



Intel Optane  
statt SSD

Neuronale Netze automatisieren die Bildbearbeitung

# Bild hübsch dank KI

Tools für Korrektur, Montage, Stil-Transfer

IM  
TEST

- Galaxy Tab S3
- Videodrohne GoPro Karma
- Edle Kompaktkameras
- CorelDraw 2017
- 400-Watt-Netzteile

## Volle Power, kleine Kiste: Kompakte Gaming-PCs

c't-WIMage mit Creators Update

Website-SEO mit Metadaten

c't-Notfall-Windows erweitern

Prepaid-Tarife für Smartphones

# Netzwerke debuggen

Wireshark-Praxis • Diagnose mit Android und iOS

€ 4,70  
AT € 5,00 | LUX, BEL € 5,50  
NL € 5,70 | IT, ES € 6,00  
CHF 6,90 | DKK 52,00



Anzeige



## Neuer Aufguss

Wer am Rechner sitzt, will arbeiten und nicht auf die Reaktion des Rechenknechtes warten. Daher ziehen wohl alle Anwender einen PC mit einer SSD einem Rechner mit einer alten Magnetfestplatte vor. Wer viel Speicherplatz braucht, greift aus Kostengründen dennoch häufig noch zu einer Festplatte. Mit ReadyBoost und Turbo Memory gab es schon Versuche, solche Systeme zu beschleunigen, doch durchgesetzt haben die sich nicht - zu gering war der Performance-Schub, den der zusätzliche Flash-Speicher brachte.

Intels neuer Anlauf aber funktioniert gut. Optane Memory, ein kleines mit dem Flash-Nachfolger 3D XPoint bestücktes M.2-Modul, bindet sich transparent als Cache zwischen CPU und Festplatte ein. Im Test erreichte diese Kombination praktisch die gleiche Performance wie ein reines SSD-System.

Doch sollte nun niemand gedankenlos in den nächsten Laden laufen und ein Optane-Modul kaufen, denn die Symbiose wird nur in wenigen Fällen funktionieren. Mit den Systemvoraussetzungen bringt Intel den schönen Beschleuniger gleich wieder zu Fall: Mainboard mit Optane-Unterstützung, Kaby-Lake-Prozessor und Windows 10, darunter geht nichts. Selbst wer vor nicht einmal einem halben Jahr für 1000 Euro oder gar noch mehr einen neuen Renner gekauft hat,

kann das Optane-Modul lediglich als einfache SSD einsetzen - dafür aber ist es zu teuer, zu langsam und zu klein: Mehr als 32 GByte Kapazität gibt es nicht.

Vielleicht stößt die Optane-Technik bei den Herstellern von Komplett-PCs auf Interesse. Diese könnten mit aktueller Intel-Technik werben und die ebenfalls werbewirksame Kapazität des Massenspeichers hervorheben - der dann aus einer lahmen, aber großen und vor allem für die spottbilligen Festplatte besteht. Doch auch diese Hersteller rechnen mit dem spitzen Bleistift. Und dabei könnte herauskommen, dass ein Desktop-PC mit einer großen SSD, aber etwas langsamerem Prozessor und günstigerem Mainboard billiger ist und von den Kunden ebenso gekauft würde. Nicht zu vergessen: Festplatten mit einem kleinen Flash-Cache, sogenannte Hybrid-Festplatten, erhöhen ebenfalls die Performance und laufen in jedem PC. Dem Beschleuniger-Modul dürfte daher der gleiche Erfolg beschieden sein wie den anderen erwähnten Techniken, nämlich gar keiner.

*Lutz Labs*

Lutz Labs

Anzeige



Anzeige

# Inhalt 11/17

## Trends & News

- 16 Windows 10 S für Schulen
- 18 Spiele-Festival A Maze in Berlin
- 20 Lebensmittellieferung per Amazon Fresh
- 21 Microsoft Surface: 1000-Euro-Laptop für Studenten
- 22 Leichte Convertibles und Gaming-Notebooks von Acer
- 24 Netze
- 26 FMX 2017: Animation, visuelle Effekte und VR
- 30 Datensparsamkeit ade: Strategiepapier des BMVI zum Dateneigentum
- 31 Monitore
- 32 Hardware
- 33 DVB-T2: 2,1 Millionen Nutzer
- 34 Prozessorgeflüster: Intel Scalable Family, Booster für Jülich
- 36 Server & Storage
- 38 Unternehmens-Anwendungen
- 40 Anwendungen
- 41 Technische Software
- 42 Internet
- 44 Sicherheit
- 46 Linux
- 47 Apple
- 48 Forschung
- 79 Im Gespräch mit Adobe über Künstliche Intelligenz
- 172 Web-Tipps

## Test & Kaufberatung

- 50 **Galaxy Tab S3**
- 52 Android-Smartphone LG G6 mit randlosem 18:9-Bildschirm
- 54 **Edle Kompaktkameras**
- 56 27-Zoll-Monitor mit 16:9-IPS-Panel: LG 27UD58P
- 56 Foto-Scanner mit Akku: Reflecta Combo Album Scan
- 58 **Videodrohne GoPro Karma**

- 60 Einzug-Scanner für Fotos und Dokumente: Plustek ePhoto Z300
- 61 Dokumenten-Scanner für den Schreibtisch
- 62 HDMI-TV-Stick: Amazon Fire TV Stick 2
- 63 Elektrostatische In-Ears: Shure KSE 1500
- 64 Videoschnittprogramm: Vegas Movie Studio 14
- 66 **CorelDraw 2017**
- 68 NBase-T-LAN-Karte: Asus XG-C100C
- 68 Tipptrainer: Goldfinger 10
- 68 Android-Oberfläche à la Linux-Shell: t-ui Linux-CLI-Launcher
- 69 App zur Nachlassverwaltung: TomorrowBits LifeCompanion
- 69 Ubuntu-Systemoptimierer: Stacer 1.0.6
- 72 **Intel Optane statt SSD**
- 75 Dockingstation fürs Galaxy S8: Samsung DeX Station
- 94 **Volle Power, kleine Kiste: Kompakte Gaming-PCs**
- 100 Sechs edle Audio-Interfaces im Vergleich
- 114 Prüfgeräte für Fehlersuche in Kabelsystemen
- 120 **400-Watt-Netzteile**
- 128 **Prepaid-Tarife für Smartphones**
- 176 Spielekritik
- 182 Buchkritik



### Kompakte Gaming-PCs

Kompaktrechner nehmen wenig Platz auf dem Schreibtisch ein und lassen sich gut ins Wohnzimmer integrieren. Dank Vierkern-Prozessoren und aktueller Grafikkarten aus Nvidias Pascal-Generation stehen sie trotzdem kaum hinter klassischen Spiele-Towern zurück. Vier PCs im Test.

**76**

## Bild hübsch dank KI

Neuronale Netze entwickeln ein Gespür fürs Motiv und reduzieren Fotokorrektur und -montage auf wenige Handgriffe. Wir erklären, was sie bringen, wie sie funktionieren und wie man mit TensorFlow ein eigenes Super-resolution-Netzwerk trainiert.

## Wissen

**70** Vorsicht, Kunde: Pingpong zwischen Samsung- und Telekom-Support

### **76 Bild hübsch dank KI**

**80** Die neuronale Bildbearbeitung der Zukunft

**86** KI-Anwendungen in der Bildbearbeitung

**90** Bilder skalieren mit neuronalen Netzen und TensorFlow

**156** Recht: Rechtslage bei Internetkäufen Minderjähriger

**164** Die Technik hinter dem drahtlosen Laden von Smartphones

### **166 Website-SEO mit Metadaten**

## Praxis & Tipps

### **106 Netzwerke debuggen**

**110** Netzwerk-Analyse-Tools für Android und iOS

**116** Wireshark- und Protokoll-Know-how für Netz-Admins

**124** FAQ: ATX-Netzteile für Desktop-PCs

### **134 c't-Notfall-Windows erweitern**

### **140 c't-WIMage mit Creators Update**

**144** Erste Schritte mit der kostenlosen Smart-Home-Software openHAB 2

**150** Systemdiagnose mit dem Windows Task Manager

**154** Video-Hintergrund für KDE Plasma

**160** Tipps & Tricks

## Rubriken

**3** Editorial: Neuer Aufguss

**10** Leserforum

**15** Schlagseite

**184** Story: Lufthoheit von *Christian Endres*

**197** Seminare

**198** Stellenmarkt

**200** Inserentenverzeichnis

**201** Impressum

**202** Vorschau

**106**

## Netzwerke debuggen

Knirscht es im Netz, ist guter Rat nicht teuer: Viele Probleme lassen sich allein mit etwas Spürsinn und einem kleinen Kniff abstellen. Wir zeigen, wo Sie Hand anlegen müssen, und weisen Wege zum Lösen auch komplexerer Probleme.

Anzeige



Anzeige

## Seien Sie froh, Herr Schnurer

Editorial: Leben in der Ecke, c't 10/17, S. 3

Ich wohne auf dem Land (meine Eltern unweit auch) und wir haben auch noch die schönen Telefonmasten – und ich dachte schon, wir wären die einzigen. Bei Ihrer Geschwindigkeit wäre ich deutlich zufriedener, auf meinem Vertrag steht auch DSL 16.000, ankommen tun 1200 bis 800. Ja, ein Trauerspiel. Bei meinen Eltern liegen die Kabel schon in der Erde. Seit etwa 15 Jahren gibt es da DSL 4000 – damals sehr fortschrittlich. Bei uns werden in den nächsten Wochen die Verträge für Glasfaser gemacht – drücken Sie uns die Daumen, dass die Deutsche Telekom ein weiteres Gebiet komplett verliert!

whiter

## Nicht allein

Auch wir kennen das Problem, dass wir in Düsseldorf auf der falschen Straßenseite am Ende der Leitung hängen, kurz vorm Friedhof, da herrscht ja bekanntlich Ruhe. Über die Verfügbarkeitsprüfung gibt es bei uns auch „bis zu 16.000“, real sind 6000. Glücklicherweise gibt es noch die Hybrid-Alternative (mit den bekannten Hardware-Einschränkungen eines Speedports, der so gut wie keine Konfigurationsmöglichkeiten bietet). Glasfaserkabel bis 50 Meter vor unserer Adresse gibt es auch, aber nur für die Mieter der Wohnungsbaugesellschaften. UnityMedia-Kabel gegen Aufpreis für ca. 6000 Euro bis zum ersten von sieben Häusern, die unterversorgt sind.

Wolfgang Georg-Martini

## Keine Besserung ohne gesetzliche Regelung

Es beruhigt mich ja fast, dass andere das Problem auch haben. Wir wohnen in Berlin (zugegebenermaßen am Stadtrand in Spandau, aber immer noch innerhalb Berlins). Auch hier gibt es für die bezahlten 16 MBit maximal 5 MBit, da die Leitung zum nächsten Verteilerkasten zu lang ist.

Auch wenn ich wahrlich kein Freund gesetzlicher Regelungen bin, gehe ich davon aus, dass sich „Einzelschicksale“ wie Ihres und unseres ohne eine gesetzliche

Verpflichtung nicht bessern werden. Und eine Verbesserung werden wir nur bekommen, wenn 100 Prozent aller Haushalte schnell angebunden werden müssen.

Sven Wiegand

## Edelschrott

Erfahrungen mit dem Creators Update für Windows 10, c't 10/17, S. 34

Ich besitze einen älteren Laptop, der bisher mit Win 10 einwandfrei funktionierte. Durch das Creators Update wird er zu Edelschrott: Das Update spielt neue Driver auf, die das Gerät blockieren, das WLAN und verschiedene Systeme funktionieren nicht mehr. Mehrere Versuche, die älteren Treiber wieder zu installieren, schlugen fehl. Der Versuch, das Treiberupdate über die Systemeinstellungen zu blockieren, wurde von Windows ignoriert.

Haking

## Kein CE-Zeichen, kein Betrieb

Verlockung aus Fernost, Testbestellung: Mini-PC direkt aus chinesischer Quelle, c't 10/17, S. 104

Wenn der Hersteller schon bei der Bestellung den Steuerbetrug anbietet, sollten Sie das Ganze schon beim Kauf abbrechen, denn wenn Ihnen der Zoll nachweist, dass Sie davon wussten, dann könnten auch Sie einen Strafbefehl bekommen.

Wenn aber das Gerät kein gültiges CE-Abzeichen aufweist, dann sollten Sie das Gerät gleich unbrauchbar machen und darüber berichten, denn die restlichen Erfahrungen sind nun nicht mehr relevant, auch wenn sie zeigen, dass das Gerät hier nicht betrieben werden kann, da ein Windows-Update nicht funktioniert. Denn neben dem richtigen CE-Kennzeichen gehört zum Gerät auch eine gültige Konformitätserklärung nach Artikel 2, Satz 1, Nr. 20 der Verordnung (EG) Nr. 765/2008 über die Vorschriften für die Akkreditierung und Marktüberwachung im Zusammenhang mit der Vermarktung von Produkten (CE Kennzeichnungs-Verordnung), die besagt, dass das Produkt den geltenden Anforderungen genügt, die in den Harmonisierungsrechtsvorschriften der Gemeinschaft über ihre Anbringung festgelegt sind.

Was machen Sie, wenn solch ein Gerät Oberwellen aussendet, die beim Röntgenarzt im Erdgeschoss die Geräte spinnen lässt oder in Ihrer Redaktion einem Herzschrittmacher ein Kammerflimmern vortäuscht? Die Kosten dafür und die Folgen für den Kollegen mit dem Herzschrittmacher wiegen nicht im Ansatz den Nutzen auf, den Ihr Test erbringt.

Dr. Peter Klamser

## Barebone ohne CE o.k.

Ich habe im letzten Sommer drei lüfterlose Billig-PCs zu Preisen zwischen 100 und 140 Euro gekauft. Einen schwarzen, der dem Gezeigten sehr ähnlich sah, mit einem Celeron, sowie zwei silberne Exemplare mit i3 5005U bzw. i3 4010U. Alle drei habe ich auf der Handelsplattform AliExpress gekauft und zwar immer ohne RAM und ohne Festplatte oder SSD. Ohne diese Bauteile ist der Rechner nicht betriebsfähig. Der Rechner selbst muss dann keine CE-Kennzeichnung haben. Bei allen drei Geräten haben die Versender ehrlich deklariert, teilweise sogar mit Angabe, dass den Geräten RAM und SSD fehlen und ich konnte alle drei Geräte ganz problemlos verzollen. Alle drei Geräte laufen ziemlich stabil, die beiden i3 werden im Betrieb doch recht warm. Mein persönliches Fazit: Ich bereue den Kauf nicht, die Geräte waren im letzten Sommer sehr günstig. Aktuell sind die Geräte ohne Speicher (RAM, SSD) in China etwa 20 bis 30 Prozent teurer.

Holger Pellmann

### Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

f &+ c't magazin

🐦 @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anzeige

## Mac Luft

Angesichts vom „Kaby See“ PC fiel mir eine Produktbeschreibung zu einem Micro-SD-Kartenleser für USB Typ A und C ein, die ich erst Stunden zuvor auf Amazon entdeckt hatte. Die Highlights: Kein Fahrer benötigt für Typ-C-Produkte; Stützandriode/Mac OS; Kompatibel mit USB3.1 Typ-C-Port-Produkte wie das MacBook / Mac Luft / Pro. Aber immerhin: „Die LED-Anzeige wird blau, wenn es funktioniert.“ Da kann man doch nicht meckern.

Rainer Temme ✉

## Falscher Name

*Selbstgedreht: Camcorder, Fotokamera, Actioncam oder Smartphone? c't 10/17, S. 110*

Beim Überfliegen fiel mir ein Fehler auf: Das zweite kostenlose Programm heißt nicht „Shortcut“, sondern „Shotcut“. In den Suchmaschinen findet man es trotzdem. BTW: Das Programm ist klasse.

Matthias Loose ✉

## Doppelte Bejahung?

*Filme ins Internet: Persönlichkeits- und Urheberrechte – und was man beachten sollte, c't 10/17, S. 124*

Ihren Rat „Die Frage an die Gruppe und das signalisierte Einverständnis aller Personen filmt man am besten gleich mit“ halte ich für bedenklich. Wenn der Filmer fragt und die Antwort Nein lautet, hat man bereits ohne den Willen der Aufgenommenen von diesen einen (wenngleich kurzen) Videoclip angefertigt. Besser wäre, erst die Zustimmung, gefilmt zu werden, zu erfragen – ohne Aufnahme – und die Frage bei Bejahung dann vor der Linse zu wiederholen.

Manuel Leib ✉

## Wegzaubern birgt Gefahren

*Tips für den effizienten Umgang mit Excel, c't 10/17, S. 128*

Datenbereiche wegzaubern beziehungsweise Tabellenblätter ausblenden mag gegen versehentliche Manipulationen schützen, bietet jedoch mehrere Gefahren: Wenn der Anwender nicht weiß, dass sich diese Datenbereiche in der Datei befinden, werden die Dateien vielleicht schnell

weitergegeben. Passwortgeschützte Tabellenblätter und versteckte Bereiche können schon nach kurzer Internetrecherche wieder enttarnt werden. Vielmehr sehe ich die Gefahr darin, dass im Unternehmen die Tabellen und Berechnungen nicht transparent nachvollzogen werden können. Wenn später Dateien angepasst werden müssen oder der Sachbearbeiter diese Datei übernimmt, steht man oft wie vor einem Scherbenhaufen. Berechnungen lieber offen auf eigene und dann normal ausgeblendete Blätter bringen. Im Übrigen spüren Excel-Tools wie Inquire solche Bereiche auch wieder auf.

Andreas Thehos ✉

## c't lesen!

*Warum Sie im Jahr 2017 Ihre Daten in der EU behalten sollten, c't 09/17, S. 70*

Ihr Artikel über US-Cloud-Alternativen ist zwar insgesamt ganz gut und informativ, jedoch missfällt mir Ihr Tenor, alles ausschließlich an der neuen Trump-Situation aufzuhängen ... ganz so, als wären Datenschutzprobleme dadurch ein ganz neues Phänomen. „Nur weil ein neuer Präsident für ein schlechteres Klima in puncto Datenschutz steht“, wie Sie es formulieren, muss in der Tat niemand sein Facebook-Konto schließen – dafür gibt es und gab es auch schon vor Trump tausend Gründe. Lesen Sie keine c't? :)

Apropos Facebook: Ihre diesbezüglich mehrfach wiederholte Phrase „alternativlos“ finde ich, auf Deutsch gesagt, zum Kotzen. Wenn Menschen meinen, Sie könnten ohne Facebook nicht sein, dann aus einem und NUR aus einem einzigen Grund: Weil sie sich selbst davon abhängig gemacht haben.

Und zum Schluss noch zu Telegram, welches Sie als „europäische Alternative für Hardliner“ anpreisen: Telegram ist (in den entscheidenden Teilen) nicht quelloffen – das wäre für Ihre „Hardliner“ wohl schon der erste Sargnagel. Der zweite: Der Support konnte mir auf Anfrage nicht erklären, wieso ein IP-basierter Dienst ZWINGEND die Angabe einer verifizierbaren Telefonnummer benötigt. Damit löst Telegram aber genau die beiden zentralen Probleme von WhatsApp nicht, nämlich Intransparenz und Metadatenerfassung.

A. Horstmann ✉

## Deutschland-Cloud und iPad

*Heim-Office, Office 365 Deutschland für Privatanwender, c't 9/17, S. 78*

Heute musste ich feststellen, dass die iOS-Apps mit der Telekom-Cloud zurzeit nicht funktionieren. Auf Nachfrage beim Support wurde mir dies auch bestätigt, das heißt im Klartext, ich soll für eine Leistung voll bezahlen, die gar nicht voll erbracht wird. Hier geht es mir weniger ums Geld, sondern eher darum, dass ich einen Workflow mit meinem iPad Pro habe, in welchem Office eine wichtige Rolle trägt. Allerdings kann ich dies zurzeit nicht nutzen, weil man sich in keiner App mit seinem Account einloggen kann. Es kommt immer ein Fehler. Am Mac funktioniert alles, wie man es sich vorstellt.

Thorsten Wahl ✉

*Tatsächlich hatten auch wir Probleme, das Deutschland-Office auf dem iPad zum Laufen zu bekommen. Während OneDrive und OneNote funktionierten, arbeiteten Excel und Word nur im Lesen-Modus. Auf einem iPhone klappte seltsamerweise alles – und daraufhin nach einer Neuansmeldung auch auf dem iPad. Es könnte auch davon abhängen, ob man das Office über die Telekom oder über Microsoft bucht, und ob man eine onmicrosoft.de-Adresse oder eine migrierte eigene Domain benutzt. Das konnten wir bis Redaktionsschluss nicht zweifelsfrei klären. Unter Android traten keine Probleme auf.*

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Fehler im rdesktop-Skript

*Sichere Kryptografie unter Linux mit der OpenPGP Smartcard, c't 10/17, S. 160*

Im rdesktop-Skript im Artikel ist leider ein Fehler. Folgende Version funktioniert:

```
#!/bin/bash
/usr/bin/gpg2 -qd \
$HOME/.mypassword.gpg | rdesktop \
"$myusername" -p - $rdphost
```

Außerdem gibt es einen Tippfehler beim Paket pinentry-tty. Unter Ubuntu und Debian installiert man es mit `apt install pinentry-tty`.



