Der Subwoofer ist von Beginn an extrem gefordert, selbst Stimmen werden von markerschütternden Tieftönen begleitet – da kann man schon mal das Entschuldigungsschreiben an die Nachbarn verfassen. War „Transformers: Ära des Untergangs“ in Sachen 3D-Sound noch eine

herbe Enttäuschung, zeigt die deutsche Fassung von The Last Knight, was Atmos zu leisten vermag: Aus den Höhenlautsprechern kommen immer wieder perfekt auf die jeweilige Szene abgestimmte Effekte. (nij@ct.de)

**Format:** Blu-ray Disc

**Deutsch:** Dolby Atmos (TrueHD)

**Englisch:** Dolby TrueHD



## Hans Zimmer – Live in Prague (Universal Music)

Auf seiner letzten Welttournee spielte Hans Zimmer ausschließlich vor ausverkauften Häusern. Wer damals keine Karte mehr ergattern konnte, kommt nun immerhin in den Genuss eines Mitschnitts des Prager Konzerts vom Mai 2016. Der begeistert nicht nur mit einer tollen Auswahl an (nicht nur instrumentalen) Liedern und Medleys aus 17 Filmen, sondern auch mit einer sauberen und dynamischen Abmischung. Obwohl insgesamt 72 Musiker auf der Bühne standen, ertönen alle Instrumente stets

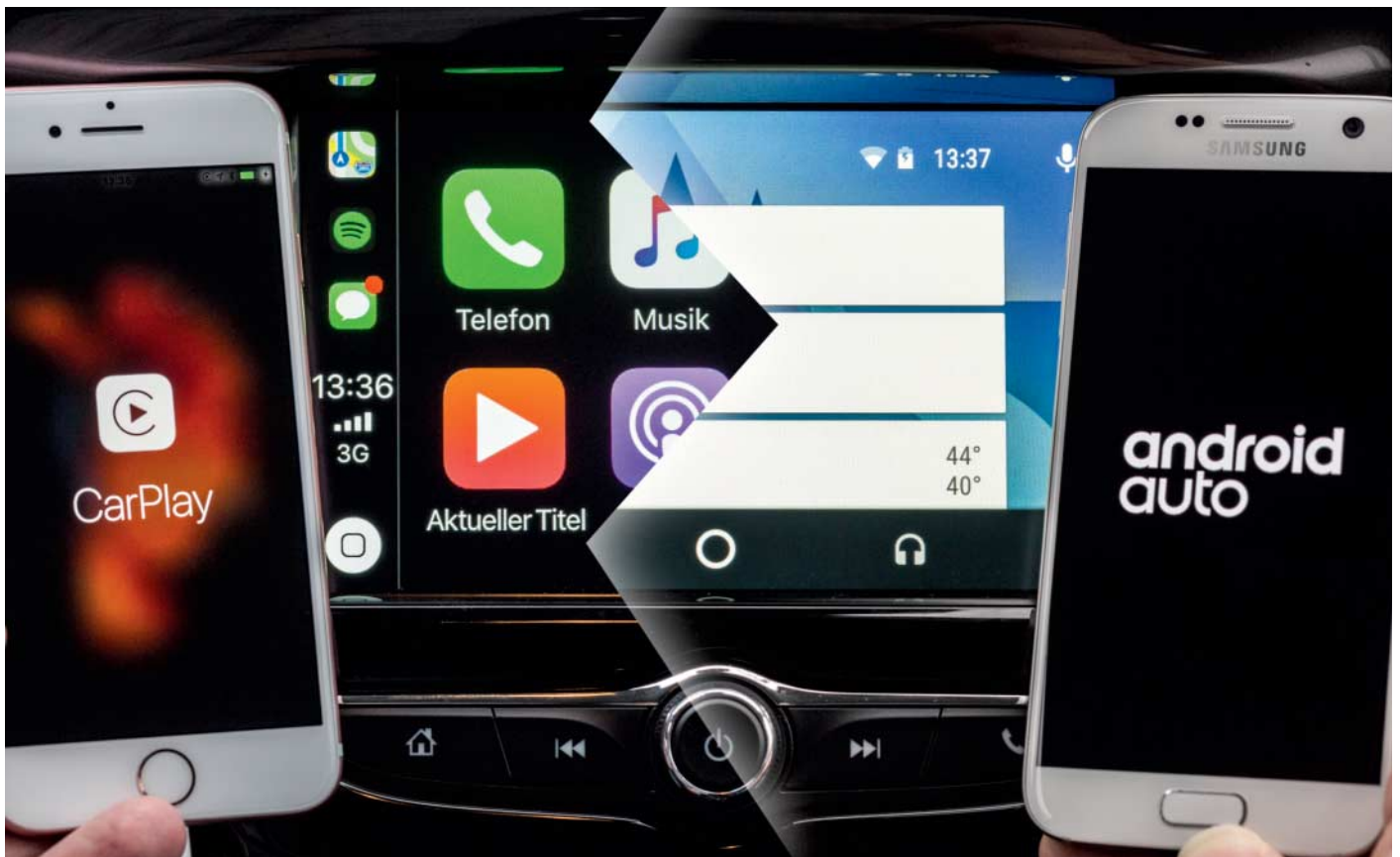
räumlich präzise gestaffelt aus den Lautsprechern. Das Fundament besteht aus einem 7.1-Mix im verlustfrei komprimierten Dolby-TrueHD-Format, die Höhenkanäle sorgen für ein Quäntchen mehr Räumlichkeit, ohne sich in den Vordergrund zu drängen. (nij@ct.de)

**Format:** Blu-ray Disc

**Englisch:** Dolby Atmos (TrueHD),

PCM Stereo





# Rollende Smartphones

## Googles Android Auto vs. Apples CarPlay

**Seit geraumer Zeit bieten Google und Apple Autofahrern eine optimierte Oberfläche, um das Smartphone im Fahrzeug sicher zu bedienen. Doch was geht mit Android Auto und Apple CarPlay wirklich und wo hakt es noch?**

**Von Sven Hansen  
und Stefan Porteck**

**V**om Smartphone sollte man während der Fahrt in jedem Fall die Finger lassen – doch wenn die Navi-App hakt oder Text-Nachrichten eintrudeln, folgen nicht wenige Fahrer dem ersten Impuls und greifen zum Handy – teils mit fatalen Folgen, gehen doch selbst konservativen Schätzungen zufolge jährlich 500 Verkehrstote in Deutschland auf Handynutzung zurück.

Apple hat mit CarPlay bereits seit 2014 eine Lösung auf dem iPhone parat, die auf der Straße den gefahrlosen Einsatz des Handys ermöglichen soll. Google folgte ein Jahr später mit Android Auto, nachdem der Suchmaschinenbetreiber bereits in den Jahren davor mit einer Car-Dock-App Erfahrungen gesammelt hatte.

Der Grundansatz beider Systeme ist identisch: Das Smartphone soll als Rechenknecht in der Mittelkonsole verschwinden. Stöpselt man das Telefon per USB ans Infotainment-System an, schaltet sich das Smartphone-Display ab. Stattdessen erscheint eine grafisch deutlich reduzierte Bedienoberfläche auf dem größeren Bildschirm des fahrzeugeigenen Infotainment-Systems, über die man die wichtigsten Handyfunktionen im Griff hat. Dazu zählen im Wesentlichen Telefonie, Messaging, Navigation und die Wiedergabe von Musik, News oder Podcasts. Beide Systeme erlauben inzwischen auch das Koppeln per WLAN ohne USB-Verbin-

dung, allerdings bietet kaum ein Autohersteller die kabellosen Varianten von CarPlay und Android Auto an.

### Verbreitung

Nur weil man eine USB-Buchse im Fahrzeug findet, muss noch keines der Systeme an Bord sein. Oft dient die Buchse nur zum Laden, zum Anstecken von USB-Sticks mit Musik oder – manche werden sich erinnern – zum Anschluss eines MP3-Spielers. Doch inzwischen haben die meisten Fahrzeughersteller beide Optionen zumindest bei Neuwagen im Angebot. Die Verkaufsstrategien der Hersteller könnten allerdings kaum unterschiedlicher sein: Mal sind beide Systeme schon ab Werk nutzbar, mal muss man sie über den Konfigurator kostenpflichtig hinzubuchen. Mit nachträglichen Software-Updates fürs Infotainment tun sich die meisten Fahrzeughersteller nach wie vor schwer, sodass man bei einem Neukauf im Zweifelsfall gleich beide Häkchen setzen sollte.

Nachrüsten lassen sich Android Auto und CarPlay daher meist nur über den Austausch des gesamten Infotainment-Blocks. Fast alle Nachrüster wie Alpine, Pioneer oder Sony haben entsprechende Geräte im Angebot – wenn sich das Altfahrzeug denn überhaupt für eine Umrüstung eignet. Versteht sich das alte Autoradio auf Bluetooth, kann man Android Auto direkt auf dem Smartphone nutzen, da es alternativ ohne das Display des Infotainment-Systems funktioniert und einfach den Screen vom Smartphone nutzt. Spezielle Handyhalterungen wie Logitechs ZeroTouch sorgen dafür, dass die Oberfläche automatisch startet, sobald das Handy auf dem Dock klebt. Man ist zwar immer noch auf dem kleinen Handy-Display unterwegs, profitiert aber auch dort von der reduzierten Bedienoberfläche.

## Navigation

Der Einsatz des Smartphones als Navigationsgerät wird in Zeiten dicker Daten-Flatrates immer attraktiver. Im Unterschied zu den On-Board-Systemen der Fahrzeuge profitieren die Smartphone-Navis vor allem durch die in Echtzeit abgerufenen Daten zum Verkehrsfluss. Die von Google erfassten und über die Maps-Anwendung ausgespielten Live-Infos sind wegen der großen Nutzerbasis kaum zu übertreffen. Apple bezieht die Live-Daten für seine Karten-App von TomTom.

Über CarPlay lässt sich die Navigation über die Karten-App vom iPhone problemlos aufs Autoradio spiegeln. Android Auto navigiert standardmäßig mit Google Maps. Die Optik wurde – wie bei CarPlay – auf den Einsatz im Auto optimiert: Der Kartenausschnitt und die Beschriftungen sind wegen der höheren Zoom-Stufe deutlich besser zu erkennen. Schaltflächen finden sich nur wenige, und sie fallen größer aus, damit man während der Fahrt nicht lange auf dem Display suchen muss.

Grundsätzlich versucht Maps unter Android Auto alle Basisfunktionen umzusetzen, darunter die Zieleingabe mittels Sprachkommandos. Hier profitiert Maps von der Verknüpfung mit anderen Google-Diensten: So weiß das System die Adressen von Heim und Arbeit und – sofern man es eingepflegt hat – auch die Kontakte oder die Orte anstehender Termine. Oft braucht man deshalb nicht einmal die Spracheingabe zu bemühen, da Android Auto die gerade benötigte Route selbstständig vorschlägt. Apples Karten-App ist nicht ganz so gut vernetzt: Ziele

Android Auto lässt sich im Unterschied zu CarPlay auch direkt auf dem Smartphone nutzen. Spezielle Halterungen ermöglichen sogar ein automatisches Umschalten, sobald das Handy geparkt ist. Alternativ lässt sich die Oberfläche auch hochfahren, wenn das Smartphone per Bluetooth mit dem Autoradio gekoppelt ist.



lassen sich auch hier per Sprache setzen, allerdings hapert es noch an sinnvollen Vorschlägen durch die KI.

Unter Android Auto kann man alternativ auch die Navi-App Waze nutzen, die Google 2013 übernommen hatte. Waze setzt stark auf Community-Features: Mit maximal zwei Fingertipps lassen sich Beeinträchtigungen wie Baustellen, Sperrungen, Unfälle oder Verkehrskontrollen melden. In unseren Tests erschienen solche Meldungen meist sogar erst in Waze und später in Google Maps. Weitere Features von Waze sind die Warnungen, wenn man die vorgeschriebene Geschwindigkeit um einen einstellbaren Wert überschreitet. Viele Fans hat Waze nicht zuletzt auch deshalb, weil die App vor Ampel- und Geschwindigkeitsblitzern warnt.

## Telefonie

Das Telefonieren klappt mit beiden Systemen reibungslos. Eingehende Anrufe werden auf dem großen Infotainment-Display angezeigt, die Wiedergabe stoppt, egal ob die Inhalte gerade vom Smartphone oder vom Radio-Tuner des Bordsystems kamen. Google bietet auch gleich eine Möglichkeit, per Fingertipp eine Antwortnachricht abzusetzen. Jedoch lässt sich nur eine vordefinierte Floskel wie „Ich fahre gerade.“ verschicken. Auch verpasste Anrufe werden angezeigt, was in der Home-Ansicht von Android Auto etwas präsenter geschieht. CarPlay beschränkt sich auf das Anpappen kleiner Ziffern-Bubbles am Icon der jeweiligen App. Android Auto blendet eine gut lesbare Infokarte ein, über die sich ein Rückruf aufbauen lässt.

## Musik

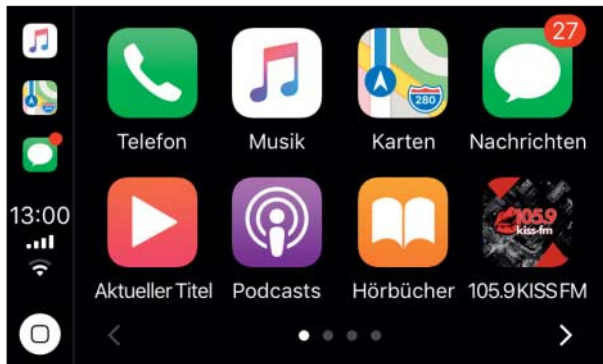
Geht es um Musik-Apps, hat man bei Apple die Wahl: Neben der eigenen

Musik-Flatrate erscheinen die Icons von Spotify, Google Music und Amazon Music, sobald man sie auf dem iPhone installiert hat. Die Bedienoberfläche hat Apple vorgegeben – bis auf unterschiedlich hierarchisierte Ordnerstrukturen unterscheiden sich die Dienste nicht voneinander. Die Sprachsteuerung funktioniert nur bei Apples hauseigenem Dienst zuverlässig. Hinzu kommen ein paar Apps zum Anhören von Podcasts, zwei Anbieter von Internetradiodiensten und der Hörbuchanbieter Audible.

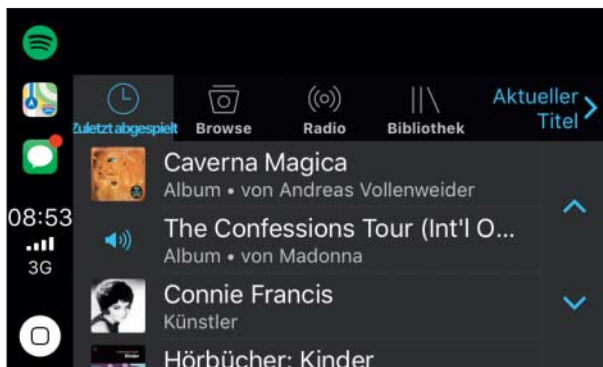
Android Auto wartet mit einem ähnlichen Funktionsumfang auf: Mit Spotify, Deezer und Google Play Music sind die praktisch wichtigsten Musik-Streaming-Dienste an Bord. Wer lieber lokal auf dem Smartphone gespeicherte Songs hören möchte, bindet stattdessen einen der unterstützten Audio-Player ein. Die Wiedergabesteuerung und die Navigation in Alben oder Playlists funktioniert unter Android über die großen Touch-Flächen sehr gut. Bei der Sprachsteuerung hapert es: Während ein auf Englisch eingestelltes Handy Kommandos wie „next song“ umsetzt, schauen Nutzer mit deutscher Spracheinstellung derzeit in die Röhre. Statt des nächsten Titels bekommen sie eine lahme Erklärung, dass das nicht funktioniert.

Die Auswahl von Bands oder Alben per Sprache funktioniert indes problemlos. Grundsätzlich lässt sich über Android Auto auch die Lautstärke justieren – zumindest absenken. Googles Sprachdienst ging jedoch zum Testzeitpunkt in unserem zum Test genutzten Opel Corsa fälschlicherweise davon aus, auf einem Google-Home-Lautsprecher unterwegs zu sein und wollte auf der Oberseite gegen den Uhrzeigersinn betoucht werden.

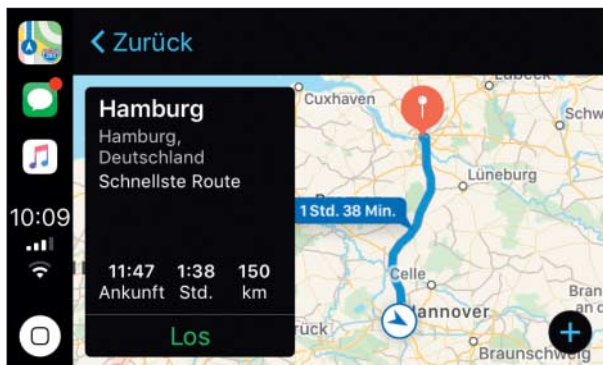




Apple lehnt die CarPlay-Oberfläche an das Bedienkonzept des iPhones an.



Auch alternative Musik-Apps wie Spotify nutzen eine standardisierte Oberfläche.



Die Navi-Ansicht ist übersichtlich, allerdings können die Live-Daten nicht voll überzeugen.



Über Siri lässt sich auch per HomeKit eingebundenes Zubehör daheim steuern.

## Messaging

Google spielt im Auto seine Vorzüge der offenen Systemarchitektur aus: Die Berechtigung, auf Smartphone-Benachrichtigungen zugreifen zu dürfen, erlaubt es Android Auto, Nachrichten aller populären Messenger anzuzeigen beziehungsweise vorzulesen. Antworten lassen sich

einfach mit Sprachbefehlen diktieren. Auch das Starten eines Chats über WhatsApp oder Telegram mit einem beliebigen Kontakt klappt unter Android Auto mit Sprachbefehlen.

Apple hat im direkten Vergleich wenig im Köcher. Es lassen sich immerhin Kurznachrichten und Mails diktieren oder von

der Sprachausgabe vorlesen. Beliebte Messenger-Apps wie WhatsApp oder Telegram erscheinen erst gar nicht auf der Oberfläche. Siri scheint sie zumindest namentlich zu kennen, kann sie aber nicht steuern.

## Assistenz

Das Thema Sprachsteuerung scheint vielen Nutzern erst durch die steigende Beliebtheit der Sprachassistenten ins Bewusstsein gedrungen zu sein. Inzwischen sind Nutzer zunehmend im Umgang mit Alexa & Co. routiniert. Bei CarPlay und Android Auto genügt ein langer Druck auf die Sprechstaste am Multifunktionslenkrad oder ein munter gesprochenes „Hey, Siri“ oder „OK Google“, um die dienstbaren Geister zu rufen.

Apple öffnete die Siri-Sprachsteuerung bisher nur zögerlich für Drittanbieter. Das wird sich sicherlich ändern, denn mit dem angekündigten HomePod soll man zu Hause über Siri künftig viele Dinge per Sprache bewegen können. Von der Öffnung des Systems dürfte man auch im Fahrzeug profitieren. Zurzeit ist man weitgehend auf die Sprachsteuerung von Apple-Diensten beschränkt, was CarPlays ohnehin kümmerliche App-Auslage zusätzlich schrumpfen lässt, denn Siri spielt eher Beats One Radio als TuneIn, arbeitet besser mit Apple Music als mit Spotify und schreibt SMS statt WhatsApp. Immerhin hat man auch seine HomeKit-Geräte von unterwegs per Sprache im Griff, wenn als Steuerinstanz ein Apple TV oder ein iPad daheim wartet, um die Brücke zum iPhone unterwegs zu schlagen. Danach lassen sich alle per HomeKit angelegten Gerätschaften vom Auto aus per Sprache steuern.

Google ist hier einen Schritt weiter: Verstand sich Android Auto ehemals nur auf rudimentäre Sprachbefehle, so ist mittlerweile der Google Assistant an Bord. Er bringt eine sehr gute Spracherkennung, die auch bei Nebengeräuschen zuverlässig funktioniert. Darüber hinaus ist sein Funktionsumfang nicht auf Auto-spezifische Apps und Befehle beschränkt. Neben den beschriebenen Aufrufen zur Navigation oder dem Diktieren von Nachrichten sucht der Assistent beispielsweise auch Tankstellen, Restaurants oder Einkaufsmärkte heraus, verwaltet Termine und steuert Smarthome-Geräte. Wer die passende Hardware besitzt, kann schon auf dem Heimweg die Heizung aufdrehen.

Künftig möchte Google Android Auto beziehungsweise den Google Assistant



noch tiefer in die Fahrzeugsysteme integrieren. Prototypen von Audi und Volvo hatte Google bereits Anfang des Jahres auf seiner Entwicklerkonferenz Google I/O gezeigt: In den Fahrzeugen ließen sich unter anderem auf Zuruf die Klimaanlage steuern, die Fenster und das Schiebedach öffnen und schließen oder der Fahrersitz auf eine gewünschte Sitzposition fahren. Ob solche Gimmicks Einzug in zukünftige Automodelle halten werden, ist fraglich: Hört man sich in der Branche um, sind die Pkw-Hersteller eher reserviert, wenn es darum geht, Firmen wie Google & Co. den Zugriff auf sensible Steuergeräte zu erlauben.

Doch Google scheint es mit dem Vorstoß des Google Assistant in jeden Lebensbereich inklusive des Autos sehr ernst zu sein. Android Auto ist letztlich nur die Verpackung des Assistenten – wohl auch ein Grund, weshalb die App notfalls auch ohne passendes Auto eigenständig auf Smartphones läuft.

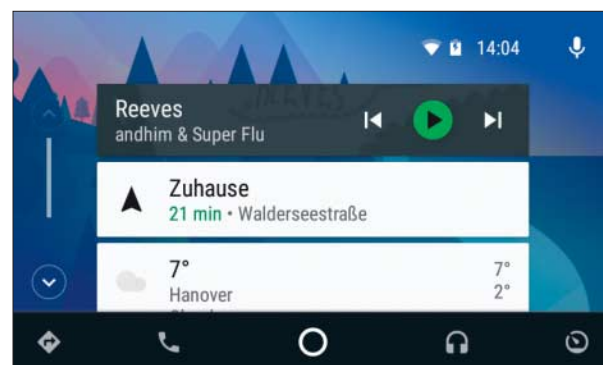
Eine Brücke zu Amazons weit verbreitetem Alexa Voice Service (AVS) schlägt momentan keines der Systeme. Wer unterwegs mit seiner Alexa parlieren möchte, muss zu anderen Lösungen wie Logitech's Zerotouch-App greifen. Das nur für Android erhältliche System bedient man zunächst über Googles Sprachassistenten, der einen auf Wunsch dann an Alexa weiterleitet. Das Herumhantieren mit mehreren Sprachassistenten im Auto ist eine Herausforderung für sich – am Ende wäre eine Sprachbedienung aus einem Guss sicherlich wünschenswerter.

## Fazit

Beide Systeme bieten im täglichen Gebrauch ein deutliches Plus an Sicherheit. Beim Neuwagenkauf sollte man das Häkchen bei Android Auto und CarPlay deshalb setzen – beim derzeitigen Stand der Smartphone-Navis kann man dafür auf die Onboard-Navigation verzichten. Insgesamt fällt auf, dass sich die Plattformen nur im Schneckentempo weiterentwickelt haben: Besonders bei CarPlay fehlt es an Alternativen zu den Apple-eigenen Diensten, und nur wer sich fast ausschließlich im Apple-Universum bewegt, bekommt den vollen Funktionsumfang.

Android Auto bietet im Vergleich eine breitere App-Unterstützung und funktioniert vor allem auch ohne kompatibles Auto direkt auf dem Smartphone. In Kombination mit einer passenden Halterung lässt sich so jedes Android-Telefon im Handumdrehen für den Einsatz auf vier

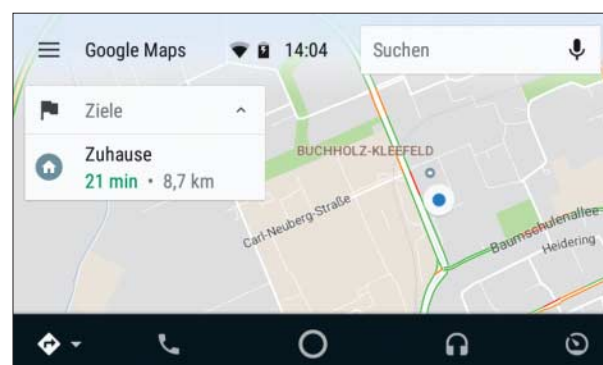
**Android Auto blendet alle relevanten Infos in großen und gut lesbaren Karten ein.**



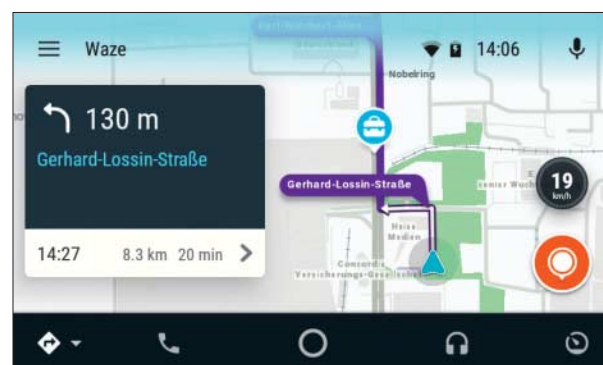
**Mit Spotify als Audio-Player lassen sich Bands, Songs und Alben einfach per Sprachbefehl aufrufen.**



**Die aufs Wesentliche reduzierte Ansicht von Google Maps wartet mit Live-Daten übers Verkehrsgeschehen auf.**



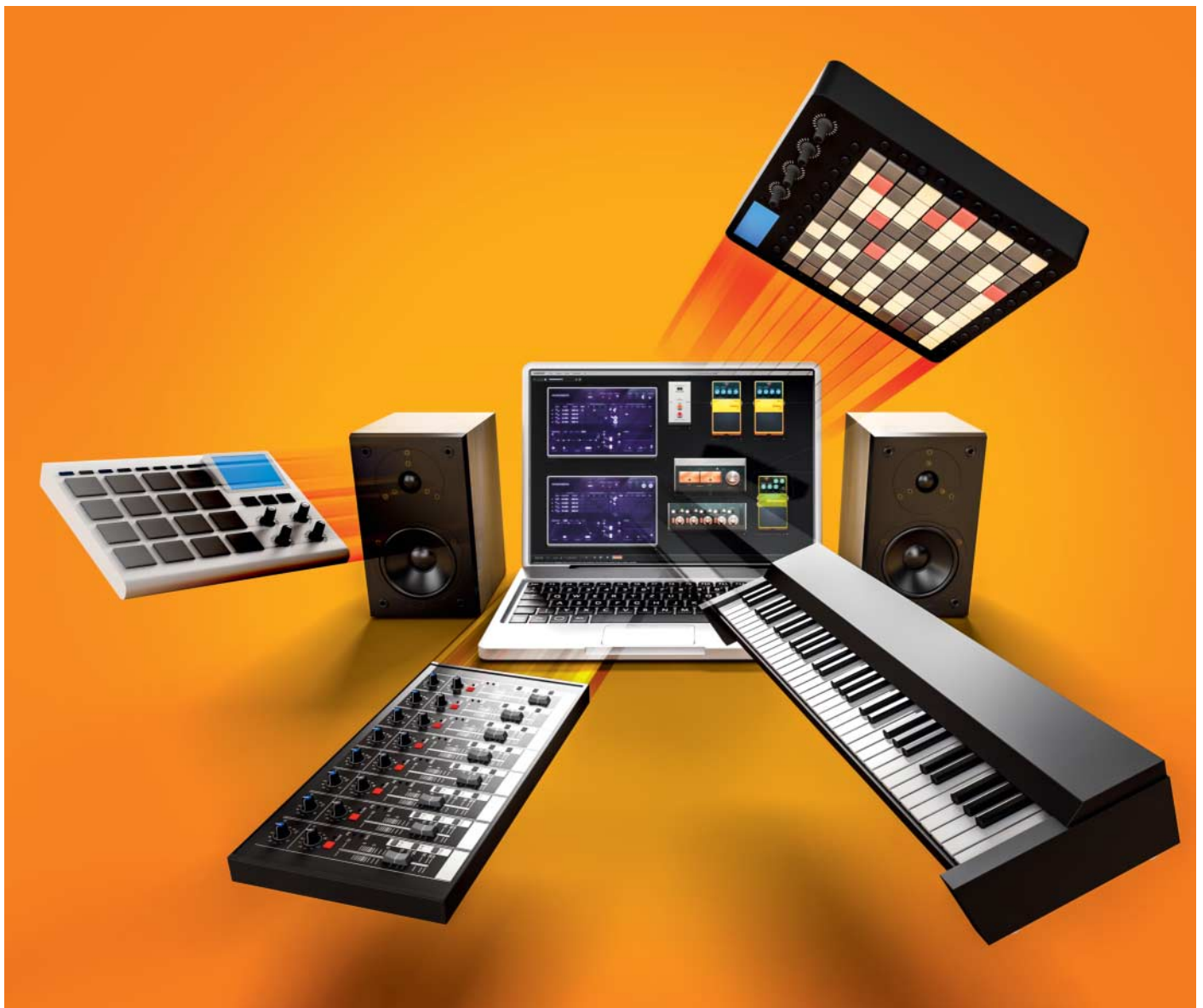
**Wer mit Waze navigiert, bekommt Infos zur erlaubten und gefahrenen Geschwindigkeit sowie Warnungen vor Blitzern, Unfällen und anderen wichtigen Vorkommnissen auf der Route.**



Rädern optimieren. Selbst auf dem vergleichsweise kleinen Smartphone-Display gelingt die Bedienung gut und steckt so viele einfache Navigations- und Entertainment-Systeme der Pkw-Hersteller locker in die Tasche.

Bleibt zu hoffen, dass beide Plattformen durch den Boom der Assistenten und

Apples Einstieg ins kabellose Laden an Fahrt gewinnen. Denn sowohl CarPlay als auch Android Auto lassen sich theoretisch auch ohne USB-Verbindung nutzen. In Zukunft könnte man sein Handy dann einfach in die Mittelkonsole legen, um lückenlos die gewohnten Services im Fahrzeug per Sprache zu nutzen. (spo@ct.de) **ct**



# Webrocker

## Musik im Browser produzieren

**Die passende musikalische Unter-  
malung für den eigenen Podcast  
und das selbst gedrehte Video kann  
man leicht in Eigenregie mit dem  
Web-Tonstudio Audiotool.com  
zusammenbasteln. Fortgeschrittene  
Nutzer produzieren mit der Web-  
App ganze Alben in den unter-  
schiedlichsten Genres von Jungle  
über Hip-Hop bis Pop.**

Von Martin Reche

**W**arum Musik nicht einfach mal selbst machen? Das klappt auf der Webseite Audiotool.com ohne großen Aufwand. Dort musizieren Sie mit virtuellen elektronischen Instrumenten wie Synthesizern und Drum-Machines und klicken eigene Melodien und Rhythmen am Bildschirm zusammen. Alternativ greifen Sie auf die mitgelieferten Samples von Audiotool zurück und kombinieren diese nach Lust und Laune zu Gitarren-Pop-Songs oder folkigen Stücken. Instrumente und Samples dürfen Sie, wenn nicht anders gekennzeichnet, frei verwenden.

Noch setzt das Online-Tonstudio einen Browser mit aktueller Flash-Version voraus. Doch keine Panik: Das ändert sich nach Aussagen des Entwicklers mit einem der nächsten Updates. Demnach wird Audiotool bald ausschließlich auf HTML5 und WebAudio setzen.