Anzeige

Anzeige



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

# Die neue S-Klasse

## Microsofts neue Betriebssystem-Edition Windows 10 S

**Mit einer speziell auf die Bedürfnisse von Schulen zugeschnittenen Ausgabe von Windows 10 will Microsoft im Bildungssektor Boden gut machen.**

Von Jan Schüßler

Bereits seit ein paar Monaten geisternten Gerüchte durchs Netz, Microsoft arbeite an einer Ausgabe von Windows 10, die ausschließlich Store-Apps ausführen kann. Bekannt wurde diese Ausgabe dabei unter ihrem Projektnamen „Windows 10 Cloud“. Noch nicht klar war damals allerdings, dass die Grundlage dieser neuen Edition nicht Windows 10 Home sein wird, sondern die Pro-Edition.

Am 2. Mai hat Microsoft auf einer PR-Veranstaltung zum Thema Bildung das System, das nun „Windows 10 S“ heißt, der Öffentlichkeit präsentiert. Tatsächlich ist es in etwa das, was zu erwarten war: eine sehr preisgünstige bis kostenlose Ausgabe, die in Konkurrenz zu Googles ChromeOS treten soll. Vor allem im US-Schulsegment (K-12) hat Googles Cloud-Betriebssystem mit inzwischen deutlich über 50 Prozent einen bemerkenswerten Marktanteil errungen. Dort sieht Microsoft seine Felle rapide davonschwimmen, wenngleich der Zuwachs von ChromeOS bislang am stärksten zu Lasten von Apple ging.

### Was es nicht kann

Windows 10 S verweigert die Installation von Programmen und Apps, die nicht aus dem Store kommen. Der Begriff „Store“ schließt hier explizit auch den im Bildungs- und Geschäftseinsatz interessanten und managbaren „Windows Store für Business“ ein. Jegliche andere Software blockiert Windows 10 S mit dem Hinweis, dass die Ausführung unterbunden wurde, und bietet mehr oder weniger vergleichbare Store-Apps als Alternative an, sofern

es welche findet. Fürs Management von Geräte-Fuhrparks ist außerdem der Domänenbeitritt ausschließlich in Azure-AD-Domains möglich; lokale Windows-Server-Domänen bleiben außen vor.

Zwei Einschränkungen dürften diesseits des Atlantiks für Diskussionen sorgen: Der Standardbrowser ist unveränderbar auf Microsofts eigenen Edge festgenagelt; Gleiches gilt für Bing als Standard-Suchdienst. Selbst falls Browser-Alternativen wie Chrome oder Firefox künftig im Store zu haben sind, lassen sie sich zwar installieren und verwenden, nicht aber als Standard-App zum Öffnen von Websites und HTML-Dokumenten einstellen.

Wer mit den Einschränkungen nicht einverstanden ist, kann das System gegen eine einmalige Zahlung von 49 US-Dollar über den Store auf Windows 10 Pro aktualisieren. Hier betont Microsoft, dass es keinen Weg zurück gibt – wurde das System einmal auf die Pro-Edition aufgerüstet, soll Windows 10 S sich darauf nicht wiederherstellen lassen. Bis Ende 2017 bekommen Käufer von Microsofts Windows-10-S-Vorzeigegerät namens Surface

Laptop (siehe S. 21) im Rahmen einer Sonderaktion das Upgrade auf Windows 10 Pro geschenkt.

Die Einschränkung auf ausschließlich Store-Apps lässt sich übrigens auch mit einem regulären Windows 10 in Version 1703 (Creators Update) nachahmen. Dazu stellt man unter „Apps & Features“ in der Kategorie „Apps“ der Einstellungen das obere Auswahlmenü um, und zwar von „Apps aus beliebigen Quellen zulassen“ auf „Nur Apps aus dem Store zulassen“.

### Was schon da ist

Anwender von Peripheriegeräten müssen mit Problemen rechnen, wenn zum Betrieb eine Software nötig ist, die nicht automatisch via Windows Update nachgeladen wird und die auch nicht als separate App im Store zu finden ist. Darauf weist Microsoft in seinen FAQ zu Windows 10 S explizit hin (siehe ct.de/yq19). Das dürfte vor allem auf Drucker und Scanner zutreffen.

Kunden, die auf Eingabehilfen wie Braillezeilen, spezielle Bildschirmlupen oder Sprachein- und -ausgabesysteme angewiesen sind, müssen ebenfalls mit Pro-

**Was man unter Windows 10 einstellen kann, ist in der S-Edition fest vorgegeben: Apps lassen sich nur aus Microsofts Store beziehen.**





blemen rechnen, wenn sie ein Gerät mit Windows 10 S kaufen. Ihnen rät Microsoft, vorher zu klären, ob sämtliche nötige Software auch tatsächlich im Store zu haben ist – meist dürfte das nicht der Fall sein.

## Herankommensweisen

Über das Vertriebsmodell ist indes noch nicht allzu viel bekannt. In der Präsentation sagte Microsoft, dass Bildungseinrichtungen das System kostenlos zur Verfügung gestellt werden soll; in der Praxis dürfte Windows 10 S vorrangig an OEMs geliefert werden, die Geräte für den Bildungsmarkt mit dem System bestücken und diese im Rahmen größerer Verträge an Schulen liefern.

Schulen kommen zudem über Verträge mit Microsoft-Partnern an das System heran; sie können PCs mit Windows 10 Pro gratis auf die S-Edition umstellen. Ob es auch Sonderkonditionen für PCs geben wird, auf denen Windows 10 Home oder eine ältere Version läuft, ist offen.

Als eigenständiges Produkt wird Windows 10 S wohl nicht im Markt auftauchen. Zu hoffen bleibt, dass Microsoft die S-Edition für Entwickler und Admins im MSDN sowie im TechNet bereitstellt – gerade für Entwickler, die ihre klassischen Desktop-Programme für den Store portieren wollen, ist eine solche Testplattform unerlässlich. Wann das passieren soll, ist noch nicht bekannt; eine Anfrage von c't hatte Microsoft bis Redaktionsschluss nicht beantwortet. (jss@ct.de) **ct**

**FAQ zu Windows 10 S:** [ct.de/yq19](#)

## Rückfall in alte Unsitten



Von Jo Bager

**W**ährend der letzten Jahren konnte man den Eindruck gewinnen, Microsoft wandelt sich vom Monopolisten, der anderen seine Standards und Produkte aufzwingen will, zu einem offeneren Unternehmen. Der in Windows 10 eingeführte Browser Edge verkörperte diesen Wandel: Anders als beim Vorgänger Internet Explorer hat Microsoft bei Edge fast komplett auf Sonderwege verzichtet und stattdessen auf Standards gesetzt.

Mit der neuen Offenheit ist jetzt aber zumindest teilweise Schluss: Windows S lässt App-Installationen

nur über den Windows-Store zu. Googles Browser Chrome fehlt dort bislang. Aber selbst wenn Chrome in den Store kommen würde, ist Edge als Standardbrowser gesetzt, und das lässt sich auch nicht ändern. In Edge wiederum lässt Microsoft keine andere Suchmaschine als sein Bing zu. Unter dem Mäntelchen der Bildungsförderung werden Schüler und Studenten zum Gebrauch von Edge und Bing gezwungen und so schon früh an Microsofts Produktwelt herangeführt.

Der Grund für diese Maßnahme dürfte die chronische Erfolglosigkeit von Bing und Edge sein. Deren Marktanteile dümpeln im niedrigen einstelligen Bereich. Google dagegen ist in vielen Ländern Synonym für Suchmaschine und Chromes Marktanteil liegt bei mehr als 50 Prozent.

Anders als im Browserkrieg in den neunziger Jahren werden Zwangs-Browser und -Suchmaschine wohl kaum Kartellverfahren zur Folge haben. Microsoft wurde damals von der EU zu einer halben Milliarde Dollar Strafzahlung verdonnert. Trotzdem bleibt zu hoffen, dass die Verbraucherschützer Microsofts aktuellen Rückfall in alte Unsitten nicht tatenlos hinnehmen.

Anzeige

# Kreativexplosion

**Das A-Maze-Festival zeigt, was Computerspiele können**

**Jenseits von stumpfem Geballer: Das Spiele-Festival A Maze in Berlin demonstriert anschaulich, wie viel Potenzial im Medium Computerspiel steckt. Und wie langweilig viele aktuelle Mainstream-Titel sind.**

Von Jan-Keno Janssen

Das schwierige Wort „Kunst“ wird auf dem A-Maze-Festival in Berlin konsequent vermieden – dabei kann die Veranstaltung in Sachen Kreativität mindestens mit dem parallel stattfindenden Kunst-Event Gallery Weekend mithalten: Was einem da auf dem labyrinthischen A-Maze-Gelände (Wortspiel!) an ungewöhnlichen Ideen begegnet, dafür ist die verwendete Bezeichnung „Independent Videogames and Playful Media Festival“ eigentlich ganz schön bescheiden.

Das Tollste daran: Man muss sich nicht mal großartig für Kunst oder Computerspiele interessieren, um sich von den über 200 ausgestellten Titeln begeistern zu lassen – so bunt, so zugänglich, so unprätentiös waren die Spiele, dass man ganz schön unverspielt sein musste, um nicht zumindest kurz mal ausprobieren zu wollen, was da so hübsch blinkt.

Ein gutes Beispiel dafür ist **VinyLOS** der österreichischen Entwickler Josef Who und Jonas Bo: Dieses Spiel findet auf

einer Schallplatte statt, die sich auf einem Plattenspieler dreht. Die Scheibe dient aber nicht nur als Spielfläche, sondern auch als Controller. Wie ein DJ muss man die Platte beschleunigen und verlangsamen, um ein Raumschiff à la Asteroids zu steuern. Die über 5000 Besucher waren begeistert – und vergaben an VinyLOS den Publikumspreis.

Nicht ausgezeichnet, aber ebenso faszinierend: Der Flipperautomat **Flippaper 1.0** von Jérémie Cortial und Roman Mile-titch aus Frankreich. Statt auf einer vorgefertigten Spielfläche rollt die virtuelle Kugel hier über ein selbstgemaltes Bild. Nachdem man ein leeres Blatt Papier in den „Automaten“ eingespannt hat, muss man zuerst mit dicken Filzstiften das Spielfeld aufmalen – eine Digitalkamera erfasst das Bild und verwandelt blaue Striche in undurchdringbare Barrieren oder rote Striche in Bumper.

Neben solchen betont unpolitischen Spielen gab es auch härteren Tobak, so zum Beispiel den „brechtschen Shooter“ **The Fallen** vom österreichischen Entwicklerteam Gold Extra. Die ersten Minuten spielen sich wie ein konventionelles Militär-Ballerspiel. Sobald man aber zum ersten Mal seine erste Zielperson im Visier hat und abdrückt, schaltet das Spiel in eine Super-Zeitlupe und zeigt, wie sich das Projektil ganz langsam auf sie zubewegt. Währenddessen erfährt man Details über

das Leben des Menschen, der in wenigen Sekunden tot sein wird: zum Beispiel, dass er gerade Vater geworden ist oder dass er am liebsten Gitarre spielt. Man will die Kugel dann am liebsten aufhalten, so schlecht fühlt man sich. Aber das geht natürlich nicht.

Noch deutlicher philosophisch kommt der Gewinner des „Most Amazing Game Award“ daher: In **Everything** von David O'Reilly (USA) kann man alles sein, was man sieht; also ein Hamster, ein Haus oder ein Planet – und während des Spielens die eigene Position im Universum reflektieren.

Ebenfalls abgefahren ist das Big-Data-Multiplayer-Spiel **Word after Word** des US-Amerikaners Jonah Warren, das den Human Machine Award erhielt: Die Spieler bekommen ein Adjektiv vorgesetzt, woraufhin sie erraten müssen, welches Nomen statistisch am häufigsten in Verbindung damit verwendet wird.

Der bereits für PC, Mac und Linux erschienene „Privatsphäre-Zerstörungsthriller“ **Orwell** von den deutschen Osmotic Studios erzeugt echte Gänsehaut. Er bekam den Long Feature Award verliehen. Das aus abstrakten Pixel-Bildern bestehende autobiografische Spiel **Everything is going to be okay** von Nathalie Lawhead (USA) wurde mit dem Digital Moment Award ausgezeichnet. Den Collider Award erhielt der Kinect-Puzzle-Plattformer **FRU** von Through Games (Niederlande).

Das A-Maze-Festival, das übrigens schon zum sechsten Mal über die Bühne ging, dürfte bei allen 5200 Besuchern einen bleibenden Eindruck hinterlassen haben – und sei es nur durch die Erkenntnis, dass im Vergleich dazu viele Mainstream-Spiele ziemlich langweilig und fantasielos sind. (jkj@ct.de) **ct**



Das Spiel VinyLOS findet auf einer Schallplatte statt.



Flippaper ist ein Flipperautomat zum Selbstmalen.

Anzeige

# Brot und Butter

## Amazon Fresh: Der Online-Händler liefert jetzt auch frische Lebensmittel

**Amazon hat seinen Online-Supermarkt Amazon Fresh in Deutschland eröffnet. Damit schließt der Händler eine der letzten Lücken in seinem Sortiment und wird zum Rundum-Versorger.**

Von Jo Bager

Wer in Berlin oder Potsdam wohnt, kann sich seit Kurzem von Amazon frische Lebensmittel nach Hause liefern lassen – zum Beispiel für den Grillabend: Rindersteak und Couscous wie gewohnt über das Web-Frontend oder die App zusammenklicken, eine Lieferzeit bestimmen, und abends klingelt der Bote mit der frischen Ware. Bestellungen bis 12 Uhr mittags will Amazon noch am selben Tag „zum Abendessen“ liefern. Bei einer Bestellung bis 23 Uhr soll die Ware am nächsten Tag in einem ausgewählten Zwei-Stunden-Fenster kommen.

Fresh steht nur Mitgliedern von Amazons Abo-Dienst Prime offen. Nach einem kostenlosen Probemonat berechnet der Anbieter zehn Euro pro Monat für den Dienst. Der Mindestbestellwert beträgt 40 Euro, darunter fallen sechs Euro für die Lieferung an. Beim Versand kooperiert Amazon mit DHL. Amazon sichert zu, für einen Artikel, der kurzfristig nicht mehr verfügbar sein sollte, ein kostenloses Er-

satzprodukt zu liefern. Bei frischer Ware, die „nicht den Erwartungen entspricht“, soll der Kaufpreis zurückerstattet werden.

Der Fresh-Betrieb im Berliner Raum läuft explizit als Test. Das sieht man schon daran, dass noch nicht mal das gesamte Berliner Stadtgebiet abgedeckt ist. Vor einer Bestellung müssen Kunden ihre Postleitzahl angeben, damit Amazon prüfen kann, ob sie beliefert werden können. Der Online-Händler will in seinem Testgebiet zunächst Erfahrungen sammeln, bevor er Fresh auf andere Städte ausweitet. „Die Messlatte im Lebensmittelhandel liegt enorm hoch. Wir wollen uns die Zeit nehmen und starten mit einem sehr umfangreichen Sortiment auf einem begrenzten Gebiet“, so Florian Baumgartner, Deutschlandchef von Amazon Fresh.

### Fehlender Mosaikstein

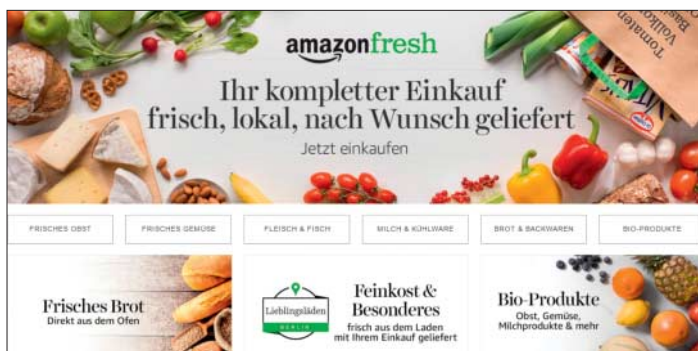
Der Versand frischer Lebensmittel ist nichts Neues. In Deutschland betreiben zum Beispiel die Supermarktketten Edeka, Rewe und Kaufland ebenfalls eigene Lieferdienste. Es war nur eine Frage der Zeit, bis Amazon seinen Lieferdienst Fresh nach dem Start in den USA sowie nach Tests in London und Tokio auch nach Deutschland bringt. Denn der Online-Umsatz mit Lebensmitteln soll nach Prognosen des Marktforschungsinstitutes GfK in Deutschland von 1,1 Milliarden Euro im Jahr 2014 auf mehr als sieben Milliarden Euro im Jahr 2025 wachsen.

Zudem schließt der Versand frischer Lebensmittel eine wichtige Lücke im Angebot von Amazon. Bisher konnten Kunden in München und Berlin nur eine sehr eingeschränkte Anzahl frischer Lebensmittel im Rahmen von Prime Now einkaufen. Jetzt steht ein riesiges Angebot mit mehr als 85.000 Lebensmitteln offen. „Wir wollen die Kunden in die Lage versetzen, einen kompletten Wocheneinkauf inklusive frischer und gekühlter Ware von zu Hause erledigen zu können“, so Baumgartner.

Und damit muss Otto Normalverbraucher für kaum einen Einkauf mehr das Haus verlassen, sondern kann alles bei einem Online-Händler frei Haus bestellen: Mit Pantry kann er sich Boxen mit Artikeln für den Haushalts-Alltag packen lassen. Mode hat Amazon schon länger im Angebot, in den USA experimentiert der Händler bereits mit eigenen Marken. Selbst für Handgemachtes hat Amazon einen Bereich: Handmade.

Der Expansionsdrang und die Experimentierfreude des Handelsriesen scheinen ungebremsst. In Spanien probiert das Unternehmen den Zeitungvertrieb aus, in den USA will es nach Medienberichten eigene Möbellhäuser errichten. Mit einem Buchladen in Seattle hat Amazon bereits einen ersten Schritt in die Städte gewagt.

Jetzt greift Amazon den ohnehin bereits hart umkämpften deutschen Lebensmitteleinzelhandel an. Was sich für die großen Supermarktketten zu einem echten Problem auswachsen könnte, ist für Zulieferer dagegen möglicherweise eine Chance. In Berlin hat Amazon auch die Produkte von örtlichen Betrieben mit ins Sortiment genommen, etwa von der Kaffeerösterei Sagers oder vom Feinkosthandel Lindner – eine Chance für die kleinen Hersteller, neue Käuferschichten zu erreichen. (jo@ct.de) **ct**



Supermarkt im Browser: Fresh macht Amazon zum Universallieferdienst.



Mehr als 85.000 Lebensmittel hat der Handelsriese jetzt auf Lager.



# Konkurrenz zum Air

## Microsofts 1000-Euro-Laptop für Studenten



**Microsoft erweitert die hauseigene Computer-Familie um das flache „Surface Laptop“, auf dem die ebenfalls neue Windows-Variante Windows 10 S für Schüler und Studierende vorinstalliert ist.**

**Von Christof Windeck**

Das 1,25 kg leichte Gerät hat anders als das teurere Surface Book kein 360-Grad-Scharnier, aber einen farbstarken und kalibrierten „Pixel Sense“-Touchscreen im 3:2-Format mit 13,5-Zoll-Diagonale. Microsoft-Manager Panos Panay hob die sorgfältige Verarbeitung des Surface Laptop hervor, das um die Tastatur und die Tasten herum einen Alcantara-Überzug trägt. Es gibt vier Hardware- und vier Farbvarianten, bisher kann man aber nur „Platinum“ vorbestellen – also silber. Liefern will Microsoft ab Mitte Juni.

SSD und RAM sind jeweils fest verlötet, wohl auch um Bauraum in der Höhe zu sparen: Das Surface Laptop ist vorne knapp 10 und hinten weniger als 15 Millimeter dick. Trotzdem haben die Tasten laut Microsoft ausreichenden Hub. Leider ist nur eine einzige USB-3.0-Buchse vorhanden – im klassischen Typ-A-Format, nicht als USB-C. Ansonsten gibt es noch eine Kopfhörerbuchse und den Lade- beziehungsweise Dock-Anschluss Surface Connect.

Als Akkulaufzeit nennt Microsoft bis zu 14,5 Stunden beim Abspielen von Videos – das wäre mehr als beim MacBook Air. Überhaupt machen die Microsoft-Versprechungen klar, dass

Apple der Konkurrent ist: Das Surface Laptop hat ein größeres Display mit höherer Auflösung und Touch, ist trotzdem etwas flacher, leichter und läuft mit Akkustrom länger als das Air. Besonders leise soll der Lüfter sein.

Der Einstiegspreis für das „Surface Laptop“ liegt bei 1149 Euro mit Core i5, 4 GByte RAM und 128-GByte-SSD. Schüler und Schülerinnen, Studierende und Lehrende erhalten gegen Nachweis und Registrierung bei Microsoft rund 10 Prozent Rabatt. Die neue Windows-Variante hat deutliche Einschränkungen gegenüber Windows 10 (siehe S. 16), lässt sich aber für 50 US-Dollar in eine Pro-Version verwandeln.

Bessere Ausstattung und Zubehör lässt sich Microsoft teuer bezahlen: Der Pen kostet 65 Euro, das Dock 230 Euro (2 × Mini-DP, 4 × USB 3.0, GBit-Ethernet, Klinke). Das neuartige Dreh-/Drück-Eingabegerät Surface Dial ist bisher nur im US-Store von Microsoft für knapp 100 US-Dollar bestellbar. (ciw@ct.de) **ct**

Microsoft Surface Laptop		
Version	Core i5	Core i7
Display	13,5 Zoll, 2256 × 1504 Pixel, 10-Punkt-Multitouch	
Anschlüsse	1 × USB-A 3.0, 1 × Mini-DP, 3,5 mm Klinke, Surface Connect	
Webcam / TPM	720p mit „Hello“-Tiefenkamera / ✓	
Maße / Gewicht	30,8 cm × 22,3 cm × 0,993 bis 1,45 cm / 1,25 kg	
Prozessor (GPU)	Core i5-7200U (HD 620)	Core i7-7660U (Iris Plus 640)
LPDDR3-RAM	4 / 8 GByte	8 / 16 GByte
NVMe-SSD	128 / 256 GByte	256 / 512 GByte
Normalpreise	1149 / 1449 €	1799 / 2499 €
Preise mit Rabatt	1034 / 1304 €	1619 / 2249 €

Anzeige

# Leichte Convertibles und Gaming-Notebooks

## Neuigkeiten von der Acer-Jahrespressekonferenz



**Auf der Jahrespressekonferenz hat Acer ein leichtes Gaming-Notebook mit transparentem Touchpad gezeigt sowie neue Tablets und eine Art 13-Zoll-Netbook. Und dann konnte man die „Acer Windows Mixed Reality“-Brille ausprobieren.**

Von Jörg Wirtgen

**A**cer bringt zwei neue Modelle der „Surface“-Bauform, also Windows-Tablets mit Stifteingabe, die dank eingebautem Ständer und magnetischer Tastatur zum Notebook mutieren: das Switch 5 ab 1000 Euro und das Switch 3 ab 500 Euro, beide mit 12-Zoll-Display.

Das Switch 5 ist der Nachfolger des Switch Alpha 12 mit aktualisiertem und weiterhin passiv gekühltem Prozessor (Core i der siebten Generation). Neu ist der Fingerabdruckscanner im Einschalter. Das Display zeigt wie gehabt 2160 × 1440 Punkte (216 dpi) im Seitenverhältnis 3:2. Maximal sind eine SSD mit 512 GByte und 8 GByte Hauptspeicher möglich. Zehn Stunden Laufzeit verspricht Acer. Die USB-C-Docking-Station mit DisplayPort, HDMI und USB 3.1 bleibt weiter erhältlich.

Das günstigere Switch 3 hat ein IPS-Display im herkömmlichen 16:10-Format mit 1920 × 1200 Punkten. Wie bei diesem Preis zu erwarten, sind nur die Pentium- und Celeron-Prozessoren mit Atom-Kern sowie 4 GByte Speicher und 64 GByte eMMC-Speicher eingebaut. Die Laufzeit soll acht Stunden betragen, ein Lüfter ist nicht erforderlich.

Beide Switch-Modelle unterstützen Stifteingabe, haben allerdings keinen Einschub für den Stift, sondern nur eine Halteschleife an der Tastatur. Bei welchen Konfigurationen der Stift zum Lieferumfang gehört, stand noch nicht fest. Zudem haben beide einen USB-C-Port mit DisplayPort-Integration und beidseitiger Ladefunktion – sie können also sowohl darüber geladen werden, als auch andere Geräte laden.

Auch Acers Swift-Baureihe, besonders dünne Notebooks im Alugehäuse, bekommt Zuwachs: Das 1,3 Kilogramm leichte Swift 1 hat ein IPS-Display mit 13,3 Zoll und 1920 × 1080 Punkten. Für Preise ab 450 Euro bekommt man es mit Celeron oder Pentium auf Intel-Basis, 64 GByte eMMC und 4 GByte Hauptspeicher. Gegen Aufpreis sind SSDs mit 128 und 256 GByte erhältlich.

## Gaming mit Durchblick

Das Predator Triton 700 fällt für ein Gaming-Notebook mit 15,6-Zoll-Display recht klein und dünn aus: 2,6 Kilogramm Gewicht bei 19 Millimeter Höhe. Acer packt ungewöhnlicherweise die Tastatur an die Gehäusefront, dahinter gibt ein Fenster den Blick auf das Kühlsystem frei. Ein Teil des Fensters dient als Touchpad. Bei einem Gaming-Notebook, das hauptsächlich mit Maus zum Einsatz kommen dürfte, könnte so ein eher unpraktisches Konzept aufgehen.

Der Grafikchip entstammt Nvidias GTX-10-Serie, genauer will Acer sich erst zum Marktstart im August äußern – es kommt möglicherweise also ein Chip zum Einsatz, den Nvidia erst dann vorstellen wird. Beim Prozessor legt Acer sich auf Core i7-7700HQ und Core i5-7300HQ fest. Der Arbeitsspeicher ist auf 32 GByte und der Plattenspeicher auf zwei PCIe-SSDs ausbaubar.

Das Display in IPS-Qualität zeigt 1920 × 1080 Punkte. Externe Monitore steuert das Triton 700 mit Nvidias flexibler Bildwiederholrate G-Sync an, es sind HDMI 2.0, DisplayPort und Thunderbolt 3 mit Unterstützung für zwei 4K-Monitore vorhanden. Zudem gibt es zweimal USB 3.0, einmal USB 2.0, einmal GBit-LAN.

Acer will das Triton 700 ab August ausliefern. Es soll mindestens 3400 Euro kosten, wobei die genauen Konfigurationen für Deutschland noch nicht feststehen.

## Monitore mit Rückblick

Zudem gab es zwei 27-Zoll-Monitore mit dank Quantenpunkten großem Farbraum zu sehen. Der Predator Z271UV hat ein gebogenes TN-Panel mit 27 Zoll Diagona-



**Acer Predator Triton 700: dünnes Gaming-Notebook mit ungewöhnlichem Touchpad.**



**Der trapezförmig gestrichelte Bereich des Fensters dient als Touchpad.**

le und  $2560 \times 1440$  Punkten. Acer verspricht 130 Prozent sRGB sowie eine Schaltzeit von 1 ms und eine maximale Bildwiederholrate von 165 Hz.

Äußerlich unauffälliger erscheint der ebenfalls 27 Zoll große Predator X27, doch dessen IPS-Panel zeigt  $3840 \times 2160$  Pixel (163 dpi). Die Schaltzeit gibt Acer mit 4 ms an, die maximale Helligkeit mit 1000 cd/qm. Acer spezifiziert den Farbraum mit 99 Prozent AdobeRGB.

Beide Predator-Modelle haben eine Eye-Tracking-Kamera mit Tobii-Technik eingebaut. Damit können Spiele darauf reagieren, wo der Spieler gerade hinschaut, und etwa ein Ziel anvisieren oder die Spielfigur sich ducken lassen. Über 100 Spiele unterstützen das inzwischen.

(jow@ct.de) **ct**

*Offenlegung: Acer hat den Autor zur Jahrespressekonferenz nach New York eingeladen und die Reisekosten übernommen.*

## VR-Brille mit Mixed Reality

Microsoft hat im März auf der GDC eine Mixed-Reality-Plattform und Brillen ab 300 US-Dollar von verschiedenen Herstellern angekündigt (siehe c't 7/17, Seite 40). Wir konnten nun die „Acer Windows Mixed Reality“-Brille kurz ausprobieren. Sie wird an einem Band um den Kopf getragen und sitzt auch bei Brillenträgern bequem. Das Display lässt sich mit einem schnellen Handgriff hochklappen, um in die reale Welt zurückzukehren. Die Brille hat keine Kopfhörer, sodass man welche anschließen muss.

Anders als bei der autonomen Microsoft HoloLens ist zum Betrieb ein PC notwendig. Zur Steuerung kam bei der Demonstration ein konventioneller Xbox-Controller zum Einsatz – aktuelle VR-Systeme wie HTC Vive, Oculus Rift und Playstation VR bieten an VR angepasste Hand-Controller an, die sich inzwischen als de-facto Steuerungsstandard für VR etabliert haben.

Mit der Brille auf dem Kopf befindet man sich in einer komplett virtuellen Welt – der Augmented-Effekt der HoloLens, dass man die reale Umgebung durchscheinen sieht, ist nicht vorgesehen. Was die Acer-Brille von Rift und Vive unterscheidet, sind nur die eingebauten Ortungssensoren, sodass man keine externen Sensoren im Raum aufbauen muss.

Was an HoloLens erinnert, ist nur die Möglichkeit, in der hübschen virtuellen Startoberfläche von Microsoft auf den Wänden des virtuellen Zimmers Fenster mit Windows-Anwendungen zu öffnen. So baut man sich sein Multi-monitor-Setup virtuell zusammen. Die Lesbarkeit entspricht dem, was man auf den  $1440 \times 1440$  Pixeln pro Auge erwarten kann. Hilfen zur Texteingabe gab es nicht, aber man kann ja schnell die Brille hochklappen und auf einer echten Tastatur tippen.

Der Begriff „Mixed Reality“ ist also etwas übertrieben, es handelt sich eher um eine VR-Brille mit eingebauten Sensoren, Inside-Out-Tracking genannt – das funktionierte übrigens ziemlich präzise.



**Die VR-Brille aus der Kooperation zwischen Acer und Microsoft**

Anzeige

## Günstige WLAN-Basis für Firmen



Der D-Link DAP-2610 lässt sich an Wand oder Decke montieren und bedient WLAN-Clients auf 2,4 und 5 GHz gleichzeitig.

D-Link bringt mit dem DAP-2610 seinen ersten Wave-2-Access-Point heraus, der Multi-User-MIMO beherrscht, also Daten an mehrere kompatible Clients tatsächlich gleichzeitig senden kann. Das Gerät arbeitet parallel auf 2,4 und 5 GHz mit je 2 MIMO-Streams; es liefert so normkonform maximal 300 beziehungsweise 867 MBit/s.

Zur Konfiguration und Überwachung kann man den Browser, Telnet/SSH und SNMP (v1/2c/3) nehmen. Außerdem lässt sich das Gerät über die Windows-Software Central WiFi Manager verwalten, die wahlweise lokal oder in einer VM laufen kann. WLAN-Nutzer authentifiziert der AP über ein Captive Portal mit LDAP, E-Mail (POP3) und Passcodes oder per Radius/IEEE 802.1x; ein Server für Letzteres ist integriert.

Der DAP-2610 spannt bis zu 8 logische WLAN-Zellen pro Band (Multi-SSID) auf, inklusive der in Firmen üblichen Segmentierung per VLANs. Laut Datenblatt soll das Gerät in der Einstellung „EU“ das komplette 5-GHz-Band nutzen. Die Energieversorgung geschieht optional per Power-over-Ethernet nach IEEE 802.3af. Der DAP-2610 kostet rund 120 Euro. (ea@ct.de)

## AP-Modus für WLAN-Verteiler Velop

Beim Test des WLAN-Verteilersystems Linksys Velop in c't 7/17 bemängelten wir das Fehlen eines Access-Point-Modus. Der erste angeschlossene Velop-Node arbeitete stets als Router, was unter anderem Nutzern von Provider-gestellten Zwangsroutern eine geänderte Netzwerktopologie aufnötigte (Double-NAT). Das hat sich mit dem jüngsten Firmware-Update von Anfang Mai erledigt: Ab Version 180735 steht ein AP-Mode zur Verfügung. Er bringt auch ein vom restlichen Netzwerk getrenntes Gast-WLAN mit, das alle Nodes weiterverbreiten.

Ferner hat Linksys die Smartphone-App zum Steuern von Velop um einen Planer für die Kinderschutzfunktionen (Internet-Zeitbegrenzung, Webseitenfilter) ergänzt und dem System eine Alexa-Anbindung spendiert. Mit Letzterer soll man beispielsweise das Velop-Gast-WLAN per Sprachbefehl einschalten können. (ea@ct.de)



Mit der Firmware-Version 180735 lernt der WLAN-Verteiler Linksys Velop den Betrieb als Access Point.

## NAS-Neuigkeiten

Asustor hat seine 6000er-NAS-Baureihe aufgefrischt: Das 2-Bay-Modell AS6302T setzt auf einen Celeron-Prozessor (J3355, Dual-Core mit 2 GHz, 2 GByte RAM). Die 4-Bay-Variante AS6404T hat einen Quad-Core (J3455, 1,5 GHz, 8 GByte RAM). Außerdem gibt es nun die Mediacenter-App Kodi 17 als Beta-Version für die Asustor-Serien 31/32, 50/51, 61/62 und 7.

QNAP spendierte seiner TS-x53B-Reihe mit 2, 4 oder 6 Plattenschächten einen PCIe-Steckplatz. Dort kann man eine der neuen QM2-Erweiterungskarten nachrüsten. Diese enthalten zwei M.2-SSD-Steckplätze mit SATA- oder PCIe-Schnittstelle für SSD-Caching. Optional steckt darauf eine NBase-T-Schnittstelle für schnellere LAN-Verbindungen (2,5, 5 und 10 GBit/s, siehe auch Seite 68).

Synology kündigt seine zweite FlashStation an: Das Unternehmens-NAS fasst bis zu 24 SATA/SAS-SSDs, die im Verein mit

einem Intel-Xeon-Prozessor D-1541 (8 Kerne, 2,1 GHz) und 16 GByte RAM (DDR4 ECC RDIMM) mindestens 90.000 Transaktionen pro Sekunde leisten sollen (4K Random Write IOPS). Damit ist das Modell FS2017 für Datenbankbetrieb prädestiniert. Der Hauptspeicher lässt sich auf 128 GByte ausbauen, über verschiedene Erweiterungsgehäuse kann man maximal 48 weitere SSDs anschließen.

Thecus setzt mit den neu eingeführten LightningPRO-NAS-Systemen nun auch auf ausschließlich mit SSDs bestückte Netzwerkspeicher. Das Modell SE300 fasst 8 NVMe-SSDs, die Variante SC180 zehn SATA-SSDs. Der Hersteller nannte bei Redaktionsschluss zwar noch keine Details zum Prozessor und der RAM-Ausstattung, versprach aber 360.000 beziehungsweise 700.000 Transaktionen pro Sekunde (4K Random Write IOPS). (ea@ct.de)

Anzeige



# Mehr als nur Film

## Animation, visuelle Effekte und VR auf der FMX 2017

**Filme wie „Rogue One“ und „Ghost in the Shell“ entstanden vor wenigen Jahren noch nahezu ausschließlich vor grüner Leinwand; nun geht der Trend wieder in Richtung echter Filmkulissen. Nebenbei entwickeln sich neue Darstellungsformen: VR-Filmemacher suchen nach eigenen Wegen, um Geschichten zu erzählen.**

Von André Kramer

Zum 22. Mal traf sich die internationale Effektszene in Stuttgart auf der Konferenz für Animation, Effekte, VR, Spiele und Transmedia. VFX-Spezialisten referierten hier unter anderem über Charakter-Modellierung, Game-Design und Animation der effekintensiven Real- und Animationsfilme des vergangenen Jahres.

Den Oscar-prämierten Pixar-Kurzfilm Piper und das Science-Fiction-Abenteuer Passengers verbindet beispielsweise die Frage, wie man Sand und Wasser realistisch animiert. Erste Einblicke gab es in Luc Bessons Science-Fiction-Film „Valerian und die Stadt der tausend Planeten“. John Knoll, Visual Effects Supervisor & Executive Producer bei Industrial Light & Magic, sprach über seine Arbeit am letzten Star-Wars-Film „Rogue One“. Außerdem standen „Guardians of the Galaxy 2“, „Ghost in the Shell“, „Independence Day: Resurgence“ und „The Walking Dead“ auf der Liste der Highlights.

Nach den ersten Jahren des digitalen Hypes kehren viele Filmproduzenten wieder zu echten Kulissen zurück und erstellen nur das digital, was die klassische Filmtechnik nicht hergibt – zu den Stop-Motion- und Animatronik-Sauriern der Ära vor „Jurassic Park“ gibt es jedoch kein Zurück mehr. Aufbruchstimmung versprühen hingegen die VR-Filmemacher mit eigenen Erzähltechniken, die an die Ursprünge der Filmbranche vor über einem Jahrhundert erinnern.

### Zurück zu den Wurzeln

Besonders eine strategische Frage scheint die Branche umzutreiben: Wo sind reale Filmkulissen sinnvoll und wo arbeitet man besser mit digitalen Mitteln? Das Beispiel „Independence Day“ verdeutlicht, wie sehr sich die Filmwelt in den letzten 20 Jahren verändert hat. Volker Engel wurde 1996 für „Independence Day“ mit einem Oscar ausgezeichnet und setzte seine Arbeit mit „Independence Day: Resurgence“ fort. Mitte der 90er Jahre kam noch eine überraschend große Zahl billiger Spielzeuge zum Einsatz, ohne dass die fertigen Szenen billig wirkten. Die Aufnahmen mit diesen Modellen waren aber extrem zeitintensiv und mussten häufig wiederholt werden. Wenn ein Pyro-Effekt beim ersten Versuch nicht saß, musste das gesamte Film-Set neu gestrichen oder neu gebaut werden. Die visuellen Effekte der Fortsetzung hingegen entstanden mit digitaler Technik in einem Dutzend Studios rund um den Globus.

Digitale Produktionsweise ist aber nicht nur ein Segen. Die Schauspieler agie-

ren vor grünem oder blauem Hintergrund, der anschließend um oftmals aufwendige visuelle Effekte ergänzt wird. Wenn die Schauspieler aber nicht wissen, was ihre Charaktere in der fertigen Szene sehen, können sie nicht passend reagieren. So starrt beispielsweise eine Gruppe Statisten mit weit aufgerissenen Augen und Mündern zwar in die grobe Richtung des Monsters – echte Interaktion sieht aber anders aus.

Dieser unschöne Effekt wird unter andere in vielen Szenen von Star Wars Episode I bis III deutlich. Mit Episode VII kehrte der neue Lizenznehmer Disney in größerem Umfang zu realen Sets zurück, die den Schauspielern die Möglichkeit geben, mit ihrer Umwelt zu interagieren. Über eine echte Kiste stolpern zu können, macht einen entscheidenden Unterschied für die überzeugende Darstellung.

In „Star Wars: Eine neue Hoffnung“ konnte George Lucas aus Kostengründen nur einen Teil des Rebellenstützpunkts auf Yavin 4 bauen. Den Rest ergänzte er durch Matte-Paintings – auf Leinwand oder Glas gemalte Kulissententeile. Für „Rogue One“ ließ man nun die gesamte Rebellenbasis nachbauen. Selbst die Bewegungen des Roboters K-2SO entstanden durch Motion-Capture, also indem die Handlung eines Schauspielers aufgezeichnet und später im VFX-Studio auf ein digitales Modell übertragen wurde. Alan Tudyk lieh K-2SO dafür seine Stimme und Bewegungen.

### Virtuelle Sets

Am Set von „Guardians of the Galaxy 2“ – ebenfalls vom Disney-Konzern produziert,



Bild: Disney

Für „Rogue One“ ließ Disney die gesamte Rebellenbasis auf Yavin 4 nachbauen. Alan Tudyk lieh seine Stimme und Bewegungen dem Roboter K-2SO.



aber zum Marvel-Universum gehörend – ging es karger zu. Regisseur James Gunn und sein Team arbeiteten mit realen Kulisseanteilen wie einem kleinen Stück außerirdischen Lands oder einer Raumkapsel vor blauem Hintergrund. Dieser wurde später digital mit Hintergründen oder Computer-generierten Filmsequenzen ersetzt.

Eine mittlerweile fest etablierte Weiterentwicklung dieses traditionellen Verfahrens ist die virtuelle Produktion. Bei den Aufnahmen zu „Guardians of the Galaxy“ haben VFX-Spezialisten die Schauspieler Chris Pratt, Zoe Saldana und David Bautista schon am Set in einer virtuellen Produktionsumgebung am Rechner mit digitalen Kulissenerweiterungen und Modellen von Groot, dem Baum, und (Nennen Sie ihn nicht „Waschbär“!) Rocket verbunden.