Um die Möglichkeiten von Audiotool aufzuzeigen, reicht bereits ein einfaches Arrangement: In unserem Beispiel entsteht eine sphärische Synthie-Klangfläche mit Schlagzeugbegleitung. Das Beispiel setzt sich aus zwei Teilen und drei Instrumenten zusammen. Die fertige MP3-

Datei können Sie unter [ct.de/yncj](http://ct.de/yncj) herunterladen und nach Belieben einsetzen und bearbeiten.

## Beats basteln

Im ersten Schritt legen Sie auf der Webseite ein kostenloses Benutzerkonto an. Mit Audiotool kann man zwar auch ohne ein solches experimentieren, jedoch wehrt der Dienst dann wichtige Funktionen. So kann man ohne Registrierung seine Songs nicht auf Audiotool.com veröffentlichen und damit auch nicht als MP3-Datei herunterladen. Auch der Import von eigenen Samples klappt nur nach Anmeldung. Mit einem eigenen Nutzerkonto können Sie zudem mit anderen Musikern in Kontakt treten und sich von deren Liedern inspirieren lassen.

Den Anfang macht ein leeres Projekt. Ein kurzes Tutorial erklärt den Aufbau und die wichtigsten Elemente des Web-Tonstudios. Das Arbeitsprinzip ist einfach. Es setzt vollständig auf visuelle Komponenten: Am rechten Bildschirmrand versammeln sich allerhand virtuelle Instrumente und Effektpedale, die man per Drag & Drop auf die Arbeitsfläche in der Bildmitte zieht. Dort wartet schon ein virtuelles Mischpult auf Input.

Das Mischpult bildet das Herz des Instrumenten-Setups. Es vereint alle Instrumente in einer zentralen Steuereinheit. Hier findet der klangliche Feinschliff statt: Mit Equalizer, Anordnung der Instrumente im Stereo-Panorama per Balance-Regler und individueller Feinabstimmung der

Lautstärken. Bei Setups mit vielen Instrumenten erleichtert der Scrollrad-Zoom die Übersicht, unter dem Menüeintrag „View/Fullscreen“ steht ein praktischer Vollbildmodus zur Verfügung.

Am unteren Bildrand finden Sie den Sequencer. Hier arrangieren Sie später Melodien und Rhythmen und legen das Tempo des Songs fest – unser Beispiel soll ruhig und entspannt klingen und tönt daher mit gemächlichen 100 Schlägen pro Minute (BPM). Im Sequencer klicken Sie mit der Maus die Melodien der Tasteninstrumente zusammen – dazu später mehr.






Im Beispiel haben wir im ersten Schritt den Drumcomputer „Machiniste“ auf der Arbeitsfläche platziert und damit die Schlagzeugrhythmen, genannt Patterns, erstellt. Audiotool verbindet den Machiniste von selbst mit einem Kabel mit dem ersten Kanal des Mischpults. Profis verbinden alternativ jedes einzelne Instrument des Schlagzeugs, also Snare- und Bass-Drum, Hi-Hat & Co., mit je einem eigenen Kanal des Mischpults. So kann man die einzelnen Bestandteile des Schlagzeugs klanglich optimal aufeinander abstimmen. Für den Anfang reicht aber die Ein-Kabel-Methode.

## Drum-Experimente

Nach einem Rechtsklick auf des Machiniste wählt man mit „Load Preset“ ein Schlagzeug-Kit aus: Die Wahl reicht von harten Dubstep-Kits bis hin zu klassischen 80s-Drums; man kann bei Bedarf auch

## Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

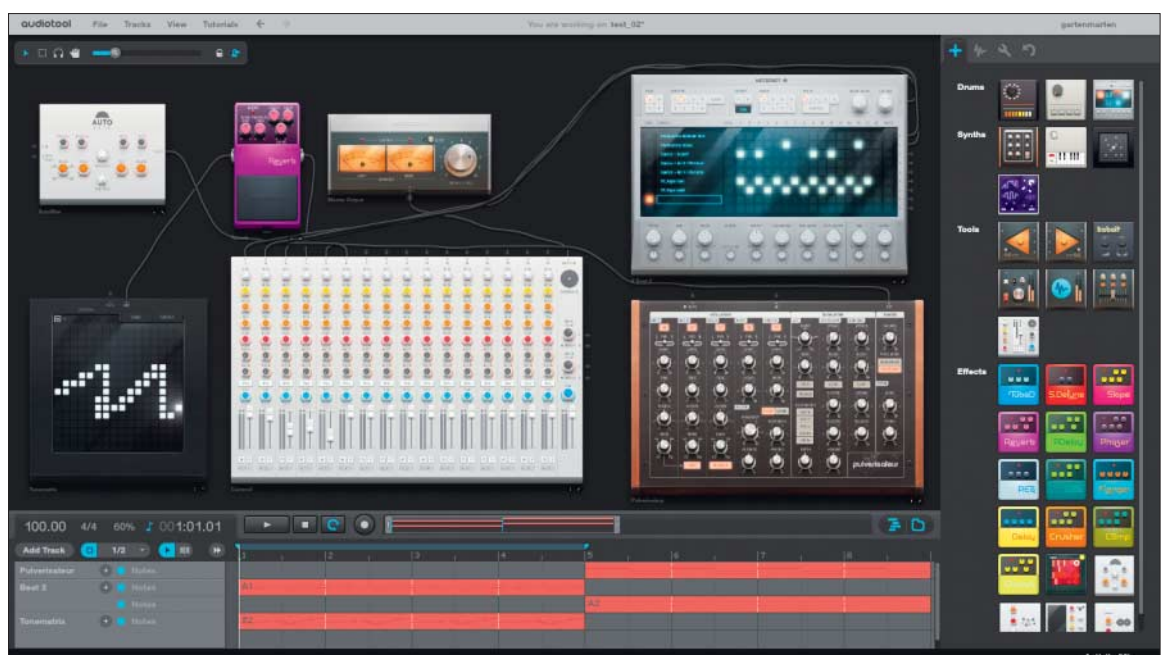
### Einstieg in die Online-Musikproduktion mit Audiotool.com

-  Internetzugang, Computer, Lautsprecher oder Kopfhörer, Browser mit aktueller Flash-Installation, optional MIDI-Instrumente
-  Englischkenntnisse und Erfahrungen im Umgang mit Tasteninstrumenten sind von Vorteil, aber kein Muss.
-  Einen einfachen Beat erstellt man innerhalb weniger Minuten, für vollständig arrangierte Songs braucht man deutlich länger.
-  Kinder ab circa zehn Jahren klicken erste einfache Melodien und Rhythmen zusammen.
-  keine

neue Kits erstellen. Belassen Sie die Länge des Beats auf 16 Schlägen – das entspricht einem 4/4-Takt und reicht als Grundlage.

Im nächsten Schritt starten Sie die Beat-Bastelei, die am einfachsten während der Endloswiedergabe von der Hand geht. Die Wiedergabe starten und stoppen die „Loop Playback-“ und „Play“-Knöpfe über dem Sequencer. Überlassen Sie ruhig

Auf der Arbeitsfläche von Audiotool verkabelt man virtuelle Instrumente und Effekte zu einer musikalischen Arbeitsumgebung.





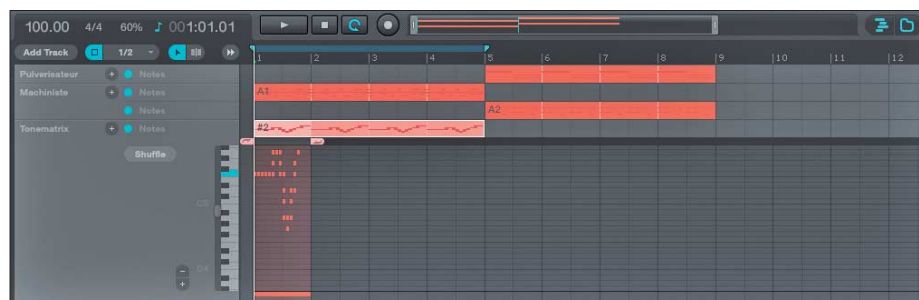
Ihrem Kind die Maus – die Drum-Experimente machen einen Heidenspaß und schiefe Töne gibt es hier nicht. Per Mausklick landen Schläge der Drums in der Matrix des Machiniste. Sollte mal ein Schlag nicht zu den eigenen Vorstellungen passen, löscht ihn erneuter Mausklick wieder.

Schicken Sie das fertige Pattern per Rechtsklick und „Copy Pattern to Track“ in den Sequencer. Dort taucht es unter dem Eintrag „Machiniste“ als Audiospur mit der Bezeichnung „A1“ auf. Diese steht für „Bank: A, Pattern: 1“. Die alphanumerische Beschriftung hilft bei mehreren Rhythmus-Spuren innerhalb eines Songs, den Überblick zu behalten.

Abwechslung muss sein. Wenn Sie wie im Beispiel einen Song aus mehreren Teilen arrangieren wollen, bringen Sie mit verschiedenen Schlagzeug-Figuren Abwechslung ins Spiel. Klicken Sie im Machiniste auf den Knopf „Pattern 2“ und arrangieren Sie einen weiteren Beat. Diesen schicken Sie anschließend ebenfalls in den Sequencer, wo die Audiospur mit der Beschriftung „A2“ auftaucht. Beide Rhythmus Spuren stehen direkt untereinander. Für die weitere Arbeit ist es sinnvoll, sie im Sequencer versetzt untereinander anzuordnen. Drückt man jetzt auf den „Play“-Knopf, spielt Audiotool die beiden Patterns hintereinander und nicht gleichzeitig ab.

## Melodien

Zu den beiden Rhythmen gesellen sich jetzt zwei unterschiedliche Melodien. Die erste entstammt dem „Tonematrix“-Synthesizer. Wie der Name nahelegt, entsteht die Melodie hier ganz ähnlich wie beim Machiniste: Man setzt per Mausklick Punkte in eine Matrix und legt so die Tonhöhen fest. Das gelingt wieder am besten, indem man die Endloswiedergabe startet.



Im Sequencer arrangiert man Melodien und Patterns zum fertigen Song oder klickt Melodie-Spuren mithilfe einer virtuellen Klaviatur zusammen.



In der Matrix des Drum-Computers „Machiniste“ bastelt man in wenigen Minuten Schlagzeug-Patterns zusammen.

Auch hier freuen sich bereits junge Kinder, wenn man sie mit Maus und Matrix experimentieren lässt. Die fertige Melodie landet wieder per „Copy Pattern to Track“ auf einer neuen Spur im Sequencer.

Mit Effekten tunen Sie den Klang der ersten Melodie noch ein wenig. Dafür bringt Audiotool 18 Effekte mit, zum Beispiel Verzerrer, Kompressor und Delay. Im Beispiel landet ein Reverb per Drag & Drop hinter dem Tonematrix-Synthesizer. Achten Sie auf die richtige Verkabelung, wenn Sie das Effektpedal auf die Arbeitsfläche ziehen. Zwar verkabelt Audiotool die Geräte von selbst, aber nicht immer korrekt. Dann wird Handarbeit nötig: Die virtuellen Kabel verbinden Sie vom Ausgang des Synthesizers mit dem Eingang des Reverbs. Von dessen

Ausgang muss nun noch ein Kabel in einen Kanal des Mischpults gelegt werden. Mit dem Hall-Effektgerät, dessen Aufmachung verdächtig an Boss-Effektpedale erinnert, verleihen Sie der Melodie mehr Raum. Dafür bietet das Effektgerät mehrere virtuelle Potis, etwa „Room Size“ und „Feedback“. Experimentieren Sie mit unterschiedlichen Einstellungen, bis es passt.

## Abwechslung muss sein

Für die zweite Melodie bietet sich ein anderes Instrument als der Tonematrix-Synthesizer an. Dieser bringt zwar einen luftigen Sound mit, ist aber klanglich wenig flexibel. Im Beispiel haben wir uns deshalb für den „Pulverisateur“ als drittes und letztes Instrument entschieden. Dabei handelt es sich um einen Synthesizer mit drei Oszillatoren, mehreren Modulationseffekten und einem Filter. Zudem bringt er viele virtuelle Potis und Knöpfe mit, aber keine eigene Klaviatur.

Es gibt zwei Möglichkeiten, dem Instrument Töne zu entlocken: Entweder verbindet man ein MIDI-Keyboards mit dem Computer und zeichnet Gespieltes über den Aufnahme-Knopf direkt in Audiotool auf. Die zweite Variante ist bequemer: Dabei klickt man Melodien mit der Maus im Sequencer zusammen. Zieht man den Synthesizer mit den schicken Holzrändern auf die Arbeitsfläche, öffnet



sich im Sequencer eine virtuelle Klaviatur. Vor allem für Musikneulinge, die noch nie an einer echten Klaviatur gesessen oder zu einem Metronom musiziert haben, ist es einfacher, dort Melodien zu komponieren.

Mit einem Klick auf die Tasten der virtuellen Klaviatur kann man Töne vorhören, Harmonien ausloten und den eingestellten Sound des Synthesizers testen. Jeder Klaviertaste und damit jedem Ton weist Audiotool im Raster des Sequencers eine eigene Zeile zu. Per Doppelklick landen die Töne im Raster. Ein Ton füllt immer ein vollständiges Kästchen aus. Fortgeschrittene Musiker werden bemerken, dass auf diese Weise alle Töne die gleiche Länge haben. Das lässt sich ändern: Deaktivieren Sie die „Snapping“-Funktion, die Sie neben dem „Add Track“-Knopf finden. Jetzt können Sie den Tönen individuelle Längen zuweisen, indem Sie sie zusammenschieben oder auseinanderziehen, während Sie sie mit der linken Maustaste festhalten.

Bei der Melodiefindung gilt wieder: Während der Endloswiedergabe lässt es sich am besten komponieren. Sollte das Raster zu klein ausfallen, zoomen Sie per Rechtsklick und „Zoom Loop Range“ in selbigen hinein. Haben Sie die Melodie für einen Takt fertiggestellt und wollen, dass diese wiederholt wird, kopieren Sie sie, indem Sie die fertige Spur im Sequencer markieren und sie bei gedrückter linker Maustaste auseinanderziehen.

Die zweite Melodie steht, aber der Klang des Pulverisateurs braucht noch etwas Feinschliff? Dann startet jetzt das letzte und vielleicht spannendste Klang-

experiment: Drehen Sie an den virtuellen Potis des Synthesizers, bis Sie einen passenden Klang für sich entdeckt haben. Dabei ist es gar nicht so wichtig zu wissen, wofür die ganzen Regler und Potis eigentlich da sind oder was ein Oszillator oder ein Filter ist. Je länger man mit dem Synthesizer experimentiert, desto mehr gewinnt man ein Gefühl dafür, welche Auswirkung jedes einzelne Bedienelement auf den Klang hat – lernen durch Lauschen sozusagen.

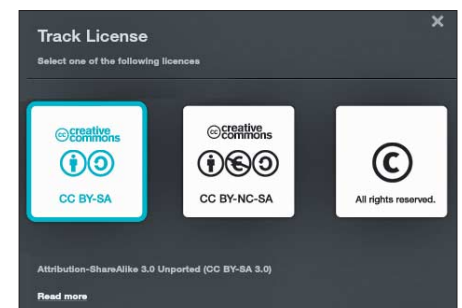
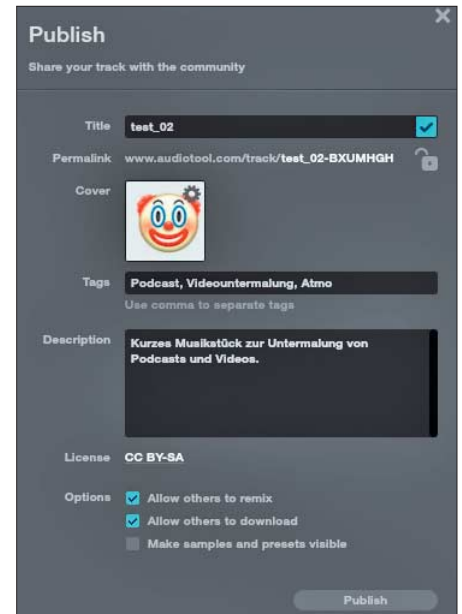
Mit ein wenig Erfahrung lassen sich mit dem Pulverisator viele abgefahrene Synth-Sounds gestalten – vom „kaputten“ 8-Bit-Sound bis zum sägenden Lead-Synth. Im Beispiel haben wir mit viel „Noise“ und Modulation eine verwaschene Fläche für die zweite Melodie kreiert.

## Arrangement und Export

Alle Melodien und Schlagzeug-Patterns sind im Kasten und befinden sich im Sequencer, allerdings noch unsortiert. Nun geht es darum, Struktur in das Arrangement zu bringen. Das muss für den Anfang gar nicht kompliziert sein: Am besten orientieren Sie sich an den klassischen 4er-Strukturen. Im Beispiel laufen Rhythmus und Melodie Nummer eins für vier Takte und direkt dahinter folgen weitere vier Takte mit Rhythmus und Beat Nummer zwei. Das Ganze kann man um weitere Melodien und Patterns beliebig erweitern, Strukturen vertauschen oder per Mausklick auch stellenweise rückwärts abspielen.

Stimmen Sie im letzten Schritt die Lautstärken der Instrumente mit dem Mischpult aufeinander ab und regulieren Sie gegebenenfalls den Klang mit den Equalizern der einzelnen Mischpult-Kanäle, bis es gut klingt. Achten Sie auf die Aussteuerungsanzeigen des Mischpults – sollten die Warn-LEDs der Kanäle rot aufleuchten, ist das Eingangssignal zu laut. Ein Dreh am Gain-Poti bändigt die Pegelspitzen. Falls Sie es noch nicht getan haben sollten: Speichern Sie Ihr Projekt unter „File/Save Draft“ auf den Audiotool-Servern. Dort können Sie es zu einem späteren Zeitpunkt mit einem beliebigen Computer mit Internetverbindung aufrufen und weiterbearbeiten. Lokales Speichern von Projekten bietet Audiotool nicht.

Das fertige Stück kann man wahlweise als OGG- oder MP3-Datei auf die Festplatte bannen. Allerdings unterstützt Audiotool keinen direkten Dateixport, es



Wenn man seinen Song veröffentlicht kann man ihn mit einer Lizenz versehen – drei stehen zur Auswahl.

bedarf eines Zwischenschritts: Da Audiotool stark auf den Gemeinschaftsgedanken setzt, müssen Sie den Song zunächst per „File/Publish“ veröffentlichen.

Im aufklappenden Dialogfenster vergeben Sie einen Titel, ergänzen optional Schlagwörter, Beschreibung und Cover und bestimmen eine Nutzerlizenz. Damit legen Sie fest, ob und wie andere Audiotool-Nutzer Ihren Song verändern und verbreiten dürfen. Sie können der Gemeinschaft den Download und/oder Remix Ihres Songs per Checkboxes gestatten oder verwehren. Nach der Veröffentlichung erscheint der Song auf Ihrer Audiotool-Profilseite, von der Sie ihn herunterladen können – im Zweifelsfall können Sie den Song hier auch ausblenden oder andere Nutzer zum Mitmachen einladen und Zugriff auf das Projekt gewähren. Der Gemeinschaftsgedanke zählt.

(mre@ct.de) **ct**

**Audiotool.com, Beispiel-MP3: [ct.de/yncj](https://ct.de/yncj)**



**Klingende Bilder: Mit dem Tone-matrix-Synthesizer bringt man sogar den Schriftzug der c't zum Klingen.**



Bild: Albert Hulm

# Namenstag

## Interne Domains: Auswahl & Einstellung

**Viele Top-Level-Domains lassen sich nicht im Heimnetz verwenden, weil sie schon im Internet in Gebrauch sind. Es gibt jedoch einfache Richtlinien für die Namensvergabe und mittels einfacher Techniken kann man lokale Domains auch ohne internen DNS-Server aufsetzen. Wir zeigen, wie es geht.**

**Von Carsten Strotmann und Dušan Živadinović**

Lokale Domains wie .lokal oder .intern sind beliebt und nützlich, ob im privaten Heimnetz oder im großen Firmen-LAN. So kann man Geräte anhand individueller Hostnamen anstatt ihrer IP-Adressen erreichen (z. B. windowspc.intern). Das hilft besonders bei IPv6, weil man

sich die langen IPv6-Adressen nicht merken muss. Zudem kann man so eigene öffentlich erreichbare Server direkt übers LAN ansprechen. Das entlastet den Router.

Zur Namensauflösung im lokalen Netz eignen sich zwar DNS-Server wie Unbound [1], aber die Einrichtung ist aufwendig. Stattdessen kann man auf verschiedene im Betriebssystem moderner Netzwerkgeräte verankerte serverlose Dienste zurückgreifen. Ob serverbasiert oder serverlos, wenn gewünscht, kann man gewährleisten, dass lokale Anfragen im eigenen Netz bleiben und das große böse Internet nichts von der privaten Infrastruktur erfährt.

Für interne Domains sollte man nur Namen verwenden, die im Internet nicht vorkommen. Andernfalls ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass der Name früher oder später doch für die Verwendung im Internet freigegeben wird und Probleme

auftreten – die Namensauflösung kann sich verzögern, wenn die Anfrage in das öffentliche DNS geschickt wird, dort aber kein passender Hostname bekannt ist, oder man bekommt fälschlich die IP-Adresse eines Internet-Hosts, obwohl man einen gleichnamigen Host im LAN ansprechen wollte.

Ein Beispiel: Webentwickler setzen zu Testzwecken gern Webserver auf, die sie in ihrem lokalen Netz über die Top-Level-Domain .dev ansprechen – .dev ist ein Kürzel für Development, ein Beispiel ist ct.dev.

Lange Zeit war die Nutzung der .dev-Domain in internen Netzen kein Problem. Aber Ende 2014 hat die Internet Assigned Numbers Authority (IANA) .dev als Top-Level-Domain im Internet zugelassen [2] und Google hat die Nutzungsrechte gekauft. Seither müssen Entwickler, die diese Domain weiterhin lokal verwenden, mit Namenskollisionen leben. Neu ist, dass mit dem Chrome-Browser auch Störungen des Testbetriebs hinzukommen. Details dazu finden Sie im Kasten rechts.

### Alternativen

Das Beispiel zeigt, dass es keine gute Idee ist, irgendeine Top-Level-Domain auf einem lokalen DNS-Server für das interne Netz einzurichten, die gerade nicht im Internet vergeben ist.

Statt Behelfslösungen sollte man Domain-Namen verwenden, die die IANA speziell für den lokalen Einsatz freihält. Wenig bekannt ist, dass dafür schon seit 1999 eine Reihe von Domains reserviert sind, darunter die Top-Level-Domain .test. Deshalb hat die IETF festgelegt, dass Root-Server entsprechende Anfragen mit NXDOMAIN beantworten sollen – was bedeutet, dass der angefragte Name dem Root-Server nicht bekannt ist. Aber normalerweise sollten solche Anfragen nicht bis zu den Root-Servern durchdringen. Standardkonforme DNS-Resolver beantworten Anfragen nach .test lokal.

Die Domain .test klingt vielleicht wenig originell, sie eignet sich aber sehr gut für lokale Entwicklungs-Webserver, ist also nicht für öffentlich ansprechbare Produktsysteme gedacht.

### .home.arpa & Co.

Die Domain home.arpa ist Teil des kommenden Homenet Control Protocol (HNCP). HNCP ist für die Autokonfigura-

tion von Heimnetzen gedacht, die aus mehreren Subnetzen bestehen. Home.arpa wird daher nie im Internet auftauchen. Den aktuellen Stand der Protokoll-Entwicklung und der home.arpa-Definition beschreibt ein Internet-Draft [3]. Wie man die Domain home.arpa für lokale Namensauflösung mit dem DNS-Server Unbound einrichtet, haben wir beschrieben [1]. Genau so könnte man auch .test verwenden.

Wer keinen internen DNS-Server aufsetzen will, kann stattdessen serverlose Namensauflösungen nutzen. Dazu gehören Multicast-DNS (mDNS), LLMNR und PNRP. Die größte Verbreitung hat Apples offener Standard mDNS erreicht, auch bekannt unter dem Namen Bonjour. Damit lässt sich ein Dienst oder auch nur die IP-Adresse eines Rechners im LAN annonciieren.

Der Dienst ist auf macOS und iOS immer aktiv, auch auf vielen Linux- und FreeBSD-Systemen in Form der Open-Source-Implementierung Avahi. Auf Windows kann man mDNS nachrüsten, die Implementierung stammt von Apple.

Für mDNS wurde die Top-Level-Domain .local reserviert; deshalb soll sie auf DNS-Servern nicht verwendet werden, weder lokal noch im Internet. Bei aktivem

mDNS annonciert ein Rechner seinen Hostnamen automatisch in der .local-Zone und lässt sich im LAN unter hostname.local ansprechen. Dabei steht „hostname“ für den Rechnernamen, zum Beispiel mac-mini. mDNS-Annoncen werden an Port 5353 der Multicast-Adressen 224.0.0.251 (IPv4) und FF02::FB (IPv6) versendet. Rechner, die die Annoncen empfangen, können einen Host beispielsweise per Ping-Befehl ansprechen:

```
ping -c3 mac-mini.local
```

Der Name wird auch dann aufgelöst, wenn man ihn auf dem lokalen Rechner verwendet. Über mDNS annonciieren auch viele Netzwerkgeräte und Dienste ihren Namen und ihre Adresse, teils auch Details, die zur Konfiguration von Diensten erforderlich sind. Das ist etwa bei Druckern der Fall, sodass ein PC oder Mac anhand der Daten automatisch den richtigen Druckertreiber installiert. Auch Webserver wie Apache können ihren Namen per Bonjour annonciieren; der Safari-Browser blendet solche Annoncen in einem separaten Menü ein.

Bonjour ist nur für das lokale Subnetz ausgelegt. Mit einigen Tricks kann man es aber auch über Subnetzgrenzen hinweg verwenden [4].

## Von .dev und .foo

Google hat kürzlich in der Entwicklungs-version Canary des Chrome-Browsers eine Änderung implementiert, die Chrome zu TLS-verschlüsselten Verbindungen zwingt. Dabei richtet sich Google nach dem IETF-Standard „HTTP Strict Transport Security“. Die Spezifikation besagt, dass Websites deklarieren können, Daten nur über verschlüsselte Verbindungen auszuliefern, und Nutzer können festlegen, dass sie Inhalte bestimmter Sites nur verschlüsselt abrufen. Google hat nun seine kommende Chrome-Version so ausgelegt, dass sie Inhalte von Domains, die unterhalb der TLD .dev liegen, nur noch verschlüsselt abrufen. Unverschlüsselte Verbindungen an einen Webserver, der über eine .dev-Domain angesprochen wird, weist der neue Chrome-Browser ab.

Generell ist das Verhalten wünschenswert, aber für Webentwickler, die eine lokale Test-Umgebung mit .dev ohne TLS-Verschlüsselung betreiben,

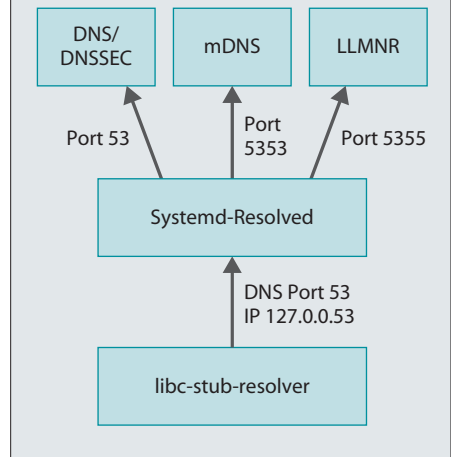
stellt es eine Hürde dar. Solche Installationen werden nach dem Update auf die neue Chrome-Version nicht mehr funktionieren – aber natürlich möchten viele Webentwickler sicherstellen, dass ihre Produkte auch mit Chrome laufen und deshalb auch diesen Browser bei Tests weiterhin berücksichtigen.

Doch die Einrichtung einer TLS-Verschlüsselung ist in Entwicklungsumgebungen nicht immer möglich und auch nicht immer wünschenswert (obschon Webanwendungen natürlich auch mit TLS-Verschlüsselung getestet werden). Google hat auch die Rechte am TLD-Namen „foo“, und auch dafür verlangt der kommende Chrome-Browser verschlüsselte Verbindungen.

Noch ist diese neue Version des Chrome-Browsers nicht öffentlich verfügbar. Den aktuellen Stand der Canary-Version bekommt man aber ohne Weiteres [6].

## Namensauflösung

Ein moderner Linux-Rechner nutzt sowohl gängige serverlose Namensauflösungen der Windows- und Apple-Welt als auch herkömmliches DNS inklusive der Sicherheitstechnik DNSSEC.



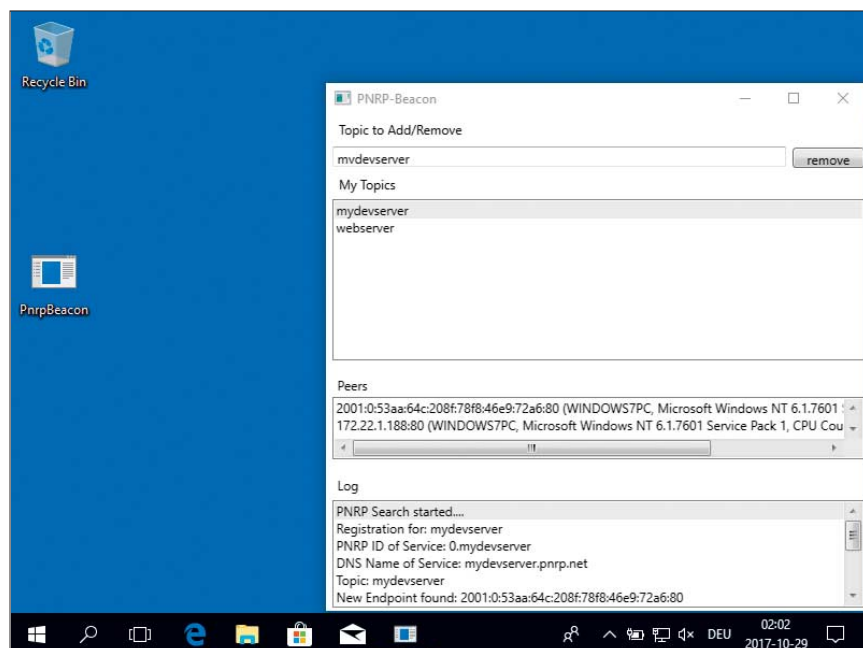
Für Microsoft-Netze bietet sich Link Local Multicast Name Resolution an (LLMNR) an. Neuere Linux-Systeme mit aktuellem Systemd eignen sich sowohl für mDNS als auch für LLMNR. Und wer mit IPv6 arbeitet, kann unter Windows auch das Peer-Name-Resolution-Protocol (PNRP) nutzen. Es ist zwar wenig verbreitet, eignet sich aber auch für die serverlose Namensauflösung von Internet-Hosts.

## Namensauflösung ohne DNS

LLMNR annonciert Hostnamen und IP-Adressen ähnlich wie mDNS per Multicast, jedoch an die Adressen 224.0.0.252 und ff02::1:3 (jeweils an Port 5355). LLMNR löst nur den Hostnamen auf. Wenn also ein Rechner den vollen Domain-Namen windowspc.home.arpa bekommen hat, lautet der LLMNR-Name windowspc. Diesen kann man sowohl auf der Kommandozeile als auch in Anwendungen benutzen. Aber nicht alle Anwendungen erkennen den kurzen LLMNR-Namen als Rechnernamen. Manche Browser fassen das als Suchbegriff auf. In solchen Fällen stellt man in der Adresszeile das Zugriffsprotokoll voran und schließt mit / ab (z. B. http://windowspc/).