Die grobe Live-Visualisierung der Effekturnggebung hilft Regisseuren, das Reale und das Digitale zu verbinden, damit Schauspieler und animierte Figuren nicht wirken, also ob sie sich auf verschiedenen Ebenen bewegen. So soll der Bruch zwischen Filmaufnahme und Nachbear-



Bild: Disney

Beim Marvel-Film „Guardians of the Galaxy 2“ arbeitete Regisseur James Gunn mit virtueller Produktion. VFX-Spezialisten setzen bei dem Verfahren live Filmaufnahmen und digitale Set-Extensions zusammen.

beitung mit visuellen Effekten überbrückt werden. Die Integration der Schauspieler in die digitale Welt funktioniert auch bei neueren Produktionen nicht immer gut,

etwa in „Kong: Skull Island“ beim Kampf der von Samuel L. Jackson und John C. Reilly verkörperten Charaktere gegen echsenähnliche Kreaturen.

Anzeige

## Ein Fuß in der Realität

Bei den Animationsfilmen des Jahres stachen der Disney-Film *Vaiana* und der Lego-Batman-Film von Warner Bros. aus der Masse heraus. Batman erschien zuerst in den Detective Comics (mittlerweile bekannt als DC) und wurde immer wieder neu interpretiert – zuletzt als kinderfreundliche Lego-Komödie.

Die Welt eines Lego-Films besteht aus festen Formen. Lego stellt dem Studio Animal Logic dafür seine Datenbank real existierender Legosteine zur Verfügung. Das Team um Grant Freckelton versah die Steine mit Details und Texturen, damit sie nach benutztem Plastik aussahen, und arbeitete mit düsteren Farben und starken Kontrasten in Gelb-Blau oder Schwarz-Rot. Eine Grundlage für die Entwürfe der Gebäude und Fahrzeuge war der frei verfügbare Lego Digital Designer. „Wir wurden dafür bezahlt, Comics zu lesen und Lego-Modelle zu bauen. Das ist der coolste Job der Welt“, sagte Freckelton.

In *Vaiana* schlägt Disney eine Brücke zwischen klassischer und computergenerierter Animation. Der von Dwayne Johnson gesprochene 3D-Character Maui ist von Tattoos übersät, unter denen sich auch der zweidimensionale Mini-Maui befindet, der über pantomimische Gesten auf Mauis Handlungen reagiert. Im Kontrast zum restlichen Film wurde Mini-Maui wie früher auf Papier animiert und anschließend in das 3D-Modell des großen Maui integriert.

## Über die Leinwand hinaus

Unter dem Motto „Beyond the Screen“ setzte die FMX einen Akzent auf Inhalte, die nicht für Leinwand oder Fernseher produziert wurden. Die Referenten loteten Möglichkeiten des noch tieferen Eintauchens in eine Szene (Immersion) mit stereoskopischem 3D, Kugelleinwand, IMAX und kuppelförmigen Projektionsflächen aus. Ein Teil der Vorträge fand daher außerhalb des Veranstaltungsorts im Stuttgarter Planetarium statt.

Immer mehr Filmemacher arbeiten an Erzähltechniken für VR, die sich im Spannungsfeld zwischen passivem Zuschauen und aktiven Mitmachen bewegen. Im „BBC Home: Spacewalk“ durchlebt der Zuschauer Missionen auf der ISS. Wer nicht tut, was Mission Control befiehlt, bekommt immer wütendere Anweisungen. Die sogenannte VR-Experience hat eher Videospiel- als Filmcharakter.

Jessica Brillhart, „Principal Film Maker“ für Googles VR-Projekte, hat

In der VR-Serie *Defrost* schlüpft das Publikum in die Rolle einer Frau, die in der Zukunft aus dem Kryoschlaf erwacht – der Zuschauer bestimmt, welches Familienmitglied die Aufmerksamkeit bekommt.



jüngst zwei VR-Filme fertig gestellt und dabei Erfahrungen mit dem Storytelling in virtueller Realität gesammelt. „Das Publikum besitzt keine Erfahrung mit VR-Inhalten“, sagt sie. „Viele Zuschauer wollen nicht die ganze Zeit umherschauen, sie brauchen aber etwas Freiheit in der virtuellen Realität, ohne den Bezug zur Erzählung zu verlieren.“

Ähnlich wie bei Videospielen muss der Filmemacher dem Zuschauer die Möglichkeiten der virtuellen Welt zeigen. Aufmerksamkeitspunkte ersetzen die Kameraeinstellung. Das kann wie in „World Tour“ ein einsamer Wanderer auf einem Berg sein. Brillhart richtete den Blick in Eingangssequenzen absichtlich nicht auf die Hauptfigur, damit sich die Zuschauer umdrehen müssen, um die Handlung zu verfolgen. Sie haben aber auch die Option, zu rebellieren und in die entgegengesetzte Richtung zu schauen. Also platziert Brillhart auch dort ein sehenswertes Motiv.

Was bei Google eher akademischen Charakter hat, ist in großen Vergnügungsparks Realität. Von Jeff Kleiser stammt die bereits ältere „Amazing Spiderman Experience“ in den Universal Studios. Sie besteht aus 13 teils flachen, teils gekrümmten Projektionsflächen. Die Besucher tragen 3D-Brillen, fahren auf einer Plattform und können sich in alle Richtungen bewegen. Action-Sequenzen ziehen dabei immer wieder die Aufmerksamkeit des Publikums auf sich.

Zu den technisch anspruchsvolleren Szenarien zählt die Ghostbusters-Experience vom US-amerikanischen Hyper-Reality-Anbieter The Void, zu erleben in Madame Tussauds Museum in New York. Besucher bewegen sich mit einer Virtual-Reality-Brille in realen Räumen, die

digital in der virtuellen Realität gespiegelt sind. Millimetergenaues Tracking verbindet beides miteinander.

Kleisers neue VR-Serie *Defrost* arbeitet mit subtilen Mitteln des VR-Storytelling. Jede Folge umfasst fünf Minuten. Länger seien Zuschauer in der Regel nicht bereit, VR-Headsets zu tragen, so Kleiser. Zwei Episoden sind bislang fertig; zehn weitere werden gerade produziert.

Die Serie zeigt eine Schlaganfallpatientin, die sich in Kryoschlaf versetzen ließ, im Jahr 2045 erwacht und ihre Familie trifft. Kleiser montierte sechs GoPro-Kameras an Stelle eines Kopfes auf einen Körper im Rollstuhl. Das Publikum identifiziert sich mit der Rollstuhlfahrerin und blickt in Richtung mehrerer agierender Figuren. Oft spricht ein Angehöriger zum Zuschauer und zieht die Aufmerksamkeit auf sich, während die eigentliche interessante Handlung etwas abseits passiert. Beispielsweise diskutiert jemand am Telefon Probleme mit der Entlassung aus dem Krankenhaus. Durch solche interaktiven Elemente fühlt sich auch *Defrost* wie die Anfangssequenz eines Videospiels an und nicht wie ein Film.

„130 Jahre Film, 40 Jahre Videospiel, 3 Jahre VR – da gibt es noch viel zu lernen“, finden Solomon Rogers und Daryl Atkins. Sie stellten die „Ghost in the Shell“-VR-Experience vor, die für Oculus Rift, Gear VR und Facebook 360 verfügbar ist. Statt von Storytelling sprechen sie von Story-Living.

Je schneller die Rechner werden, desto bessere Echtzeitbilder können sie rendern. Zwischen Film und Videospiel entwickeln sich neue Erzählformen ohne Spielcharakter, aber mit interaktiven Elementen. So verschwimmen zusehends die Grenzen, wie das Publikum bewegte Bilder erlebt. (akr@ct.de) **ct**

Anzeige

# Die Erfindung des Dateneigentums

## Strategiepapier zum Dateneigentum

**Personenbezogene Mobilitätsdaten sollen nach Vorstellungen des Bundesverkehrsministeriums künftig an Dritte veräußerbar sein. Die Einführung eines „Datenausweises“ und des neuen Rechts am „Dateneigentum“ sollen hierfür die Grundlage bilden.**

Von Christiane Schulzki-Haddouti

Die Automobilbranche rüstet sich für digitale Geschäftsmodelle rund um die Mobilität. Traditionelle Datenschutzkonzepte, die auf Datensparsamkeit und Nutzereinwilligungen basieren, kritisieren deutsche Automobilhersteller dabei gerne als kontraproduktiv. Der seit zwei Jahren schwelenden Debatte will Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt (CSU) nun mit seinem „Strategiepapier digitale Souveränität“ einen wichtigen Impuls verleihen (siehe auch <http://ct.de/y125>). Gleichzeitig ist das Papier der erste Vorstoß der Bundesregierung, um ein Recht auf „Dateneigentum“ zu etablieren.

Für alle Produkte und Dienste im Mobilitätsbereich soll ein Datenausweis eingeführt werden, der „vollumfänglich und verständlich über Umfang und Häufigkeit der Datenerhebung sowie über die Nutzung und Weitergabe der Daten aufklärt.“ Außerdem soll eine „Eigentumsfähigkeit“ an Daten definiert werden. Im Ergebnis will Dobrindt Daten mit Sachen gleichstellen, damit diese „eindeutig natürlichen oder juristischen Personen als Eigentum zugewiesen werden können“. Damit wären im Ergebnis die Voraussetzungen dafür erfüllt, dass Personen ihre Daten sogar veräußern könnten. Statt mit Geld ließen sich selbst Produkte und Dienste mit Daten bezahlen. Zunächst

sollen die „Verfügungsrechte an Daten demjenigen zugewiesen werden, auf den die Erstellung der Daten zurückgeht. Damit gilt im Grundsatz: Die Daten und damit verbundene Rechte gehören den Menschen.“ Auf den ersten Blick scheint dieses auch im Sinne von Datenschutzaktivisten zu sein, die seit Jahren mit dem Slogan „Meine Daten gehören mir“ ihre Rechte einfordern.

### Schwächung durch Eigentum

Doch das Strategiepapier blendet die Kehrseite dieses neuen Eigentumsbegriffs aus. Malte Engeler, langjähriger stellvertretender Leiter des aufsichtsbehördlichen Bereichs am Unabhängigen Landeszentrum für Datenschutz in Schleswig-Holstein, befasst sich seit einiger Zeit mit einer neuen verfassungsrechtlichen Verankerung des Datenschutzrechts. Er sagt: „Eigentum an Daten klingt zunächst nach einer Stärkung der Rechte der Betroffenen, läuft aber mittelfristig auf die Sicherung der Position von datenverarbeitenden Unternehmen hinaus. Daten, die einmal mir gehörten, können schließlich auch ganz schnell jemand anderem gehören.“



Dobrindts „Strategiepapier digitale Souveränität“ will ein Recht auf „Dateneigentum“ etablieren.

Jurist Sebastian Golla von der Universität Mainz sieht in den veröffentlichten Eckpunkten zudem „grundlegende konzeptionelle Schwächen“. So gebe es zwar bei Daten ein ähnliches Interesse an deren Unversehrtheit und Verfügbarkeit wie bei körperlichen Gegenständen. Doch Nutzung und Verwertung von Daten würden sich von Sachen gravierend unterscheiden. Denn Daten können beliebig oft vervielfältigt werden und dem parallelen Zugriff beliebig vieler Personen ausgesetzt sein. Für Golla ist es daher „widersinnig, die Verfügungsrechte hier gleichlaufend zu regeln“.

Zwar soll der „Hersteller“ auch „Eigentümer“ der Daten sein, doch die Bestimmung des Herstellers sei bei arbeitsteiligen Wertschöpfungsprozessen auch schon für Sachen schwierig. Deshalb seien oftmals komplexe vertragliche Regelungen notwendig. Überdies könnte ein Dateneigentum den Umgang mit Informationen rechtlich einschränken, was Konsequenzen für grundrechtssensible Bereiche haben könnte. Golla befürwortet, dass ein Dateneigentum letztlich Innovationen im digitalen Bereich im Wege stehen könnte – und das Gegenteil vom angestrebten „Datenreichtum“ erreicht werde. Die Schaffung eines „Dateneigentums“ für den Automobilbereich hätte Konsequenzen für andere Bereiche, die sich derzeit kaum überblicken lassen.

Engeler warnt davor, dass „die vorhersehbare Konzentration von Dateneigentum in der Hand weniger großer Konzerne“ nur zum Verlust von individueller Freiheit führen kann. Aus guten Gründen lehnten die meisten Verfassungsrechtler bereits die Eigentumsfähigkeit des lebendigen menschlichen Körpers ab. Als Grundvoraussetzung für eine freie Gesellschaft ist der menschliche Körper deshalb auch kein Wirtschaftsgut. Engeler zieht hier eine Parallele: „Genauso wie die Leibeigenschaft wäre aber die ‚Digitaleigenschaft‘ eine Objektivierung des Menschen, die mit Menschenwürde und freiheitlicher Gesellschaft nicht zu vereinbaren sind.“ Er vertritt daher die Ansicht, dass die Pläne des Bundesverkehrsministeriums, Daten eigentumsrechtlich mit Sachen gleichzusetzen, mit der Verfassung nicht zu vereinbaren sind.

(sha@ct.de)

Bild: Bundesregierung, Kugler

# Probleme bei Aufnahmen von freenet-TV in DVB-T2

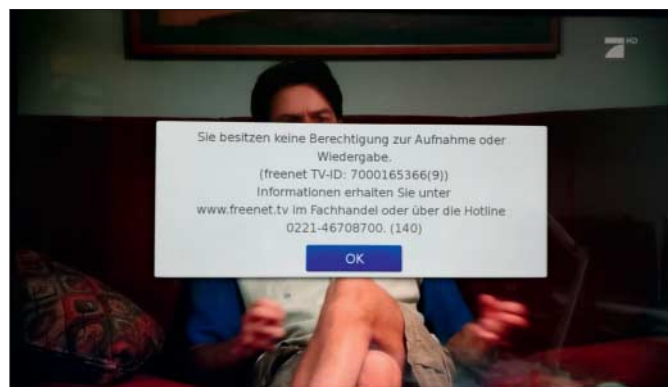
Seit dem Start des hochauflösenden DVB-T2 HD Ende März wurden laut Serviceprovider Media Broadcast bereits 1,7 Millionen TV-Empfangsgeräte verkauft, die außer ARD und ZDF auch verschlüsselte Privatsender empfangen können (sogenanntes freenet-TV). Weitere 500.000 bis 600.000 Zuschauer schauen dagegen ausschließlich die öffentlich-rechtlichen Programme. Laut einer repräsentativen Umfrage haben 18 Prozent der bisherigen Nutzer von DVB-T Abstand genommen, 9 Prozent hätten sich noch nicht entschieden. Zugleich hätten 400.000 Haushalte neu zum Antennenfernsehen gewechselt. Ziel sei es nun, weitere 1,4 Millionen Haushalte vom Angebot zu überzeugen.

In der Praxis gibt es aber noch ein paar Probleme mit Aufnahmen der privaten Programme. An Smart-TV mit eingebautem DVB-T2-Empfänger und eingestecktem Freenet-Entschlüsselungsmodul sind Aufnahmen der Privaten generell untersagt.

Wie der für Freenet TV zuständige Serviceprovider Media Broadcast erklärte, liegt dies an der fehlenden Vopsul-Sperre in der CI+-Spezifikation. Außerdem ist die Aufnahmefunktion für externe Receiver mit eingebautem Irdeto-Entschlüsselungsmodul noch nicht automatisch freigegeben. Man muss die PVR-Funktion bisher noch für jeden Receiver telefonisch bei der Freenet-TV-Hotline freischalten.

Immerhin lassen sich die öffentlich-rechtlichen Programme problemlos aufzeichnen, beim freenet-fähigen Receiver HRT8772 von Xoro dank Dual-Tuner sogar zwei Sendungen gleichzeitig. Dabei konnten wir während einer Aufnahme die anderen Sender weiterschauen, bei zwei parallelen Aufnahmen sogar alle Sender in den jeweiligen Bouquets – also beispielsweise alle dritten Programme bei Aufnahmen im BR sowie Das Erste, Arte, Phoenix, tageschau 24 und One HD parallel zu Aufnahmen im Ersten Programm.

Ein weiterer Knackpunkt sind die per DVB-T2 HD angebotenen Internet-Sender mit dem Zusatz „Connect“. Man kann



Prinzipiell können die meisten Smart-TVs zwar aufnehmen, per DVB-T2 HD ist aber nicht erlaubt.

sie laut freenet TV mit Receivern empfangen, die HbbTV unterstützen und die mit dem Internet verbunden sind. Allerdings seien viele Receiver nicht performant genug, hieß es von Media Broadcast. Smart-TVs hätten dagegen im Allgemeinen genug Rechenleistung für die Videostreams.

Tatsächlich konnte unser Smart-TV von LG Sender wie CNN (Connect) empfangen, der externe Receiver HD Nano 2 von Humax aber nicht – obwohl er die genannten Voraussetzungen erfüllt. Den Connect-Empfang am externen DVB-T2-HD-Receiver beherrscht laut Freenet bislang nur Samsungs Settop-Box MB540 problemlos.

Übrigens: Sollte ihr brandneuer Receiver kein HbbTV unterstützen, können Sie für die Mediatheken auch ihr „altes“ Smart-TV nutzen. Die smarten Fernseher halten üblicherweise passende TV-Apps zumindest für ARD und ZDF bereit. Bei einigen TV-Geräten lohnt sich hierfür ein Firmware-Update, das man über das Systemmenü im TV anstoßen kann. (uk@ct.de)

Anzeige



## Mehr Geräte mit Netflix in 4K

Damit Desktop-PCs und Notebooks Netflix-Inhalte in Ultra-HD-Auflösung abspielen, müssen sie bestimmte Hardware-Anforderungen erfüllen. Dazu zählt unter anderem eine Grafikeinheit, die das Kopierschutzverfahren HDCP 2.2 unterstützt. Einigen der ersten Kaby-Lake-Prozessoren für Mobilrechner fehlt diese Funktion bei der Wiedergabe über HDMI im Unterschied zu den später vorgestellten Desktop-Varianten. Lediglich über DisplayPort klappt die Wiedergabe mit HDCP 2.2. Intel hat nun bekannt gegeben, dass die betroffenen CPUs Core i3-7100U, i5-7200U, i5-7Y54, i7-7500U, i7-7Y75 und m3-7Y30 ab sofort mit aktiviertem HDCP 2.2 an die PC-Hersteller ausgeliefert werden.

Allerdings kann man Mini-PCs und Notebooks nicht von außen ansehen, ob bereits die neuere Prozessorvariante eingelötet ist. Zudem haben einige Hersteller Level-Shifter-Converter-Chips (LSPCON) verbaut, die HDCP 2.2 über HDMI 1.4 und HDMI 2.0 ermöglichen, selbst wenn der Prozessor noch aus älteren Chargen stammen. Dabei wandeln die Chips das DisplayPort-Signal in HDMI um.

Moderne Grafikkarten der Serien GeForce 1000 sowie Radeon RX 400 und 500 können zwar ebenfalls HDCP 2.2, allerdings fehlte ihnen bislang die notwendige Treiberzertifizierung durch Netflix. Nvidia hat für die GeForce-1000-Grafikkarten über das Windows-Insider-Programm den Grafiktreiber 381.74 verteilt, der 4K-Inhalte von Netflix abspielen kann. Das klappt entweder über die Netflix-App aus dem Windows Store oder den Edge-Browser von Microsoft. Allerdings gibt es eine Einschränkung: Die Grafikkarte muss mit mindestens 3 GByte Videospeicher ausgestattet sein, sonst gibt es wie auch bei SLI-Verbänden nur Full-HD-Auflösung zu sehen.

AMD arbeitet für die Radeon-Grafikkarten ebenfalls an einem Treiber mit Netflix-Zertifikat. (chh@ct.de)



Bei Mini-PCs wie dem Asrock Beebox-S 7200U klappte die 4K-Wiedergabe mit Netflix bisher nur wegen eines Zusatzchips.

## Radeon Pro Duo: Profi-Karte mit 32 GByte RAM



AMD legt die Radeon Pro Duo neu auf: Zwei Polaris-Grafikchips und 32 GByte Speicher sorgen für hohe Performance in Profi-Anwendungen.

Für Anwendungen, die besonders hohe Grafik- oder Rechenleistung benötigen, bietet AMD die Doppel-GPU-Grafikkarte Radeon Pro Duo an. Ihre beiden Polaris-Grafikchips unterstützen unter anderem die Schnittstellen Direct3D 12, Vulkan und OpenCL, universelle Berechnungen laufen über OpenCL 2.0. Die Karte soll noch im Mai für rund 1000 US-Dollar erhältlich sein. Ihre beiden Chips erreichen zusammen eine theoretische Rechenleistung von gut 11 TFlops bei einfacher Genauigkeit; für doppeltgenaue Berechnungen eignen sie sich dagegen nicht. AMD zufolge sollen sie außerdem 9,94 Milliarden Dreiecke pro Sekunde verarbeiten – so laufen auch komplexe Wireframe-Darstellungen von 3D-CAD-Programmen ruckelfrei. Die Leistungsaufnahme gibt AMD mit „unter 250 Watt“ an.

Vom 32 GByte großen Grafikspeicher stehen jeder GPU exklusiv 16 GByte zur Verfügung. Effektiv sind für die meisten 3D-Anwendungen nur 16 GByte nutzbar, da die Grafikdaten für jede GPU separat lagern – es sei denn, sie sind direkt für den DirectX-12-Multiadapter-Modus beziehungsweise Split-Frame Rendering zugeschnitten.

Mit einer Radeon Pro Duo lassen sich bis zu vier Displays über drei DisplayPorts v1.4 und einmal HDMI 2.0b ansteuern. Neben der 8-Bit-Farbausgabe unterstützt sie auch 10 Bit, erzeugt also 1,07 Milliarden statt nur 16,7 Millionen Farben.

(mfi@ct.de)

### Hardware-Notizen

Die **Midi-Tower** Cooltek NC-01 und NC-02 eignen sich zum Bau von Allround-PCs und nehmen je zwei 3,5"-Festplatten und drei 2,5"-Laufwerke sowie leistungsfähige Grafikkarten mit bis zu 41 cm Länge auf. Sie unterscheiden sich in der Zahl der 5,25"-Schächte (NC-01: 1, NC-02: 2). Zur Auswahl steht jeweils eine Variante mit geschlossenem Seitenteil (45 Euro) und mit TemperglASFenster (50 Euro).

Gigabyte hat den **kompakten Spiele-PC** Brix Gaming VR angekündigt. Trotz lediglich 2,6 Volumen ist er mit einer GeForce GTX 1060 ausgestattet und soll genug Leistung für VR-Anwendungen liefern. Der säulenförmige Mini-Rechner soll Ende Mai auf der IT-Messe Computex in Taiwan vorgestellt werden. Angaben zur weiteren Ausstattung und zum Preis hat der Hersteller noch nicht veröffentlicht.

# Etikettenschwindel bei Monitoren

Die Tendenz, Geräte in einer unpassenden Anwendungskategorie zu positionieren, nimmt bei Monitoren derzeit zu. So kündigte Viewsonic mit dem VP2768 jüngst ein „Display für Fotografen und Grafiker“ an. Der 27-Zöller nutzt ein hochglänzendes IPS-Panel mit  $2560 \times 1440$  Pixeln (WQHD) und hat zwei HDMI-Eingänge, zwei DisplayPorts und einen USB 3.0-Hub. Das schmal eingefasste Display ist höhenverstellbar und um 90 Grad ins Hochformat drehbar. Seine Farbabweichung soll unter 2 Delta E bleiben.

Das Problem: Der gut ausgestattete Monitor deckt nicht einmal den sRGB-Farbraum ab (nur zu 99 %), weshalb er für echte Bildbearbeitung ausscheidet. Immerhin gewährt Viewsonic auf den 629 Euro teuren VP2768 (unverbindliche Preisempfehlung) vier Jahre Austausch-Service. Ähnliche Geräte, die einen deutlich größeren Farbraum darstellen und ein 10-Bit-Panel nutzen, bekommt man ab 620 Euro etwa von Dell (UP2716D), LG (27MB85Z) und Asus (PA279).

Teilweise führen die Hersteller auch eigene Begriffe ein, um ihre Geräte zu preisen. Beispielsweise bei Dell: Der US-amerikanische Hersteller schuf die Worthülse „Dell-HDR“. Er spendiert dieses Label sogar einem Monitor (S2418H) mit nur  $250 \text{ cd/m}^2$  Maximalleuchtdichte, nicht mal sRGB-Farbraum und 6-Bit-Panel – denkbar schlechte Voraussetzungen für ein kontrast- und farbstarkes HDR-Display.

Zugleich hat Dell auch einen echten HDR-Monitor vorgestellt: Der UP2718Q trägt das HDR10-Label der UHD-Allianz, zeigt 4K-Auflösung ( $3840 \times 2160$  Pixel), nutzt ein 10-Bit-Panel und soll den AdobeRGB-Farbraum vollständig abdecken. Auch die  $1000 \text{ cd/m}^2$  Spitzenhelligkeit sprechen für echtes HDR; zusätzlich ist der UP2718Q Hardware-kalibrierbar. Der Monitor hat zwei HDMI- und zwei DisplayPort-Eingänge und einen USB-Hub eingebaut. Er soll ab Mitte Juli in den Handel kommen. In den USA kostet der Monitor 2000 US-Dollar, einen Preis für Deutschland nennt Dell noch nicht. (uk@ct.de)

Anzeige



Dells UP2718Q trägt das HDR10-Label der UHD-Allianz. Dells hauseigener Marketingbegriff „Dell-HDR“ hat dagegen keinerlei Aussagekraft.

# Prozessorgeflüster

## Vom plaudernden und vom schweigenden Bob

**Bilanzen von AMD und Intel, die Scalable Family, Auszeit für Intels Serverchefin Diane Bryant, schlampig programmierte Intel-Firmware für die Management Engine ... und ein 5-PFlops-Booster für Jureca in Jülich**

Von Andreas Stiller

Der neue Ryzen sorgte bei AMD im ersten Quartal 2017 zwar noch nicht für positive Zahlen in der Gewinn-Bilanz, aber immerhin ist der Verlust gegenüber dem des Vorjahres um 33 Prozent auf 73 Millionen US-Dollar gesunken. Der Umsatz stieg um 18 Prozent auf 984 Millionen Dollar, allerdings war jenes Vergleichsquartal das schlechteste seit Ende 2003.

Weitaus besser siehts beim Aktienkurs aus, der zumindest bis zur Bekanntgabe der Quartalsergebnisse über viermal so hoch war wie vor einem Jahr. Unmittelbar danach brach er aber um über 25 Prozent ein. Aber dennoch, die Aussichten sind gut, AMD erwartet im weiteren Verlauf des Geschäftsjahres 17 Prozent mehr Umsatz. Schließlich kommen bald auch der Serverprozessor Naples und die Vega-GPUs, sodass AMD dann vielleicht mal wieder schwarze Zahlen schreiben dürfte.

In dieser dunklen Farbe schreibt Intel seinen Nettogewinn gemäß GAAP eigentlich immer, bis auf den einen Ausreißer im zweiten Quartal 2009, als die von der europäischen Kommission verhängte Strafe in Höhe von über eine Milliarde Euro die Bilanz verhegelte – jedenfalls vorläufig, denn darum wird weiterhin gestritten. Das Urteil des Europäischen Gerichtshofes (EuGH) zu Intels Berufung steht in Kürze zu erwarten, und da siehts so schlecht für Intel nicht aus. Jedenfalls hat sich der schwedische Generalanwalt des EuGH, Nils Wahl, vor einem halben Jahr für eine Zurückverweisung und Neuverhandlung ausgesprochen. Genug Geld in der Kriegs-

kasse hat Intel jedenfalls, jetzt im ersten Quartal kam ein ordentlicher Gewinn von gut 3 Milliarden Dollar (ein Plus von 45 Prozent gegenüber dem Vorjahresquartal) hinzu, bei um 8 Prozent höherem Umsatz von 14,8 Milliarden Dollar.

Von zusätzlichen Kosten wegen des im letzten Quartal vom Finanzchef Bob Swan ausposaunten „Product Quality Issue“ war diesmal nichts zu hören, nur fällt auf, dass der Gewinn der Datacenter-Gruppe trotz höherer Umsätze noch mal kräftig um rund 300 Millionen Dollar gefallen ist. Gut möglich, dass da noch weit mehr Folgekosten dranhängen, als bisher bekannt sind.

Die Chefin dieser Abteilung, Diane Bryant, nimmt aus familiären Gründen jetzt eine Auszeit von sechs bis acht Monaten und so übernimmt der bisherige Chef der Client Computing Group, Navin Shenoy, ihren Posten, und zwar, wie Intel-Chef Krzanich in einer E-Mail an die Mitarbeiter betont, nicht nur interimweise.

### Quality issues

Bei den PCs, Notebooks und Server macht derweil eine andere Product Quality Issue die Runde, nämlich ein peinliches Sicherheitsloch in Intels Management Engine als Bestandteil der Advanced Management Technology AMT (siehe S. 44). Seit Jahren schon weisen Sicherheitsexperten und Websites wie semiaccurate.com auf das Risiko „Management Engine“ hin,

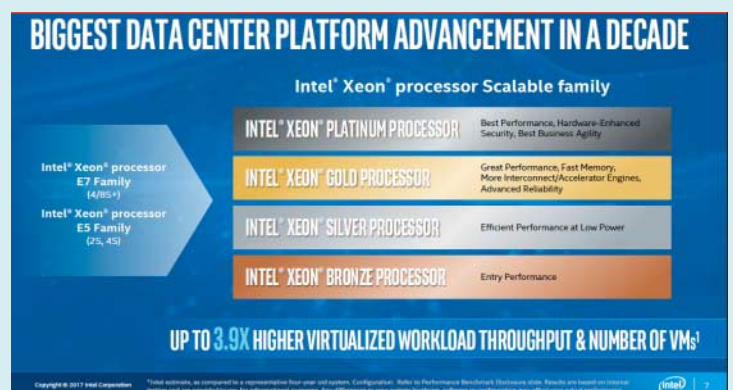
von möglichen NSA-Masterkeys war zu hören und ähnliches mehr.

In c't 13/14 schrieb Christof Windeck dazu: „Trotzdem ist es schade, dass sich die ME nicht schlichtweg per Jumper abschalten lässt. PC-Käufer müssen Intel vertrauen, dass keine Hintertüren eingebaut sind und die Schutzvorkehrungen auch den schlauesten Angreifern widerstehen. Mit einer Offenlegung des Quellcodes der ME-Firmware sowie sämtlicher ME-Funktionen könnte Intel dieses Vertrauen stärken.“ Hätte Intel das mal getan, denn dann wäre das Riesen-Einfallstor in der offenbar schlampig programmierten Firmware vermutlich viel früher aufgefallen.

Keine superschlaun Angreifer oder gar versteckte NSA-Keys sind nötig, ein schnöder Anfängerfehler sorgt dafür, dass der integrierte Webserver beim standardmäßigen Admin-Account beliebig verkürzte Authentifizierungscodes erlaubt, bis hinunter zum leeren String. Das hat die kalifornische IT-Sicherheitsfirma Embedi rund um den bekannt schlaun Angreifer Dmitriy Evdokimov schon Mitte Februar herausgefunden, aber es nicht gleich an die große Glocke gehängt, sondern Intel etwas Reaktionszeit gelassen. „Silent Bob is Silent“ – so hat Embedi den Fehler getauft, nach der amerikanischen Kifferserie „Jay and Silent Bob“, bei der sich jeder fragt, warum denn Bob so silent ist.

Doch es gibt auch positive Produktmeldungen von Intel, insbesondere die of-

Jetzt ist es offiziell, Intels Scalable Xeon Family, eingeteilt nicht mehr in E5 und E7, sondern in vier Edelmetall-Fächer.



fizielle Ankündigung der Xeon-Marketing Chefin Lisa Spelman der nunmehr für „Mitte Sommer“ vorgesehenen Xeon-Familie mit Skylake-Architektur und AVX512. Die meisten Einzelheiten der neuen „Scalable Family“ habe ich hier ja schon vorab ausgeplaudert, etwa die Einteilung in vier Segmente Platinum, Gold, Silver und Bronze. Bis zu 3,9-mal höheren Durchsatz bei der Virtualisierung unter VMWare ESXi 6.0 sollen die Zwei-Sockel-Skylake-SP-Xeons haben, jedenfalls wenn man sie mit einem vier Jahre alten System der ersten E5-Generation in der Romley-Plattform mit Xeon E5-2690 vergleicht. Bezogen auf den unmittelbaren Vorgänger Xeon E5-2699v4 (Broadwell EP) auf der Grantley-Plattform reduziert sich der Zuwachs auf lediglich 30 Prozent. Allerdings nutzt der Hypervisor ja auch nicht AVX512.

Intel selbst hatte zuvor offenbar versehentlich in den Product Change Notifications PCN115363-00 bereits alle Versionen der Platinum- und Gold-Familien samt Takt, Masken-Stepping, Produkt-

code und S-SPEC aufgelistet, das PDF aber schnell wieder von der Website entfernt. Mit H0 ist das Stepping ungewohnt hoch, da musste man offenbar noch reichlich debuggen.

Manche Online-Handler hatten auch bereits Preise gelistet – die Seiten verschwanden dann aber ebenfalls schnell wieder. Der britische Händler Ballicom etwa listete den Edel-Platinprozessor 8180M mit 28 Kernen, 2,5 GHz Takt und mit Unterstützung von bis zu 8 Sockeln mit einem empfohlenen Preis von 23.637,55 britischen Pfund (incl. MwSt.) auf, bot den Prozessor aber zum Discount-Preis von 13.550 Pfund an.

### Jülicher Booster

In Kooperation mit Dell, Intel und ParTec „boostet“ das Jülicher Supercomputer Center den von der russischen Firma T-Plattform aufgebauten Rechner Jureca noch einmal kräftig um bis zu 5 PFlops auf. Die Leistung sollen Xeon-Phi-7250-F-Prozessoren im Cluster mit Dell PowerEdge C6230P in einem für Super-

computer neuartigen modularen Konzept erbringen. Einen Cluster dieses Typs kennt Dells Website indes nicht, vermutlich meint man den im letzten Jahr auf der ISC'16 vorgestellten kompakten C6320P, mit vier Xeon-Phi-Knoten in 2 HE. Bei dem ist der Interconnect OmniPath derzeit noch per PCIe-Adapter spezifiziert. In Jülich sollen aber die Xeon-Phi-F-Versionen mit integriertem OmniPath eingesetzt werden. Mit einer noch zu entwickelnden Bridge-Konstruktion soll dann der OmniPath-Booster mit dem Mellanox-EDR des Jureca verbunden werden.

Vermutlich rund 1600 Knoten wird man brauchen, um die 5 PFlops zu erzielen. Das ist dann mal wieder ein großer Design-Win für Dell hier in Deutschland. Dell feierte ja neulich seinen 33-jährigen Firmengeburtstag mit in dieser Zeit erreichtem Gesamtumsatz von „1 Trillion“ Dollar. Okay, das ist die amerikanische Trillion, aber eine europäische Billion macht sich ja auch nicht schlecht.

(as@ct.de) **ct**

Anzeige



## TLC-Flash in Intels Server-SSDs

Die neuen Server-SSDs DC P4500 und DC P4600 von Intel nutzen 3D-Flash-Speicher aus Intels Gemeinschaftsproduktion mit Micron (IMFT). Erstmals setzt Intel bei einer Server-SSD auf Flash in TLC-Bauweise mit 3 Bit Speicherkapazität pro Zelle, bisher kam hier deutlich robusteres MLC-Flash (2 Bit) zum Einsatz.

Beide SSDs sind als Einsteckkarte im PCIe-Format sowie als U.2-SSD im 2,5-Zoll-Gehäuse erhältlich und werden über PCIe 3.0 mit vier Lanes und NVMe 1.2 angebunden. Intel sieht vor allem Cloud-Storage als Einsatzbereich.

Die Kapazitäten der beiden Modelle rangieren zwischen 1 und 4 TByte. Die Unterschiede liegen vor allem in der Endurance: Während die DC P4600 bei sequenziellen Zugriffen im Rahmen der fünfjährigen Garantiefrist bis zu 29,2 Petabyte verträgt, ist bei der DC P4500 bereits bei 19,8 Petabyte Schluss. Wichtiger ist die Endurance bei zufälligen Zugriffen, hier liegen die Werte bei beiden Familien niedriger. Die DC P4600 ist für deutlich mehr Schreibvorgänge ausgelegt, ihre Endurance liegt um den Faktor fünf höher. Die DC P4500 ist daher eher für Aufgaben mit stärkerer Lesebelastung geeignet.

Wie bei Server-SSDs üblich, bieten die Datacenter-Modelle einen Schutz gegen unerwartete Stromausfälle. Die Häufigkeit nicht korrigierbarer Fehler gibt Intel mit 1 pro  $10^{17}$  gelesener Bits an. Bei beiden SSDs kommt ein neu entwickelter Controller zum Einsatz. Preise und Liefertermine hat Intel noch nicht genannt. (//@ct.de)



Bis zu 4 TByte ausdauernden Speicher bieten die neuen Server-SSDs von Intel.

Intel Server-SSDs		
Modell	DC P4500	DC P4600
Kapazitäten U.2	1, 2, 4 TByte	1, 6, 2, 3, 2 TByte
Kapazitäten AIC	4 TByte	2, 4 TByte
Interface	PCIe 3.0x4, NVMe 1.2	PCIe 3.0x4, NVMe 1.2
64k sequenziell read / write [MByte/s]	3260 ... 3290 / 620 ... 1860	3270 ... 3290 / 1390 ... 2100
4k random read / write [IOPS]	294.000 ... 687.000 / 32.000 ... 68.000	587.500 ... 694.000 / 184.000 ... 228.000
Endurance random	ca. 1,1 PByte written pro TByte Kapazität	ca. 5,3 PByte written pro TByte Kapazität
Garantie	5 Jahre	5 Jahre

## Verwirrung um Extra-Runde für FreeNAS



FreeNAS bekommt ein bunteres Web-GUI. In Version 11 steckt derzeit eine Preview, die Nutzer des eingestampften Corral als Rückschritt empfinden.

Das von iXsystems entwickelte und auf FreeBSD aufbauende Netzwerkspeicher-Betriebssystem FreeNAS hat einige verwirrende Wochen hinter sich: Am 15. März erschien der designierte Nachfolger der 9er-Entwicklungsserie als FreeNAS 10 respektive Corral. Mitte April wurde diese Version nachträglich zu einer Technologievorschau erklärt, der verantwortliche Entwickler hatte das Unternehmen plötzlich verlassen. Die Neuerungen, die das geschasste Corral auszeichneten, fließen nun Stück für Stück in die Weiterentwicklung der bisherigen 9.x-Version ein und sollen als FreeNAS 11 reüssieren.

FreeNAS stellt eine solide Basis für NAS-Systeme mit gehobenen Ansprüchen dar, die Web-Oberfläche aber hat bisher einen eher spröden Charme. Unter anderem dort setzte Corral an: eine neue Oberfläche, die auf einem modernen Web-Framework aufbaut, eine dazu passende Umgebung für die Administration auf der Kommandozeile sowie neue Funktionen für die Virtualisierung mit VMs und Docker.

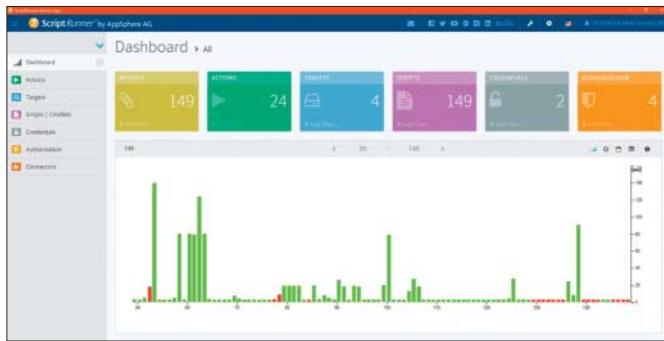
Die Version 11 wird mit einer Vorschau auf eine neue Web-Oberfläche erscheinen – die entsteht jetzt auf Basis von Angular, die technischen Ansätze in Corral ließen die Entwickler fallen. Die meisten Neuerungen finden sich vorerst noch in der klassischen Oberfläche, etwa zur Verwaltung von VMs (auf Basis des FreeBSD-Hypervisors „bhyve“). Docker und Funktionen für die Administration per Kommandozeile sind für eine spätere Version vorgesehen.

Unglücklich trifft die Rolle rückwärts diejenigen, die bereits auf Corral umgestiegen sind, denn ein Downgrade auf die alte Fassung ist scheinbar nicht in allen Fällen möglich. Ein Problem scheinen verschlüsselte ZFS-Volumes zu sein. Da FreeNAS grundsätzlich ein eigenes Systemlaufwerk verwendet, sollte ein Reimport der ZFS-Datenbestände in eine frische Installation der alten Fassung normalerweise gelingen. Einen speziellen Migrationspfad von Corral auf das kommende FreeNAS 11 soll es nicht geben. (ps@ct.de)



Anzeige

## Unternehmensweite Skriptverwaltung



ScriptRunner gibt auf seinem Dashboard ausführliche Auskunft über die verwalteten Skripte.

Auf dem Marktplatz von Matrix42 können Kunden den ScriptRunner vom Entwickler AppSphere für ihre Admins lizenzieren. Die App dient dazu, Aufgaben wie bei der Ticket-Erstellung oder der Rechteverwaltung mit Microsofts PowerShell zu automatisieren. Sie hilft Entwicklerteams, dafür geeignete Skripte in Microsofts Integrated Scripting Environment zu schreiben, und verwaltet diese in einer zentralen Bibliothek. Mit der App kann man die Ausführung aller Skripte in Echtzeit überwachen, außerdem führt die Software Nutzungsstatistiken und zeigt sie grafisch an. Regelmäßig benutzte Skripte lassen sich per Schaltfläche vom Desktop aus starten. Laut Anbieter verhindert ScriptRunner dabei unpassende Aufrufe und achtet zudem auf die Einhaltung von Unternehmensvorgaben und Sicherheitsanforderungen.