Jeder Windows-Rechner versendet LLMNR-Anfragen. Für den Empfang muss in der Systemkonfiguration der Dienst „Netzwerkerkennung“ (engl. Network Discovery) eingeschaltet sein. In den Profilen für Firmen- und öffentliche Netz-





Mit dem kleinen Windows-Tool „Beacon“ lassen sich Rechnern Hostnamen im serverlosen Namensdienst PNRP zuweisen.

werke ist der Dienst abgeschaltet, lässt sich bei Bedarf aber per Mausklick aktivieren (Netzwerk- und Freigabe-Center).

## Wenn Windows mit Linux

Systemd, mit dem auf Linux alle Prozesse verwaltet werden, kann sowohl LLMNR als auch mDNS verwenden. Damit spricht ein moderner Linux-Rechner direkt mit den serverlosen Namensauflösungen der Windows- und Apple-Welt.

LLMNR schaltet man auf Linux global in der Konfigurationsdatei `/etc/systemd/resolved.conf` oder in `/etc/systemd/resolved.conf.d/*.conf` mittels folgender Zeile ein:

```
LLMNR=yes
```

Mit dieser Einstellung löst ein Linux-PC Namen anderer Rechner zu IP-Adressen auf und auch seinen eigenen Namen. Das Annoncieren lässt sich jedoch abschalten, sodass man LLMNR nur passiv zur Auflösung anderer Rechnernamen verwendet:

```
LLMNR=resolve
```

Ob der Dienst funktioniert, testet man so:

```
systemd-resolve windowspc
```

Der Befehl liefert eine Ausgabe wie diese:

```
windowspc: 172.22.1.163%p3p1
(WindowsPC)
-- Information acquired via protocol
LLMNR/IPv4 in 226.2ms.
```

Damit alle Anwendungen LLMNR benutzen, muss zur Namensauflösung Systemd-Resolved verwendet werden und nicht der NetworkManager oder ein DNS-Resolver im LAN. Der lokale DNS-Resolver von Systemd wird über die Loopback-IP-Adresse 127.0.0.53 angesprochen. Dazu muss sie in der Datei `/etc/resolv.conf` eingetragen sein. Ein fertiges Muster steht in `/lib/systemd/resolv.conf`, das man so verwenden kann:

```
mv /etc/resolv.conf_
/etc/resolv.conf.original
ln -s /lib/systemd/resolv.conf_
/etc/resolv.conf
```

Wie der Name LLMNR andeutet, funktioniert dieser Dienst nur im lokalen Netz und auch nur in einem Segment – genauso wie mDNS. Router leiten LLMNR-Multicast-Anfragen nicht weiter und LLMNR-Namen können nur Rechner auflösen, die auf derselben Ethernet-Schicht miteinander kommunizieren.

Falls Sie ein öffentliches WLAN betreiben, empfiehlt es sich aus Sicherheitsgründen, auf dem Access Point die Client-Isolation einzuschalten. So trennen Sie die Gästegeräte voneinander und unterbinden die Namensauflösung per LLMNR.

## Namensauflösung in der Wolke

Um Namen von Rechnern und Diensten auch über Subnetzgrenzen hinweg aufzu-

lösen, bietet sich Microsofts Peer Name Resolution Protocol an (PNRP). PNRP löst Namen im Internet ohne zentrale DNS-Server auf [5]. PNRP ist auf allen Windows-Systemen seit Vista eingerichtet. Die Netzwerkerkennung muss aktiviert sein, es ist eine Link-lokale oder globale IPv6-Adresse erforderlich.

## Teredo-Zombie

Viele Rechner nutzen IPv6 zumindest im LAN, sodass dort auch PNRP funktioniert. Für Netzwerke ohne IPv6 gab es lange Zeit mit Teredo einen einfachen – wenn auch nicht immer zuverlässigen – Weg, um IPv6 auch für Internet-Zugriffe zu verwenden. Microsoft hat die öffentlich erreichbaren Teredo-Server für Windows 7 und Windows 8 im Mai 2015 abgeschaltet.

Wenn aber PNRP in einem reinen IPv4-Netzwerk benutzt wird – das kann man mittels der PNRP-Beacon-Anwendung anstoßen –, dann wird auch Teredo wieder aktiv. Microsoft betreibt für Windows-10-Installationen einen Server unter dem Domain-Namen `win1710.ipv6.microsoft.com`. Der Status des Teredo-Subsystems lässt sich mit dem Kommando `netsh interface teredo show state` abfragen.

## PNRP-Namen publizieren

Zurück zu PNRP: Windows-PCs publizieren ihren Namen und ihre IPv6-Adresse in einer Link-lokalen oder globalen PNRP-Cloud. Genau genommen handelt es sich um eine verteilte Hash-Tabelle. Der Inhalt der Clouds lässt sich mit dem Befehl `netsh p2p pn timer show list anzeigen`.

Registrieren Sie einen Namen in der PNRP-Wolke:

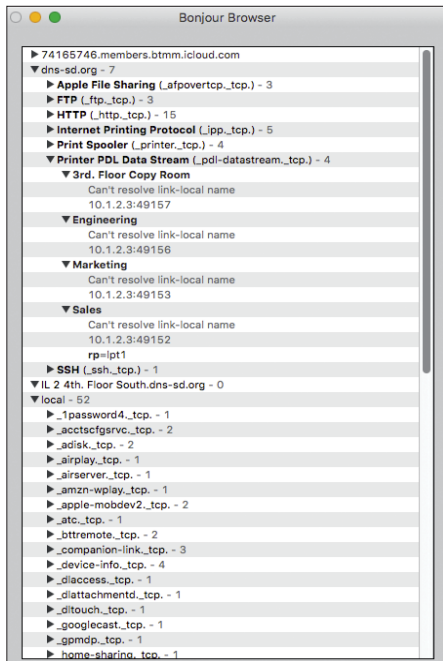
```
netsh p2p pn timer peer add_
registration 0.mywebserver_
comment="Dev-Webserver"
```

Die PNRP-Namen müssen eindeutig sein, es findet keine Kollisionsabfrage statt. Wenn mehrere PNRP-Benutzer den gleichen Namen verwenden, liefert der Dienst irgendeine der IP-Adressen, die auf diesen Namen registriert sind. Daher ist es sinnvoll, vor dem Registrieren zu prüfen, ob ein Name schon vergeben ist:

```
netsh p2p pn timer peer resolve_
0.mywebserver
```

Anwendungen können PNRP-Namen ebenfalls benutzen. Entfernen Sie dafür die führende „0.“ und fügen Sie die Do-





Im LAN hat sich Apples serverloser Namensdienst Bonjour sehr verbreitet (Standard-Zone .local). Daneben gibt es auch eine Wide-Area-Variante von Bonjour, hier durch die Zonen .icloud.com und dns-sd.org vertreten.

main-Endung „pnrp.net“ an. Im Browser verwendet man den Namen so:

`http://mywebserver.pnrp.net`

Genau besehen wird die pnrp.net-Domain nicht angesprochen. Windows verwendet die Zeichenkette lediglich, damit Anwendungen das etablierte DNS-Format nutzen können. Bei der Namensauflösung löscht Windows als erstes die Endung „pnrp.net“ und errechnet aus dem Hostnamen den PNRP-Hash. Den löst das Betriebssystem dann mittels der verteilten Hash-Tabelle zur IPv6-Adresse auf.

Alternativ zu NetShell auf der Kommandozeile kann man auch das Programm PNRP-Beacon verwenden (siehe c't-Link am Ende dieses Artikels). Es benötigt zwar eine ältere .NET-Laufzeitumgebung, aber sie wird auf neueren Windows-Versionen automatisch beim ersten Start der Anwendung installiert.

Die mit PNRP-Beacon eingegebenen Namen werden automatisch in der Link-lokalen und in der globalen PNRP-Wolke registriert. Der Name wird nach einigen Minuten von beliebigen anderen Windows-Rechnern zur IPv6-Adresse aufgelöst. Wenn Sie zum Beispiel „mein-developer-pc“ eingeben, lautet der entsprechende DNS-Name mein-developer-pc.pnrp.net. PNRP-Beacon zeigt auch an, ob andere Rechner in der PNRP-Wolke den gleichen Namen verwenden.

(dz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Carsten Strotmann, Privatvermittlung, Privater Nameserver und Adblocker im LAN, c't 21/2017, S. 158
- [2] Delegation Record for .DEV, <https://iana.org/domains/root/db/dev.html>
- [3] Special Use Domain home.arpa., <https://tools.ietf.org/html/draft-ietf-homenet-dot>
- [4] Dušan Živadinović, Bonjour für das VPN, Mehr Komfort mit der Zeroconf-Technik, <https://ct.de/-997853>
- [5] Johannes Endres, Carsten Strotmann, Microsofts Peer Name Resolution Protocol, Rechner mit P2P-Technik bekanntmachen, <https://ct.de/-221542>
- [6] Chrome Canary, <https://google.de/chrome/browser/canary.html>

**Downloads und Literatur:** [ct.de/y6ut](https://ct.de/y6ut)



# Check-in mit Komfort

## Raspberry Pi als offener WLAN-Router mit Captive Portal

**Gute Gastgeber bieten ihrem Besuch zur Begrüßung nicht nur einen Kaffee an, das WLAN-Passwort gehört ebenfalls zum guten Ton. Ein wahnsinnig kompliziertes Passwort aus Sicherheitsgründen aber auch. Ein offenes WLAN mit Captive Portal und individueller PIN ist eine kostengünstige Alternative.**

**Von Mirko Dölle**

**D**urst ist offenbar weniger schlimm als offline zu sein oder das mobile Datenvolumen zu verbrauchen – denn statt nach einer Tasse Kaffee fragen Gäste heute als erstes nach dem WLAN-Passwort. Um nicht jedem Besucher gleich Tür und Tor zum hauseigenen Netz zu öffnen, gibt es bei modernen Routern separierte Gäste-WLANs, die mit einem eigenen WLAN-Schlüssel gegen Missbrauch abgesichert sind.

Damit Besucher nicht komplizierte WLAN-Schlüssel fehlerträchtig von Hand abtippen müssen, nutzt man bei Android-Geräten gerne QR-Codes zur Eingabe –

so auch der in c't 10/2016 vorgestellte Gäste-WLAN-Automat. Bei iOS hingegen ist es deutlich komplizierter, dort kommt man nur über Umwege mit einem QR-Code ins WLAN.

Komfortabler ist ein offenes WLAN, das von einem Captive Portal mit PIN gegen unbefugte Nutzung abgesichert wird. Als Basis benötigen Sie dafür lediglich einen Raspberry Pi 3 und ein Miniatur-TFT-Display für unter 10 Euro. Der Clou ist, dass unser Captive Portal allein mit Bordmitteln ohne `sudo` und ohne spezielle Daemons für die Zugangsverwaltung funktioniert.

Haftungsrechtlich hat ein Captive Portal den Vorteil gegenüber der einfachen Herausgabe des WLAN-Schlüssels, dass Gäste erst dann Zugang zum Internet bekommen, wenn sie die auf der Portalseite angezeigten Nutzungsbedingungen für das WLAN akzeptiert haben. Zusätzlich wird die Anmeldung leichter, indem jeder Gast eine individuelle, zeitlich begrenzt gültige PIN anstelle eines für alle gültigen, komplizierten WLAN-Schlüssels eingibt.

## Markiert und aussortiert

Die Umsetzung ähnelt früheren c't-Projekten, bei denen der Raspi als WLAN-Hotspot oder -Router arbeitete: Der Raspi spannt mittels HostAP ein eigenes, unverschlüsseltes WLAN auf und dient gleichzeitig als DHCP-Server. Seine Internetverbindung bekommt der Raspi über den Ethernet-Anschluss und leitet als NAT-Router auch die Daten der (angemeldeten) WLAN-Gäste dorthin weiter. So weit, so üblich.

Die Daten der unbekannten und der angemeldeten Gäste unterscheidet der Raspi anhand der Markierung der Pakete: Zunächst werden mittels Firewall-Regel sämtliche WLAN-Pakete mit der Markierung 1 versehen. Eine zweite Regel wirft bei der Weiterleitung genau diese Pakete weg, sodass sie nicht an die Ethernet-Schnittstelle weitergeleitet werden – die WLAN-Gäste sind auf dem Raspi eingesperrt und können nur dort laufende Dienste wie den Webserver des Captive Portal erreichen.

Meldet sich ein Gast über das Captive Portal an und bestätigt die Nutzungsbedingungen, ergänzt Systemd für ihn eine individuelle Firewall-Regel, die WLAN-Pakete von dessen MAC-Adresse mit der Markierung 2 versieht. Diese routet die Firewall ins Internet, der Gast kann danach frei surfen. Aber nicht für immer, ein Cron-Job entfernt regelmäßig Gäste-freigaben, die älter als vier Stunden sind. Das verhindert, dass Nachbarn das Gäste-WLAN mittels ARP-Spoofing dauerhaft missbrauchen.

Während andere Captive Portale darauf warten müssen, bis der Gast eine Website ansurft, um ihn dann auf die Portalseite umzuleiten, nutzen wir die Captive-Erkennung von Android, iOS und Windows Phone, um die Gäste unmittelbar und automatisch zur Anmeldeseite zu lotsen. Auch dazu bedienen wir uns allein der Bordmittel.

## Aufgespielt

Bei der Hardware haben wir uns für den Raspberry Pi 3 entschieden, weil er einen Ethernet-Anschluss und WLAN besitzt. Sie können aber genauso gut einen Raspberry Pi 1 oder 2 mit WLAN-Adapter oder einen Raspberry Pi Zero W mit USB-Ethernet-Adapter verwenden. Als Betriebssystem empfehlen wir Raspbian Lite, da der WLAN-Router keine grafische Oberfläche benötigt.

Die Konfigurationsdateien für den WLAN-Router-Betrieb finden Sie unter [ct.de/ydb7](http://ct.de/ydb7) zum Download. Entpacken Sie das Zip-Archiv im lokalen Verzeichnis des Benutzers pi. Wenn Sie es unter Windows herunterladen, entpacken Sie das Zip-Archiv auf der ersten Partition der SD-Karte, auf der Sie zuvor Raspbian installiert haben. Unter Raspbian wechseln Sie dann zunächst mit `cd /boot` in das Verzeichnis mit dem entpackten Zip-Archiv, bevor Sie die folgenden Schritte durchführen.

Damit der Raspi als Hotspot arbeitet, müssen Sie zunächst den HostAP- und den DHCP-Daemon nachinstallieren:

```
sudo apt-get install hostapd dnsmasq
```

Die Konfigurationsdateien beider Programme sind im Zip-Archiv enthalten, kopieren Sie sie einfach nach /etc:

```
sudo cp 1726-154/default/* \
/etc/default
sudo cp -a 1726-154/hostapd /etc
sudo cp 1726-154/dnsmasq.conf /etc
```

Außerdem benötigen Sie einen mit statischer IP-Adresse konfigurierten WLAN-Adapter, wozu Sie mit `sudo pico /etc/network/interfaces` die zentrale Netzwerk-konfigurationsdatei öffnen und dort folgendes eintragen:

```
auto wlan0
iface wlan0 inet static
    address 192.168.255.1
    netmask 255.255.255.1
    wireless-mode Master
    wireless-power off
```

Damit haben Sie die IP-Adresse 192.168.255.1 als Anlaufstelle für alle WLAN-Gäste festgelegt und die Stromsparfunktion des WLAN-Adapters deaktiviert.

## Zwangsumleitung

Die nächsten Schritte bestehen darin, NAT-Routing und die Firewall zu konfigurieren. Damit der Raspi überhaupt Datenpakete weiterleitet, müssen Sie das Routing in der Datei /etc/sysctl.conf aktivieren:

```
net.ipv4.ip_forward=1
```

Dieser Eintrag wird allerdings erst nach einem Neustart wirksam, den Sie am besten am Ende der Einrichtung durchführen. Die Firewall-Regel zum Markieren des Gäste-Traffics mit 1 sieht so aus:

```
sudo iptables -A PREROUTING \
-t mangle -i wlan0 -m mark \
--mark 0 -j MARK --set-mark 1
```



Ein kleines TFT-Display für unter 10 Euro zeigt für jeden Gast eine individuelle PIN an. Das erschwert es Nachbarn und Passanten, das Gäste-WLAN zu missbrauchen.

Die mit 1 markierten Pakete nicht angemeldeter Gäste sollen nicht ins Internet gelangen, weshalb sie in der FORWARD-Chain verworfen werden müssen:

```
sudo iptables -A FORWARD \
-m mark --mark 1 -j DROP
```

Das NAT-Routing soll nur für die Daten angemeldeter WLAN-Gäste gelten, deren Pakete später mit 2 markiert werden:

```
sudo iptables -A POSTROUTING \
-t nat -o eth0 -m mark \
--mark 2 -j MASQUERADE
```

Wer noch nicht angemeldet ist, soll für die Anmeldung auf das Captive Portal umgeleitet werden. Dazu haben wir beim digitalen Flugblatt aus c't 22/2017 einen FakeDNS-Daemon verwendet, der alle Namen zur IP-Adresse 192.168.255.1 aufgelöst hat. Da Clients DNS-Abfragen cachen, können wir keinen DNS-Server gebrauchen, der falsche Antworten liefert. Sonst würden Sie beim ersten Versuch, <http://ct.de> aufzurufen, zwar auf dem Captive Portal landen und sich anmelden können – versuchen Sie anschließend jedoch erneut, [ct.de](http://ct.de) zu erreichen, landen Sie wiederum beim Captive Portal, weil die DNS-Abfrage noch gecacht ist.

Der Raspi muss also auch für nicht angemeldete Gäste DNS-Anfragen korrekt auflösen, was DNSMasq standardmäßig auch tut. Dass sie dennoch beim Versuch, [ct.de](http://ct.de) anzurufen, beim Captive Portal landen, bewirkt folgende Firewall-Regel:

```
sudo iptables -A PREROUTING -t nat \
-i wlan0 -p tcp -m mark --mark 1 \
-m tcp --dport 80 -j DNAT \
--to-destination 192.168.255.1
```

Sie leitet alle Pakete aus dem WLAN (-i wlan0), die mit 1 markiert (-m mark --mark 1) und für Port 80 (--dport 80) eines beliebigen Ziels bestimmt sind, auf die IP-Adresse 192.168.255.1 um (--to-destination 192.168.255.1) – und die Gäste landen auf der Portalseite des Raspi anstatt bei c't.

Allerdings funktioniert das nur für HTTP-Aufrufe: HTTPS-Anfragen kann das Captive Portal mangels SSL-Zertifikat nicht beantworten. Das ist bei Mobilgeräten auch nicht nötig, diese werden durch einen Trick in der Webserver-Konfiguration später automatisch per HTTP zum Portal geleitet.

Damit Sie die Firewall-Regeln nicht nach jedem Neustart neu eintragen müs-

sen, installieren Sie das Paket iptables-persistent nach:

```
sudo apt-get install \
iptables-persistent
```

Während das Paket eingerichtet wird, werden Sie gefragt, ob Sie die Regeln speichern lassen wollen – dies sollten Sie bejahen.

## Apache als Portal-Server

Für das Captive Portal benötigen Sie einen Webserver auf dem Raspi, den Sie ebenfalls nachinstallieren müssen. Beim digitalen Flugblatt aus c't 22/2017 haben wir die Einrichtung eines Captive Portal unter Nginx beschrieben, weshalb wir diesmal Apache mit PHP als Beispiel verwenden:

```
sudo apt-get install apache2 php
```

Der Captive-Test von Android, iOS und Windows Phone verläuft nach dem gleichen Schema: Sobald das Mobilgerät Verbindung mit einem WLAN hat, ruft jedes System automatisch eine bestimmte URL beim jeweiligen Hersteller ab und erwartet entweder einen erfolgreichen Seitenabruf (200) oder die Fehlermeldung, dass die Seite nicht existiert (404).

Captive Portale sollen stattdessen eine temporäre Umleitung mit dem Code 302 zurückliefern und die Portalseite als Zieladresse angeben – dann öffnen die Mobilgeräte entweder die Seite unmittelbar oder informieren den Benutzer, dass er sich zunächst anmelden müsse.

Der Einfachheit halber richten Sie bei Apache nicht nur eine Umleitung für die drei URLs von Android, iOS und Windows Phone ein, sondern liefern generell, wenn ein Dokument nicht gefunden wird, den Code 302 zurück und leiten auf die Startseite des Portals weiter. Dazu fügen Sie im VirtualHost-Abschnitt der Datei /etc/apache2/sites-available/000-default.conf folgende Zeile ein:

```
ErrorDocument 404 /
```

Schon landen alle WLAN-Gäste beim ersten Zugriff auf Ihr WLAN auf der Startseite des Apache-Webservers.

## Freiheit für manche

Damit ein Gast im Internet surfen kann, müssen Sie seine Datenpakete von der Firewall mit 2 markieren lassen. Als Unterscheidungskriterium dient die MAC-Adresse des WLAN-Adapters. Hier ein Beispiel:

```
iptables -A PREROUTING -t mangle \
-m mac --mac-source \
99:98:97:ab:cd:ef \
-j MARK --set-mark 2
```

Um die Regel einzutragen, muss iptables mit Root-Rechten aufgerufen werden. Viele Captive Portale verwenden dafür einen sudo-Aufruf aus PHP heraus, womit ein Angreifer viel Unfug treiben könnte – für uns ein No-Go.

Unser Captive Portal verwendet stattdessen Systemd, um die Iptables-Regeln zu verwalten, und ein unabhängiges PHP-Frontend, das bei der Anmeldung eines Gasts eine Datei mit dessen MAC-Adresse als Namen im Verzeichnis /var/www/wlanguests anlegt. Die MAC-Adresse ermittelt das PHP-Skript, indem es die ARP-Tabelle ausliest:

```
$ARP_TB = file("/proc/net/arp");
$MAC_ADDR = "";
if($ARP_TB !== false) {
    foreach ($ARP_TB as $ARP_E) {
        if(0 === strpos($ARP_E,
            $_SERVER["REMOTE_ADDR"]." ") {
            $MAC_ADDR=str_replace(':', '',
                substr($ARP_E, 41, 17));
            break;
        }
    }
}
...
file_put_contents($WLANGUEST_DIR
    . $MAC_ADDR, $_SERVER["REMOTE_ADDR"]
    . "\n");
```

Das Gästeverzeichnis, das dem Apache-Benutzer www-data gehören und für ihn beschreibbar sein muss, lassen wir von dem Systemd-Job wlanguests.path auf Veränderungen überwachen:

```
[Unit]
Description=Watch directory
[Path]
PathModified=/var/www/wlanguests/
[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

## Verdrahtung 1,8"-TFT-Display

Display-Pin	Funktion	Raspi-GPIO-Pin
1 (VCC)	+3,3V	17 (3.3V)
2 (GND)	Masse	20 (GND)
3 (CS)	SPI Chip Select	24 (SPI_CEO_N, GPIO 8)
4 (Reset)	Reset	16 (GPIO 23)
5 (AO)	Data/Command	18 (GPIO 24)
6 (SDA)	SPI MOSI	19 (SPI_MOSI, GPIO 10)
7 (SCK)	SPI Clock	23 (SPI_CLK, GPIO 11)
8 (LED)	Backlight	22 (GPIO 25)



Systemd verwendet die Kernel-Funktion `inotify()`, um über Änderungen an dem Verzeichnis informiert zu werden, und startet dann den Job `wlanguests.service`, der zu `wlanguests.path` gehört:

```
[Unit]
Description=Update iptables rules
[Service]
Type=oneshot
ExecStart=/usr/local/bin/↵
↵wlanguestsctl
```

Die Iptables-Regeln setzt und löscht dann das Shell-Skript `/usr/local/bin/wlanguestsctl`: Dazu vergleicht es die MAC-Adressen in den bestehenden Iptables-Regeln mit den Dateinamen im Gästeverzeichnis – gibt es eine Datei, für die es keine Regel gibt, so wird eine neue Regel eingetragen. Eine Regel, für die es keine passende Datei mehr gibt, wird gelöscht. So kann das PHP-Frontend steuern, welche Gäste Internetzugriff bekommen, ohne selbst Root-Rechte zu benötigen.

Die Systemd-Jobs und das Skript `wlanguestsctl` finden Sie ebenfalls im Zip-Archiv. Zur Installation kopieren Sie die Dateien in die Verzeichnisse und aktivieren dann den Systemd-Job:

```
sudo cp 1726-154/wlanguests/↵
↵wlanguests.* /etc/systemd/system
sudo cp 1726-154/wlanguests/↵
↵wlanguestsctl /usr/local/bin
sudo systemctl enable wlanguests.path
```

Indem Sie den oben gezeigten PHP-Code-Schnipsel in eine Begrüßungsseite integrieren, haben Sie bereits ein einfaches Captive Portal, das jedem die Nutzungsbedingungen präsentiert, sobald er sich mit dem WLAN verbindet. Doch damit ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass auch Nachbarn und Passanten Ihr offenes WLAN nutzen.

## Mini-TFT als PIN-Display

Wir haben deshalb den Raspi um ein günstiges TFT-Display für unter 10 Euro erweitert, das für jeden Gast eine individuelle PIN anzeigt, sobald er sich mit dem WLAN verbindet. Das 1,8 Zoll große Display mit 128 × 160 Pixel hat einen ST7735-Controller und ein SPI-Interface. Sie finden es bei eBay unter den Stichworten „1.8 128x160 SPI TFT“ bei verschiedenen Händlern. Achten Sie darauf, dass es eine grüne Abziehhilfe für die Display-Schutzfolie hat – dieser sogenannte „tab“ ist ein Hinweis auf den verbauten Display-Controller.

Wie Sie das Display mit dem Raspi verbinden, finden Sie in der Tabelle links unten. Für die Inbetriebnahme fügen Sie in der Datei `/boot/cmdline.txt` folgende Angaben am Ende der ersten Zeile an:

```
fbcon=map:0000001 fbcon=font:10x18 ↵
↵ FRAMEBUFFER=/dev/fb1
```

Damit wird das Display dem Terminal 7 (`/dev/tty7`) zugeordnet und ein 10×18-Pixel-Font ausgewählt, sodass die PIN später besser lesbar ist. Außerdem lassen Sie das SPI-Modul sowie das Kernel-Modul für das Display bei jedem Start automatisch laden, indem Sie die Datei `/etc/modules` um folgende Zeilen ergänzen:

```
spi_bcm2835
fbtft_device
```

Damit der Kernel weiß, wie das Display mit dem Raspi verkabelt ist, legen Sie die Datei `/etc/modprobe.d/raspi.conf` an und tragen dort die Modul-Optionen ein:

```
options fbtft_device custom ↵
↵ name=fb_st7735r speed=32000000 ↵
↵ gpio=reset:23,cs:8,dc:24,led:25 ↵
↵ rotate=90
```

Schließlich rufen Sie `sudo raspi-config` auf und aktivieren unter „Interfacing Options“ die SPI-Schnittstelle, bevor Sie den Raspi neu starten.

Ist er wieder hochgefahren, müssen Sie dafür sorgen, dass die PIN auf dem Display angezeigt wird. Dafür ist das Skript `wlanpindisplay` aus dem Zip-Archiv zuständig. Aufgerufen wird es genau wie die Regelverwaltung von Systemd – die Systemd-Job-Dateien heißen `wlanpindisplay.path` und `wlanpindisplay.service` und befinden sich ebenfalls im Zip-Archiv. Die Installation läuft analog zu der Regelverwaltung:

```
sudo cp 1726-154/wlanpindisplay/↵
↵wlanpindisplay.* /etc/systemd/system
sudo cp 1726-154/wlanpindisplay/↵
↵wlanpindisplay /usr/local/bin
sudo systemctl enable ↵
↵wlanpindisplay.path
```

Das PHP-Frontend erzeugt auch die PIN und speichert sie in der Datei `/var/www/wlanguests/wlanpin`:

```
if(!file_exists($WLAN_PIN_FILE))
file_put_contents($WLAN_PIN_FILE,
random_int(100000,999999)."↵");
```

Das vollständige PHP-Frontend finden Sie ebenfalls im Zip-Archiv im Verzeichnis `php`. Kopieren Sie es einfach in das Docu-



Die Portalseite öffnet sich auf vielen Mobilgeräten automatisch, sobald sich jemand mit dem Gäste-WLAN verbindet. Ins Internet geht es nur, wenn man die Nutzungsbedingungen akzeptiert und die am TFT-Display angezeigte PIN eingibt.

ment-Root von Apache, entfernen Sie die vorhandene Datei `index.html` und legen Sie das Gästeverzeichnis an:

```
sudo cp 1726-154/php/* /var/www/html
sudo rm /var/www/html/index.html
sudo mkdir /var/www/wlanguests
sudo chown www-data:www-data ↵
↵/var/www/wlanguests
```

Zum Schluss gilt es, noch zwei Cron-Jobs einzurichten: Der erste wirft Gäste nach etwa vier Stunden hinaus, der zweite löscht eine angeforderte, aber nicht genutzte PIN nach etwa zwei Minuten. Beides dient dazu, aufdringliche Nachbarn abzuweisen, die ungefragt Ihr Gäste-WLAN für ihre Zwecke nutzen wollen. Beide Cron-Jobs laufen mit den Rechten des Webservers; rufen Sie `sudo crontab -u www-data -e` auf und tragen Sie folgendes ein:

```
0,30 * * * * /usr/local/bin/↵
↵wlanguestsctl --purge
*/2 * * * * /usr/local/bin/↵
↵wlanpindisplay --purge
```

So bleibt das WLAN Ihren Gästen vorbehalten, die die PIN am Display des Raspi ablesen können. (mid@ct.de) **ct**

**Konfigurationsdateien:** [ct.de/ydb7](https://ct.de/ydb7)

# Für eine Handvoll Sponsoren-Dollar

## Wie gemeinnützig ist das Konferieren über freie Software?

**Auch Computer-Userclubs und andere Vereine, die ihrer satzungsmäßigen Zwecke wegen grundsätzlich als gemeinnützig anerkannt sind, können Ärger mit dem Finanzamt bekommen. Wenn es etwa darum geht, Konferenzen zu veranstalten und dabei Steuerprivilegien zu genießen, ist nicht zuletzt das Finanzierungsmodell solcher Events wichtig.**

Von Martin Weigel

Bei Entwicklern und Förderern freier und quelloffener Software geht es vielfach ausgesprochen selbstlos zu. Man investiert Arbeitszeit, Material und Nerven an vielerlei Fronten, vom Codeschreiben übers ständige Entfehlen bis hin zu Dokumentation und Support. Vieles davon tut man nicht mit dem Blick darauf, ob es sich auszahlt. Vielmehr ist eine Menge Idealismus und Menschenfreundlichkeit im Spiel. Das verdient Unterstützung. So sollten doch auch Finanzbehörden denken – oder?

### Joomlaner, versammelt euch!

Joomla ist ein freies Content-Management-System, das sich dank einer großen Entwickler- und Nutzergemeinde seit 2005 zu einer der führenden Plattformen für Web-Portale und -Shops entwickelt hat. Der Verein „J and Beyond e.V.“ (früher Mambo e.V.) setzt sich aus begeisterten Joomla-Nutzern zusammen. Als gemeinnütziger Verein ist er im Rahmen der Volks- und Berufsbildung sowie der Studentenhilfe tätig. Nach § 2 seiner Satzung besteht sein Vereinszweck darin, die Nutzung freier Software im Sinne der „Open Source Definition“ durch freie Kommuni-

kation und die Bereitstellung von Informationen in Datennetzen im privaten wie im beruflichen Bereich zu fördern. Unter anderem kümmert er sich um die Website [joomla.de](http://joomla.de).

Der Verein veranstaltet jährlich den auf Deutschland bezogenen „Joomladay“ und den international ausgerichteten Kongress „J & Beyond“. Er ist dabei an Vorgaben des Lizenzgebers Open Source Matters, Inc. gebunden. Dessen Regeln zufolge dürfen diese Konferenzen nur von Organisationen veranstaltet werden, die keinen Gewinn erzielen wollen. Die Organisatoren der Veranstaltungen und die Vortragenden dürfen für ihre Tätigkeit keine besondere Vergütung erhalten.

Um die Eintrittsgelder für die Teilnehmer möglichst niedrig zu halten, hat der Verein ein Sponsoring-Programm aufgesetzt. So nahm er im Jahr 2010, als der erste „J & Beyond“-Kongress lief, aus Ticketverkauf, Sponsoring und weiteren Aktivitäten rund um die Veranstaltungen 51.900 Euro ein.

### Das Finanzamt schlägt zu

Eine Betriebsprüfung des zuständigen Finanzamts (FA) kam zu dem Ergebnis, dass der Verein mit seinen Konferenzen einen wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb gemäß § 14 der Abgabenordnung (AO) als Kongressveranstalter unterhalten habe. Auf dieser Grundlage erließ das FA erstmals Steuerbescheide über Umsatz- und Körperschaftsteuer sowie Gewerbesteuerermessbeträge für das Kalenderjahr 2010.

Die Einsprüche des Vereins gegen diese Steuerbescheide sowie die – nach einer Niederlage im Vorverfahren – eingereichte Klage vor dem Finanzgericht (FG) Köln blieben erfolglos [1]. Das Gericht erkannte zwar an, dass die Veranstaltungen eine Ideenschmiede für die Trends der Zukunft und den Umgang mit Open-Source-Software darstellen könnten. Die

Hauptplattform für die Verbreitung der Software und den Informationsaustausch darüber sei jedoch das Internet gewesen – diese Rolle komme nicht etwa den Kongressveranstaltungen zu.

### Steuerbefreiungshürden

Ein als gemeinnützig anerkannter Verein ist nach § 5 Abs. 1 Nr. 9 Satz 1 des Körperschaftsteuergesetzes (KStG) sowie § 3 Nr. 6 des Gewerbesteuergesetzes (GewStG) von den betreffenden Steuern befreit. Das gilt aber dann nicht, wenn der Verein einen „wirtschaftlichen Geschäftsbetrieb“ unterhält. Denn dann treten sie – wie andere Unternehmen auch – im Wirtschaftsverkehr auf und müssen dementsprechend Steuern zahlen.

Eine Sonderrolle nimmt im Gemeinnützigkeitsrecht der sogenannte Zweckbetrieb ein. Es handelt sich dabei um einen Geschäftsbetrieb durch Vereine und andere gemeinnützige Körperschaften wie beispielsweise Stiftungen, der unter den besonderen Voraussetzungen von § 65 AO steuerlich bevorzugt wird. Das bedeutet, es fällt keine Körperschaftsteuer an, und auch die Festsetzung des Gewerbesteuerermessbetrages entspricht dem Vorgehen bei gemeinnützigen Zwecken.

Während § 65 AO allgemeine Voraussetzungen für einen Zweckbetrieb formuliert, behandelt § 68 AO bestimmte gesetzlich definierte Unternehmen und Einrichtungen als Quasi-Zweckbetriebe. Insofern ging es im Fall „J and Beyond e.V.“ um die Frage, ob der klagende Verein mit seinen Kongressen den Anforderungen des § 68 Nr. 8 AO entsprach. Dann hätte er – ähnlich wie eine Volkshochschule – „Vorträge, Kurse und andere Veranstaltungen wissenschaftlicher oder belehrender Art“ durchgeführt.

In der Revision landete die Sache beim V. Senat des Bundesfinanzhofs (BFH). Der gab dem Verein in zweien der

drei Streitfragen recht, nämlich was die Befreiung von der Körperschaftsteuer und den Gewerbesteuerbemessungsbetrag angeht. In Bezug auf die Umsatzsteuer muss das FG Köln nun die aufgeworfenen Fragen neu entscheiden.

## Fortgebildet und belehrt

Der BFH war zu der Überzeugung gelangt, dass der Verein mit seinen Kongressen „Veranstaltungen belehrender Art im Sinne von § 68 Nr. 8 AO“ durchgeführt hatte. Für die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen genüge es, wenn bei den betreffenden Veranstaltungen überwiegend Vorträge gehalten würden, die naturgemäß belehrenden Charakter hätten. Das Veranstalten der Kongresse habe auch in Einklang mit § 2 der Vereinssatzung gestanden. Danach stehe die „Fortbildung von Mitgliedern und interessierten Nichtmitgliedern“ im Mittelpunkt. Ein Blick auf die Regelungen im Umsatzsteuerrecht verbiete sich, da § 68 Nr. 8 AO eigenständig zu prüfen sei. Die Bestimmungen für die verschiedenen Steuerarten seien nicht deckungsgleich und deshalb jeweils für sich zu betrachten.

Bei der Umsatzsteuer stellte sich die Frage anders. § 4 Nr. 22 Buchst. a des Umsatzsteuergesetzes (UStG) befreit zwar Einrichtungen, die gemeinnützigen Zwecken dienen, von der Umsatzsteuer. Mit Blick auf die hier ebenfalls zu beachtende EU-Richtlinie (MwStSystRL) umfasst die Steuerbefreiung nach dem UStG aber nicht alle Kurse zum Erlernen von Fähigkeiten oder Fertigkeiten „wissenschaftlicher oder belehrender Art“.

Umsatzsteuerbefreit sind nach der Rechtsprechung vielmehr nur solche Kurse, die als Erziehung von Kindern und Jugendlichen, als Schul- oder Hochschulunterricht, als Ausbildung, Fortbildung oder berufliche Umschulung eingeordnet werden können [3]. Diese Voraussetzungen erfüllten die Kongresse des Vereins nicht.

Damit waren jedoch nicht alle Fragen beantwortet: Bei der Umsatzsteuer war noch zu klären, ob der Verein anstelle des Regelsteuersatzes von 19 Prozent nach § 12 Abs. 2 Nr. 8 Buchst. a UStG den ermäßigten Umsatzsteuersatz von 7 Prozent beanspruchen darf. Das können Körperschaften tun, die „ausschließlich und unmittelbar“ gemeinnützige Zwecke verfolgen. Wenn ein Verein im Rahmen eines Zweckbetriebs handelt, gilt diese Steuerermäßigung nur, wenn der Zweckbetrieb nicht in erster Linie zusätzliche Einnah-

## Sonderfall Zweckbetrieb: Das sagt die Abgabenordnung

**§ 14 Satz 1 und 2 AO:** Ein wirtschaftlicher Geschäftsbetrieb ist eine selbstständige nachhaltige Tätigkeit, durch die Einnahmen oder andere wirtschaftliche Vorteile erzielt werden und die über den Rahmen einer Vermögensverwaltung hinausgeht. Die Absicht, Gewinn zu erzielen, ist nicht erforderlich.

**§ 65 AO:** Ein Zweckbetrieb ist gegeben, wenn: 1. der wirtschaftliche Geschäftsbetrieb in seiner Gesamtrichtung dazu dient, die steuerbegünstigten satzungsmäßigen Zwecke der Körperschaft zu verwirklichen, 2. die Zwecke nur durch einen solchen Geschäftsbetrieb erreicht

werden können und 3. der wirtschaftliche Geschäftsbetrieb zu nicht begünstigten Betrieben derselben oder ähnlichen Art nicht in größerem Umfang in Wettbewerb tritt, als bei der Erfüllung der steuerbegünstigten Zwecke unvermeidbar ist.

**§ 68 Nr. 8 AO:** Zweckbetriebe sind auch Volkshochschulen und andere Einrichtungen, soweit sie selbst Vorträge, Kurse und andere Veranstaltungen wissenschaftlicher oder belehrender Art durchführen; dies gilt auch, soweit die Einrichtungen den Teilnehmern dieser Veranstaltungen selbst Beherbergung und Beköstigung gewähren.

men erzielen will. Entscheidend ist jedoch, ob er mit seinem Angebot in Wettbewerb zu anderen Unternehmen tritt, die vergleichbare Leistungen ohne Anspruch auf Ermäßigung am Markt anbieten. Der ermäßigte Steuersatz soll nur in solchen Fällen gewährt werden, in denen keine oder bloß eine geringe Gefahr einer Wettbewerbsverzerrung vorliegt [4].

Das FG Köln, an das der BFH die Sache zur Klärung dieser Frage zurückverwiesen hat, wird nunmehr zu prüfen haben, ob der Verein mit seinem Veranstaltungsangebot in Wettbewerb zu kommerziellen Anbietern tritt.

## Die richtigen Schritte

Ein gemeinnütziger Verein zur Förderung freier und quelloffener Software muss sich, wenn er in den Genuss von Steuerprivilegien für Veranstaltungen kommen will, zunächst Gedanken über die Formulierung seiner Satzung machen. Dann gilt es, durchgeführte Veranstaltungen zu dokumentieren. Wichtig ist es nachzuweisen, dass Vorträge, Kurse und andere Veranstaltungen wissenschaftlicher und belehrender Art im Sinne des § 68 Nr. 8 AO stattfinden. Das dazugehörige Internet-Angebot sollte man auf Zielrichtung und Ausgestaltung abklopfen. Es empfiehlt sich, auf spätere Nachfragen der Finanzverwaltung vorbereitet zu sein.

Was die Umsatzsteuer betrifft, sollte man mindestens einen Steuersatz von 7 Prozent einplanen. Mit dem Steuerberater sollte die Frage des Vorsteuerabzugs geklärt werden. Dafür ist es nötig, die Zuordnung und Aufbewahrung von Rechnungen zu organisieren.

Übrigens: Wenn man für Tagungen Übernachtungs- und Verpflegungsleistungen anbieten will, fällt dafür Umsatzsteuer mit dem Regelsteuersatz von 19 Prozent an. Das gilt unabhängig davon, ob die übrige Veranstaltungstätigkeit steuerlich befreit ist [5].

Last, but not least verdient auch das Finanzierungsmodell einen kritischen Blick. Im Gemeinnützigkeitsrecht ist unter anderem das Gebot „zeitnahe Mittelverwendung“ zu beachten. Dagegen kann ein Verein beispielsweise dann verstoßen, wenn er konkrete, zweckgebundene Spendenmittel nicht alsbald für das jeweilige Vorhaben verwendet, sondern diese stehen lässt. Wie schwierig es in der Praxis sein kann, das bei Bedarf nachzuweisen, zeigt eine Entscheidung des FG Hamburg von 2015, die der BFH als Revisionsinstanz im März 2017 aufhob [6]: Dem höchsten deutschen Finanzgericht genügte es, dass der klagende Umweltschutzverein „innerhalb der gesetzlichen Mittelverwendungsfrist“ für ein ausgewiesenes Projekt einen Betrag einsetzte, der dem projektbezogenen Spendenguthaben entsprach – obgleich dieser Betrag nicht vom Projektkonto stammte. (psz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] FG Köln, Urteil vom 7. 4. 2016, Az. 10 K 2601/13, Sammlung der Entscheidungen der Finanzgerichte (EFG) 2016, 1236
- [2] BFH, Urteil vom 21. 6. 2017, Az. V R 34/16
- [3] BFH, Urteil vom 27. 4. 2006, Az. V R 53/04
- [4] EuGH, Urteil vom 3. März 2011, Az. C-41/09, EU: C: 2011:108, Rz. 52
- [5] BFH, Urteil vom 8. 3. 2012, Az. V R 14/11
- [6] FG Hamburg, Urteil vom 25. 2. 2015, Az. 5 K 135/12; BFH, Urteil vom 20. 3. 2017, Az. X R 13/15

# 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)

f & 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).

## USB 3.1: Adapter-Kabel von Typ-A-Stecker auf Typ-C

! Mich verwirren die unterschiedlichen USB-3.x-Standards etwas: USB 3.1 Gen 1 und USB 3.0 legen eine Datenrate von 5 GBit/s fest, USB 3.1 Gen 2 eine von 10 GBit/s und USB 3.2 verdoppelt die Datenrate noch einmal. Mit USB 3.1 sind aber auch Kabel mit Typ-A-Buchse auf Typ-C-Stecker spezifiziert. Ist bei solch einem Kabel die Datenrate auf 5 GBit/s be-

schränkt oder funktionieren auch 10 GBit/s? Und wie sieht es bei USB 3.2 aus?

! USB 3.1 Gen 2 ist sowohl für Typ-A- als auch für Typ-C-Buchsen spezifiziert, ein von Ihnen beschriebenes Kabel kann also über die beiden High-Speed-Leiterpaare des Typ-A-Steckers durchaus 10 GBit/s brutto übertragen.

Der Unterschied zu USB 3.1 Gen 1 (vulgo USB 3.0) liegt nicht in der Beschaltung, sondern in der höheren Symbolrate und einer effizienteren Kodierung bei USB 3.1 Gen 2. Erst mit dem künftigen USB 3.2 werden mehr Adernpaare in Kabeln und Steckern benötigt, was dann zwingend USB C auf beiden Seiten des Kabels voraussetzt; die Datenrate entspricht auf beiden Links einer USB-3.1-Gen-2-Verbindung. Dann entfällt allerdings die parallele Übermittlung von DisplayPort-Signalen, die USB-C-Docks derzeit nutzen. Mehr dazu in c't 4/2017 ab Seite 124.

(mue@ct.de)

## NBase-T-Treiber unter OpenSuse Leap nutzen

! Ich habe unter OpenSuse Leap 42.2 den Linux-Treiber für den NBase-T-Chip Tehuti TN4010 bisher immer problemlos übersetzen und nutzen können.

Nach dem Update auf Leap 42.3 scheitert das Kompilieren aber mit einer Fehlermeldung. Wie bekomme ich den Treiber wieder zum Laufen?

! Das Übersetzen des tn40xx-Treibers schlägt fehl, weil die Entwickler beim Standard-Kernel 4.4 von Leap 42.3 Netzwerkänderungen aus neueren Kernel-Versionen zurückportiert haben. Nun fehlen Strukturen, die der Treiber bei einem 4.4er-Kernel erwartet.

Ein Workaround ist, den Linux-Kernel 4.14 aus dem Kernel-Stable-Repository sowie das zugehörige kernel-devel-Paket zu installieren (siehe [ct.de/yk3m](http://ct.de/yk3m)). Achten Sie darauf, auch das devel-Paket für die jeweils installierte Kernel-Variante (default, vanilla, debug) hereinzuholen, also kernel-default-devel, wenn der Default-Kernel läuft. Anschließend lässt sich der tn40xx-Treiber erfolgreich bauen und nach dem fälligen Reboot mit dem Linux-Kernel 4.14 auch verwenden. (ea@ct.de)

**Aktuellen Kernel unter Leap verwenden:**  
[ct.de/yk3m](http://ct.de/yk3m)

## 3D-Drucken mit der richtigen Temperatur

! Einige Kunststoffe verarbeitet mein 3D-Drucker sauberer, wenn ich sie mit einer anderen Temperatur als angegeben verarbeite. Wie finde ich die optimale Temperatur für ein unbekanntes Material?

! Um zu bestimmen, bei welcher Düsensentemperatur man mit PLA- oder

## USB-3-Pinbelegung

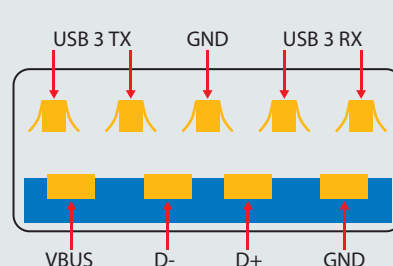
In einer USB-Typ-C-Buchse (links) befinden sich 24 Kontakte mit zwei unidirektionalen High-Speed-Links (RX/TX 1 und 2), deren Belegung punktsymmetrisch ist. Die Typ-A-Buchse (rechts) hat zusätzlich zu den USB-2.0-Kontakten mit den bidirektionalen Datenleitungen D+ und D- fünf Kontakte für einen USB-3-High-Speed-Link sowie eine Masseleitung.

### Pinbelegung Typ-C-Buchse

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12
GND	TX1+	TX1-	VBUS	CC1	D+	D-	SBU1	VBUS	RX2-	RX2+	GND
B12	B11	B10	B9	B8	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1
GND	RX1+	RX1-	VBUS	SBU2	D-	D+	CC2	VBUS	TX2-	TX2+	GND

■ Masse   ■ High Speed Datenpfad (1)   ■ High Speed Datenpfad (2)   ■ USB 2.0  
■ Stromversorgung   ■ Sideband Use  
■ Erkennen der Stecker-Orientierung (eine Leitung wird zum Kontrollkanal CC, die andere zu VCONN)

### Pinbelegung Typ-A-Buchse







An Temperaturtürmen sieht man, bei welcher Düsentemperatur ein 3D-Drucker einen Kunststoff am saubersten verarbeitet. Um einen solchen zu drucken, müssen Sie aber G-Code von Hand modifizieren.

ABS-Filamenten eines Herstellers am saubersten druckt, haben sich Testdrucke von sogenannten Temperaturtürmen eingebürgert. Wenn Sie bei [thingiverse.com](http://thingiverse.com) „temperature tower“ eingeben, finden Sie zahlreiche Designs für solche Türme. Die bestehen aus Blöcken, auf deren Vorderseite die Temperatur steht, mit der sie gedruckt werden sollen. Dabei folgt meist ein Block mit etwas höherer Temperatur auf einen mit niedrigerer, damit man Unterschiede leichter erkennt.

Die Designs liegen als STL-Dateien vor, die keinerlei Angaben zur Drucktemperatur machen. Das STL laden Sie in Ihren bevorzugten Slicer und stellen als Düsentemperatur die Angabe auf dem untersten Block ein. Nun exportieren Sie den G-Code wie bei einem normalen Druck. Statt die Datei wie üblich direkt auf den Drucker zu laden, editieren Sie den G-Code vorher in einem Texteditor.

Identifizieren Sie dafür im G-Code die Stellen, an denen der Drucker mit einem Block fertig ist. Das ist beispielsweise der Fall, wenn die Z-Koordinate der Befehle erstmals 10 Millimeter überschreitet. Fügen Sie hier in einer neuen Zeile einen „M104“-Befehl ein, bei dem Sie hinter „S“ die Temperatur des darüberliegenden Blocks angeben (beispielsweise M104 S240). Solche Befehle ergänzen

Sie für alle Blöcke und speichern die Datei wieder ab. Erst dann schicken Sie den G-Code an den Drucker. (jme@ct.de)

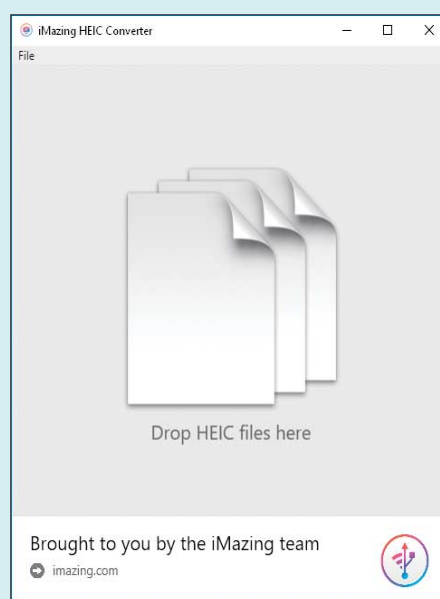
## HEIF-Dateien konvertieren

**?** In c't 24/2017 stand, dass bisher kein gängiges Programm unter Windows und kaum eines unter macOS HEIF-Dateien öffnen kann. Was mache ich, wenn ich so eine Datei bekomme?

**!** Die Apple-Systeme macOS High Sierra und iOS 11 verwenden für Bilder intern das Dateiformat HEIF (High Efficiency Image Format). Für die Weitergabe konvertieren sie Bilder nach JPEG. Somit besteht in den meisten Fällen kein Bedarf für die HEIF-Unterstützung. Falls Sie dennoch auf eine HEIF-Datei stoßen, kann sie der iMazing HEIC Converter in eine JPEG-Datei umwandeln.

Der Schweizer Hersteller DigiDNA bietet diesen Datei-Konverter kostenlos an. Die Vollversion von iMazing kostet 40 Euro und verwaltet iOS-Geräte auf Mac und Windows-PC. Dateien mit der Endung HEIC legt man per Drag & Drop auf der Oberfläche des Konverters ab. Anschließend fragt dieser die gewünschte JPEG-Qualität ab und exportiert die Datei in einen Ordner nach Wahl. (akr@ct.de)

**HEIC-Converter-Download:** [ct.de/yc1c](http://ct.de/yc1c)



Der iMazing HEIC Converter wandelt Bilder in HEIF-Kodierung unter macOS und Windows in JPEG-Dateien um.

## ISDN/ADSL-Router an All-IP-Anschluss?

**?** Ich beziehe mich auf Ihren Artikel in c't Netzwerke 2017: Wenn ich es richtig verstanden habe, kann man eine Fritzbox wie die 7170, die nur Annex B versteht, nicht an All-IP-Anschlüssen betreiben, die mit Annex J laufen. Gilt das auch beim Betrieb ohne Splitter? Oder kann man dann nur nicht die ganze Bandbreite des Uplinks nutzen? Lässt sich in der Fritzbox irgendwo in Erfahrung bringen, mit welchem Annex-Typ meine Leitung läuft oder welche Annexe mein Provider unterstützt?

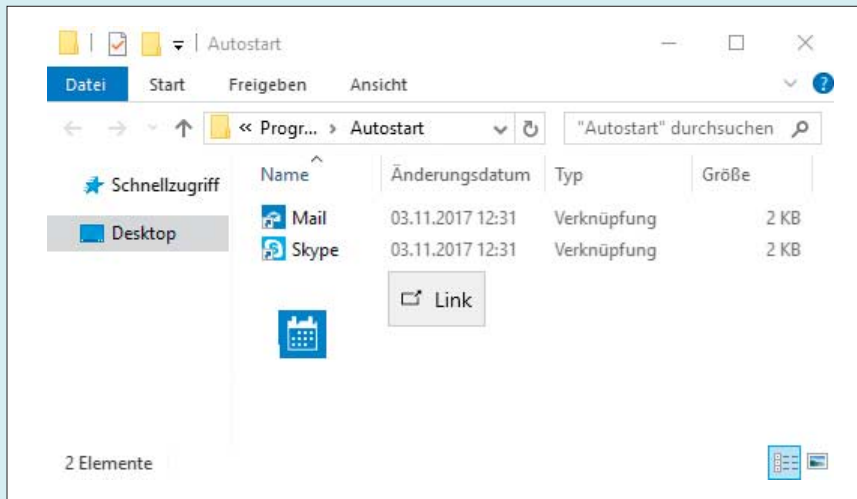
**!** Bei ADSL2+ Annex B ist der Teil des zur Datenübertragung genutzten Frequenzbands bis 130 kHz für die ISDN-Telefonie reserviert. Erst oberhalb dieses Bereichs läuft der Internet-Verkehr. Die beiden Bereiche trennt ein Splitter. Das ist im Prinzip eine passive Frequenzweiche wie bei Mehrwege-Lautsprechern. Bei Annex J fällt ISDN weg und das Frequenzband, das für Internet verwendet wird, ist größer. Zugleich entfällt deshalb auch der Splitter.

Wenn Sie also einen Annex-B-Router mit einem Annex-J-Anschluss koppeln, können Sie die unteren 130 kHz nicht nutzen. Möglicherweise synchronisiert der Annex-B-Router an einem solchen Anschluss schon gar nicht. Falls doch, dann liefert er niedrigere Datenraten als ein Annex-J-fähiger Router.

Ob an Ihrer TAE-Dose Annex B oder Annex J herauskommt, kann der Router nicht sagen. Das lässt sich am einfachsten dem Vertrag des Anbieters entnehmen. Faustregel: Wenn daran ein Splitter und ein ISDN-NTBA angeschlossen sind und ISDN-Telefone daran funktionieren, haben Sie Annex B. Fehlt beides, kann man zum Beispiel mittels Leitungstestern ermitteln, welche Signale der Netzbetreiber auf dem betreffenden Anschluss einspielt. (dz@ct.de)

## Windows 10: Autostart für Apps aus Microsoft Store

**?** Für meine bescheidenen Anforderungen an einen elektronischen Kalender genügt mir unter Windows 10 die App „Kalender“ aus dem Microsoft Store. Sie soll beim Hochfahren von Windows automatisch starten – geht das?



Verknüpfungen kann man auch zu Apps aus dem Microsoft Store erzeugen; zieht man das App-Symbol aus dem Startmenü mit festgehaltener Maustaste über einen passenden (Autostart-)Ordner, erscheint ein „Link“-Symbol.

! Ja, allerdings lassen sich die Apps aus dem Microsoft Store nur etwas umständlich als Verknüpfung in den nutzerspezifischen Autostart-Ordner von Windows 10 einfügen. Wenn Sie beispielsweise der Nutzer „Balduin“ sind, finden Sie Ihren Autostart-Ordner unter „C:\Users\Balduin\AppData\Roaming\Microsoft\Windows\Startmenü\Programme\Autostart“. Viel einfacher als per mühseliger Navigation mit dem Explorer öffnen Sie diesen Ordner, indem Sie die Tastenkombination Windows+R drücken, um das „Ausführen“-Fenster zu öffnen. Hier tippen Sie dann `shell:startup` ein – und schwupps, erscheint der Autostart-Ordner in einem Explorer-Fenster.

Das schieben Sie nun auf dem Windows-Desktop etwas nach rechts. Dann öffnen Sie das Startmenü (Windows-Taste oder Klick aufs Windows-Symbol) und navigieren zum Symbol der Kalender-App, welches Sie in der App-Liste unter „K“ finden. Klicken Sie nun auf das Symbol, aber lassen Sie die Maustaste nicht wieder los (klicken und halten), sondern ziehen Sie es mit gedrückter Maustaste zum Explorer-Fenster. Sobald das App-Symbol über dem Ordnerbereich schwebt, erscheint daneben oder darüber das Symbol „Link“. Wenn Sie die linke Maustaste nun loslassen, erzeugt Windows 10 im Autostart-Ordner eine Verknüpfung zur Kalender-App und startet sie beim Hochfahren dann auch automatisch. Das klappt ebenso mit anderen Apps aus dem Microsoft Store, etwa Skype und Mail. (ciw@ct.de)

## Externe iMac-Grafikkarten via Thunderbolt 1

? Ich nutze meinen iMac auch zum Spielen auf Windows 10 per Boot Camp, doch reicht dafür die Grafikleistung nicht. Externe Grafikkarten (eGPU) nutzen immer Thunderbolt 3, mein iMac kann aber nur Thunderbolt 1. Kann ich eine eGPU via Thunderbolt-1-Adapter anschließen und lohnt sich das überhaupt?

! Apple sieht die eGPU-Unterstützung noch in der Beta-Phase, auch was den Boot-Camp-Betrieb betrifft. Treiber bietet Apple dafür nicht. Auch wenn etwa die eGFX Breakaway Box von Sonnet (c't 19/2017, S. 27) an einem Thunderbolt-1-Anschluss funktionierte, würde die Verbindung jede halbwegs leistungsfähige Grafikkarte ausbremsen. Wenn man noch die hohen Preise einrechnet – die Breakaway Box kostet ohne Grafikkarte gut 315 Euro –, würden wir empfehlen, das Geld zu sparen und in einen leistungsfähigeren Mac zu investieren. (bkr@ct.de)

## YouTube-Videos an Kodi schicken

? Ich würde gerne YouTube-Videos, die ich auf meinem Smartphone ausgewählt habe, auf meinem Fernseher mit angeschlossenem Computer inklusive Kodi-Mediacenter gucken. Kann ich irgendwie YouTube-Videos an Kodi schicken?

! Ja, das geht mit verschiedenen Gratis-Apps und Add-ons für diverse Plattformen, auf denen Kodi läuft. Für Apple-Geräte gibt es beispielsweise dafür die App SendtoKodi. Um ein YouTube-Video an Kodi zu schicken, muss das YouTube-Add-on für Kodi installiert sein. Dann müssen Sie die HTTP-Steuerung in Kodi unter „Dienste“ aktivieren. Nun teilen Sie SendtoKodi die IP-Adresse des Computers inklusive Port 8080 mit. Anschließend wählen Sie auf dem iPhone in der YouTube-App „Teilen“ aus und klicken dann auf „Mehr“.

Im nächsten Schritt wählen Sie „SendtoKodi“ aus und schon spielt Kodi das Video auf dem TV ab. Das Abspielen von Inhalten über diesen Weg funktioniert auch mit anderen Kodi-Add-ons wie Soundcloud und Twitch. SendtoKodi gibt es zudem für Firefox. Play to Kodi ist die Alternative für Chrome. Android-Nutzer installieren Yatse. (des@ct.de)

## net-use-Fehler 53 in Windows 10 Version 1709

? Zuletzt in c't 17/2017 haben Sie im Artikel ab Seite 154 über den Process Monitor darauf hingewiesen, dass man die Sysinternals-Tools mit dem Befehl `net use s: \\live.sysinternals.com` als Laufwerk im Windows-Explorer einbinden kann. Bei mir geht das aber nicht, Windows meldet „Systemfehler 53 aufgetreten. Der Netzwerkpfad wurde nicht gefunden.“ Was mache ich falsch?

! Nichts, der Fehler liegt bei Microsoft. Er tritt nur auf, wenn Sie Windows auf die Version 1709 aktualisiert haben („Fall Creators Update“). Der Befehl funktioniert danach nicht mehr und meldet mal wie bei Ihnen Fehler 53, mal Fehler 67 „Netzwerkname nicht gefunden“. Auch der Dialog „Netzlaufwerk verbinden“ im Explorer scheitert mit Fehler „0x80070043“ und dem gleichen Text.

Als Workaround können Sie folgenden Befehl verwenden:

```
net use s: \\live.sysinternals.com\
&DaviWWWRoot
```

Damit klappt das Einbinden der Sysinternals-Tools im Explorer wieder.

Bei allen Vorgängern bis inklusive Version 1703 („Creators Update“) funktioniert alles weiterhin wie gewohnt. Microsoft hat sich bislang nicht dazu geäußert. (axv@ct.de)

# FAQ LTE

## Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Urs Mansmann

### Muss es LTE sein?

**?** Ich nutze einen wirklich günstigen Mobilfunk-Tarif mit 21 MBit/s, der allerdings nur UMTS bietet. Merke ich denn tatsächlich einen Unterschied, wenn ich auf LTE mit 50 MBit/s umsteige?

**!** Jenseits von 20 MBit/s hängt die Performance Ihrer Verbindung weniger von der Datenrate als vielmehr von der Antwortzeit ab, und da haben Sie mit LTE erhebliche Vorteile gegenüber UMTS. Hinzu kommt, dass das LTE-Netz bei Vodafone und der Telekom erheblich besser ausgebaut ist als das UMTS-Netz. Bei O2 weist das LTE-Netz zwar noch Lücken auf, aber auch hier gibt es viele Gebiete, in denen es für einen schnellen Internet-Zugang nur LTE gibt.

### LTE bei Congstar

**?** Ich bin bei Congstar, meine Partnerin auch. Sie kann LTE nutzen, ich aber nicht. Die Hotline will mir nicht weiterhelfen. Wie komme ich an LTE?

**!** Die Telekom und Vodafone lassen die Nutzung von LTE durch Service Provider nicht zu. Das trifft auch die direkten Töchter der Netzbetreiber Congstar (Telekom) und Fyve (Vodafone). Zwar hat Congstar in der Vergangenheit einigen Vertragskunden Zugang zum LTE-Netz verschafft, das aber ist in den meisten Fällen keine zugesicherte Leistung. Selbst wenn Congstar einen bestehenden LTE-Zugang wieder abklemmt, können Sie dagegen nichts unternehmen, solange diese Leistung in Ihrem Vertrag nicht ausdrücklich aufgeführt ist.

### LTE in den USA

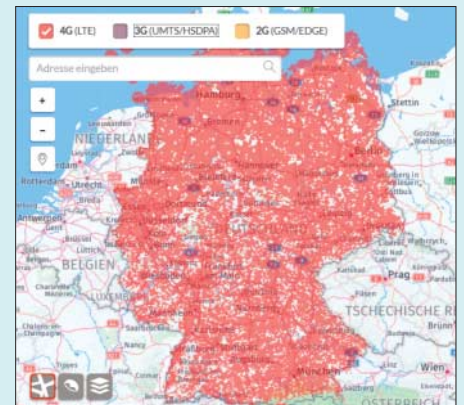
**?** Ich plane eine Reise in die USA. Dort werden ja ganz andere Frequenzen als in Europa eingesetzt. Kann ich dort mein deutsches Smartphone überhaupt verwenden oder sollte ich lieber vor Ort ein Gerät mieten?

**!** Wenn Sie nur GSM und UMTS nutzen wollen, wird Ihr deutsches Smartphone Ihnen gute Dienste leisten. Bei LTE sollten Sie genauer hinschauen. In den USA sind besonders die Bänder 2 und 4 (1900 und 1700 MHz) wichtig, die alle Betreiber für LTE einsetzen. Zum Einsatz kommen je nach Netzbetreiber und Region außerdem möglicherweise die Bänder 5, 12, 13, 17, 25, 41, 66 und 71. Je mehr Bänder Ihr Gerät beherrscht, desto größer die Chance auf ein gutes LTE-Signal in den USA.

### Maximale Datenrate

**?** Mein Netzbetreiber bietet eine Datenrate von vielen hundert MBit/s im LTE-Netz an. Mein Smartphone hat aber schon ein paar Jahre auf dem Buckel. Welche Datenrate kann ich damit erreichen?

**!** Entscheidend für die maximal erzielbare Datenrate ist die sogenannte Kategorie des Handys. Das neueste Modell von Huawei ist bereits für Cat 18 gerüstet. Damit erreicht es maximal 1,2 GBit/s in Empfangsrichtung. Die hohen Datenraten stehen allerdings nicht überall bereit. In der Fläche arbeiten die LTE-Netze nur auf 800 MHz und dort sind nur 50 MBit/s möglich. Die Netze werden nach und nach ausgebaut, zuerst an Hotspots und in den Ballungszentren. Die maximale Datenrate lässt sich in der Praxis ohnehin meist nicht erreichen, weil man sich die verfügbare Bandbreite mit andern Nutzern teilen muss. In den technischen Daten sollte die maximale Datenrate oder zumindest die



Die LTE-Netze sind bereits erheblich besser ausgebaut als die UMTS-Netze.

LTE-Kategorie aufgeführt sein. Geräte mit Cat 6 aufwärts, die LTE-Advanced mit mehreren Carriern unterstützen, findet man ab der gehobenen Mittelklasse.

Das Gerät sollte mindestens die Bänder 3, 7 und 20 beherrschen. Für künftige Erweiterungen schadet es nicht, wenn es obendrein Band 1, 8, 22, 28 und 32 umfasst. (uma@ct.de)

### Gängige LTE-Kategorien und Datenraten

Kategorie	Datenrate Downstream	Datenrate Upstream	Zahl der Carrier Downlink max.	MIMO max.	Modulationsverfahren max. Downstream
Cat 4	150 MBit/s	50 MBit/s	1	2 × 2	64 QAM
Cat 6	300 MBit/s	50 MBit/s	2	4 × 4	64 QAM
Cat 9	450 MBit/s	50 MBit/s	3	4 × 4	64 QAM
Cat 12	600 MBit/s	150 MBit/s <sup>1</sup>	3	4 × 4	256 QAM
Cat 15	800 MBit/s	225 MBit/s	5	4 × 4	256 QAM
Cat 16	1000 MBit/s	— <sup>2</sup>	5	4 × 4	256 QAM
Cat 18	1200 MBit/s	— <sup>2</sup>	32	8 × 8	256 QAM

<sup>1</sup> Cat 13 <sup>2</sup> Upstream fällt in andere Kategorie



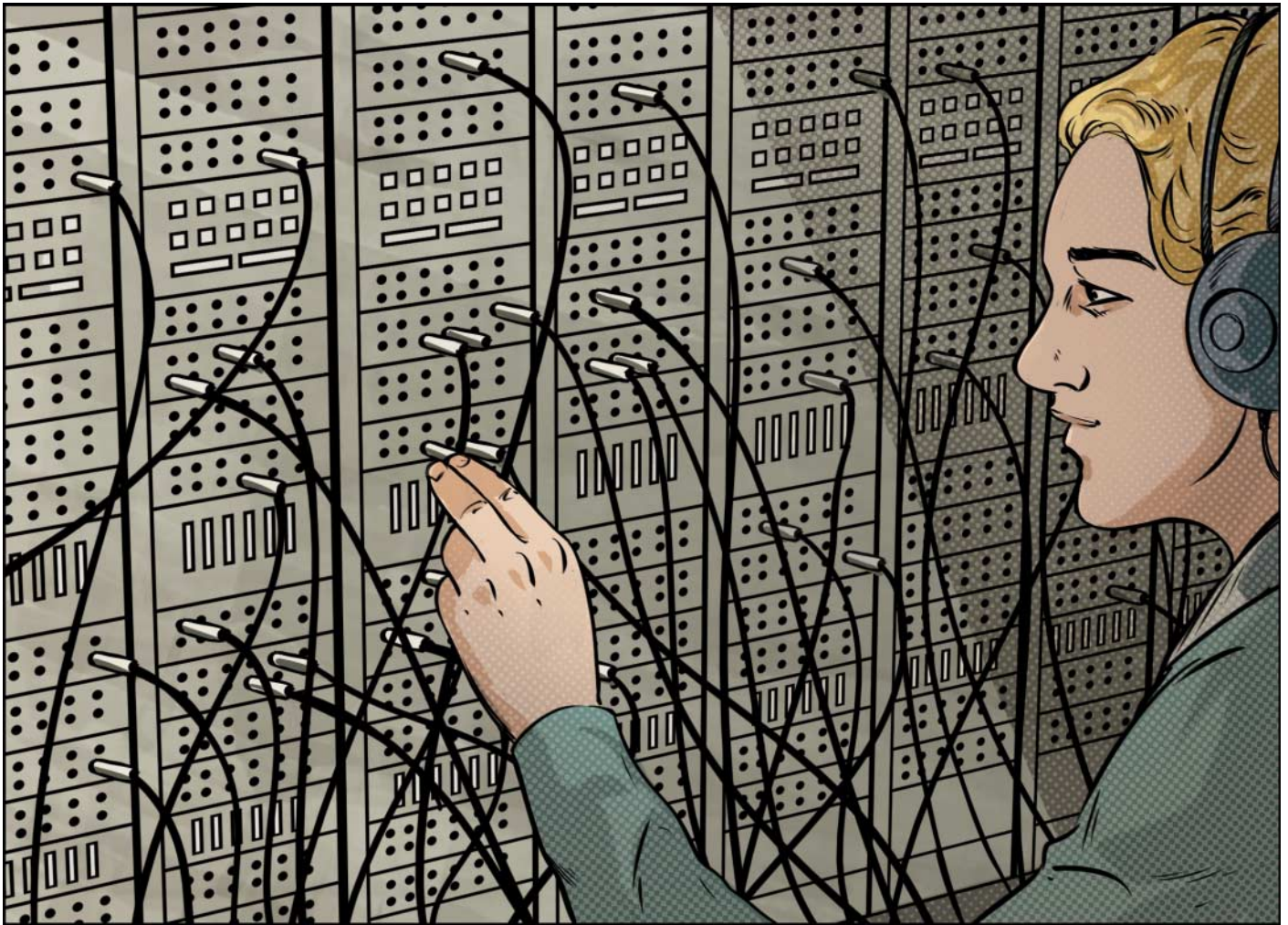


Bild: Albert Huilm

# Wunschgemäß verbunden

## Dateitypen verwalten unter Windows

**Ein Doppelklick auf eine Datei im Windows-Explorer sollte einfach eine passende Anwendung starten und darin die Datei möglichst geräuschlos öffnen. Bei der Entscheidung, welches das jeweils richtige Programm ist, liegt Windows aber nicht immer richtig. Dann ist es gut zu wissen, wie man dem System seine eigenen Vorlieben beibringen kann.**

Von Hajo Schulz

Wenn man unter Windows eine Datei auswählt und doppelklickt oder die Return-Taste drückt, wird die Datei geöffnet. Was aus Anwendersicht zu den ersten drei Dingen gehört, die man als Windows-Neuling lernt, ist unter der Haube durchaus spannend: Windows muss ja für jede Datei entscheiden, welche Anwendung es zum Öffnen verwendet. Die dabei verwendeten Mechanismen haben sich in den letzten Windows-Versionen teils grundlegend geändert – neu ist zum Beispiel ein Schutz gegen Programme, die sich eigenmächtig in den Vordergrund drängeln.

Die Zuordnung zwischen Dateien und dazugehörigen Anwendungen regelt Windows über den Dateityp, also die meist dreibuchstabile Kennung, die,

abgetrennt durch einen Punkt, am Ende von Dateinamen steht. Warum Windows in der Grundeinstellung diese Endung trotz ihrer zentralen Bedeutung vor den Augen des Anwenders verbirgt, wird wohl ewig ein Geheimnis Microsofts bleiben. Ändern lässt sich das, indem man im Explorer die Ordneroptionen aufruft – je nach Windows-Version zu erreichen über das „Extras“-Menü oder den „Ansicht“-Tab im Ribbon. Der zuständige Schalter heißt „Erweiterungen bei bekannten Dateitypen ausblenden“ und steckt in der Liste „Erweiterte Einstellungen“ auf dem Register „Ansicht“ des Ordneroptionen-Dialogs. Die Option gehört ausgeschaltet.

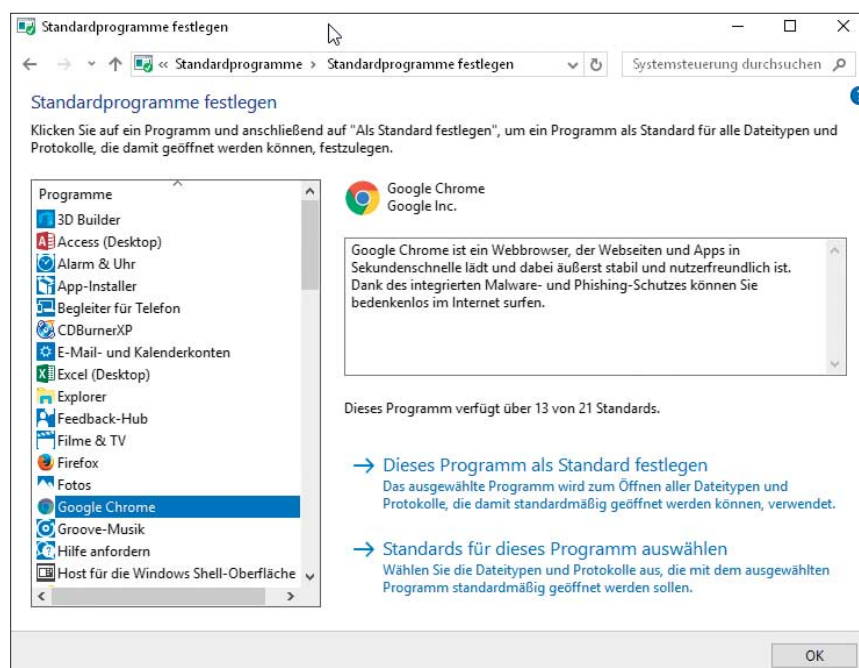
Welches Programm sich bei einem Doppelklick auf eine Datei mit einer be-



stimmten Endung im Namen öffnet, lässt sich auf verschiedene Arten festlegen. Den „offiziellen“ Einstellmöglichkeiten ist gemein, dass sie sich nicht nur um Dateitypen kümmern, sondern auch um sogenannte Protokolle. Darunter versteht Windows die Präfixe von Internet-URLs wie https: oder ftp: genauso wie proprietäre Protokoll-Kennzeichen, darunter msnnews: oder xbox-profile:.

## Schnell verknüpft

Der erste Weg zu Dateityp- und Protokoll-Zuordnungen führt über die Systemsteuerung. Unter „Programme/Standardprogramme“ gibt es zwei Seiten, die das Thema aus verschiedenen Perspektiven angehen, letztlich aber dasselbe bewirken: Unter „Standardprogramme festlegen“ bekommt man eine Liste der installierten Anwendungen, die sich bei Windows registriert und dabei angegeben haben, dass sie mit mindestens einem Dateityp oder einem Protokoll umgehen können. Ein Klick auf „Dieses Programm als Standard festlegen“ ordnet der gewählten Anwendung alle Dateitypen und Protokolle zu, die sie verarbeiten kann. So kann man mit wenigen Klicks etwa einen Mediaplayer auswählen, der künftig für alle Audio- und Video-Dateien zuständig sein soll, die er überhaupt wiedergeben kann. Hier ist auch die Stelle im System, an der sich am



Welches Programm Windows als Standard-Browser oder als Bildbetrachter verwendet, lässt sich am schnellsten über die Seite „Standardprogramme festlegen“ in der Systemsteuerung konfigurieren.

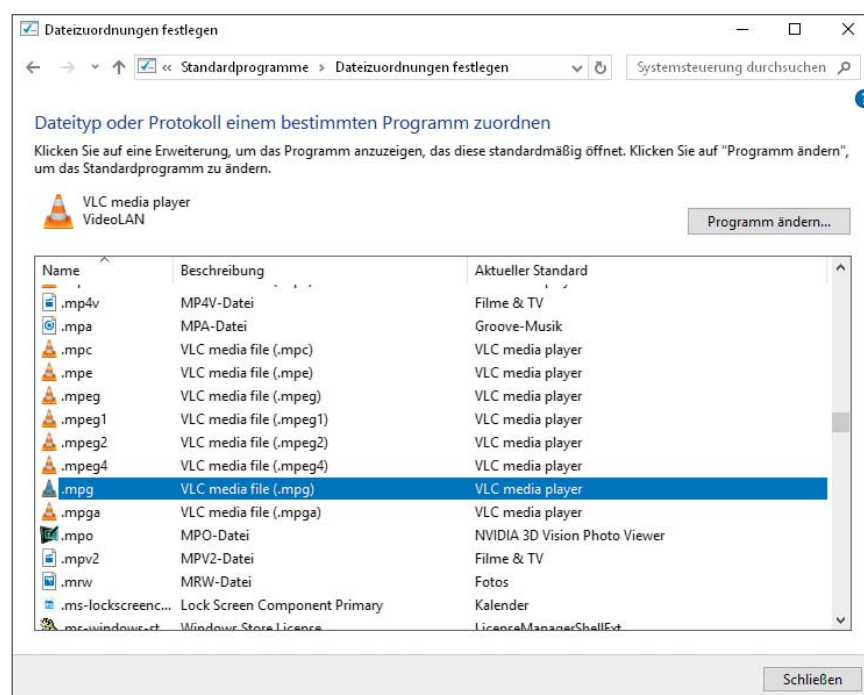
zuverlässigsten ein Browser als Standard festlegen lässt.

Auf derselben Seite führt ein Klick auf „Standards für dieses Programm auswählen“ auf einen Dialog, der alle Dateitypen und Protokolle auflistet, für die die ausge-

wählte Anwendung angegeben hat, dass sie damit umgehen kann. Durch Einschalten des Häkchens vor der jeweiligen Dateieindung stellt man die Verbindung zwischen Dateityp und Anwendung her.

Auf der Seite „Programme/Standardprogramme/Dateityp oder Protokoll einem Programm zuordnen“ in der Systemsteuerung stehen die Dateitypen im Mittelpunkt: Jeder bekannten Dateieindung lässt sich hier per Doppelklick eine Anwendung zuordnen. Ziemlich unbekannt, aber gelegentlich nützlich ist die Tatsache, dass sich die Liste durch einen Klick auf einen Spaltenkopf auch nach den Beschreibungen der Dateitypen oder nach der derzeit zuständigen Anwendung sortieren lässt.

Bei Windows 10 führt ein alternativer Weg zur Dateitypen-Verwaltung über die Seite „Apps/Standard-Apps“ in den Einstellungen. Für gängige Programmkategorien wie Bildanzeige oder Webbrowser lässt sich direkt auf der Seite eine installierte Anwendung auswählen. Unter dieser Liste finden sich noch einige Links für erweiterte Einstellungen: „Standardeinstellungen nach App festlegen“ führt direkt auf die oben erwähnte Seite „Standardprogramme festlegen“ der Systemsteuerung. Die Links „Standard-Apps nach Dateityp auswählen“ und „Standard-Apps nach Protokoll auswählen“ navigieren zu Seiten



Ebenfalls in der Systemsteuerung gibt es eine Liste aller bekannten Dateitypen mit der Möglichkeit, jedem einzelnen ein Standardprogramm zuzuordnen.

in den Einstellungen, die in etwa die Funktion der Systemsteuerungsseite „Dateityp oder Protokoll einem Programm zuordnen“ nachahmen. Eine andere Anwendung lässt sich hier nach einem einfachen Klick auf einen der derzeit ausgewählten Programmnamen zuordnen.

Ein weiterer, allerdings viel weniger übersichtlicher Weg zum Festlegen der Verknüpfungen zwischen Dateitypen und Anwendungen führt über den Windows Explorer: Das Kontextmenü von Dateien mit bekanntem Typ, das sich per Rechtsklick aufrufen lässt, enthält unter anderem immer den Eintrag „Ausführen mit“. Wie der konkret aussieht, kann sich von Dateityp zu Dateityp unterscheiden: Meist enthält er ein Untermenü, das eine oder mehrere Anwendungen listet und als letzten Eintrag „Andere App auswählen“ anbietet. Dieser öffnet den Dialog „Wie soll diese Datei geöffnet werden?“ genau wie der „Ausführen mit“-Befehl, wenn er keine Unterpunkte hat. Der Dialog zeigt zunächst das Programm, mit dem eine Datei dieses Typs auch per Doppelklick geöffnet würde. Unter „Weitere Optionen“ sind alle Anwendungen aufgelistet, mit denen der Anwender jemals eine Datei dieses Typs geöffnet hat. Außerdem

gibt es hier stets den Eintrag „Im Store nach einer App suchen“, der die Suche in Microsofts Store öffnet und die Dateieindung als Suchbegriff vorgibt.

Der Link „Weitere Apps“ auf dem Dialog klappt eine Liste mit Anwendungen aus, von denen Windows glaubt, dass sie den gewählten Dateityp verarbeiten könnten. Ganz unten enthält sie den Eintrag „Andere App auf diesem PC suchen“, mit dem Sie ein beliebiges Programm auf der Festplatte auswählen können. Bevor Sie Ihre Auswahl mit OK bestätigen, können Sie noch das Häkchen vor „Immer diese App zum Öffnen von .xyz-Dateien verwenden“ setzen. Er bewirkt dasselbe wie die Zuordnung des Dateityps zu dem gewählten Programm in den Einstellungen oder in der Systemsteuerung.

## Registry

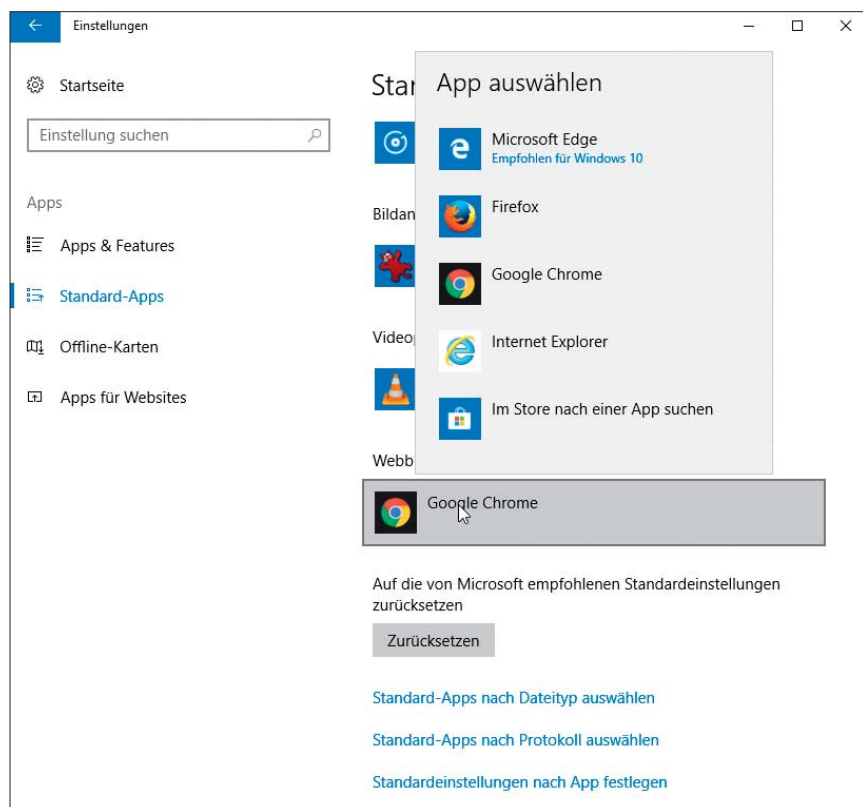
Wie auch immer Sie Dateitypen einem Programm zuweisen: Gespeichert werden diese Einstellungen in der Registry. Das Wissen darum, wie genau sie sich dort niederschlagen, kann beispielsweise helfen, die Programmliste hinter „Öffnen mit“ aufzuräumen, etwa wenn die Deinstallationsroutine einer Anwendung dort Leichen hinterlässt. Außerdem kann

es sinnvoll sein, zumindest Teile dieser Einstellungen als .reg-Datei zu exportieren, um sie schnell wiederherstellen zu können, wenn sich mal wieder irgendein Programm Dateitypen unter den Nagel gerissen hat, ohne den Anwender zu fragen.

Ausgangspunkt für eine Dateityp-Zuordnung ist der Registry-Schlüssel HKEY\_CLASSES\_ROOT (kurz HKCR; im Folgenden verwenden wir außerdem die Kürzel HKLM für HKEY\_LOCAL\_MACHINE und HKCU für HKEY\_CURRENT\_USER). Dabei ist allerdings interessant zu wissen, dass es diesen Schlüssel physisch eigentlich gar nicht gibt: In Wahrheit steckt hinter ihm eine Kombination der Inhalte aus den Schlüsseln HKLM\Software\Classes und HKCU\Software\Classes. Gibt es in beiden Ästen einander widersprechende Einträge, gewinnt der aus HKCU. Schreibzugriffe nach HKCR, die einen neuen Eintrag anlegen, landen in HKLM\Software\Classes.

Um herauszufinden, wie Windows eine doppelgeklickte Datei mit der Endung .xyz öffnet, muss man sich zunächst den Schlüssel HKCR\.xyz (mit führendem Punkt) anschauen. Dessen (Standard)-Wert enthält die sogenannte ProgID der zuständigen Anwendung. ProgIDs sind an kein Format gebunden, üblich ist aber so etwas wie Hersteller.Programmname.xyz. Wenn Windows automatisch eine ProgID vergibt, lautet sie xyzfile. In den folgenden Beispielen verwenden wir MyApp.xyz.

Welche Anwendung hinter einer ProgID steckt, verrät dann der Schlüssel HKCR\MyApp.xyz. In dessen (Standard)-Wert steht zunächst einmal eine für den Benutzer gedachte Bezeichnung für den Dateityp; der Explorer verwendet sie beispielsweise in der Detailansicht in der Spalte „Typ“. Für den eigentlichen Programmaufruf sind die Unterschlüssel von HKCR\MyApp.xyz\shell verantwortlich. Sie definieren die sogenannten Verben, mit denen eine Datei geöffnet werden kann: Das Standard-Verb ist open. Häufig anzutreffen sind außerdem print zum Drucken einer Datei, edit zum expliziten Bearbeiten sowie runas, das bestimmt, was passiert, wenn man eine Datei „Als Administrator“ ausführt. Jeder Verb-Schlüssel enthält wiederum einen Unterschlüssel namens command, in dessen (Standard)-Wert schließlich die Befehlszeile zum Aufruf des zugeordneten Programms steht. %1 dient dabei als Platzhalter für die Datei, die der Anwender öffnen will; Windows ersetzt die Zeichen vor dem Aufruf durch



Die gängigsten Anwendungen wie E-Mail-Client, Browser oder Videoplayer lassen sich unter Windows 10 in den Einstellungen übersichtlich auswählen.

den kompletten Namen samt Pfad der rechts- oder doppelgeklickten Datei.

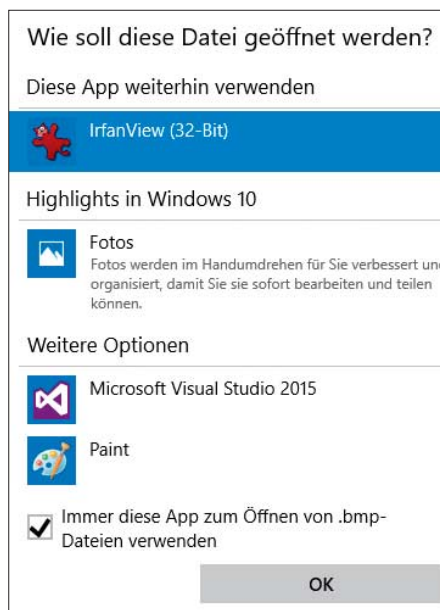
Die Liste der für .xyz-Dateien infrage kommenden Programme hinter dem Befehl „Öffnen mit“ speist sich aus den Einträgen in HKCR\.\xyz\OpenWithProgIds. Als Werte enthält dieser Schlüssel leere Einträge, deren Namen den ProgIDs registrierter Programme entsprechen. Für das Befüllen dieser Liste sind die Anwendungen beziehungsweise deren Installationsprogramme zuständig. Bei manchen Dateitypen findet man gleich nebenan übrigens auch noch den Schlüssel OpenWithList. Der wird aber in aktuellen Windows-Ausgaben nicht mehr verwendet und ist ein Überbleibsel aus XP und noch älteren Windows-Versionen.

## Mehr Freiheit

Die bis hierher geschilderte Struktur galt bis einschließlich Windows XP exklusiv. Mit Windows Vista hat Microsoft den Befehl „Öffnen mit“ neu gestaltet und die Option hinzugefügt, die es dem Anwender gestattet zu bestimmen, dass das ausgewählte Programm künftig als Standard gelten soll. Weil man dem Benutzer dafür keine gesonderte Sicherheitsabfrage zumuten wollte, musste eine Struktur her, in der ein normales Benutzerkonto Schreibrechte besitzt. Außerdem stellte sich heraus, dass es immer wieder Wichtigtuer-Programme gibt, die ungefragt alle Dateitypen, die sie kennen, auf sich selbst umbiegen, ohne den Anwender um eine Genehmigung dafür zu bitten. Davor sollte Windows den Anwender möglichst geräuschlos schützen.

Das Ergebnis dieser Überlegungen residiert in der Registry im Schlüssel HKCU\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Explorer\FileExts. Dessen Unterschlüssel tragen als Namen die Endungen sämtlicher Dateien, die der Anwender jemals über den Explorer geöffnet hat. Jeder dieser Dateityp-Schlüssel kann bis zu drei Unterschlüssel enthalten: OpenWithProgids entspricht seinem Namensvetter unter HKCR\.\xyz.

In OpenWithList verwaltet der Explorer, welche Programme er in dem Dialog hinter „Öffnen mit“ anbietet. Er merkt sich dazu zu jeder Dateiendung, mit welchem Programm der Anwender jemals Dateien dieses Typs geöffnet hat. Die Einträge in OpenWithList tragen als Namen fortlaufende Buchstaben, also a, b, c und so weiter. Als Inhalte speichern sie Programmnamen, die sich auf Einträge in Unter-



Die Liste der hinter dem Befehl „Öffnen mit“ angezeigten Programme lässt sich bei Bedarf direkt in der Registry bereinigen.

schlüsseln von HKCR\Applications beziehen. Zusätzlich enthält die OpenWithList einen Eintrag namens MRUList, der festlegt, in welcher Reihenfolge die Programme angezeigt werden. Als Inhalt steht hier so etwas wie „acb“; die Buchstaben beziehen sich auf die Namen der anderen Einträge.

Der letzte mögliche Unterschlüssel eines Dateityp-Schlüssels heißt UserChoice. Sein Wert ProgId enthält die ProgID der Anwendung, die der Anwender diesem Dateityp zugewiesen hat – sei es über die Systemsteuerung, die Einstellungen oder die „Immer diese App verwenden“-Option in „Öffnen mit“. Programme können diesen Wert nicht wirksam verändern, denn der Explorer erachtet ihn nur als legitim, wenn der nebenan gespeicherte Wert Hash eine Gültigkeitsprüfung übersteht. Wie Windows diesen Hash erzeugt, hält Microsoft geheim. Sicher ist allerdings, dass in die Berechnung nicht nur der Programmname, sondern auch Eigenschaften des Benutzerkontos oder des Rechners einfließen: Einen kompletten Unterschlüssel von einem Rechner auf einen anderen zu kopieren funktioniert jedenfalls nicht.

Der Mechanismus verhindert wirksam, dass ein Programm einen Dateityp auf sich umbiegt, für den der Benutzer bereits eine andere Anwendung ausgewählt hat: Wenn es das in UserChoice versucht, wird der Hash ungültig. Manipuliert es die oben beschriebenen Angaben unter HKCR,

stimmen sie nicht mehr mit der Auswahl unter UserChoice überein. In beiden Fällen öffnet Windows bei einem Doppelklick auf eine betroffene Datei keine Anwendung, sondern zeigt den Dialog „Wie soll diese Datei geöffnet werden?“ an, um dem Benutzer die Gelegenheit zu geben, die Änderung zu bestätigen oder zu verweigern.

Allerdings kann auch das auf Dauer lästig werden: Vor allem die im Lieferumfang von Windows 10 enthaltene App zum Anzeigen von Fotos ist dafür bekannt, dass sie sich des Öffneren im Hintergrund aktualisiert und dabei versucht, sämtliche Bitmap-Dateitypen wieder auf sich zu registrieren, auch wenn der Anwender einen alternativen Viewer wie IrfanView installiert hat. Wir haben mal probiert, den automatisch angezeigten „Öffnen mit“-Dialog auszubremsen, indem wir die beschriebenen Teile der Registry exportiert und uns ein Skript geschrieben haben, das sie bei jeder Anmeldung wieder importiert. Funktioniert hat das nur so mittelgut: Wenn das Update der Foto-App in der laufenden Windows-Sitzung passiert ist, bewirkt das Skript gar nichts. Außerdem ist das Zusammenbasteln einer passenden .reg-Datei eine echte Sisyphusarbeit – die Zeit, die man damit zubringt, holt man durch gesparte Klicks im Leben nicht wieder herein. Im Ergebnis können wir dieses Vorgehen nicht guten Gewissens empfehlen.

Dass die Idee trotzdem nicht ganz abwegig war, zeigt die Tatsache, dass Windows einen ähnlichen Mechanismus bereits an Bord hat. Allerdings funktioniert er nur bei Rechnern, die Mitglied einer Windows-Domäne sind – Windows-Home-Besitzer sind damit von vornherein ausgeschlossen. Administratoren können den Mechanismus einschalten, indem sie im Gruppenrichtlinien-Editor unter „Computerkonfiguration/Administrative Vorlagen/Windows-Komponenten/Datei-Explorer“ die Richtlinie „Konfigurationsdatei für Standardzuordnungen ändern“ aktivieren. Als Parameter erwartet diese Policy den Pfad zu einer XML-Datei mit Dateityp- und Protokoll-Zuordnungen, wie man sie etwa mit dem Programm dism und dessen Befehl /Export-DefaultAppAssociations erzeugen kann. Die genaue Vorgehensweise ist in einem Blog-Eintrag in Microsofts TechNet beschrieben; den Link dorthin finden Sie unter [ct.de/y2zd](http://ct.de/y2zd).

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

Weitere Dokumentation: [ct.de/y2zd](http://ct.de/y2zd)



# Individuell verpacken

## Software-Pakete für unbeaufsichtigte Installation erstellen

**Wer regelmäßig Software im Netzwerk verteilt, stößt früher oder später auf ein Programm, das sich von Haus aus nicht unbeaufsichtigt installieren lässt. AppDeploy verpackt es dennoch zu einem MSI-Paket.**

Von Jan Mahn

Für die Softwareverteilung in Windows-Umgebungen gibt es verschiedene Ansätze. Administratoren verteilen MSI-Pakete meist über Gruppenrichtlinien, schleusen sie in einen WSUS-Server ein [1] oder nutzen spezielle Deployment-Werkzeuge von Microsoft oder Drittanbietern. Voraussetzung ist, dass die Hersteller der Software einen Installer mitgegeben haben, der mit entsprechenden Parametern stillschweigend das Programm installiert. Im Alltag zeigt sich, dass ein solcher Silent-Parameter fast überall verbaut ist – teils sogar ohne das Wissen der Software-

entwickler, die einfach eine Entwicklungsumgebung zum Zusammenbau des Installers mit einer Silent-Option eingesetzt haben. Mit Parametern wie /s, /S, /q oder /quiet installieren sich die meisten Programme ohne Benutzerinteraktion.

Die Erfahrung zeigt aber auch: Nischenprogramme für spezielle Zielgruppen und Anwendungen, die sich nicht in erster Linie an Unternehmen richten, haben oft keinen Stumm-Schalter und machen dem Paketierer das Leben schwer. Andere Programme können Sie zwar unbeaufsichtigt installieren, aber nicht alle Einstellungen, die Sie während des manuellen Setups treffen können, sind per Parameter einstellbar. Das betrifft zum Beispiel die Auswahl von Programmkomponenten oder eines Installationspfads.

### Prä-Post-Analyse

Für diese Szenarien erweist sich das kleine Programm „AppDeploy“ als nützlicher Helfer. Die Software verpackt eine beliebige EXE-Datei mit allen von Ihnen getroffenen Einstellungen in ein MSI-Paket, das ohne Interaktion auskommt. Das

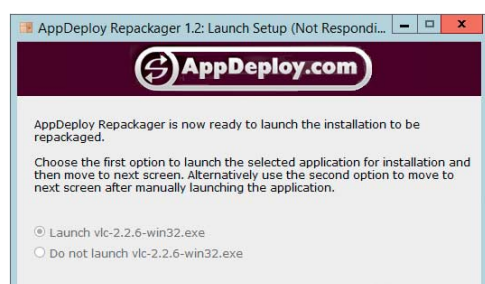
Werkzeug stammt aus dem Hause Kace, das zum Zeitpunkt der Entwicklung noch zu Dell gehörte und kostenlos heruntergeladen werden kann (ct.de/ygjm). Es speichert den Inhalt von Registry und Dateisystem vor und nach der Installation eines Programms und baut aus der Differenz ein Installationspaket.

### Paketierungsumgebung

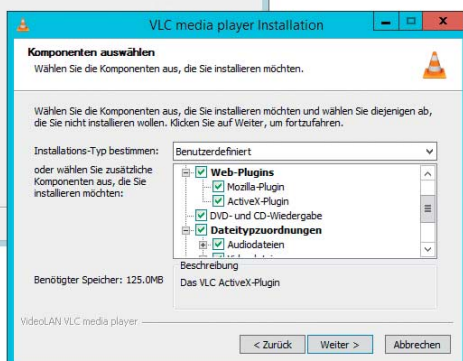
Das Verfahren ist zwar einfach, der Erfolg hängt aber maßgeblich von der verwendeten Umgebung ab. Hintergrundprozesse, bereits installierte Programme, Erweiterungen und gleichzeitige Updates beeinflussen den Prozess. Am besten arbeiten Sie in einer virtuellen Maschine, auf der Sie das gleiche Windows – und nur Windows – installieren, das auch sonst in der Umgebung zum Einsatz kommt. Das Verfahren funktioniert ab Windows 7.

Auf der nackten Windows-Maschine installieren Sie zunächst AppDeploy. Als Beispiel für eine Paketerstellung dient der Media-Player VLC, der einen Installer mit vielen Einstellungen mitbringt. Diesen laden Sie von der Seite der Entwickler als EXE-Datei herunter. Starten Sie jetzt AppDeploy, überspringen die erste Seite und wählen die Option „Create an MSI setup based on system changes“. In der ersten Zeile wählen Sie die Installationsdatei von VLC, die als Grundlage dienen soll. Die Felder darunter sind Pflichtangaben und müssen befüllt werden: Programmname, Version und Hersteller. Im folgenden Dialogschritt können Sie alle zu untersuchenden Pfade im Dateisystem und in der Registry auswählen. Änderungen sind nur nötig, wenn Sie ganz sicher wissen, dass das Programm zum Beispiel immer auf einer anderen Festplatte als C: installiert wird – also eher selten.

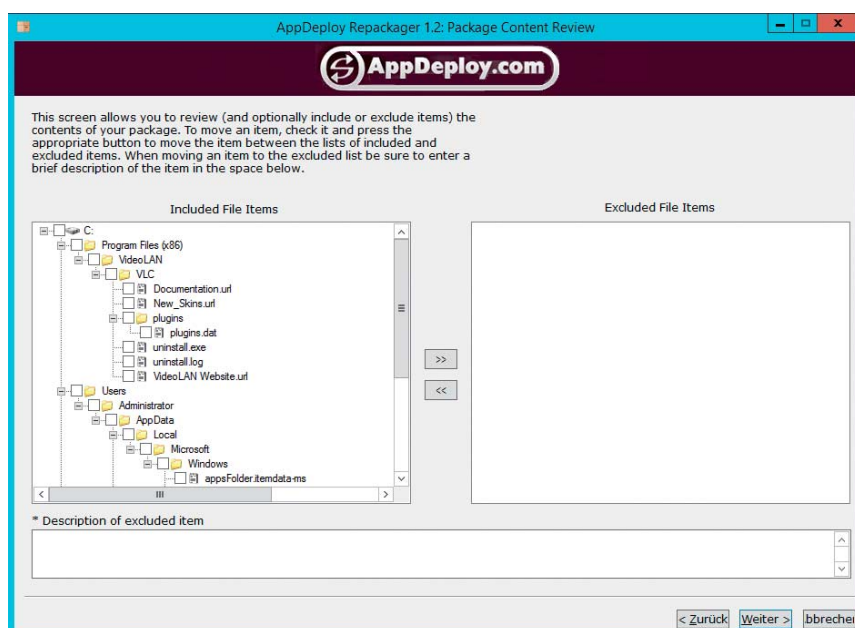
Schließen Sie alles, was im Hintergrund stören könnte, und gehen Sie zum nächsten Schritt über. AppDeploy analysiert den Inhalt von Registry und Dateisystem, was einige Minuten dauern kann. Im nächsten Schritt starten Sie die Instal-



**Während der Paketierung installieren Sie das Programm über die grafische Oberfläche mit allen Optionen, die diese bietet.**







Das Werkzeug verrät Ihnen, was sich am Dateisystem und der Registry verändert hat – Sie bestimmen, was davon im MSI-Paket landet.

lation. Klicken Sie sich durch die Schritte des VLC-Setups und installieren Sie das Programm so, wie es nachher aussehen soll. Anschließend erstellt AppDeploy ein zweites Abbild von Dateisystem und Registry. Im nächsten Dialogschritt sehen Sie, welche Änderungen AppDeploy erkannt hat und können Ordner ausschließen, von denen Sie glauben, dass sie fälschlich der Installation zugeordnet wurden – nötig sollte das nur sein, wenn sich später Probleme zeigen oder wenn Sie beispielsweise keinen Startmenüeintrag haben möchten. Den gleichen Dialog gibt es für die Registry.

Abschließend können Sie dem Paket noch ein Icon zuweisen – bei einem Paket für unbeaufsichtigte Installation können Sie darauf aber auch verzichten. Das fertige Paket liegt unter „C:\Program Files (x86)\AppDeploy\Repackager\Packages“ und ist bereit für die Prüfung auf einer Test-Maschine.

Um die Pakete testen zu können, richten Sie eine weitere virtuelle Maschine so ein wie die Computer in der späteren Zielumgebung. Vor dem Test legen Sie am besten einen Snapshot an, um den Zustand vor der Installation schnell wiederherstellen zu können.

## Feintuning

Erfahrungsgemäß funktioniert die Erstellung durch den Assistenten problemlos. Wenn doch unerwünschte Effekte auftreten, können Sie die Auswahl der Ordner

und Registry-Schlüssel ändern, ohne die gesamte Analyse noch einmal durchzuführen. AppDeploy speichert alle ausgeführten Änderungen als Rezept in einer XML-Datei. Um dieses Rezept zu bearbeiten, öffnen Sie AppDeploy, wählen „Build packages based on existing recipe file“ und laden die XML-Datei, die am gleichen Speicherort wie das MSI-Paket liegt. Die Informationen zum Programm werden automatisch ausgefüllt. Voraussetzung für die Bearbeitung ist, dass die ursprüngliche EXE-Installationsdatei weiterhin am gleichen Ort liegt. Die beiden folgenden Dialoge kennen Sie aus dem Paketierungsprozess – wählen Sie Elemente aus, die nicht berücksichtigt werden sollen, und erstellen Sie ein neues MSI-Paket.

AppDeploy ist ein nützlicher Helfer für widerspenstige Programme – es ersetzt aber nicht immer das Nacharbeiten nach der Installation. Wenn selbst der Installer keine Einstellmöglichkeiten bietet, kommt er an seine Grenzen. Was helfen kann: Zwischen erstem und zweitem Abbild selbst Hand an Registry und Dateisystem anzulegen, um beispielsweise einen Lizenzschlüssel zu hinterlegen. Bei vielen Programmen erweist es sich als sinnvoll, noch bevor AppDeploy den zweiten Scan durchführt, das Programm zu starten und den Begrüßungsdialog mit Lizenzbedingungen und Update-Einstellungen durchzuklicken.

(jam@ct.de) **ct**

**Download von AppDeploy:** [ct.de/ygjm](http://ct.de/ygjm)

Anzeige

# Grundlagen Notebook-Hardware

## Das technische Innenleben von Notebooks

**Flacher, kleiner, leichter und längere Laufzeit: Notebooks haben in den vergangenen Jahren große Schritte in Richtung Mobilität gemacht. Dabei sind Auf- und Umrüstbarkeit auf der Strecke geblieben.**

Von Florian Müssig

Der vor wenigen Jahren von Intel ausgerufen Marketingbegriff Ultrabook als Bezeichnung für dünne und lang laufende Notebooks ist heutzutage hinfällig, denn er trifft auf fast alle Neugeräte zu: Außer unter hochpreisigen Gaming-Notebooks findet man kaum noch Geräte, die dicker als 2,5 Zentimeter sind und weniger als 6 Stunden Akkulaufzeit schaffen.

Dass Notebooks so flach werden konnten, liegt vor allem an Fortschritten bei den Prozessoren. Statt Modellen mit 35 Watt Abwärme und entsprechend dimensionierten Kühlern sind heutzutage 15-Watt-CPU's üblich – ergo konnten auch die Kühlkörper auf einen Bruchteil zusammenschrumpfen. Hinzu kommt, dass Prozessoren als System-on-Chip (SoC) gebaut werden: CPU und Chipsatz sitzen auf einer gemeinsamen Trägerplatine, die auf das Mainboard aufgelötet wird. Beides hilft, die Gehäusedicke zu minimieren. Bei leistungsstarken Gaming-Notebooks sind es denn auch die Kühlkörper für CPU und High-End-GPUs, die das Gehäuse im Vergleich zu Normalo-Notebooks aufblähen: Dort müssen insgesamt 150 Watt und mehr weggekühlt werden.

Andere Möglichkeiten der Größenreduktion gibt es kaum, denn die Grundfläche eines Notebooks wird von der Fläche des Bildschirms vorgegeben. Einzig wenige teure Notebooks wie die aus Dells XPS-

Serie verwenden Panels mit dünnen Rändern, durch die die Grundfläche schrumpft.

Sie ist allerdings kein grundsätzlich kritischer Faktor: Weil außer dem SoC kaum noch andere große Chips auf der Hauptplatine untergebracht werden müssen und diese entsprechend kompakt ausfällt, gibt es in 15,6-Zoll-Notebooks selbst dann noch ungenutzten Bauraum, wenn wie im nebenstehend abgebildeten Lenovo IdeaPad 310-15IKB ein DVD-Brenner und ein Zusatz-Grafikchip eingebaut sind.

### Volumenoptimierung

In kleineren Notebooks trifft man hingegen kaum Leerräume an: Für eine möglichst hohe Mobilität versuchen die Entwickler, das Innenleben so hinzubekommen, dass möglichst viel Bauraum für den Akku bereitsteht. Üblicherweise haben die Akkuzellen reguläre Quaderform; nur wenige hochpreisige Notebooks wie etwa Apples MacBook haben andere Formen.

Die durch den Bauraum vorgegebene Akkukapazität ist wiederum proportional zur erreichbaren Laufzeit, denn bei den Prozessoren und Hauptplatinen schöpfen in der Regel die Hersteller alle Möglichkeiten zum Stromsparen aus. Anders ließen sich Laufzeiten von teilweise über 15 Stunden nicht erreichen. Bei großen 15- oder 17-Zöllern stattdessen die Hersteller die Akkus nur mit so viel Kapazität aus, dass fünf bis acht Stunden möglich sind. Das spart Kosten und Gewicht – und reicht vielen Nutzern auch aus, da sie die Systeme hauptsächlich auf dem Schreibtisch am Netzteil betreiben.

Der frühere Tipp, bei einem solchen Nutzungsszenario den Akku zu entnehmen, damit er nicht übermäßig altert, funktioniert bei modernen Notebooks nicht mehr: Akkus sind in der Regel nicht mehr ohne Werkzeug abnehmbar, sondern fest im Inneren verschraubt oder verklebt.

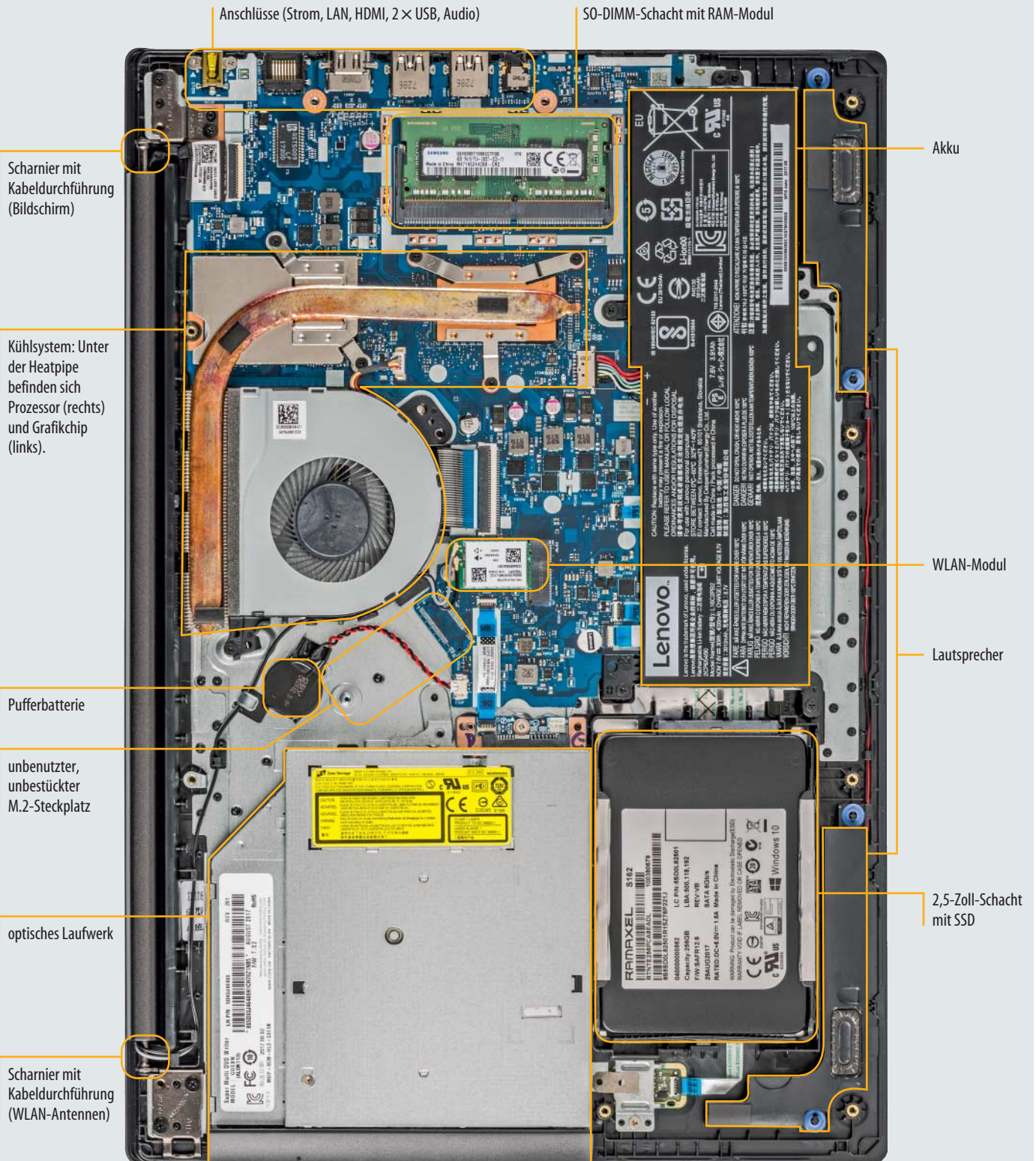
### Unwartbar

Generell ist die Auf- oder Umrüstbarkeit von Notebooks viel schlechter als noch vor einigen Jahren – etwa weil Prozessoren aufgelötet sind, statt in Fassungen zu sitzen. Für besonders energiesparenden Arbeitsspeicher wie LP-DDR3 gibt es gar keine Spezifikation für Steckmodule; auch er muss immer aufgelötet werden. Die wenigen verbliebenen Steckplätze, etwa für Massenspeicher, dienen primär den Herstellern dazu, ein Notebook in unterschiedlichen Ausstattungsvarianten anzubieten. Beim nebenstehend abgebildeten Lenovo IdeaPad 310-15IKB gibt es auch nur einen RAM-Sockel mit einem 4-GByte-Modul; die anderen 4 GByte DDR4-Hauptspeicher sind wiederum auf der Rückseite der Hauptplatine aufgelötet.

Selbst wenn man noch ein Notebook mit Wartungsklappe findet oder man es selbst komplett auseinanderschraubt, heißt das nicht automatisch, dass man Hand anlegen darf oder kann. Wir kennen Notebooks, deren 2,5-Zoll-Schacht nur solche Festplatten und HDDs akzeptierte, die auf einer im BIOS hinterlegten White List standen. Ähnliches trifft auf WLAN-Module oder LTE-Modems zu. Kürzlich haben wir von einem Fall erfahren, wo eine 2,5-Zoll-Platte am Notebook-spezifischen Anschlusskabel festgeschweißt wurde. In allen Fällen kann der Hersteller defekte Komponenten leicht austauschen, doch eigenmächtiges Aufrüsten schlägt fehl.

Auch achten die Notebook-Hersteller angesichts des Preisdrucks im Markt auf jeden Cent: Wird in einer Ausstattungsvariante eine M.2-SSD statt einer Festplatte eingebaut, dann fehlt üblicherweise das Anschlusskabel, mit dem man eine zusätzliche Platte in einen vorhandenen 2,5-Zoll-Schacht einsetzen könnte. Umgekehrt werden wiederum M.2-Slots auf der Hauptplatine nicht bestückt, wenn eine 2,5-Zoll-Platte verwendet wird. (mue@ct.de) **ct**

# Notebook-Innenleben







# Lichtshow im Nebel

## Mit Pygame programmierte Animationen erzeugen – Lasershow ohne Laser

**Projiziert man mit einem Beamer die richtigen Formen in einen Disco-Nebel, sieht das aus wie eine professionelle Lasershow. Wir erklären, wie Sie mit dem Python-Spiele-Framework Pygame im Handumdrehen die nötigen Animationen erzeugen.**

**Von Johannes Merkert**

**S**chieben Sie die Möbel im Wohnzimmer zur Seite, drehen Sie den Beamer so, dass er statt auf die Leinwand in den Raum leuchtet, aktivieren Sie die Nebel-

maschine und starten Sie das Pygame-Programm aus diesem Artikel. Mit diesem Setup erzeugen Sie beeindruckende Lasershow in den eigenen vier Wänden, ohne dass Sie dafür einen Laser besitzen müssten. Pygame, die Bibliothek auf der die Software für die Partybeleuchtung aufbaut, ist so leicht zu erlernen, dass Sie innerhalb von einer Stunde eigene Animationen programmieren und die Verwandtschaft damit zum Tanzen bringen können.

Animiert, bunt, blinkend – wer mit eigenen Programmen visuell reizen möchte, steht vor besonderen Herausforderungen. Die Elemente eines GUI-Toolkits wie Qt oder GTK braucht man eigentlich nicht, ein Fenster aber schon. Dafür soll sich

dessen Inhalt ständig ändern, mindestens 25 Mal pro Sekunde. Mit einer von Haus aus lahmen Programmiersprache wie Python ist man dafür auf die Unterstützung einer Grafikbibliothek angewiesen, die schnell genug auf die Hardware zugreift. Bei Pygame ist das SDL, das Bildschirm- ausgabe, Ton und Eingaben verwaltet. Pygame geht auch nicht darüber hinaus und bietet anders als große Spiele-Engines wie Unity oder Unreal keine Physiksimulation, 3D oder Animationsbibliotheken. Dieser Minimalismus erleichtert die Einarbeitung, weil Sie die wenigen Funktionen schnell überblicken. Pygame bietet sich daher für kleine 2D-Spiele und visuelle Experimente an, bei denen Bildwiederholraten nicht egal und die komplexen Opti-



mierungen großer Spiele-Engines nicht nötig sind.

Für unser Beispielprogramm versetzen Sie sich gedanklich ins abgedunkelte Wohnzimmer, das Sie gerade ordentlich eingenebelt haben. Ihnen gegenüber steht ein Beamer, der eine schmale weiße Linie anzeigt, die Ihnen gerade so nicht ins Auge leuchtet. Wenn nun die Schwaden aus der Nebelmaschine durch den durch diese Linie beleuchteten Bereich ziehen, ergeben sich turbulente Muster in einem hellen Dreieck, das sich vor Ihnen ausbreitet und spitz auf die Linse des Projektors zuläuft. Bewegt sich die Linie im Beamerbild, beleuchtet der Projektor einen durch den Raum wandernden Schnitt durch den Nebel. Zeigt der Beamer statt einer Linie einzelne Punkte, entstehen Strahlen statt Schnittflächen. Kreise erzeugen ornamentierte Kegel aus leuchtendem Rauch. Man kennt solche Effekte von Lasershows – mit einem Beamer spart man sich die Laser und umgeht das Risiko von Augenverletzungen. Lichttechniker kennen diesen Trick unter der Bezeichnung „Beamer as Light“.

Einen Beamer haben Sie schon. Eine Nebelmaschine fürs Wohnzimmer bekommen Sie für weniger als 50 Euro. Stattdessen können Sie auch sehr intensiv E-Zigarette rauchen ... Dann fehlt Ihnen zur eigenen Lasershow nur noch ein Programm, das Ihnen zum Rhythmus der Musik bunte Kreise, Punkte und Linien im Vollbild auf den Bildschirm zeichnet. An der zum Lichtpult umfunktionierten Tastatur bringen Sie damit die nächste Familienfeier so richtig in Fahrt! Das nötige Pygame-Wissen erklärt dieser Artikel.

## Fenster und Modi

Pygame ist in verschiedene thematisch getrennte Module aufgeteilt. `pygame.display` kümmert sich um die Bildschirmausgabe, also das Erzeugen von Fenstern oder einer Zeichenfläche im Vollbild. Eine Zeichenfläche besteht aus einem `pygame.Surface`-Objekt, auf dem Sie Bitmaps platzieren, Pixel einfärben oder Formen zeichnen. Die Funktion `pygame.display.set_mode()` erzeugt ein solches Objekt, das im Gegensatz zu anderen `Surface`-Objekten auch angezeigt wird. Der erste Parameter enthält die Größe der Zeichenfläche als Tupel (beispielsweise `(800, 600)`), der zweite Optionen, die Sie einfach mit bitweisem Oder (Python verwendet dafür das Pipe-Zeichen `|`) verknüpfen können. Das sieht dann beispielsweise so aus:

```
import pygame
disp_surface=pygame.display.set_mode(
    (800, 600),
    pygame.HWSURFACE | pygame.DOUBLEBUF)
```

Diese Zeile erzeugt eine Zeichenfläche mit 800 Pixeln Breite und 600 Pixeln Höhe, auf die Sie über die Variable `disp_surface` zugreifen können. Ob sich die Option `pygame.HWSURFACE` auf Ihrem System lohnt, hängt von Ihrer Grafikkarte ab. Auf vielen Systemen aktualisiert der Prozessor die Pixel schneller als die Grafikkarte, sodass die Option mehr schadet als nützt.

Die von der Funktion zurückgegebene Referenz auf das `Surface`-Objekt müssen Sie nicht zwingend speichern, da das Framework sie jederzeit mit `pygame.display.get_surface()` verrät. Pygame kann nämlich stets nur mit einer Zeichenfläche arbeiten.

Beim Bemalen des ganzen Bildschirms im `pygame.FULLSCREEN`-Modus können Sie als Bildgröße `(0, 0)` übergeben, sodass die Funktion selbstständig die volle Auflösung herausfindet. In Multi-Monitor-Setups nutzt das aber nicht die gesamte Fläche aus. Die Funktion `pygame.display.list_modes()` gibt eine Liste aller unterstützten Auflösungen aus, in der sich auch ein Eintrag für die Fläche über alle Monitore findet. Sortiert man die Liste möglicher Auflösungen nach Pixelzahl, kann man dann einfach die größtmögliche Auflösung übergeben:

```
modes=pygame.display.list_modes()
modes.sort(key=lambda x: x[0]+x[1])
disp_surface=pygame.display.set_mode(
    modes[-1], pygame.FULLSCREEN)
```

## Grundstruktur

Nachdem Pygame nun ein Fenster öffnet, stellt sich die Frage, wann das Programm es jeweils mit Inhalt füllen sollte, in welcher Reihenfolge es Formen zeichnet und wann es Tastatureingaben auswertet. Für die Spieleprogrammierung hat sich dafür eine „Main Loop“ genannte Endlosschleife eingebürgert, die in jedem Durchlauf zuerst Eingaben auswertet, dann Statusvariablen aktualisiert und zuletzt den Bildinhalt zeichnet. Die Schleife läuft so schnell wie möglich, sodass das Programm auf schnelleren Rechnern mit einer höheren Framerate läuft und schneller auf Eingaben reagiert.

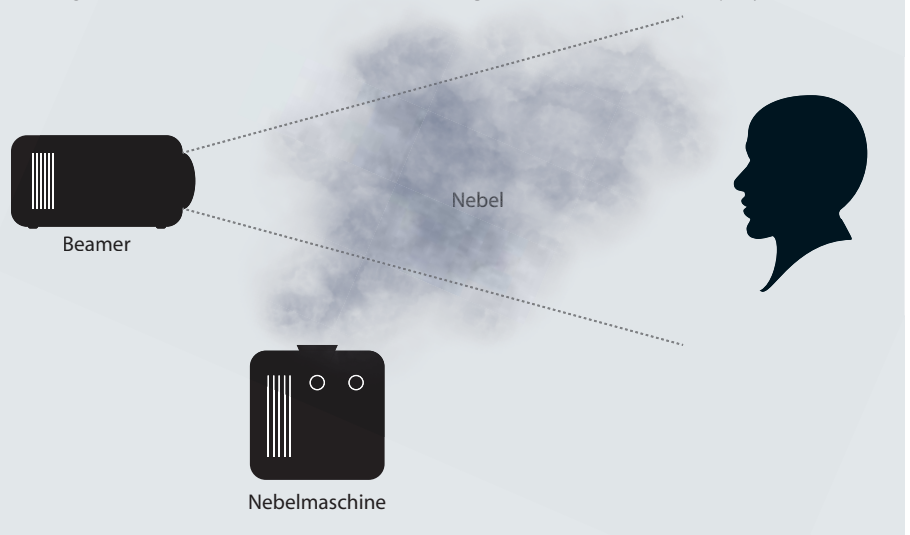
Damit der Code für diese einzelnen Schritte schön übersichtlich bleibt, bietet es sich an, alles in eine Klasse zu packen, die Methoden für die Schritte bereitstellt (siehe Listing). Die Klasse instanziiieren Sie dann und starten die Main Loop:

```
if __name__ == "__main__":
    application = BeamerAsLight()
    application.execute()
```

Dieses Programm tut nicht mehr, als das Fenster so schnell wie möglich schwarz zu übermalen (`surface.fill((0, 0, 0))`),

## Beamer as Light

Schaut man in Richtung eines Beamers, streuen die angestrahlten Nebeltröpfchen das Licht. Nicht beleuchtete Tröpfchen erscheinen im Vergleich durchsichtig, sodass dreidimensionale Strahlen und Flächen entstehen. Der Effekt wirkt nur dann gut, wenn der Beamer ein bis auf wenige Pixel schwarzes Bild projiziert.



dabei die Framezeiten zu berechnen und auf ein Schließen des Fensters zu reagieren. Auf einer solchen Grundstruktur baut aber jedes Spiel auf, das Sie mit Pygame umsetzen.

## Animationen zeichnen

Nachdem die Grundstruktur steht, kommt der kreative Teil: Animationen definieren. Die werten in unserem Beispiel eine Fortschrittsvariable namens `progress` aus, die nur Werte zwischen 0 und 1 annimmt. Durch diesen Trick müssen Sie sich nur Animationen überlegen, die in diesem Be-