(hps@ct.de)

## Projektarbeit mit wählbaren Schwerpunkten

Beim kooperativen, webgestützten Projektmanagementsystem Projectplace können Projektteams ihre Arbeit jetzt nach unterschiedlichen Gesichtspunkten planen. Zu diesem Zweck haben die Entwickler des zu Planview gehörenden Herstellers getrennte Workspaces implementiert: In einem Team-Workspace gliedern sich Aufgaben in einer konsolidierten Teamübersicht nach den zu erreichenden Zielen. Hier lässt sich etwa die Auslastung einzelner Mitarbeiter ablesen und unabhängig von den Projectplace-typischen Kanban-Boards steuern. Die Einträge in Roadmap-Workspaces sind nach Arbeitsbereichen und/oder Zeitfenstern sortiert, was die langfristige Planung erleichtern soll. In einem Projekt-Workspace spiegeln sich ähnlich wie bisher die strukturellen Abhängigkeiten zwischen den Aufgaben wider.

Alle Workspace-Typen lassen sich mit Planviews konventionellem, gleichnamigen Projektmanagementsystem verknüpfen und quasi als Frontends für Projektteams innerhalb eines größeren Unternehmens einsetzen.

(hps@ct.de)

## SAP-Kundendienst aufgeböhrt

SAP will Anwendern seiner Software mit kostenlosen neuen Funktionen schneller aus Problemsituationen heraushelfen. Demnach können Nutzer des Flaggschiff-Produkts S4/HANA Cloud bald direkt aus Anwendungen heraus auf Support-Funktionen von SAP zugreifen. Über den zusätzlichen Support-Kanal „Schedule an Expert“ sollen sich unabhängig von der Tageszeit 30-minütige Telefonate mit SAP-Experten buchen lassen. Last, but not least verspricht die Funktion „Guided Answers“ maßgeschneiderte Hinweise, wenn der Fragesteller sein Problem in einer Baumstruktur mit bereits gelösten Problemfällen eingrenzt.

(hps@ct.de)

## Produktionsplanung mit Projekt-Werkzeugen

Das Produktionsplanungssystem (PPS) Planner 4.0 aus der finnischen Programmschmiede Delfoi ermöglicht die Zuordnung zwischen den Maschinen einer Fertigungsanlage und den anstehenden Aufträgen. Anders als in einem traditionellen PPS gelingt das im Delfoi Planner mit einer grafischen Bedienführung: Wie in einem Projektmanagementsystem legt man mit waagerechten Balken über einer Zeitachse fest, wann die einzelnen Fertigungsaufträge bestimmte Arbeitsstationen belegen sollen. Dabei erhält jede Maschine einen eigenen Zeitstrahl auf dem Display, sodass man Reservierungen für die Aufträge zwangsweise hintereinander anordnen muss. Die Workflows jedes Auftrags von Station zu Station werden durch Verbindungslinien von Zeitbalken zu Zeitbalken visualisiert.

Ausfallzeiten, etwa aufgrund einer Maschinenstörung, lassen sich intuitiv berücksichtigen. So werden resultierende Terminverschiebungen sofort sichtbar. Für Gegenmaßnahmen wie die Umwidmung einer Maschine für einen besonders wichtigen Auftrag macht die Software allerdings keine Vorschläge – dies bleibt wie die ursprüngliche Einsatzplanung dem Fertigungsleiter vorbehalten.

(hps@ct.de)



Der Delfoi Planner 4.0 verdeutlicht für jede Maschine, für welche Fertigungsaufträge sie nacheinander reserviert ist.

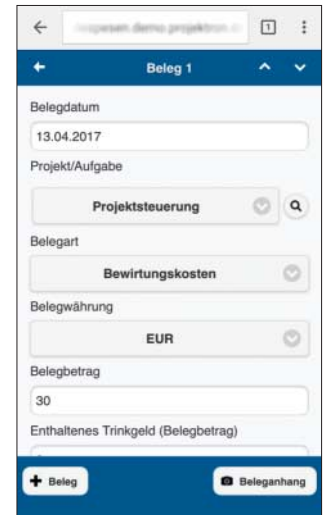
## Agile Projektarbeit mit Vorlagen

Mit dem Projektmanagement-System Projektron BCS 7.38 können Anwender wiederverwendbare Vorlagen erstellen, mit denen sie neue Projekte planen, Tagessätze kalkulieren, Abläufe beschreiben und Checklisten vorgeben. Diese Vorlagen eignen sich für den seit Kurzem unterstützten Strukturansatz Prince2 ebenso wie für agile Projekte mit Scrum: Für Letztere helfen sie beim Formulieren von User Stories und bei der Sprint-Planung. Dokumente sollen sich für Projekte aller Art zur Beschreibung von Risiken und Gegenmaßnahmen sowie Auftragspositionen hinterlegen lassen.

Das neue Spesenmodul ist für Mobiltelefone vorgesehen und lässt sich auch offline betreiben. Es dient während Dienstreisen zur Erfassung von Reiseabschnitten und Belegspesen. Zu jeder Ausgabe können Fotos oder PDF-Dokumente hinzugefügt werden. (hps@ct.de)



Mit der Projektron-App kann man Spesen samt Belegen erfassen.



So kann das Smartphone auch Buchungshinweise festhalten.

Anzeige

## LAN-Verwaltung per SNMP

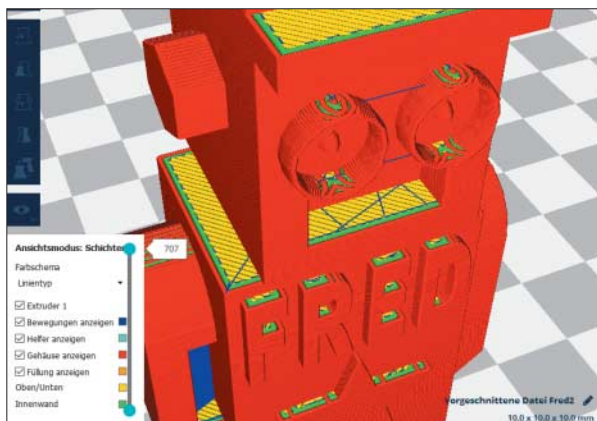
Die Baramundi-Suite fürs Management von IT-Arbeitsplätzen ist in Version 2017 um das Modul „Network Devices“ gewachsen. Damit kann man Netzwerkgeräte wie Router, Switches und Drucker über SNMP (Simple Network Management Protocol) ansprechen, sofern sie dieses Protokoll beherrschen. Die Geräte lassen sich so inventarisieren und in einer IT-Landkarte darstellen. Mit dem Modul „Mobile Devices“ können Admins nun Apps auf den Mobilgeräten von Anwendern konfigurieren.

Nachdem eine App mit der Baramundi Management Suite installiert worden ist, können sie Lizenzschlüssel, Benutzernamen und Server-Verbindungen einstellen und außerdem die Sicherheitseinstellungen des Geräts im Auge behalten. Baramundi hat dazu nach eigenen Angaben vorrangig die seriensmäßige Funktionen von Android und iOS benutzt, sodass auch weitere Anwendungen wie Container-Apps im LAN darauf einwirken können. (hps@ct.de)

## Cura 2.5: Comeback des G-Code-Readers

Ultimaker hat Version 2.5 seiner 3D-Druck-Software Cura fit für Multithreading gemacht. Das beschleunigt vor allem das Slicing auf Windows- und Linux-Computern mit mehreren Prozessorkernen. Automatisches Slicing lässt sich jetzt abstellen. Besitzer eines Ultimaker 3 können bei direkter Verbindung mit einem PC über Cura die Arbeitsplatte vorheizen. Jenseits der geschätzten Druckzeit kalkuliert Version 2.5 auch die anfallenden Kosten, wenn man vorher den Preis einer Filamentspule eingegeben hat.

Wieder mit an Bord befindet sich ein G-Code-Reader. Dieser erlaubt die schichtweise Modellansicht, druckt G-Code-Dateien und gibt diese auf Wunsch weiter. Das Update unterstützt neue 3D-Drucker von Drittanbietern, darunter den Hello BEE Prusa und den Velleman Vertex K8400. Cura 2.5 merkt sich jetzt den zuletzt verwendeten Dateipfad und bietet einen verbesserten Speichern-Dialog. Außerdem versprechen die Entwickler Geschwindigkeitsgewinne beim Öffnen von 3MF-Dateien und beim Wechseln von Druckern, Profilen und Material. (mre@ct.de)



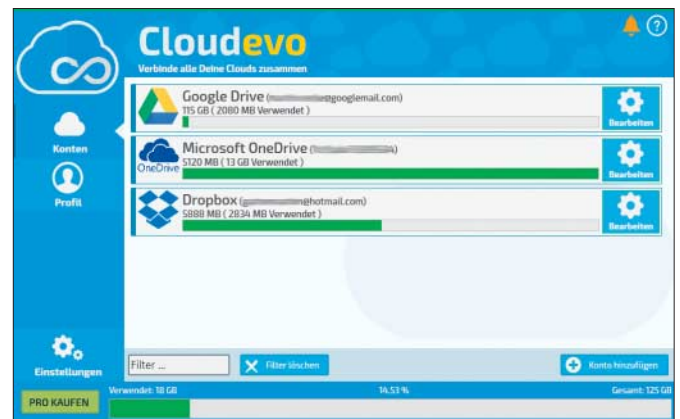
Mit Cura 2.5 feiert die G-Code-Ansicht ihre Rückkehr.

## 2D-Zeichnungen in Animationen umwandeln

Die Software CrazyTalk Animator gibt es in drei Ausführungen: Standard, Pro und Pipeline. Nur letztere wandelt in Version 3.1 PSD-Dateien in Körper- und Gesichtsanimationen um – in der Standard- und Pro-Fassung fehlt diese Möglichkeit. Man zeichnet das Modell eines Körpers oder eines Gesichts in Photoshop, Affinity Designer, Xara, Clipo Studio Paint oder Krita und speichert die Gliedmaßen auf separaten Ebenen. Nach dem Import in die Animations-Software ergänzt man in der PSD-Datei noch die Gelenke. Über 100 Vorlagen stehen zur Verfügung. Im letzten Schritt folgt die Animation, dafür bringt die Software hunderte Bewegungsvorlagen für Körper- und Gesichtsanimationen mit.

CrazyTalk Animator Pipeline kostet 260 Euro und läuft unter Windows ab 7 und ab macOS 10.11.5. Mit der kostenlosen Testversion lässt sich der Funktionsumfang 15 Tage lang ausprobieren. (mre@ct.de)

## Mehrere Cloud-Speicher zentral verwalten



Cloudevo verwaltet mehrere Cloud-Speicher an einer zentralen Stelle.

Cloudevo fasst die Speicher mehrerer Cloud-Anbieter, unter anderem von Dropbox, Google Drive und Microsoft OneDrive, zu einem zentralen Cloud-Speicher zusammen. Diesen bindet die Software als ein gemeinsames Laufwerk ins System ein und verschlüsselt die Daten.

Knapp eine Woche nach Version 2.0.0, die den parallelen Transfer von bis zu 32 Dateien und die Verschlüsselung lokal zwischengespeicherter Dateien ermöglichte, erschien jüngst Version 2.0.2. Sie filtert alternative NTFS-Datenströme im Cloud-Laufwerk heraus und erlaubt, Dropbox-Autorisierungsschlüssel manuell einzugeben. Darüber hinaus haben die Entwickler kleinere Korrekturen vorgenommen: So lassen sich jetzt Dateien mit einer Namenslänge über 130 Zeichen öffnen; Lesefehler beim Abspielen von Videodateien wurden behoben.

Privatanwendern dürfte die kostenlose Basis-Version ausreichen, für die kommerzielle Nutzung stehen drei kostenpflichtige Varianten zur Verfügung. Bisher läuft Cloudevo nur auf Windows-Systemen – Linux- und macOS-Unterstützung sollen folgen. Apps für Windows 10 Mobile, iOS und Android sind laut Hersteller in Entwicklung. (mre@ct.de)

### Anwendungs-Notizen

Version 1.3.2 der **Animations-Software** Synfig Studio verbessert die Unterstützung von Grafik-Tablets. Darüber hinaus haben die Entwickler Fehler beim GIF-Export und Skelett-Plug-in beseitigt.

Das belgische Startup Thrinno hat mit seinem Marketplace einen **Online-Marktplatz** speziell für die additive Fertigung mit Metallen veröffentlicht. Dort vergleicht man mit „Fast Quote“ die Preise der Druckdienstleister, die das gewünschte Material für den Druck in ausreichender Kapazität vorhalten.

## Mechatronik im Teamwork

Eplans Kommunikationsplattform Syngineer für interdisziplinäre Entwicklungen integriert sich über Zusatzmodule in die beteiligten MCAD-, CAE- und SPS-Anwendungen. Syngineer bildet dann die mechatronische Struktur einer Anlage in der Cloud ab, sodass man sie im Teamwork von mehreren Standorten aus in Echtzeit bearbeiten kann. Ersetzt ein Entwick-

ler beispielsweise einen Motor durch ein anderes Modell, bekommen die Elektrotechniker und Softwareentwickler automatisch eine Überprüfungsaufforderung. Durch diese Vernetzung können bisher sequenziell ablaufende Entwicklungsschritte teilweise parallelisiert werden, was den Konstruktionsprozess deutlich verkürzen soll. (Mathias Poets/hps@ct.de)

## Automatisierbare 3D-Scan-Software

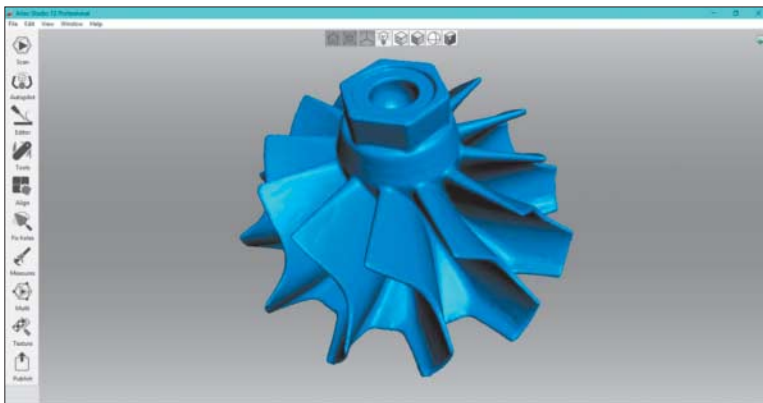
Artec Studio unterstützt den Anwender beim 3D-Scannen und erzeugt aus den gewonnenen Daten ein 3D-Modell. Die darin enthaltene „Intelligente Hintergrund-Auswahl“ soll Anwendern mit seiner überarbeiteten Bedienoberfläche und Automatisierungsfunktionen besonders komfortabel zur Hand gehen. Das Werkzeug soll automatisch zwischen dem Objektträger und dem darauf befindlichen Scanobjekt unterscheiden können.

Für den Artec-Scanner Eva kann das Programm nun automatisch die Empfindlichkeit einstellen. Das soll insbesondere dabei helfen, Problembereiche wie schwarze oder glänzende Objekte oder besonders filigrane Partien wie Haarschöpfe zu digitalisieren. Dank neuer

Algorithmen soll Artec Studio 12 bis zu 10-mal so schnell mit der globalen Registrierung fertig werden – das ist der Prozess, in dem alle Teil-Scans zusammengesetzt und in einem einheitlichen Koordinatensystem lokalisiert werden.

Laut Hersteller erkennt die Software schon beim Scannen, welche Daten unnötig sind und verwirft diese, um bis zu 10 GByte Platz im Arbeitsspeicher zu sparen. Beim Speichern der Scans auf der Festplatte hilft ein neuer Kompressionsmodus, die Größe der Dateien auf die Hälfte bis zu einem Drittel zu reduzieren. Außerdem kann man das Programm neuerdings auch mit der 3D-Maus von 3Dconnexion bedienen. (hps@ct.de)

Anzeige



Mit geänderter Hintergrundfarbe und Farbverlauf soll Artec Studio 12 das Betrachten von 3D-Objekten angenehmer gestalten.

## IC-Designchecks mit Hunderten CPUs

Das Pegasus Verifizierungssystem, Teil der „Cadence Digital Design und Digital Sign-off Suite“, dient zur Überprüfung von IC-Entwürfen aufs Einhalten von Design-Vorgaben (Design Rule Check). Laut Hersteller reduzieren sich IC-Entwicklungszyklen beim Umstieg auf das neue Prüfwerkzeug von Tagen auf Stunden. Maßgeblich dafür ist die massiv parallele Architektur, bei

der die Rechenleistung auf Systemen mit bis zu 960 CPUs annähernd proportional zur Prozessorzahl zunimmt. Wer die Suite in der Cloud betreibt, kann die Konfiguration der einzelnen Server aus der Ferne optimieren und auf erprobte Sätze von Prüfvorschriften zurückgreifen, sodass die Suite laut Hersteller nur geringen Einarbeitungsaufwand verursacht. (hps@ct.de)



## Mehr Inhaltskontrollen bei Facebook und Google

Als Reaktion auf immer wieder veröffentlichte Gewaltvideos will Facebook das Team vergrößern, das von den Benutzern hochgeladene Inhalte prüft. Zu den bislang 4500 Kontrolleuren sollen im Laufe des Jahres 3000 weitere hinzukommen. Auch will Facebook es Benutzern einfacher machen, Videos mit verstörenden Inhalten zu melden.

Google will mittels einer neuen Initiative namens „Project Owl“ erfolgreicher gegen gefälschte Nachrichten und Hassbotschaften in Netz vorgehen. Das Unternehmen hat die Richtlinien für seine Testpersonen komplett überarbeitet, um besser gegen minderwertigen Content in den Suchergebnissen vorzugehen. Für Google sind seit geraumer Zeit weltweit Tausende Internet-Anwender aktiv, um Änderungen der Suchformel in einem Blindtest zu bewerten. Alleine in Deutschland seien laut Google rund 600 Testpersonen im Einsatz. Die Initiative soll auch die Autocomplete-Funktion bei der Google-Suche verbessern. So will Google bei Vorschlägen auf Begriffe verzichten, die als sexuelle Beschimpfung, Hassrede oder als Bedrohung bestimmter Gruppen empfunden werden können. (jo@ct.de)

## SDK und Bausatz für Googles Assistant

Google hat ein SDK für seinen Assistenten herausgebracht. Das Google Assistant SDK richtet sich zunächst an Entwickler, die Hardware-Prototypen bauen. Im Laufe des Jahres soll eine Variante für kommerzielle Gerätehersteller folgen, die auf zahlreichen Hardwareplattformen laufen soll.

Um Bastler möglichst umfassend zu unterstützen, hat Google ein passendes Hardware-Set zusammengestellt. Es umfasst neben Platinen für die Sprachein- und -ausgabe einen Lautsprecher, ein Mikrofon sowie eine Pappschachtel als Gehäuse. Die aktuelle Ausgabe 57 des englischen Magazin MagPi enthält das Set als Beilage. Man muss nur ein RasPi und eine SD-Karte ergänzen – und kann einen Sprachassistenten bauen. Die komplette und detaillierte Aufbauanleitung und das SD-Karten-Image lässt sich aber auch ohne den Kauf des Magazins herunterladen. (jo@ct.de)



Google hat eine ausführliche Bauanleitung für sein Set bereitgestellt.

## Echo Look: Amazons Modeassistent

Amazon hat eine vernetzte Kamera namens Echo Look vorgestellt. Sie reagiert wie die Echo-Lautsprecher auf Sprachbefehle, kann auf Wunsch aber auch ein Foto oder Video des Nutzers aufnehmen und in die Amazon-Cloud senden. Die Bilder lassen sich auch über soziale Medien teilen. Eine Funktion namens „Style Check“ beurteilt das Outfit des Benutzers. Die Begleit-App führt Protokoll über die getragenen Kleider und schlägt dazu passend weitere Outfits aus dem Amazon-Shop vor. Echo Look ist nur in den USA und nur nach Einladung erhältlich. Das Gerät kostet 200 US-Dollar. (jo@ct.de)

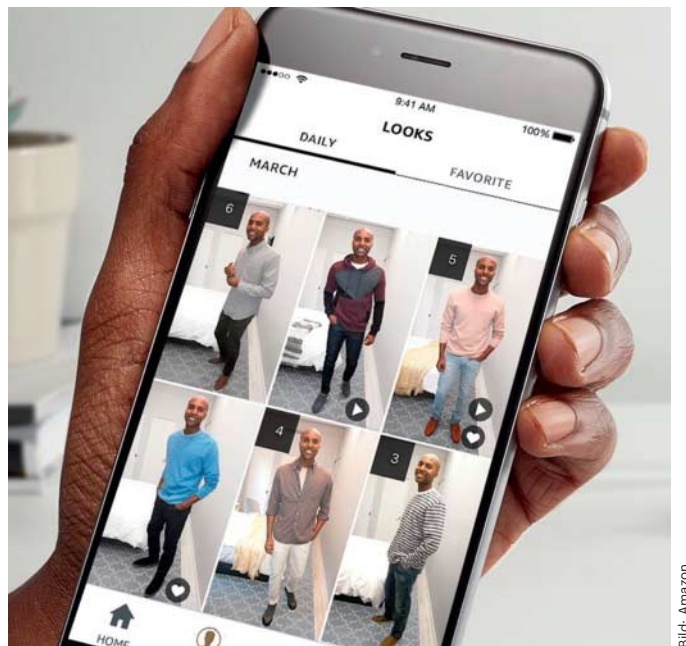


Bild: Amazon

Die Begleit-App zu Echo Look führt Buch über die Outfits.

### Online-Notizen

Mit Version 58 wechselt der **Chrome**-Browser unter Windows automatisch auf die 64-Bit-Ausgabe, falls noch die 32-Bit-Variante installiert ist. Das 64-Bit-Pendant sei schneller, sicherer und stabiler, verspricht Google.

Facebooks **Messenger Lite** ist ab sofort auch in Deutschland verfügbar. Die abgespeckte App-Version des Messengers braucht weniger Ressourcen und funktioniert auch bei schlechter Internetverbindung. Im „großen“ Facebook-Messenger können die Nutzer weltweit miteinander spielen.

**Preisvergleichsportale** sind nach einem Urteil (Az. I ZR 55/16) des Bundesgerichtshofs künftig verpflichtet, darauf hinzuweisen, wenn sie nicht sämtliche Anbieter, sondern nur ausgewählte Unternehmen berücksichtigen.

Anzeige

## Streit mit Google: Symantec knickt ein

Seit Symantec 2015 mit einem gefälschten Google-Zertifikat erwischt wurde, schwelt der Streit zwischen den Unternehmen. Es geht darum, ob Google weiter zu Symantec gehörende CAs wie Thawte oder Verisign in seinen Browser integriert. Google hatte Symantec mit einem Ultimatum gezwungen, seinem Certificate-Transparency-Programm beizutreten. Bei Certificate-Transparency müssen CAs alle Zertifikate in einen Hash-Baum eintragen, wodurch entweder Manipulationen oder gefälschte Zertifikate für immer sichtbar bleiben. Auf Basis der Daten wirft Google Symantecs Zertifizierungsstellen vor, 30.000 Zertifikate nicht korrekt ausgestellt zu haben. Symantec weist diesen Vorwurf zurück und will „das Missverständnis“ klären. Damit Chrome ihre Zertifikate weiter als vertrauenswürdig anzeigt, hat Symantec nun angekündigt, sie künftig von Dritten prüfen zu lassen. Ein bisher nicht benannter externer Dienstleister soll bis 31. August alle Extended-Validation-Zertifikate prüfen. Zusätzlich soll es Prüfungen aktiver Zertifikate von Partnern wie CrossCert geben.

Außerdem geht Symantec auf Googles Forderung ein, regelmäßiger neue Zertifikate auszustellen. Ab Ende August will die CA SSL-/TLS-Zertifikate anbieten, die nur drei Monate lang gültig sind. Bei der Verlängerung von Zertifikaten, die länger als neun Monate gültig waren, will Symantec eine kostenlose Domain-Validierung einführen. Kommende Chrome-Versionen sollen neu ausgestellten Zertifikaten nämlich nur noch für neun Monate und weniger vertrauen.

(des@ct.de)

## Häufigere Updates für Windows 10

Microsoft will ab dem Creators Update auch außerhalb des Patchdays per kumulativem Update neue Funktionen für Windows 10 ausliefern. Routinemäßig soll ein zusätzliches Update im Monat ausgespielt werden, manchmal auch mehr.

Der Patchday war bislang ein Zugeständnis an Admins, damit die jeden Monat einen festen Tag zum Updaten einplanen können. Die Microsoft-Entwickler tragen sich jedoch schon seit Jahren mit dem Gedanken, den Patchday abzuschaffen oder wenigstens stark aufzuweichen. Microsoft möchte selbst entscheiden, wann welche Updates installiert werden.

Seltsamerweise schließt Microsoft Sicherheits-Updates komplett von dieser Praxis aus. Die Gründe dafür erklärt die Ankündigung im Microsoft-Blog leider nicht. Sicherheitsforscher drängen den Windows-Hersteller seit Jahren dazu, außer der Reihe zu patchen. Sie beklagen, dass Microsoft kriminellen Hackern mit voller Absicht ein Handlungsfenster von fast einem Monat gewährt, falls diese eine Zeroday-Lücke direkt nach einem Patchday angreifen. Man opfere damit die Sicherheit von Millionen Endnutzern zugunsten gut zahlender Geschäftskunden.

(fab@ct.de)

## Firmware-Lücke in Intel-Systemen

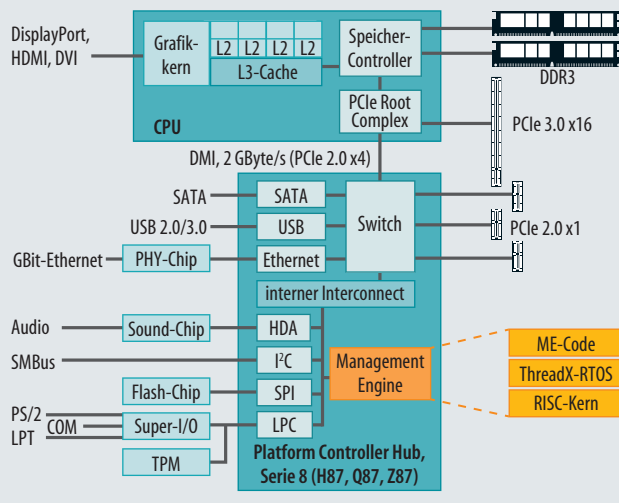
Die Firmware von Intels oft kritisierten Management Engine (ME) enthält eine Sicherheitslücke, über die Angreifer via Netzwerk höhere Zugriffsrechte erlangen können. Die ME ist ein zusätzlicher Mikrocontroller, der seit 2010 in fast allen PCs, Notebooks und Servern mit Intel-Prozessoren sitzt und dessen Firmware Zugriff auf RAM und Netzwerk hat. Die ME-Firmware kann in verschiedene Betriebsmodi schalten; angreifbar sind nur die Active Management Technology (AMT), Intel Standard Manageability (ISM) und Small Business Advantage (SBA). Die Lücke betrifft daher Systeme mit Core-i-Prozessoren und ME-Fernwartungsfunktionen sowie mit dem Core i verwandte Xeons, Pentiums und Celerons.

Intel hat bereits Updates der ME-Firmware für alle betroffenen Systeme bereitgestellt. Diese Updates können PC- und Mainboard-Hersteller in ihre BIOS-Updates für die betroffenen Systeme integrieren. Bisher liegen uns jedoch keine Informationen über solche BIOS-Updates vor. Die ME-Firmware lässt sich bei vielen Systemen auch unabhängig vom BIOS-Code patchen. Aber auch dann sollte der Systemhersteller ein passendes Update bereitstellen. Pikanterweise hat bislang nicht mal Intel selbst für seinen NUC5i5MYBE mit vPRO-Fernwartungsfunktion ein Update veröffentlicht.

Die Management Engine steckt in Desktop-PCs und Notebooks mit besonderen Intel-Netzwerkchips (Ethernet und WLAN) für Fernzugriff auf BIOS-Setup und grafischen Desktop (Remote KVM). Intel vermarktet diese Systeme als vPRO-Bürocomputer. Auch „U“-Mobilprozessoren in teuren Business-Notebooks sind betroffen. Die Verwundbarkeit prüft man mit dem Intel SDS – System Discovery Utility, das Funktionstyp und Firmware-Version der ME ausliest. Bei unsicheren Systemen meldet das Programm eine Build-Nummer unter 3000. (ciw@ct.de)

## Management Engine im Intel-Chipsatz

Über Lücken in der ME könnten Angreifer beispielsweise Passwörter aus dem RAM lesen, ohne dass das Betriebssystem etwas dagegen tun kann.



# Bankkonten über UMTS-Lücke ausgeräumt

Über Phishing erbeuten Kriminelle relativ leicht Zugangsdaten für das Online-Banking zahlreicher deutscher Bankkunden. Um an Mobil-TANs (mTANs) für Überweisungen zu kommen, mussten sie aber bisher immer Trojaner auf die Mobilgeräte der Opfer schleusen oder deren SIM-Karten klonen lassen. Dank einer seit Jahren bekannten Sicherheitslücke im UMTS-Netz konnten sie sich diesen Aufwand jetzt sparen. Mit der Lücke im SS7-Protokoll leiteten die Angreifer SMS-Nachrichten mit mTANs um und empfangen sie auf eigenen Geräten. Damit die Opfer von der Umleitung nichts mitbekamen, fanden die Angriffe wohl nichts statt.

Eigentlich wollten die Provider schon 2014 Gegenmaßnahmen gegen die SS7-Lücke ergreifen. Hacker hatten die Lücke bereits auf dem 31C3 präsentiert. Im März hatten Experten erneut vor der Lücke gewarnt. O2 Deutschland bestätigte gegenüber der Süddeutschen Zeitung, dass schon im Januar dieses Jahres SS7-Angriffe im eigenen Netz stattgefunden haben. Unsere Anfrage, warum O2 die von den Experten empfohlenen Plausibilitäts-Checks nicht umgesetzt hat, beantwortete das Unternehmen bisher nicht. ([fab@ct.de](mailto:fab@ct.de))

## Sicherheits-Notizen

Cisco schließt mit einem Update mehrere Denial-of-Service-Lücken in seinen **Firewalls**.

Die Zwei-Faktor-Authentifizierung des Passwortmanagers **Lastpass** ließ sich mittels Cross-Site Request Forgery (CSRF) umgehen und sogar komplett deaktivieren. Laut Hersteller behebt ein Update die Lücke.

In der Wiki-Software **Confluence** können Angreifer seit Version 6.0.0 Page IDs durchprobieren und darüber unautorisiert Artikel einsehen. Die Updates auf die Versionen 6.0.7 und 6.1.0 beheben die Lücke.

Über eine kritische Lücke in **Drupal 8** können Angreifer aus der Ferne Informationen abgreifen, sofern das Modul RESTful Web Services aktiviert ist und die Seite Patch-Anfragen zulässt. Versionen ab 8.2.8 und 8.3.1 sowie Drupal 7 sind immun gegen den Angriff.

VMware hat mehrere kritische Lücken in **Horizon View**, **Unified Access Gateway** und **Workstation** geschlossen. Admins sollten unbedingt updaten, da das Notfall-Team des BSI CERT-Bund das Risiko der Lücken als „sehr hoch“ einstuft.

Die Entwickler des Continuous-Integration-Servers **Jenkins** haben in den Versionen 2.57 und 2.46.2 LTS mehrere Lücken geschlossen, mit denen Angreifer ohne Authentifizierung Schadcode auf dem Server ausführen konnten. Zudem war Jenkins für eine DoS-Attacke anfällig.

Anzeige

## TeamViewer-Host

TeamViewer hat die Host-Version seiner Fernwartungssoftware nun auch für Linux veröffentlicht. Die schon seit längerem für Windows, macOS und Android verfügbare Software gab es bislang nur als Vorschau-Version für den Raspberry Pi. Der TeamViewer-Host lässt nur die Fernsteuerung zu und kommt ohne grafische Oberfläche aus.

Offiziell unterstützt TeamViewer die Linux-Distributionen Debian, Ubuntu sowie Raspbian und stellt nur DEB-Dateien für 32- und 64-Bit-x86-Systeme bereit. Die Einrichtung des Hosts kann auch auf der Kommandozeile erfolgen. Der TeamViewer-Host verzichtet erstmals auf Wine als Emulationsschicht, läuft also nativ unter Linux. Die Verwendung von Wine wurde häufig kritisiert. Die Nutzung des Hosts ist auch ohne Account beim Hersteller möglich. (mls@ct.de)

### Linux-Notizen

Das Debian-Projekt hat die stabile Version seiner Linux-Distribution aktualisiert und **Debian 8.8** veröffentlicht. Das Update korrigiert eine Reihe von Bugs und schließt Sicherheitslücken. Der Kernel wurde auf Linux 3.16.43 aktualisiert.

Die nächste Ubuntu-Version 17.10 wird voraussichtlich den Spitznamen „**Artful Aardvark**“ tragen. Die Veröffentlichung ist für Oktober 2017 geplant.

## Grsecurity-Patches nur noch für Kunden

Die Firma hinter dem Grsecurity-Projekt veröffentlicht nicht länger ihre Kernel-Anpassungen. Künftig sollen nur noch zahlende Kunden Zugriff auf die Patches des Projekts erhalten. Diese erweitern den Linux-Kernel um eine Reihe von Sicherheitsfunktionen, die Angreifern ein Ausnutzen von Sicherheitslücken in Kernel und Anwendungsprogrammen erschweren.

Endanwender, Firmen und Distributionen müssen sich daher nach Alternativen umsehen, wenn sie sich bislang auf die öffentlichen Grsecurity-Patches verlassen haben. Noch ist allerdings unklar, welche es geben wird. So könnten interessierte Entwickler die letzten veröffentlichten Patches unter anderem Namen weiter pflegen, damit diese auch mit künftigen Kernel-Versionen kombinierbar sind.

Möglicherweise gelangen auch neuere Versionen der Grsecurity-Patches an die Öffentlichkeit: Eine Veröffentlichung können die Grsecurity-Macher an sich nicht untersagen, denn das widerspräche der Lizenz des Linux-Kernels. Vermutlich dürfte der Vertrag mit den Grsecurity-Kunden aber eine Klausel enthalten, die in solch einem Fall zu einer Vertragsstrafe oder vorzeitigem Vertragsende führt.

Auf die Entwicklung des offiziellen Kernels dürfte der Schritt vorerst keine größeren Auswirkungen haben. Dessen Programmierer haben in letzter Zeit einzelne Grsecurity-Funktionen in überarbeiteter Form in den Kernel integriert; diese Arbeit kann mit den zuletzt veröffentlichten Grsecurity-Patches fortgesetzt werden. (thl@ct.de)

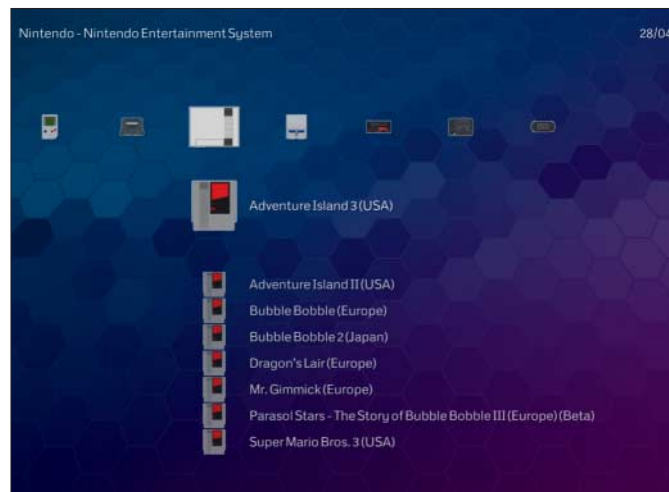
## Emulator-Distro Lakka 2.0 freigegeben

Version 2.0 der Retro-Gaming-Distribution Lakka verwendet RetroArch 1.5.0 als Frontend für Emulatoren und unterstützt mehr Hardware als bisher. Fast alle Emulatoren der verwendeten libretro sollen aktiviert sein. Bisher waren einige davon auf bestimmten Plattformen nicht nutzbar. Eine Möglichkeit, Emulatoren nachträglich zu aktivieren, wie das etwa bei RetroPie vorgesehen ist, bietet Lakka nicht. Alle Emulatoren-Cores wurden aktualisiert, zehn weitere sind hinzugekommen. Darunter zwei C64-Emulatoren (VICE und Frodo), zwei für den Amiga (UAE4ARM und PUAE) sowie EasyRPG für die Emulation von RPG Maker 2000 und 2003. Mit PocketCDG kommt ein Karaoke-Player dazu.

Frühere Lakka-Versionen nutzten als Software-Basis die Multimedia-Distribution OpenELEC. Da deren Entwicklung zwischenzeitlich eingeschlafen war, tauschte das Lakka-Team diese im aktuellen Release gegen den Fork LibreELEC aus.

Insgesamt acht neue Hardware-Plattformen unterstützt Lakka 2.0 und läuft damit auf insgesamt 22 Systemen – hauptsächlich auf Single-Board-Computern wie dem Raspberry Pi, aber auch auf PCs. Die Controller-Unterstützung wurde ebenfalls verbessert: So sollen sowohl der Controller der Xbox One S, der Nvidia-Shield-Controller und der Controller der gescheiterten Ouya-Konsole funktionieren.

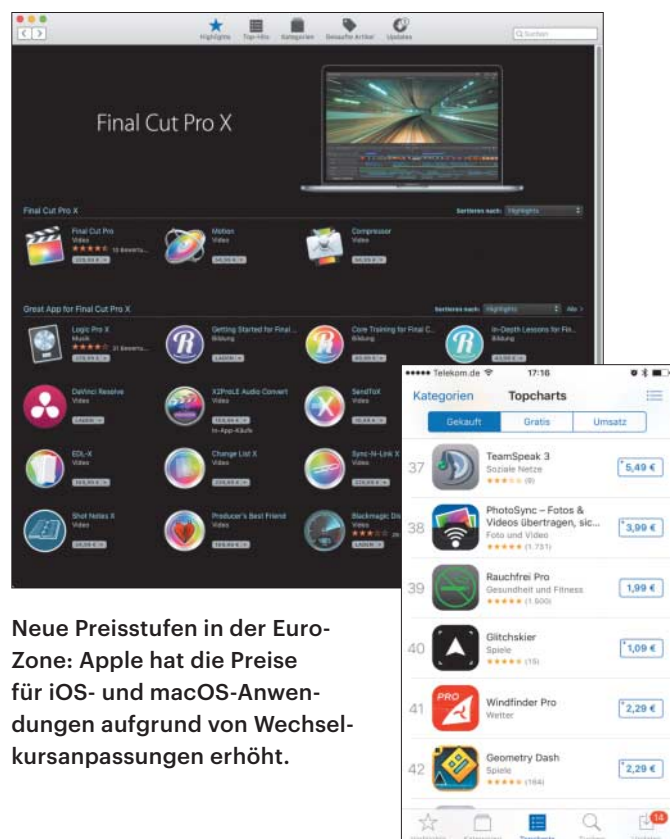
Wer die letzte stabile Fassung von Lakka verwendet, muss komplett neu installieren: Das automatische Update funktioniert nur bei den Release Candidates von Version 2.0. (mls@ct.de)



Die Retro-Gaming-Distribution Lakka verwendet RetroArch 1.5.0 als Frontend für Emulatoren.



## Preiserhöhung für iPhone- und Mac-Apps



Neue Preisstufen in der Euro-Zone: Apple hat die Preise für iOS- und macOS-Anwendungen aufgrund von Wechselkursanpassungen erhöht.

Im App Store gelten seit Anfang Mai aufgrund von Wechselkursanpassungen neue Preisstufen. Die neuen Preisstufen gelten für Länder mit der Euro-Währung sowie Dänemark und Mexiko. Sofern die App-Anbieter nicht eingreifen, erhöhen sich die Preise für Downloads und In-App-Käufe um mindestens 10 Prozent: Die klassische 99-Cent-App kostet daher nun 1,09 Euro. Bei teureren Apps kann der Aufschlag prozentual höher ausfallen: Beispielsweise kostet die Pocket Edition von Minecraft nun 8 Euro. Zuvor waren 7 Euro zu zahlen. Für die Preisstufen von 0,99 Euro bis 5,99 Euro können Entwickler mit Apples „Alternate Tiers“ weiterhin Preise festlegen, bei denen eine 0 vor dem Komma steht. Deshalb kostet das populäre Spiel Plague Inc. weiterhin 0,99 Euro anstatt 1,09 Euro. Hinzugekommen ist eine besonders niedrige Preisstufe von 0,49 Euro, die etwa das Spielestudio Square Enix derzeit für Hitman Sniper veranschlagt.

Manche Entwickler haben Apples Wechselkursanpassung für eigene Preiserhöhungen genutzt: Beispielsweise kostet das Spiel Bloons TD 5 jetzt 3,99 Euro. Zuvor war es für 2,99 Euro zu haben. Gemäß Apples automatischer Anpassung wäre der Preis aber nur auf 3,49 Euro geklettert.