```
import pygame
from time import time
class BeamerAsLight:
    def __init__(self):
        self._running = True
        self.last_frame_time = time()
    def display_window(self):
        self._display_surf = pygame.
        ↳display.set_mode(
            self.size, pygame.RESIZABLE)
        pygame.display.set_caption(
            "c't Beamer to Light")
    def init(self):
        pygame.init()
        self.display_window()
        return True
    def event(self, event):
        if event.type == pygame.QUIT:
            self._running = False
    def loop(self):
        now = time()
        elapsed_time = now -
        ↳self.last_frame_time
        self.last_frame_time = now
    def render(self):
        surface = pygame.display.
        ↳get_surface()
        surface.fill((0, 0, 0))
        pygame.display.flip()
    @staticmethod
    def cleanup():
        pygame.quit()
    def execute(self):
        self._running = self.init()
        while self._running:
            for event in pygame.event.get():
                self.event(event)
                self.loop()
                self.render()
                self.cleanup()
```

So sieht ein sinnvolles Grundgerüst für alle Pygame-Programme aus – egal ob Tetris-Klon oder Lasershow.

reich gut aussehen. Erreicht die Variable `progress` einen Wert von 1, springt sie einfach auf 0 zurück, sodass alle Animationen in Endlosschleife ablaufen. Eine vertikale Linie wäre bei `progress=0.0` ganz links, bei `progress=1.0` ganz rechts und bei `progress=0.5` genau in der Mitte des Bildschirms. Um eine Linie zu zeichnen, eignet sich die gleiche `fill()`-Funktion, mit der die `render()`-Methode schon den Bildschirm geschwärzt hat. Übergibt man der nämlich nach der Farbe noch ein Rechteck mit den Koordinaten der linken oberen Ecke sowie der Höhe und Breite, übermalt sie nur die Pixel in diesem Bereich mit der Farbe. Damit lassen sich nur horizontale und vertikale Linien zeichnen, dafür geht das aber schneller als mit den Funktionen, die auch schräge Linien zeichnen, die Pygame auch hat.

Damit die Animation mit verschiedenen Fenstergrößen und Vollbildauflösungen funktioniert, fragt unser Code zuerst die Zeichenfläche nach ihren Maßen und berechnet die Breite und Position der Linie abhängig davon:

```
width, height = surface.get_size()
w = width // 40
pos = int(progress*(width+2*w))
surface.fill((255, 0, 0),
             (pos-w, 0, min(pos, w), height))
```

Die Linienbreite berechnet dieser Code aus der Bildbreite, damit die Linie bei feineren Auflösungen nicht schmaler aussieht. Die x-Koordinate des bemalten Rechtecks berechnet der Code aus der Bildbreite multipliziert mit dem Animationsfortschritt (`progress`). Damit die Linie nicht plötzlich in voller Breite auftaucht, berücksichtigt die Formel auch die Linienbreite, sodass die Linie links und rechts im unsichtbaren Bereich verschwinden kann.

Das Bemalen von Rechtecken schaffen Surface-Objekte ohne Hilfe. Für komplexere Formen wie Kreise braucht man jedoch die Hilfe von einem von Pygames Zeichenmodulen. Davon gibt es zwei mit sehr ähnlicher Funktion. Die Dokumentation bezeichnet `pygame.draw` als erprobtes Arbeitspferd; die Funktionen aus diesem Modul beherrschen jedoch kein Anti-Aliasing. Wer die typischen Treppenartefakte nicht sehen will, weicht auf `pygame.gfxdraw` aus, das beispielsweise die Funktion `aacircle()` enthält, um Kreise zu zeichnen. Diese Funktion zeichnet jedoch nur Umrisslinien mit einem Pixel Breite. Um daraus einen schönen Punkt zu machen, muss man erst mit `filled_circle()`

einen gefüllten Kreis ohne Anti-Aliasing zeichnen und den dann mit `aacircle()` abrunden. Praktischerweise benutzen die beiden Funktionen die gleiche Signatur.

Der folgende Code zeichnet einen ausgefüllten roten Kreis und höhlt ihn mit einem schwarzen aus, sodass ein Ring mit der Stärke der vertikalen Linie entsteht:

```
width, height = surface.get_size()
r = int(progress*(sqrt((width/2)**2+
                      (height/2)**2)+width//20))
w = width//40
aacircle(surface, width//2,
          height//2, r, (255, 0, 0))
filled_circle(surface, width//2,
              height//2, r, (255, 0, 0))
if r-w > 0:
    aacircle(surface, width//2,
              height//2, r-w, (0, 0, 0))
    filled_circle(surface, width//2,
                  height//2, r-w, (0, 0, 0))
```

Die Zeichenbefehle für bewegte Linien, Kreise und andere Animationen packt man in jeweils eine eigene Funktion. Das dient nicht nur der Übersicht: Den Zeiger auf diese Funktion kann man einfach in einer Variablen speichern und leicht austauschen, während das Programm läuft. Dafür initialisieren Sie die Variable zunächst in `__init__()`:

```
self.animation = vertical_line
```

In `render()` rufen Sie dann einfach statt `vertical_line()` `self.animation()` auf:

```
self.animation(surface, self.progress)
```

Damit die Animation abläuft, müssen nun nur noch in `loop()` die `progress`-Variable aktualisieren:

```
self.progress = (self.progress
                 + elapsed_time / beat) % 1
```

`beat` enthält dabei die Zeitdauer in Sekunden, bis die Animation einmal ganz durchgelaufen ist. Da der Code Modulo 1 rechnet, kann `self.progress` dabei nur Werte zwischen 0 und 1 annehmen.

## Tastatureingaben

Das Grundgerüst enthält eine Methode `event()`, um auf Ereignisse zu reagieren. Alle Ereignisse vom Typ `pygame.KEYDOWN` enthalten eine `key`- und eine `scancode`-Eigenschaft, mit der Sie abhängig oder unabhängig vom im System eingestellten Tastaturlayout Tasten abfragen:

```
if event.type == pygame.KEYDOWN:
    if event.key == pygame.K_i:
```



Gerade Linien erzeugen ornamentierte Lichtflächen. Bewegen sie sich, wandern die Muster durch den Raum.

```
self.animation = vertical_line
elif event.scancode == 38:
    self.animation = single_circle
```

Damit Sie nicht händisch Tasten in Nummern umrechnen müssen, bringt Pygame Konstanten mit, die mit `K_` beginnen, beispielsweise `pygame.K_ESCAPE` oder `pygame.K_F5`. Scancode 38 gehört zur Taste rechts von Capslock. Die Scancodes ermitteln Sie am leichtesten experimentell mit `print(event.scancode)`. Scancodes statt Tastennamen sollten Sie immer dann einsetzen, wenn es um die Position der Taste auf der Tastatur unabhängig vom im System eingestellten Tastaturlayout geht. „WASD“ heißt im Neo2-Layout beispielsweise „VUIA“, nutzt aber die gleichen Scancodes.

Für die Auswertung von Tastenkombinationen eignen sich die Ereignisse jedoch weniger, da ein Event immer nur eine einzelne Taste enthält. Stattdessen liest man einfach mit `pygame.key.get_pressed()` für alle Tasten aus, ob sie gedrückt sind oder nicht. Die Funktion gibt ein Dictionary mit Booleans zurück, das Sie mit den gleichen `K_`-Konstanten adressieren:

```
keys = pygame.key.get_pressed()
if keys[pygame.K_SPACE]:
    surface.fill((255, 255, 255))
```

## Tanzende Lichter

Für die Lasershow im Wohnzimmer fehlt noch, dass die Formen zur Musik passen. Dafür müssen die Animationen auf den Takt reagieren. Wir haben uns dafür entschieden bei jedem Taktschlag die Richtung der Animation umzukehren, weil das besonders leicht umzusetzen ist, indem

man die Veränderung an `progress` mit `-1` oder `1` multipliziert.

Um den Takt festzulegen, verwendet der Beispielcode die Enter-Taste. Man drückt die Taste dafür einfach im gewünschten Takt und das Programm speichert die Zeitspannen zwischen den Tastendrücken in einem Array. Für den Takt in der Animation (die in `beat` gespeicherte Zeitspanne) mittelt es diese Werte. Damit fällt es weniger ins Gewicht, wenn Sie ein paar Taktschläge nicht ganz treffen. 5 bis 10 Mal Enter drücken reicht üblicherweise, um den Takt für den Rest des Liedes korrekt festzulegen.

Beim nächsten Lied müssen Sie den Takt natürlich wieder neu festlegen. Dafür muss das Programm die bisher ge-

messenen Zeiten vergessen. Nach zwei kompletten Takten ohne Eingabe bereitet es sich auf neue Taktzeiten vor, ohne jedoch die aktuelle Zeit zu vergessen. Erst nachdem zwei Tastendrücke eine neue Zeitspanne definieren, ersetzt das Programm alle vorher gespeicherten Zeiten durch diese neue.

Fürs abwechslungsreiche Showprogramm setzen Sie sich als Light-Jockey an die Tastatur. Auf die obere Reihe Tasten haben wir Farbstimmungen gelegt, auf die mittlere Reihe die verschiedenen Animationen. In der untersten Reihe finden sich noch einige Effekte, die nur so lange sichtbar sind, wie Sie diese Tasten gedrückt halten. Gleiches gilt für den „Flash“ auf der Leertaste, der das gesamte Bild weiß schaltet. Das sieht gut aus, wenn Sie es wie einen Stroboskopblitz einsetzen.

Das komplette Programm finden Sie über [ct.de/ybbm](https://ct.de/ybbm) im Repository bei GitHub. Es verwendet die hier beschriebene Grundstruktur, zur besseren Übersicht aber thematisch nach Animationen, Effekten und Farbstimmungen unterteilt. Das Hauptprogramm startet mit `python get_the_funk.py`. Wenn Sie es um neue Animationen oder Effekte erweitern, um die Verwandtschaft an Weihnachten mal richtig zum Tanzen zu bringen, sollten Sie uns einen Pull-Request schicken – Bewegung tut auch unseren Verwandten gut.

(jme@ct.de) **ct**

**Repository, Dokumentation:** [ct.de/ybbm](https://ct.de/ybbm)



Kreise erzeugen Lichtkegel, die wegen der Perspektive wie unheimlich tiefe Tunnel aussehen. In 3D wirkt das wesentlich beeindruckender als im Foto.



## Virtuell reisen

<https://flugverfolgung.net>

<https://www.marinetraffic.com>

<https://www.bahn.de/p/view/service/auskunft/zugradar.shtml>  
[tracker.geops.ch](https://tracker.geops.ch)

Während Gäste mit dem Flugzeug anreisen, schaut man gern mal im Internet nach, wo der Flieger gerade herumdüst, beispielsweise auf **flugverfolgung.net**. Weniger bekannt: Solche Echtzeit-Anzeigen gibt es auch für viele andere Fahrzeuge. **MarineTraffic** beispielsweise zeigt auf einer zoombaren Weltkarte, wo gerade welche Schiffe unterwegs sind. Kreuzfahrtschiffe, Tanker und auch Fischerboote ziehen da über die Weltmeere – sehr entschleunigend anzuschauen.



Das **Zugradar der Deutschen Bahn** offenbart den Zugverkehr samt aktueller Verspätungen auf dem Schienennetz. Viele lokale Verkehrsverbünde melden für ihr Einzugsgebiet ebenfalls, wo sich Fahrzeuge des öffentlichen Personenverkehrs gerade befinden. **TRAVIC** – kurz für: Transit Visualization Client – ist ein Projekt der Uni Freiburg und der geOps AG aus Frenkendorf in der Schweiz. Die Website bündelt Verkehrs-Informationen aus 673 Feeds, darunter 62 mit Echtzeitdaten. Sie stellt Liniennetze aus aller Welt dar, zusammengenommen 1.696.694 Stationen und 12.637.202 Fahrstrecken. (dwi@ct.de)

## Planvoll spenden

[www.dzi.de/spenderberatung](http://www.dzi.de/spenderberatung)

<https://www.phineo.org>

<https://www.betterplace.org/de>

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

Knapp ein Viertel aller Geldspenden fließen im Dezember. Das **Deutsche Zentralinstitut für soziale Fragen (DZI)** vergibt ein Spendensiegel für seriöse Hilfswerke; aktuell dürfen es rund 230 Organisationen führen. Dass ein Hilfswerk kein Siegel hat, muss jedoch nicht heißen, dass es zu den schwarzen Schafen der Branche gehört. Die Kosten der DZI-Prüfung muss nämlich die geprüfte Organisation übernehmen, die außerdem in den letzten beiden Jahren mindestens 25.000 Euro an Spenden benötigt, um vom DZI berücksichtigt zu werden. Die DZI-Datenbank gibt auch Auskunft über nicht geprüfte Hilfswerke. In den Rubriken „Die DZI Spenderberatung warnt“ und „Nicht förderungswürdig“ listet die Website aus Sicht des DZI fragwürdige Organisationen.

**Phineo** ist ein unabhängiges, gemeinnütziges Analyse- und Beratungshaus für „wirkungsvolles gesellschaftliches Engagement“. Es vergibt ein „Wirkt-Siegel“. Hier haben auch kleinere Vereine eine Chance; Kosten für die Prüfung fallen für sie nicht an. Auch über die Spendenplattform **betterplace.org** findet man kleine Projekte, die sich über Unterstützung freuen. Aktuell sind 24.185 potenzielle Spendenempfänger gelistet. Die Datenbank kann man nach Regionen, Themen und Stichwörtern durchsuchen. Wer sich fragt, wer wie viel wofür spendet, wird beim **Deutschen Spendenrat** fündig. Zusammen mit der Gesellschaft für Konsumforschung in Nürnberg analysiert der Rat regelmäßig das Spendenverhalten der Deutschen und gibt jährlich einen frei zugänglichen Bericht heraus. Demnach hat 2016 jeder Dritte gespendet, insgesamt lag das Spendenvolumen bei 5,3 Milliarden Euro, das sind knapp 5 Prozent weniger als 2015. (dwi@ct.de)

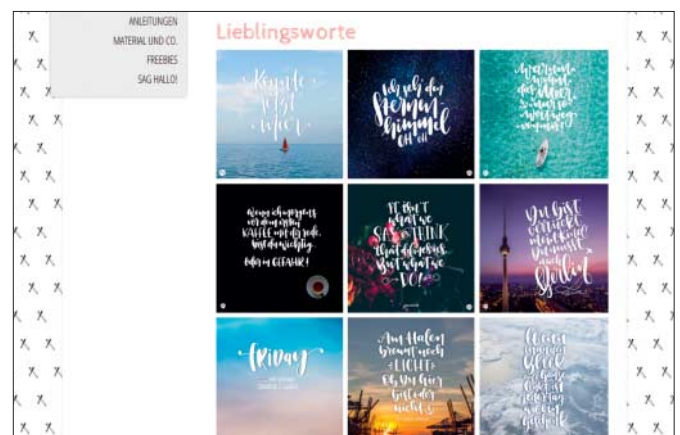
## Kunstvoll schreiben

<https://www.kellycreates.ca>

<https://www.frau-mesas.de>

Fast alle Texte erreichen uns heutzutage gedruckt oder gleich in digitaler Form. Umso persönlicher wirkt da eine handgeschriebene Botschaft – ganz besonders, wenn das Geschriebene erkennen lässt, dass der Verfasser sich um ein besonders schönes Schriftbild bemüht hat. Unter dem Namen „Lettering“ ist kunstvolles Schreiben gerade richtig angesagt. Postkartenshops, aber auch Instagram und Pinterest sind voller schöner Beispiele dieses Trends.

Die Kanadierin Kelly Klapstein zeigt in ihrem Blog **Kelly Creates**, wie es geht. Von ihr kann man das Lettering von Grund auf lernen. Klapstein hat auch tolle Videos bei YouTube eingestellt. Sie zeigen, wie meditativ die Schönschreibübungen sind – schon das Anschauen der Videos entspannt, zumal sie mit ruhiger Musik unterlegt sind. **Frau Mesas**, das ist Sandra Mesas aus Trier, beschränkt sich beim Lettering nicht auf Papier, sondern versieht auch Porzellan Gegenstände und Objekte aus der Natur wie Blätter und Kürbisse mit schwungvollen Schriftzügen. In ihrem Blog finden sich wertvolle Tipps, insbesondere auch für die digitale Weiterverarbeitung. So lassen sich für eine persönliche Grußkarte analoge Letterings mit dem Smartphone oder PC nachbearbeiten und über Digitalfotos legen. (dwi@ct.de)





Anzeige

Das Rollenspiel Skyrim VR lädt Spieler in eine riesige Welt ein, die von zahlreichen Fantasie-Kriegern, Drachen und Bugs heimgesucht wird.



# Clipping-Magier und Tunnel-Krieger

Das 2011 erschienene Rollenspiel Skyrim hat bis heute eine enthusiastische Fan-Gemeinde. Sie verbringt Monate in der riesigen Spielwelt und freut sich über die große Handlungsfreiheit – ein paar lästige Bugs wie clippende Texturen und über den Boden schwebende Figuren konnte ihren Spaß bislang kaum trüben.

Doch was am normalen Bildschirm ob der großen Spielwelt verzeihlich ist, kann einem unter dem VR-Helm den Spaß gehörig vermiesen. Bei einer VR-Umsetzung müssen alle Details stimmen, damit dem Spieler nicht übel wird und er der Illusion einer virtuellen Welt erliegt. Doch gerade hier scheitert **Skyrim VR**, das just für die PS4 und deren PSVR-Visier erschienen ist.

Wer wollte nicht von Angesicht zu Angesicht gegen Fantasy-Unholde kämpfen und die riesigen aus der Luft angreifenden Drachen erleben? Tatsächlich hat Bethesda der VR-Version die kompletten Inhalte der „Special-Edition“ nebst der drei Add-ons „Dawnguard“, „Hearthfire“ und „Dragonborn“ spendiert – ein derart umfangreiches VR-Spiel gab es noch nie.

Doch die Spielzeit von rund 120 Stunden überfordert selbst widerstandsfähige Spieler, denn das freie Herumstreifen in der Welt fordert ihnen einiges ab. Am flüssig-

sten bewegt man sich per Gamepad: Skyrim blendet die Ränder des peripheren Sichtfelds bei jedem Schritt automatisch mit einer schwarzen Vignette aus, deren Größe man selbst einstellen darf; empfindlichere Naturen sehen dann bei jeder Bewegung nur noch durch ein kleines Guckloch. Zwar wurde uns nicht übel, die ständigen Auf- und Abstiege von Treppen und Hügeln sowie die hastigen Kämpfe belasteten uns jedoch so stark, dass wir nach einer Stunde eine lange Erholungspause einlegen mussten. Am Fernseher kann man in der Zwischenzeit leider nicht weiterspielen, denn Skyrim VR funktioniert nur in VR.

Mit der alternativen Steuerung der Move-Controller rennt man nicht fließend durch die Landschaft, sondern teleportiert sich auf Knopfdruck jeweils um einige Meter weiter. Das stört nicht nur die Immersion, sondern führt auch zu manchen Fingerverrenkungen. Im Kampf darf man zwar direkt mit dem Schwert zuschlagen, Ausweichmanöver gestalten sich jedoch ungleich schwieriger. Zudem verlor die PS4-Kamera im Test nun manchmal das Tracking, sodass die Controller langsam wegdrifteten.

Die Menüs sind misslungen. Sie werden dem Spieler unangenehm dicht vor der Nase eingeblendet und lassen sich

speziell mit den Move-Controllern schlecht bedienen. Zuweilen verdecken eigene Waffen oder Gesprächspartner Text- und Auswahlblöcke. Da fällt es schon kaum noch ins Gewicht, dass manche Gespräche ungedämpft durch massive Wände dringen. Skyrim-Fans mag das wenig stören, wer das Spiel in VR aber zum ersten Mal erlebt, ist ob der zahlreichen Fehler irritiert.

Im Vergleich zum exzellenten VR-Modus von „Resident Evil 7“ wurde Skyrim VR allzu schlampig umgesetzt – ihrem hohen Preis wird die Portierung nicht gerecht. Hartgesottene Skyrim-Fans, die hier ihre ersten Schritte in die VR-Welt unternehmen, mögen trotzdem dem Reiz erliegen, ihre Lieblingswelt endlich selbst betreten zu können. Doch auch sie sollten sich auf eine zähe Eingewöhnungsphase einstellen und lange Pausen zwischen den anstrengenden Sessions einplanen.

(Peter Kusenberger/hag@ct.de)

## Skyrim VR

Vertrieb	Bethesda, <a href="http://www.bethesda.net">www.bethesda.net</a>
Systeme	PS4, PSVR
Idee	Umsetzung
Spaß	Dauermotivation

1 Spieler • Deutsch • USK 16 • 70 €

Anzeige

Im VR-Titel *Stifled* sieht der Spieler die Umgebung nur, wenn er Lärm macht – indem er beispielsweise „Hallo“ ins Mikrofon ruft. Die reflektierten Schallwellen zeigen die Umrisse der Umgebung.



## Schrei, wenn du kannst!

Die meisten VR-Entwickler sind um spektakuläre Grafik bemüht, die den Spieler von allen Seiten einhüllen soll. Das Studio Gattai Games aus Singapur gestaltete sein Horror-Adventure *Stifled* für die PS4 und PSVR jedoch mit extra kargen Kulissen und grob konturierten Figuren.

Dieser grafische Minimalismus kommt dem Spielprinzip zugute. In *Stifled* tappt der Spieler nämlich meist durch stockdunkle Räume. Er orientiert sich wie eine Fledermaus, indem er Geräusche macht. Die reflektierten Schallwellen lassen ihn für kurze Zeit aus der Ego-Perspektive heraus die Umrisse der Spielwelt erkennen.

Sobald man durch die pechschwarze VR-Welt läuft, verursachen die virtuellen Schritte Geräusche, die im Wasser und auf Metalltreppen lauter sind als auf Lehm-boden. Man kann aber auch ins Mikrofon des VR-Helms rufen – je lauter, desto mehr sieht man von der Umgebung. Weil das ständige Rufen jedoch auf Dauer anstrengt, kann man die erhellenden Schallwellen alternativ auch per Tastendruck am Controller erzeugen.

Die richtige Lärmdosis ist entscheidend, denn in der düsteren Welt leben rot

eingefärbte Gespenster, die auf Geräusche reagieren und den Verursacher zu fangen versuchen. Der Spieler muss also stets aufpassen, ihnen mit seinen Schallwellen nicht zu nahe zu kommen. Um die Geister abzulenken, kann er beispielsweise eine Flasche in eine entlegene Ecke werfen und anschließend flüsternd zum Ausgang schleichen. Kritisch wird das Ganze, wenn sich die Ausgangstür nur über ein quiet-schendes Ventil öffnen lässt. Dann heißt es: flink umdrehen und rasch in den nächsten Raum schlüpfen, bevor einen die Geister schnappen.

Technisch ist *Stifled* gelungen: Was der Grafik an Details fehlt, macht der tolle Sound wett. Wenn die Stimmen aus der Tiefe des schwarzen Raumes in die Ohr-muscheln kriechen und man in der Ferne ein rotes Etwas aufblitzen sieht, dann rutscht einem das Herz tief in die Hose. Mit der Simulatorkrankheit hatten wir lediglich an einigen wenigen Stellen der hel-len Räume Probleme. Wem der düstere Grusel unter der VR-Brille jedoch zu viel wird, kann *Stifled* auch ohne PSVR am Fernseher spielen.

Rund fünf Stunden tappt man hier größtenteils im Dunkeln, trickst Gepsen-

ter aus und löst einige unoriginelle Türöff-ner-Rätsel. Doch so packend der taktische Wechsel aus Schleichen, Flüstern und Steinewerfen auch inszeniert ist: Mit der Story gewinnt Gattai Games keinen Blumentopf. Die Hauptfigur ist ein Mann namens David, der den Verlust seiner ge-liebten Frau in Träumen und Erinnerun-gen verarbeitet. Manchmal läuft man durch hell erleuchtete 3D-Innenräume, wo man Fotos und Dokumente betrachtet, deren klitzekleine Schrift aber kaum zu entziffern ist.

Als intensiver VR-Grusler funk-tioniert *Stifled* gut. Story und Figuren-entwicklung fehlen jedoch der rote Faden. Wer das Schallwandlerprinzip zunächst ausprobieren möchte, bekommt von den Entwicklern den kostenlosen Windows-Vorgänger „Lurking“ ([www.lurking-game.com](http://www.lurking-game.com)). (Peter Kusenberger/hag@ct.de)

### Stifled

Vertrieb	Sony, <a href="http://www.stifledgame.com">www.stifledgame.com</a>
Systeme	PS4, PSVR (PC-Umsetzung geplant)
Idee ⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕	Dauermotivation ○

1 Spieler • Deutsch • USK 12 • 20 €



# Taucht was

Die Geschichte des Unterwasser-Survival-Games **Subnautica** beginnt im Raumschiff Aurora. Beim Vorbeiflug am Planeten 4546B gibt es plötzlich roten Alarm und die Aurora stürzt ab. Der Spieler schafft es gerade so in eine Rettungskapsel. Der Protagonist in der Ich-Sicht wird ausgeknockt und erwacht in der qualmenden Kapsel auf der Oberfläche des fast ganz von Wasser bedeckten Planeten.

Die Rettungsinsel enthält einen Fabricator, der aus Rohstoffen Dinge herstellen kann. Damit übt sich früh, worum es im ganzen Spiel geht: Dinge auftreiben, aus denen sich wiederum andere Dinge fertigen lassen, die man für wieder andere Dinge braucht und so weiter und so fort.

Anfänglich geht es im sonnendurchfluteten und weitgehend ungefährlichen Flachwasser erst mal ums leibliche Wohl, Fische und Trinkwasser sind Priorität eins. Mit dem Schrott des abgestürzten Raumschiffes und anderen Rohstoffen bastelt man sich ein Überlebensmesser und eine Pressluftflasche. Empfangene Funksprüche deuten an, dass es eine Rettungsmöglichkeit gibt, wenn man eine Rakete bauen kann. Zum Sammeln der nötigen Materialien geht es Flossenschlag für Flossenschlag tiefer in immer neue Lebenswelten (Biome). Dabei stößt man

auf rätselhafte Relikte einer anderen Zivilisation. Nach und nach erfährt man auch, warum die Aurora abgestürzt war.

In Subnautica mischen sich Science Fiction und fantasievolle Unterwasserwelten. Ständig muss man aufpassen, um auf der Jagd nach einer Mahlzeit nicht selbst zu einer zu werden. Die eigenen Mittel dagegen sind rührend harmlos, denn tödliche Waffen gibt es keine – ein Statement der Entwickler.

Drei Jahre hat es gedauert, bis das Entwicklerstudio Unknown Worlds Ende Oktober grünes Licht für das Ende der Early-Access-Phase von Subnautica gab – und den offiziellen Verkaufsstart noch mal verschob, erst mal auf Januar 2018. Große Änderungen soll es keine mehr geben.

Grafisch haben die Entwickler das Ganze sehr kleinteilig und mit Anklängen an die Erdwelt komponiert. Die Startregion wirkt bunt wie ein Korallenmeer, auch Kelpwälder kommen irdischen Tauchern nicht unbekannt vor. Im Verlauf der Early-Access-Phase belebte sich die Wasserwelt mit bunten Fischen, seltsamen Gewächsen, aber auch immer mehr fressgierigen Monstern. Konnte man anfangs viele Gebiete noch ungefährdet durchflöseln, droht nun fast überall der Tod. Außer im Kreativmodus, in dem man alles bauen

kann, ohne den nassen Tod fürchten zu müssen. Ein weiterer Modus erspart die stressige Suche nach Essen und Trinken.

Mit teils brachialen Änderungen im Spielmodus verschoben sich bis zuletzt immer wieder die Prioritäten, die man als Spieler setzen musste. Leider hat Subnautica keinen Mehrspieler-Modus und es ist auch keiner geplant. Dafür kann man Subnautica mit der HTC Vive sowie mit der Oculus Rift zocken. Dessen Steuerung ist mühsam einzurichten. Mit Tastatur und Maus lässt sich Subnautica leicht spielen, es sind weder blitzschnelle Reflexe noch die Klickraten nötig, die einem Kolibri-Flügelschlag gleichen.

Die bei einem offiziellen Start übliche Preiserhöhung hat Subnautica schon hinter sich – sie fiel mit 25 Prozent vergleichsweise moderat aus. (mil@ct.de)

## Subnautica

Vertrieb	Unknown Worlds, <a href="https://unknownworlds.com">https://unknownworlds.com</a>
System	MacOS (ab OS X 10.9 Mavericks), Windows (ab Vista SP2), Xbox One, Oculus Rift, HTC Vive, OSVR
Hardwareanforderungen	Intel Haswell 2 Kerne / 4 Threads 2,5 GHz, 4 GByte RAM, Grafik: Intel HD 4600
Kopierschutz	Steam
Idee ⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ○

1 Spieler • Deutsch • keine USK-Einstufung • 23 €

Der Überlebende eines Raumschiffabsturzes findet faszinierende, aber auch gefährliche Unterwasserwelten. Bestimmte Ressourcen gibt es nur in der Tiefsee, für die man Tauchroboter konstruieren muss.





Annika Richterich, Karin Wenz u. a.  
(Hrsg.)

## Making and Hacking

Digital Culture & Society, Vol.3,  
Issue 1/2017

transcript, Bielefeld 2017  
ISBN: 978-3-8376-3820-2  
198 Seiten, 30 €  
(PDF-E-Book: gleicher Preis)

# Selbstermacher-Subkulturen

Die Maker-Szene wächst kontinuierlich und auch das Hacking im Sinne des Selbst-Eingreifens in Hard- und Software ist populärer denn je. Die meisten Medien, angefangen bei Blogs und Büchern bis hin zum Fernsehen, konzentrieren sich in ihrer Wahrnehmung der Selbstermacher-Bewegung auf technische und kommerzielle Aspekte. Dabei geben die Communities von Maken und Hackern hinreichend Anlass, auch die kulturelle und soziale Seite in den Blick zu nehmen. Das tun die zehn Arbeiten in dem von Richterich und ihrem Team herausgegebenen Buch.

Dabei fällt das Licht unter anderem auf Missstände hinter den Kulissen des aktuellen Do-it-yourself-Hypes. So haben es etwa Frauen in der Szene bisweilen schwer. Das illustriert beispielsweise die Affäre um die Behauptung von Maker-Media-Chef Dale Dougherty, die provozierende kantonische Markerpunk-Ikone Naomi Wu sei gar keine echte Person. Männer aus dem westlichen Kulturkreis machen die große Mehrheit der Hobbyisten aus.

Eigentlich sollen die Segnungen der Maker-Bewegung allen Menschen zugute kommen. Das Buch spricht manches an, was dafür hinderlich sein kann. Das betrifft etwa die Kommerzialisierung der Szene: Was nach westlichen Maßstäben preisgünstig anmutet, kann für Interessenten aus Schwellen- und Entwicklungsländern bereits unerschwinglich sein. In Ländern wie Indien, China oder Peru ist der Do-it-yourself-Gedanke oft Ausdruck praktischer Notwendigkeit und nicht eines originellen Freizeitvergnügens. Bisweilen sichert er sogar den Lebensunterhalt.

Die meisten Beiträge beschäftigen sich mit Fablabs und Hackerspaces. Geboten werden Einblicke in die täglichen Sorgen und Nöte der Betreiber, aber auch in die sozialen Gefüge, die sich innerhalb der Einrichtungen bilden.

Neben direkten Beobachtungen haben die Autoren auch Videoaufzeichnungen von Hackathons ausgewertet, um Typisches im Miteinander der Teilnehmer ausfindig zu machen. Die Datengrundlage der Beiträge ist bisweilen dünn, manches beruht auf persönlichen Erfahrungen der Autoren oder auf nur wenigen Interviews. Die Texte sind durchweg wissenschaftlich gehalten und in anspruchsvollem Englisch verfasst. Wer sich darauf einlässt, gewinnt ungewohnte Einsichten in einen sehr lebendigen aktuellen Prozess unserer technischen Zivilisation.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

# Gedankenkonvertierung

Gedanken, Sachverhalte und Zusammenhänge lassen sich oft leichter verarbeiten, wenn sie sich mit visuellen Informationen verbinden. Daher sind Textnotizen nicht unbedingt der Weisheit letzter Schluss, wenn es etwa darum geht, Zielvorstellungen, Entwicklungsabläufe oder auch Kommunikationswege im Gedächtnis zu behalten. Für viele Einsatzzwecke können Sketchnotes sehr hilfreich sein – in digitaler Form oder klassisch mit Stift und Papier hergestellt.

Es handelt sich gewissermaßen um multimediale Notizen, die aus Zeichnungen, Text, Mediendateien, verknüpfenden Symbolen und vielem anderen bestehen können. Mike Rohde gilt als Pionier dieser Technik. Iris Schaffranek zeigt in ihrem Buch nicht nur, dass die Wurzeln dieser Art von Visualisierung bereits im Mittelalter liegen. Sie beschreibt auch, welche Strukturen und Formen sich heute etabliert und in der Praxis bewährt haben.

Einige Grundelemente sind besonders geeignet, Einsteigern den Zugang zu der Methode zu erleichtern, die eine Transferleistung von der abstrakten Gedankenwelt ins Reich von Orten, Bewegungen und Objekten vollbringt. Ob man damit Ideen entwickeln, gedankliche Anker setzen oder Kollegen und Teammitgliedern etwas präsentieren möchte, spielt keine Rolle. Spechblasen, Banner, Linien, Pfeile, aber auch komplexere Figuren helfen, möglichst alles Denkbare abzubilden.

Nicht jeder ist zeichnerisch begabt, mancher hat auch keine präsentable Handschrift. Auch fürs Arbeiten unter problematischen handwerklichen Bedingungen bietet Schaffranek pragmatische Lösungen und Beispiele an. Sie beantwortet dabei allerlei grundlegende Fragen: Wie gibt man Notizen Struktur? Mit welchen einfachen Tricks haucht man Strichmännchen Leben ein? Wie kann man auch ohne künstlerisches Talent visuelle Ausdrucksformen nutzen? Die beschriebenen gestalterischen Basics sind nicht nur für Sketchnote-Mitpinner wertvoll, sondern beispielsweise auch für viele Powerpoint-Büroartisten.

Der Autorin gelingt es, dem Leser das Instrumentarium der Sketchnotes so nahezubringen, dass er Lust bekommt, selbst aktiv zu werden. Wie er es dann letztlich einsetzt und welche Art von Dokumenten er „sketchnotig“ würzt, bleibt ihm selbst überlassen. Auf jeden Fall wird deutlich, dass das Visualisieren mit dieser Methode viel Spaß machen kann und auch reichlich Raum für augenzwinkernden Humor bietet.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)



Ines Schaffranek

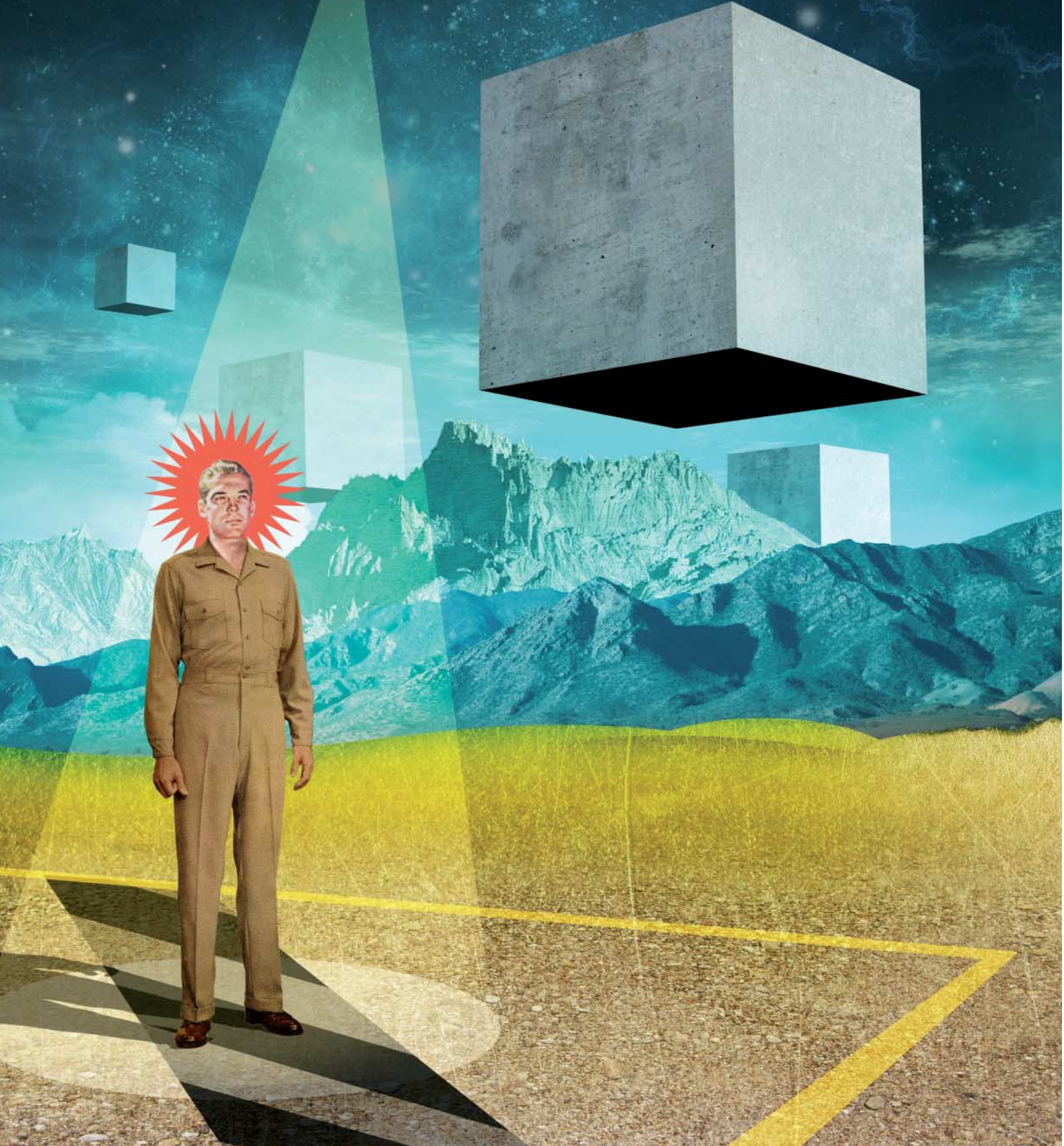
## Sketchnotes kann jeder

Visuelle Notizen leicht gemacht

Rheinwerk Design, Bonn 2017  
ISBN 978-3-8362-4337-7  
214 Seiten, 25 €  
(PDF-/Epub-E-Book: 22 €)

Anzeige





# STATION NULL — QUADER

VON ARNO ENDLER

© Copyright by Heise Medien



James Hieronymus Morrison der Dritte trug diesen außergewöhnlichen Namen, den jedoch niemand wirklich kannte, geschweige denn benutzte. Viele riefen ihn schlicht Jim oder Ron oder auch einfach Hausmeister, wegen seines Berufs, den er mit Leidenschaft seit dreißig Jahren ausübte. Seine Passion hatte ihn bis auf den Mond katapultiert, wo er in der Lunar-Research-Station für alle anfallenden technischen Arbeiten zuständig war. Ein recht langweiliger Job, wie man meinen könnte, aber Morrison liebte die friedvolle Atmosphäre, in der die Wissenschaftler verschiedenen Experimenten nachgingen. Niemand hätte also geglaubt, dass er irgendwann einmal der Erste in etwas sein würde.

Die unruhige Phase in seinem Leben begann mit dem Durchflug einer außerirdischen Sonde querab des Sonnensystems. Zahlreiche Konzepte wurden entworfen und wieder verworfen, um der Alien-Technologie habhaft zu werden.

Morrison ersetzte gerade den Projektor im Sitzungssaal, als der Leiter der Station den Vergleich brachte, dass es dasselbe wäre, wie eine einzelne Ameise in der Sahara mit einer Pinzette zu fangen, während man in einem Düsenjet über den Boden fliegt.

Doch die Aufregung blieb greifbar, kulminierte, als die ersten Meldungen eintrafen, dass die Sonde verlangsamte.

In einem Zehn-Milliarden-Euro-Manöver reiste ihr eine vierköpfige Mannschaft in einem Transport-Raumgleiter entgegen, nur um bei Annäherung festzustellen, dass der Alien-Flugkörper wieder beschleunigte. Allerdings ließen die Außerirdischen ein Geschenk zurück. Eine Büchse der Pandora schwebte im All, die man barg und zur Lunar-Research-Station transportierte.

Eine angespannte Stimmung umgab plötzlich Morrison, als zusammen mit einigen Militärs und vielen weiteren Wissenschaftlern verschiedener Disziplinen das Artefakt, genannt der Quader, eintraf. Drei Tage lang steigerte sich die Hysterie, bis ein gewisses Maß an Ernüchterung die Laune der Forscher trübte.

Morrison hatte inzwischen mehrfach das Alien-Artefakt gesehen und bei zahlreichen hitzigen Diskussionen zugehört und wusste, worum es ging.

Der Quader maß genau einen Kubikmeter bei exakten Kantenlängen von jeweils einem Meter. Wenn dies schon außergewöhnlich für ein außerirdisches Objekt war, so entpuppte sich die menschliche Technik als unnütz bei der Erforschung. Der Würfel widersetzte sich jeder Art von Scan, gleich ob Röntgen, Radar oder sonstiger Bestrahlung. Auch konnte man ihn mit keinem Gerät erreichen. Eine Art Prallfeld mit einer Ausdehnung von zehn Zentimetern schützte den Quader. Er schwebte sogar darauf, sodass er den Boden nicht berührte.

Man hatte es mit allen irdischen Materialien versucht, doch kein Bohrer kam heran, kein Metall, Holz oder Kunststoff, keine Keramik war in der Lage, das Prallfeld zu überwinden. Dieses Schutzsystem hob wahrscheinlich auch das Eigengewicht des Quaders auf. Schon ein laues Lüftchen reichte, um ihn zu versetzen; also hatte man Stühle um ihn herum aufgestellt, damit er trotz des Lufthauchs beim Öffnen der Tür auf der Stelle blieb.

Morrison hätte so etwas als Patt bezeichnet, aber man fragte ihn nicht nach seiner Meinung, sondern beorderte ihn

in den Sperrbereich, um dort die ausgefallene Videoanlage zu reparieren.

Ein Soldat, der neben der Eingangstür Wache hielt, musterte ihn mit energischem Blick. Morrison nickte dem jungen Private zu und betätigte den Knopf an der seitlichen Wand, damit er hinein konnte. Mit einem Zischen glitten die Türhälften beiseite. Hinter ihm schloss sich der Eingang automatisch. Der Hausmeister und der Quader standen sich gegenüber.

Morrison schüttelte den Kopf. Er hörte die mahnende Stimme seines Vaters, die er sich immer dann einbildete, bevor er eine Dummheit begehen wollte. „James Hieronymus! Tu das nicht!“

Morrison wandte den Blick von dem grauen Kubus ab und schaute hoch in die eine obere Ecke, wo sich der Verteilerkasten für das Kamerasystem des Labors befand. Er stellte seinen Soforthilfekoffer ab, den er stets bei sich trug, und bugsierte einen Stuhl unter den Kasten. Doch er hielt inne, hörte wieder die Stimme seines Vaters: „James Hieronymus! Tu das nicht!“

Morrison kniete sich vor den Quader.

„Wie es sich wohl anfühlt?“, murmelte der Hausmeister, streckte seine Hand aus, um das Prallfeld zu ertasten. Dies war etwas, was aus Sicherheitsgründen bislang niemand getan hatte.

„Besser ich als Micky“, flüsterte Morrison in Gedanken bei dem einzigen Tier auf der Lunar-Research-Station, einem acht Jahre alten Makaken, den er sehr gern hatte.

Kurz vor der magischen Zehn-Zentimeter-Grenze registrierte Morrison ein leichtes Prickeln, nicht unangenehm, eher irritierend, wie ein Juckreiz in tiefen Hautschichten, die man niemals erreichen konnte. „So was hält mich doch nicht ab“, sagte er leise. Langsam, aber unerbittlich näherte sich seine Handfläche dem Quader.

Pulsierte er? Wandelte sich das Grau in ein schmutzigeres Grau? War das ein Wärmegefühl an seinen Fingern? All diese Gedanken hatten Zeit, sich in seinem Gehirn zu bilden und sofort vergessen zu werden. Dann berührte er sanft die Oberfläche des Alien-Artefakts. Als kein Schmerz, keine wie auch immer geartete Warnung ihn abhielt, presste er mit der Hand gegen das unbekannte Material.

Es klingelte in seinen Ohren. Er hörte ein Knacken.

Plötzlich löste sich der Quader in unzählige einzelne Würfel auf, die zu Boden polterten und dort einen Schutthaufen bildeten.

Morrison erstarrte in Verwunderung, Panik und Ehrfurcht. Er wartete nur darauf, dass jemand durch die Tür in das Labor gelaufen kam, um ihn anzubrüllen. Doch nichts dergleichen geschah. Vielleicht hatte er sich die Lautstärke auch nur eingebildet und die Kameraaugen waren schließlich außer Betrieb.

Er nahm einen nun nutzlosen Stuhl, drehte ihn und setzte sich, um den auseinandergebrochenen außerirdischen Rubiks-Cube in Ruhe zu betrachten.

Es mussten sicherlich mehrere tausend kleine Würfel sein, in die der Quader zerbröselte war. Sie waren alle gleich groß, mit einer Kantenlänge von rund vier Zentimeter. Nur in der Mitte des Haufens lag ein größeres Artefakt. Ein massiver Würfel mit einer zehnmal so großen Kantenlänge.

Morrison seufzte. „Soll ich dich jetzt wirklich wieder zusammensetzen?“, murmelte er, langte nach einem der Mini-

Würfel und hob ihn auf. Das Prallfeld war nicht mehr. Er hatte es anscheinend mit seiner Aktion abgeschaltet.

Der kleine Kubus wog nicht viel. Sechs einheitlich graue Seiten, nur eine zeigte einen mittigen Punkt. Morrison schüttelte das Objekt, warf es hoch in die Luft und fing es auf. Nichts geschah. Kein Klappern, keine Reaktion.

„Mhm.“

Die Tür glitt auf. „Was, zum Henker, machen Sie da?“ Eine weibliche Stimme. Joan. Die Leiterin des Forschungsteams. „Oh, mein Gott! Was ist hier geschehen?“

Morrison stand bereits, in beinahe militärischer Grundhaltung ihr zugewandt, mit den Armen hinter dem Rücken.

„Jim?“, drängte die hübsche Mittvierzigerin, deren rotes Haar kaum zu bändigen war. Sie deutete auf den Schutthaufen. „Was ist passiert?“

„Ähm.“ Morrisons Gehirn blockierte im Leerlauf. Er konnte keinen klaren Gedanken fassen. In seiner rechten Hand knetete er den Mini-Würfel, sein Daumen spürte die kreisförmige Erhebung auf der einen Seite des Kubus, strich mehrfach darüber, registrierte die Andeutung einer Bewegung, presste auf den Punkt.

## DU WÜRDST MICH ALS EINE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ BEZEICHNEN.

Plötzlich bildete sich ein Feuerwerk aus Blitzen in seinem Gesichtsfeld, das Joan nahezu verdeckte. Geblendet schloss Morrison die Augen, seine Oberschenkel zitterten, seine Knie gaben nach, ihn schwindelte und er sackte in sich zusammen. Er wollte seine Arme ausstrecken, um den Fall abzubremesen, aber seine Muskeln gehorchten ihm nicht mehr. Dann fühlte er sich leicht. Beinahe schwebend.

Der Hausmeister dachte: Ich bin tot. Der Würfel hat mich getötet. Deswegen ist es auch schwarz um mich. Verdammt!

„James Hieronymus! Mach die Augen auf!“ Die Erinnerung an die Stimme seines Vaters zeigte Wirkung. Morrison bemerkte, dass er atmete, wie sich sein Brustkorb bewegte. Langsam hob er die Lider. Aber Joan war verschwunden. Das Labor mit ihr.

Er sah sich um. Er hockte auf dem Boden in einem schmucklosen Raum, ohne Fenster, Türen oder Mobiliar. Es gab nur einen Gegenstand. Den kleinen Würfel, der ihm wohl aus der Hand gefallen war und vor seinem rechten Fuß lag. „Wenn dies das Jenseits ist, werde ich vor Langeweile ein weiteres Mal sterben“, sagte er laut, nur um seine Stimme zu hören. Sie klang etwas dünn, vielleicht lag es an der fremdartig riechenden Luft. Das Atmen fühlte sich seltsam an, als würde er hyperventilieren.

„Hallo?“, rief er. Keine Antwort. Er stemmte sich hoch. Da bemerkte er die verringerte Schwerkraft. An die Mondgravitation hatte sich Morrison längst angepasst, hier wirbelten jedoch Schmetterlinge durch seinen Magentrakt. Er

hüpfte probeweise und fand seinen Eindruck bestätigt, dass er sich definitiv nicht mehr auf dem Mond aufhielt.

„Hallo!“, probierte er es erneut. Langsam ging er auf eine der Wände zu, betastete sie mit seinen Fingern. Kühl, aber nicht kalt, und ein wenig nachgiebig. Er versuchte, das Material mit den Fingernägeln zu ritzen, doch so weich war es nicht. Das völlige Fehlen von Markierungen oder Beschädigungen irritierte ihn. Plötzlich spürte er sanfte Vibrationen. Er presste stärker und fiel unvermittelt nach vorne. Dank der geringen Schwerkraft endete der Sturz nicht schmerzhaft.

Morrison blickte zurück. In der ehemals massiven Wand hatte sich ein Durchgang gebildet. Komplett quadratisch, vielleicht zwei Meter hoch und breit.

Der neue Bereich barg gleich drei Überraschungen.

Nummer eins war ein Kubus, der in der Mitte des Raumes stand und zentral eine Öffnung hatte, in die sein Miniwürfel passen würde.

Überraschung Nummer zwei war ein Panoramafenster.

„Scheiße! Ich bin im All“, flüsterte Morrison und begaffte den Planeten, der sich langsam unter ihm wegdrehte.

„Das muss eine Raumstation sein. Aber das dort ist nicht die Erde“, sprach er zu sich selbst. Der Himmelskörper schien aus einer einzigen Landmasse zu bestehen. Es gab keine Wolken, keine Seen oder Flüsse, geschweige denn Meere, nur diese eintönige braun-rötlich-schwarze Oberfläche. Allmählich näherte sich die Station der Tag-und-Nacht-Grenze des Himmelskörpers. Auch auf der dunklen Seite gab es keine Auffälligkeiten. Nirgendwo stach Morrison eine Lichtquelle ins Auge. Die fremde Welt wirkte unbewohnt und lebensfeindlich.

„Verdammt!“, fluchte der Hausmeister. Nun aktivierte sich Überraschung Nummer drei, eine senkrecht in der Wand eingelassene handbreite Lichtleiste von vielleicht einem Meter Höhe. Sie wechselte die Farbe von Gelb in Blau. Es knisterte leise, dann hörte Morrison eine Stimme: „Willkommen.“

„Was?“ Er zuckte zusammen und sah sich hektisch um, doch niemand hielt sich in dem Raum auf.

„Ich denke, dass dies der korrekte Gruß für einen Bewohner der Erde war, oder nicht?“

„Wer ... wer bist du? Wo bist du?“, fragte Morrison.

„Ich bin überall. Dies ist Station Sieben-Eins-Fünf-Drei, um genau zu sein. Und ich bin die Hüterin der Station.“

„Bist du ein Mensch?“

„Ich? Beim kommenden Kollaps, nein. Du würdest mich als eine künstliche Intelligenz bezeichnen.“

„Ein Computer“, entgegnete der Hausmeister.

„Mehr als das. Darf ich mich nach deinem Namen erkundigen?“

„Du sprichst meine Sprache.“

„Ist das dein Name?“

„Nein. Eine Frage oder Feststellung. Wieso kann ich dich verstehen?“

„Oh! Du bist der Erste.“ Die Farbe der Lichtleiste wechselte ins Rötliche.

Morrison, der endgültig verwirrt war, musste sich setzen. Die geringe Schwerkraft, zusammen mit dem sich ständig drehenden Planeten im Fenster, verursachte eine leichte Übelkeit. „Was meinst du mit der Erste?“

„Nun, mein lieber Namenloser, ...“

„Morrison. James Hieronymus Morrison der Dritte. Das ist mein Name.“

„Ein wenig lang, nicht wahr?“

„Nenn mich James.“

„Gut, James. Ich liefere Antworten, muss aber zunächst dich kurz befragen. Einverstanden?“

Morrison nickte. „Ja.“

„Danke, James. Du kommst vom Planeten Erde und vor kurzem erreichte euch eine Sonde.“

„Ja.“

„Und du, James, bist ein Wissenschaftler, der die Quanten-Verbinder entschlüsselt und getestet hat.“

„Ich bin kein Wissenschaftler, ich bin Hausmeister. Was ist ein Quanten-Verbinder?“

„Du hast ihn mitgebracht.“

„Der Würfel?“

„Nun, ja. Es ist schon etwas mehr als ein Würfel.“

„Wo bin ich, verdammt!“

„Dies ist Station Sieben-Eins-Fünf-Drei, wie ich schon berichtete, und ich erkenne, dass es schwieriger ist als gedacht.“ Die Lichtleiste zeigte nun eine grellviolette Verfärbung.

Morrison verschränkte seine Arme wie ein trotziges Kind.

„James. Stell dir vor, dass es in dem riesigen Universum verschiedene Zivilisationen und übergeordnete Organisationen gibt, die, nach strengen Vorgaben, neue Spezies an passende Gemeinschaften heranzuführen gedenken. Es existieren Regeln, die von allen eingehalten werden müssen, also ist es nicht einfach erlaubt, einen direkten Erstkontakt herzustellen.“

„Die Sonde.“

„Ist einer der legitimen Wege, den wir für die Menschen der Erde ausgewählt haben.“

„Wie komme ich hierher, warum wurde ich hierher transportiert und weshalb sprichst du meine Sprache?“ Morrison schoss die Fragen ohne Atempause ab.

Die Stimme der Hüterin antwortete: „Wir beobachten die Menschheit, empfangen eure Signale und Sendungen, verfügen über ein ganzes Arsenal von Beobachtungsalternativen, die euren technischen Horizont übersteigen. Aber dies ermöglichte uns, die Idiome der Erde zu erlernen. Du bist hier, weil du den Quanten-Verbinder aktiviert hast. Dieser enthält einen Teil eines quantenverschränkten Paares und eine auf Nanogröße geschrumpfte Technik, die es erlaubt, den Träger des Quanten-Verbinders an den Ort zu schicken, an dem der Komplementär des quantenverschränkten Paares weilt.“

„Stopp!“ Morrison schüttelte den Kopf. „Du meinst, dass ihr in den Würfel ein winziges Teilchen und eine Technik, die mich an einen X-beliebigen Ort im Universum transportieren kann, gestopft habt?“

„Nicht an einen beliebigen. An einen bestimmten. Dein Würfel konnte dich nur hierhin bringen. Und natürlich wieder zurück, denn die Einzelteile des Quantenpaares tauschen beim Transport die Plätze.“

Morrisons Gehirn lief langsam heiß. „Das Quantenteilchen in dem Würfel blieb auf dem Mond zurück, als ich hierher kam?“

„Ja. Sehr gut, James. Und nun befindet sich das Komplementärteilchen in dem Verbinder. Aktiviere den Transport und du kommst zurück.“

„Und jeder Würfel enthält ein anderes Teil?“

„Korrekt. Um genau zu sein, habt ihr 14.896 Quanten-Verbinder erhalten. Portale zu anderen Stationen.“

„Solche wie diese hier?“

„Ja.“

„Und was sollen wir tun?“

„Forschen, James. Lernen, entdecken, euch würdig zeigen. Jede Station verbirgt eine neue Herausforderung. Findet es heraus.“

„Aber wie? Wenn ich es richtig verstanden habe, kann nur einer hinreisen und damit wieder zurück, oder?“

„Oh, verzeih. Siehst du den großen Kubus hinter dir?“

„Ja. So etwas enthielt auch die Sonde.“

„Korrekt, James. Du musst den Verbinder nur einführen. Es ist ein Duplizierer. Er vervielfältigt die Quantenpaare. Bis zu zehn Paare sind möglich. Das hängt von der jeweiligen Station ab.“

„Okay. Meine Aufgabe ist es wohl, das meinen Leuten zu erklären?“

„James, deine Auffassungsgabe ist gut ausgebildet.“

„Mhm.“ Morrison starrte hinaus, wo sie längst wieder über der Tagseite des Planeten angelangt waren. Ihm wurde bewusst, wie einzigartig der Moment war.

„Ich bin der Erste“, murmelte er.

„Das ist korrekt, James.“

„Wann kann ich zurück?“

„Jederzeit.“

Morrison fixierte den fremden Planeten, dessen Ödnis ihn traurig machte. Er erhob sich, ging hinüber in seinen Ankunftsraum und hob den Würfel auf.

„Leb wohl, Hüterin“, sagte er. Dann drückte er den kleinen Knopf. Tatsächlich landete er wieder in dem Labor, das man – nach dem Vorfall – abgesperrt hatte. Er erzählte, was ihm zugestoßen war. Wort für Wort wiederholte er die Informationen der künstlichen Intelligenz.

Er tat dies nur, nachdem man ihm schriftlich zugesagt hatte, dass niemand erfahren würde, dass er der erste Mensch außerhalb des Sonnensystems gewesen war.

Er ließ sich kündigen, investierte seine Abfindung in ein kleines Blockhaus im unbewohnten kanadischen Norden und lebte dort als Eremit. Neben den alltäglichen Verrichtungen des Lebens fand Morrison die Zeit, zwei Notizblöcke mit seinen Gedanken und Meinungen zu füllen. Er schrieb unter anderem, wie sehr ihn die Vorstellung von zahllosen fremden Zivilisationen und Organisationen erschreckt hätte. Wie das Universum eine greifbare, aber unvorstellbare Größe erhielt, die ihn zu einem Staubkorn degradierte. All dies führte dazu, dass er niemals wissen wollte, was nach seiner Entdeckung mit der Menschheit geschehen würde.

Ein Reporter spürte ihn auf, fand ihn jedoch tot in seinem Bett liegend. Es war nicht eine außerirdische Bedrohung, die ihn getötet hatte, sondern ein Herzinfarkt. Die Notizblöcke lagen – nicht zu übersehen – auf dem inzwischen verstaubten Tisch. Die Hütte war aufgeräumt, der Holzvorrat für den Winter, den er nicht mehr erlebte, ausreichend.

So ein Mensch war James Hieronymus Morrison der Dritte.

(psz@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“: Christof Windeck ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de)), „Die Rückkehr des Firefox“: Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@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:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

### Ressort Software & Internet

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Bernd Behr ([bb@ct.de](mailto:bb@ct.de)), Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Lea Lang ([lel@ct.de](mailto:lel@ct.de)), Anke Poimann ([apo@ct.de](mailto:apo@ct.de)), Martin Reche ([mre@ct.de](mailto:mre@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüller ([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

**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 ([tlh@ct.de](mailto:tlh@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Johannes Merkert ([jme@ct.de](mailto:jme@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Axel Vahldiek ([avx@ct.de](mailto:avx@ct.de)), Olivia von Westernhagen ([ovw@ct.de](mailto:ovw@ct.de))

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([ciw@ct.de](mailto:ciw@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)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de))

### Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Julius Beineke ([jube@ct.de](mailto:jube@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hc@ct.de](mailto:hc@ct.de)), Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@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))

### heise online

**Chefredakteur:** Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Stellv. Chefredakteur:** Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de))

**Redaktion:** Kristina Beer ([kbe@ct.de](mailto:kbe@ct.de)), Daniel Berger ([dbe@ct.de](mailto:dbe@ct.de)), Volker Briegleb ([vbr@ct.de](mailto:vbr@ct.de)), Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Daniel Herbig ([dahe@ct.de](mailto:dahe@ct.de)), Martin Holland ([mho@ct.de](mailto:mho@ct.de)), Axel Kannenberg ([axk@ct.de](mailto:axk@ct.de)), Fabian A. Scherschel ([fab@ct.de](mailto:fab@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:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Social Media:** Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([Ltg., rs@ct.de](mailto:Ltg., rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Korrespondenten Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar, Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Frankfurt:** Volker Weber ([vowe@ct.de](mailto:vowe@ct.de)), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8, 64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 26 18

**Nordamerika:** Daniel AJ Sokolow ([ds@ct.de](mailto:ds@ct.de)), 91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 778 303 06 37

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempf, 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, Astrid Seifert, Dieter Wanner, Dirk Wollschläger, Brigitta Zurhieden

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Maurer

**Tablet-Producerin:** Melanie Becker

### 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 Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: sq4lecqyx4izcpk.onion

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),

[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 34 vom 1. Januar 2017.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd., 7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan, [www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)

Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**DVD-ROM-Herstellung:** Klaus Ditzze (Ltg.), Nicole Tiemann

**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 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;

Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 111,80 €, Österreich 120,90 €, Europa 130,00 €, restl. Ausland 156,00 € (Schweiz 158,60 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 80,60 €, Österreich 87,10 €, Europa 98,80 €, restl. Ausland 124,80 € (Schweiz 130,00 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 84,50 €, Österreich 88,40 €, Europa 102,70 €, restl. Ausland 128,70 € (Schweiz 117,00 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 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 1/2018

Ab 23. Dezember 2017 am Kiosk und auf ct.de



## Komplett-Rechner mit Ryzen

Endlich bieten die großen PC-Hersteller wieder attraktive Rechner mit AMD-Prozessoren an: Im Test haben wir die erste High-End-Gaming-Maschine mit Threadripper-CPU und SLI-Verbund aus zwei Grafikkarten sowie den ersten All-in-One-PC mit Ryzen-Achtkerner und 4K-Display.



## Kompakte Bluetooth-Lautsprecher

Im Garten, am Schreibtisch oder unter der Dusche: Tragbare Bluetooth-Lautsprecher leisten in vielen Alltagssituationen musikalisch Gesellschaft. Ein c't-Test zeigt, wie vielseitig die aktuellen Boxen sind, wie lange die Akkus halten und welche Audioqualität man erwarten darf.

### Außerdem:

## Raw-Fotoviewer

Raw-Entwickler sind toll – aber viel zu behäbig, um 1000 Fotos von Reise, Hochzeit oder Shooting schnell auswählen und bewerten zu können. Ein Fotoviewer muss her, der schnell arbeitet, Fotos richtig anzeigt und Bewertungen in gängigen Standards an Lightroom und Co. weitergibt.

## Biohacking: Upgrades für Körper und Geist

Hightech im Körper ist mehr als Schrittmacher und Insulinpumpe. Biohacker und Cyborgs pflanzen sich Mikrochips, Antennen und sonstige Gadgets unter die Haut. c't wagt den Selbstversuch, schaut, was schon gebastelt wird, und macht sich Gedanken über die Zukunft des Mensch-Seins.

## Windows PowerShell

Microsoft treibt die Ablösung der Eingabeaufforderung durch die PowerShell immer weiter voran. Es wird also höchste Zeit, sich mit der neuen Konsole anzufreunden. Als Belohnung warten ein nahezu unerschöpflicher Befehlsvorrat und endlich eine Skriptsprache, die diese Bezeichnung verdient hat.

## Noch mehr Heise-Know-how:



Mac & i 6/2017 jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de



c't Windows Problemlöser jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de



Technology Review Special 2017 jetzt am Kiosk und auf heise-shop.de