Die Preiserhöhung gilt nicht nur für iPhone- und iPad-Apps, sondern auch im Mac App Store: Apples Final Cut Pro X kostet inzwischen 330 Euro und damit 30 Euro mehr. Entwickler erhalten 70 Prozent des Nettoverkaufspreises. Apple führt die lokale Umsatzsteuer ab und behält 30 Prozent ein. Für den Verkauf einer 1,09-Euro-App im deutschen App Store erhält der Anbieter 64 Cent. (dz@ct.de)

## Investitionen für US-Fabrikjobs

Apple will vermehrt in den USA produzieren lassen. Das kündigte Konzernchef Tim Cook bei einem Fernseh-Auftritt an. Ein mit einer Milliarde US-Dollar gefüllter Fonds solle „fortschrittliche Produktionsarbeitsplätze“ in den Vereinigten Staaten fördern. Noch im Mai würden die ersten Empfänger von Zahlungen genannt, sagte Cook und kündigte weitere Initiativen an.

Einzelheiten sind aber noch unklar. Aktuell produziert das Unternehmen vor allem in China. Der Profi-Rechner Mac Pro wird zwar im Süden der USA zusammengebaut, jedoch nicht von Apple, sondern von einem Auftragsfertiger. Cook scheint mit der Initiative auf die Politik der Trump-Regierung zu reagieren, die versucht, mehr Fabrikjobs in die USA zu holen. Apple hat laut eigenen Angaben in den USA mittlerweile direkt oder indirekt zwei Millionen Jobs geschaffen, zählt aber auch sein App-Ökosystem dazu. (dz@ct.de)

## Reparatur für Apple-Watch-Akkus

Apple hat ein Reparaturprogramm für die erste Generation der Apple Watch aufgelegt. Das geht aus einem Memo an zugelassene Reparaturbetriebe hervor. Bei manchen Exemplaren kann der Akku anschwellen und dabei sogar das Display aus dem Gehäuse hebeln.

Betroffene Geräte tauscht Apple laut dem Memo bis zu drei Jahre nach dem Kauf kostenlos. Damit verlängert sich Apples Garantiezeit in diesem Fall auf drei Jahre. Die erste Generation der Apple Watch kam im April 2015 auf den Markt. (dz@ct.de)



Akku-Problem bei der Apple Watch der ersten Generation: Apple hat ein Reparaturprogramm aufgelegt.

### Apple-Notizen

Der iCloud-Dienst akzeptiert nun **einzelne Dateien bis zu einer Größe von 50 GByte**. Zuvor betrug der Grenzwert 15 GByte.

Die National Association of Broadcasters hat Apple dazu aufgefordert, den **UKW-Empfänger im iPhone** zu aktivieren. Die Technik sei ein potenzieller Lebensretter, etwa durch Katastrophenwarnungen.

## Hirn-Synchronizität im Unterricht

Schulunterricht ist oft produktiv – aber häufig reicht bereits ein einziger Störer, um eine ganze Klasse aus dem Lern-Gleichgewicht zu bringen. Besser funktioniert Lernen im Klassenverbund, wenn alle – Schüler und Lehrer – auf der gleichen „Wellenlänge“ schwimmen. Ein internationales Team von Neurowissenschaftlern hat jetzt nachgewiesen, dass das Engagement von Schülern im Unterricht und damit auch der Lernerfolg tatsächlich stark mit der Synchronizität von Gehirnströmen innerhalb einer Klassengemeinschaft korreliert.

Die Wissenschaftler begleiteten dazu in New York eine Gruppe von zwölf High-School-Schülern im Alter von 17 und 18 Jahren sowie ihre Lehrer über drei Monate und erfassten deren Hirnaktivität im Biologieunterricht mithilfe mobiler EEG-Technik. An insgesamt elf Tagen trugen die Probanden jeweils für 50 Minuten ein kabelloses 14-Kanal-EEG-Headset. Aufgezeichnet wurden die Signale während unterschiedlicher Unterrichtsformen: lautes Vorlesen durch den Lehrer, Abspielen eines Videos, Fachvortrag, Gruppendiskussion.

Das Ergebnis: Je stärker die Hirnströme eines Schülers mit denen in der Klasse insgesamt übereinstimmten, desto wahrscheinlicher gab der Schüler eine positive Bewertung für den Unterricht ab. Und je größer die Synchronizität zwischen einzelnen Schülern und ihren Mitschülern war, umso größer war auch die Wahrscheinlichkeit, dass sie den Lehrstil des Lehrers positiv beurteilten. Die Wissenschaftler fanden zudem heraus, dass Schüler, die sich einander näherstanden und direkt vor dem Unterricht persönlich miteinander zu tun hatten, während des Unterrichts eine stärkere Hirn-Synchronizität aufwiesen.

„Wie stark unsere Gehirnströme mit denen einer anderen Person synchronisiert sind, scheint ein guter Prädiktor dafür zu sein, wie gut wir miteinander auskommen und wie stark wir uns engagieren“, erläutert Neurowissenschaftlerin Suzanne Dikker. Die im Fachjournal *Current Biology* veröffentlichte Studie „Brain-to-Brain Synchrony Tracks Real-World Dynamic Group Interactions in the Classroom“ kann über den Link abgerufen werden. (pmz@ct.de)

Fachartikel in *Current Biology*: [ct.de/ywjb](https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.08.008)

## Blick aus dem Weltall: Viel Licht, mehr Reichtum

Man kennt die Aufnahmen: Satelliten fotografieren nachts die Erde und zeigen so unter anderem auf, wo die Lichtverschmutzung auf dem Globus am größten ist. Politikwissenschaftler der Universität Konstanz nutzen solche Satellitenbilder inzwischen, um daraus auch Prognosen über die Verteilung von Wohlstand insbesondere in Entwicklungsländern abzuleiten – heruntergebrochen bis auf kleine geografische Einheiten wie zum Beispiel Dörfer oder einzelne Ansiedlungen.

Dazu bedienen sich die Wissenschaftler aus zwei öffentlich zugänglichen Datenquellen: Zum einen nutzen sie Nachtlicht-Daten des „Defense Meteorological Satellite Program“ (DMSP), einem Wettersatellitenprogramm der US-Streitkräfte. Diese Datensätze umfassen jeweils einjährige Beobachtungszeiträume, was eventuelle Verfälschungen etwa durch Wolken oder Waldbrände weitgehend ausschließt. Verknüpft werden die Nachtlicht-Daten mit georeferenzierten Umfragen aus den sogenannten „Demographic and Health Surveys“ (DHS), die bislang für rund 100 Schwellen- und Entwicklungsländer erstellt wurden.

Das Ergebnis ist laut den Wissenschaftlern eindeutig: Mehr Licht korreliert mit mehr Wohlstand. Der Zusammenhang zwischen Wohlstand und Nachtlichtern sei in den meisten der untersuchten Länder „sehr stark“, erklärt Dr. Sebastian Schutte von der Uni Konstanz. „Wir können zum Beispiel mit sehr hoher Genauigkeit vorhersagen, in welcher Rangordnung befragte Haushalte zueinander stehen.“ Sei bekannt, wo in einem Land sich diese Haushalte befinden, lasse sich die Methode auch für Regionen außerhalb der untersuchten Stichprobe einsetzen.

Interessant sind die gewonnenen Informationen unter anderem für die Friedensforschung: Je genauer die Datenlage, erklärt die Uni Konstanz, desto präziser könne beispielsweise geschätzt werden, inwieweit Wohlstand und Wohlstandsunterschiede Konfliktrisiken beeinflussen, oder wie hoch der wirtschaftliche Schaden durch Gewalt in einer bestimmten Region ist. Die Ergebnisse der Wissenschaftler sind in einer Sonderausgabe des „Journal of Peace Research“ zum Thema „Prognose in der Friedensforschung“ erschienen. (pmz@ct.de)

*Journal of Peace Research*: [ct.de/ywjb](https://doi.org/10.1080/02916518.2017.1375000)

Anzeige

# Internet aus der Stratosphäre

Gleich mehrere Unternehmen wie Airbus, OneWeb, SpaceX und Google arbeiten derzeit daran, Hunderte von Kleinsatelliten in Serie zu konstruieren, die in den kommenden Jahren auf niedrigen Erdumlaufbahnen positioniert werden sollen, um den gesamten Globus mit schnellem Internet aus dem All zu versorgen. Andere Firmen konzentrieren sich auf den Bau sogenannter fliegender Höhenplattformen, die einige Etagen tiefer in der Stratosphäre unterwegs sind, die eines Tages aber ebenfalls einzelne Erdregionen mit Breitband-Internet versorgen sollen.

Bei diesen fliegenden Stratosphären-Plattformen handelt es sich in der Regel um Leichtbauflugzeuge, die mit Solarstrom betrieben werden, ein autonomes Steuerungssystem an Bord haben, Höhen von 20 bis 25 Kilometer erreichen und dort ihre Kreise ziehen. Mit dem Motorsegler Elektra-2 hat Anfang Mai jetzt das bislang größte solarelektrische Ultraleichtflugzeug seinen Erstflug erfolgreich absolviert, das

künftig als eine solche fliegende Höhenplattform dienen soll. Elektra-2 weist eine Flügelspannweite von 25 Meter auf, hat ein Eigengewicht von 420 Kilogramm und soll später autonom bis zu 100 Kilogramm Nutzlast in über 20 Kilometer Höhe transportieren.

Gebaut wurde Elektra-2 von der bayerischen Firma Elektra-Solar, einer Ausgründung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), das auch für die autonome Flugsteuerung des Motorseglers verantwortlich zeichnet. Firmenangaben zufolge werden zunächst jedoch Flüge mit einem Piloten an Bord und bis zu 50 Kilogramm Nutzlast anvisiert. Bei den Forschungsexperimenten wird der Pilot von der autonomen Steuerung unterstützt und soll die Mission nur noch überwachen. Die nächste Version der Elektra-2, die sich bereits im Aufbau befindet, soll dann ganz ohne Piloten längere Missionen in der Stratosphäre fliegen. (pmz@ct.de)



Bild: DLR

Das solarelektrische Ultraleichtflugzeug Elektra-2 (hier beim Erstflug) soll in der Stratosphäre kreisen, um einzelne Erdregionen mit Internet zu versorgen.

Anzeige

# Nanoskopie auf dem Chip

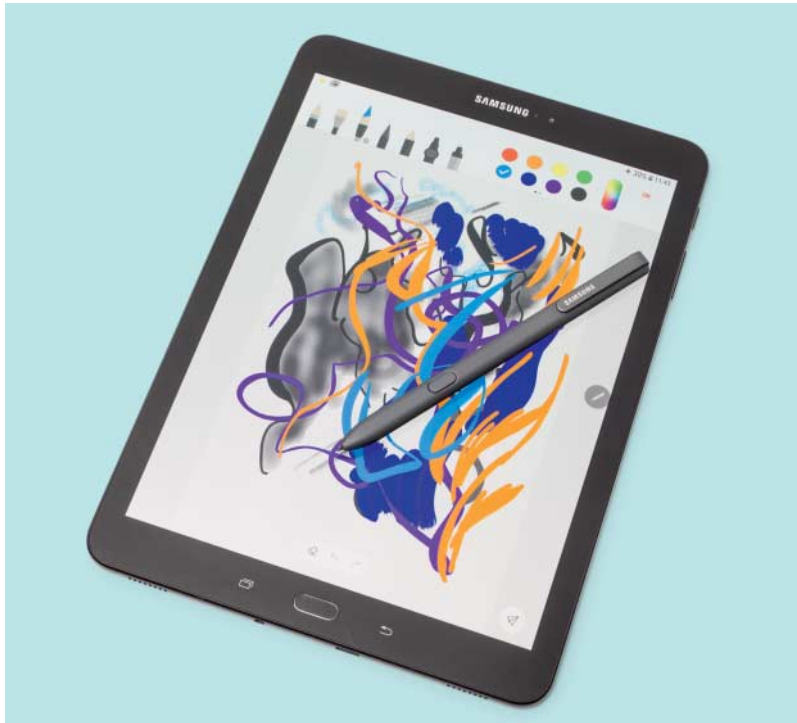
Physiker der Uni Bielefeld und der norwegischen Universität Tromsø haben einen photonischen Wellenleiter-Chip entwickelt, der die sogenannte Nanoskopie (eine sehr hoch auflösende Lichtmikroskopie) auch mit herkömmlichen Mikroskopen ermöglicht. Bei der Nanoskopie, für deren Erfindung der deutsche Biophysiker Stefan W. Hell im Jahr 2014 gemeinsam mit zwei US-Forschern den Chemie-Nobelpreis verliehen bekam, lassen sich die Positionen einzelner fluoreszierender Moleküle mit einer Genauigkeit von wenigen Nanometern bestimmen. Aus den Informationen können dann Bilder mit einer Auflösung von etwa 20 bis 30 Nanometern berechnet werden – zehn Mal schärfer als bei der herkömmlichen Lichtmikroskopie.

Beim neuen „Nanoskopie auf dem Chip“-Verfahren werden die Proben nicht auf einem durchsichtigen Objektträger platziert, sondern direkt auf dem optischen Chip, der mehrere Wel-

lenleiter zur Fluoreszenz-Anregung der Moleküle enthält. Spezielle Interferenzmuster sorgen außerdem für Variationen bei den Fluoreszenzintensitäten. Das Signal wird senkrecht dazu mit einem Objektiv und einer Kamera erfasst. Die gewonnenen Daten lassen sich schließlich als super-aufgelöste Bilder rekonstruieren.

Während die etablierte Nanoskopie lediglich in der Lage sei, Bruchteile von Zellen bis hin zu wenigen Zellen simultan sichtbar zu machen, ließen sich mit den neuen photonischen Chips nun mehr als 50 Zellen super-aufgelöst in einer Aufnahme abbilden, erklärt die Universität Bielefeld. Ihre zum Patent angemeldete Technik haben die Wissenschaftler unter dem Titel „Chip-based wide field-of-view nanoscopy“ im Fachmagazin Nature Photonics veröffentlicht. (pmz@ct.de)

**Fachartikel in Nature Photonics:** [ct.de/ywjb](https://www.nature.com/articles/1901901)



# Kompakter Überfluss

## Samsung Galaxy Tab S3 mit 9,7-Zoll-Display und Stifteingabe

**Samsung hat sein Tablet-Flaggschiff aufgemöbelt und nimmt sich jetzt das iPad Pro vor. Das Galaxy Tab S3 bringt endlich die lange vermisste Stifteingabe zurück, legt aber auch in Sachen Performance und Bildschirm eine kräftige Schippe drauf.**

**Von Alexander Spier**

**A**rbeitsgerät, Unterhaltungsmaschine oder vielleicht doch besser beides in einem: Zwischen den billigen Android-Tablets für den Couchtisch und den Profi-Geräten mit Windows stecken gerade die höherwertigen 10-Zoll-Tablets mit An-

droid und iOS in einer immer größeren Existenzkrise – die Verkäufe schwinden, die Zielgruppe auch. Einen Ausweg für die Premium-Tablets soll die Professionalisierung sein: Apple hat es mit dem iPad Pro vorgemacht, Google hat den Versuchsballon Pixel C gestartet. Samsung vereint jetzt seine Premium-Linie mit den lange vernachlässigten Note-Tablets.

So glänzt das neue Top-Modell Galaxy Tab S3 mit Stifteingabe. Dank optionaler Tastatur zum Andocken richtet es sich an Nutzer, die mehr wollen als nur zu konsumieren. Dazu kommt mit dem Qualcomm Snapdragon 820 endlich wieder ein High-End-Prozessor in ein Android-Tablet, der das Tab S3 in den Benchmarks weit nach vorne treibt. Dennoch ist

es gerade mal 6 Millimeter dünn und nur 430 Gramm schwer.

Für das schlanke Gerät mit schicker, aber für Fingerabdrücke ziemlich anfälligen Glasrückseite werden mindestens 680 Euro fällig. Die von uns getestete LTE-Version kostet faire 50 Euro mehr. Der Stift ist immer dabei; die Tastaturhülle kostet 130 Euro. So befindet man sich auch preislich klar im Bereich des iPad Pro 9.7.

Der Speicher fasst 32 GByte, für den Nutzer bleiben davon rund 23 GByte übrig. Mit einer MicroSDXC-Karte kann er um derzeit bis zu 256 GByte erweitert werden. Allerdings erlaubt es Samsung nicht, die Karte als internen Speicher zu formatieren. So lassen sich nur einige Apps dorthin verschieben.

### Beeindruckende Augenwischerei

Samsung wirbt offensiv mit HDR und 10-Bit-Farbtiefe. Tatsächlich erreicht das AMOLED-Display annähernd den von der Filmindustrie festgelegten Farbraum DCI-P3 und schafft im Modus „Anpassungsfähige Anzeige“ auch sehr kräftige Farbtöne. Bei entsprechendem HDR10-Material sind die Farben so knallig wie erhofft – zumindest wenn man Samsungs Videoplayer nutzt. Bei anderen Apps dreht der Schirm die Farben nicht so weit auf.

Von den versprochenen 500 cd/m<sup>2</sup> blieb die maximale Bildschirmhelligkeit in unseren Messungen ein Stück weit entfernt. Auch bei HDR10-Videos wird die Helligkeit nicht automatisch hochgedreht, wie es zertifizierte Fernseher tun, die zudem die doppelte Leuchtdichte erreichen. Ein offizielles Logo bleibt dem Tab S3 somit verwehrt.

Darüber hinaus fehlt es an Material: Weder Amazon noch Netflix oder Dienste wie YouTube streamen derzeit HDR- oder 4K-Videos über ihre Tablet-Apps und auch sonst fehlt es an Anbietern. Ein paar Testvideos sind bisher alles, womit man die Fähigkeiten ausprobieren kann. Dazu fehlt eine Anzeige, ob das Tablet überhaupt HDR-Material erkannt hat – was für Unsicherheit beim Ausprobieren sorgt. Aufgrund des Seitenverhältnisses von 4:3 sind zudem entweder schwarze Balken oder abgeschnittene Ränder in Kauf zu nehmen.

All das ändert nichts daran, dass das Samsung-Display zu den besten Tablet-Displays überhaupt zählt. Für Webseiten und Dokumente ist das Seitenverhältnis zudem besser geeignet als die Breitbildschirme anderer Android-Tablets.



## Flotter Rechner

Dank des High-End-Prozessors arbeitet das Galaxy Tab S3 sehr flott und ist teilweise doppelt so schnell wie der Vorgänger. Bei der Single-Thread-Leistung muss sich das Tablet trotzdem hinter den aktuellen iPads einreihen. Im Android-Bereich gehört es in den CPU-Benchmarks zur absoluten Spitze und hängt etwa das Pixel C von Google klar ab. In den Grafik-Benchmarks holt das Tab S3 sogar zum iPad Pro auf.

Die Akkulaufzeiten gehen noch in Ordnung: Maximal zehn Stunden Video-wiedergabe und nur acht Stunden beim Surfen über WLAN sind nicht überragend, aber über dem Niveau des Vorgängers und ähnlich den Werten des iPad Pro. Das iPad (2017) schafft dagegen jeweils etwas über elf Stunden.

Die Kamera taugt trotz 13 Megapixeln wie bei den meisten Tablets nur für Schnappschüsse. Bei viel Licht im Freien werden die Bilder ansehnlich; helle Bereiche überstrahlen nicht. Sobald es schattig wird, saufen Details jedoch ab und die Schärfe lässt stark nach. Bei wenig Licht rauschen die Bilder deutlich, vermatschen aber nicht ganz so stark wie bei anderen Tablet-Kameras.

Die vier Lautsprecher spielen klar und selbst bei hohen Lautstärken verzerrungsfrei auf. Das reicht für Filme, doch für Musikgenuss fehlt es prinzipbedingt an Bass, obwohl das Tablet mächtig vibriert. Die Ausgabe dreht sich passend zur Bildschirmorientierung mit und sorgt jederzeit für differenzierten Stereoklang.

## Stift spitze

Der Stift des Tab S ist eine klare Verbesserung gegenüber seinen Vorgängern in der Note-Serie. Statt eines kläglichen Stummels legt Samsung einen richtigen Stift bei – der lässt sich zwar nicht mehr am Tablet befestigen, liegt dafür aber sehr gut in der Hand. Die Spitze ist dünner und besteht wie beim Apple Pencil aus gummiertem Plastik, das gut kontrollierbar über die Tablet-Oberfläche flutscht und eher ein Papiergefühl erzeugt.

Der weiterhin batterieelose Stift reagiert deutlich besser auf schwachen Druck als die Vormodelle. Der Wacom-Digitizer wertet jetzt auch die Stiftneigung aus, was mit dem Bleistift in der App „Samsung Notes“ schon sehr ordentlich funktioniert: Hält man den Stift schräg, verbreitert sich die Spur des virtuellen Bleistifts. Auch andere Android-Apps verarbeiten die Stiftneigung bereits.



Das Samsung Galaxy Tab S3 ist trotz High-End-Hardware gerade mal 6 Millimeter dick. Die Pogo-Pins an der Seite dienen zum Anschluss der optionalen Tastatur.

Das Tablet aktiviert die Stiftfunktionen, sobald der Stylus in die Nähe des Bildschirms gehalten wird. Die Taste am Stift aktiviert unter anderem ein praktisches Kontextmenü. Hält man im Standby-Modus den Stift ans Display und drückt die Stifttaste, poppt ein in schwarz-weiß gehaltener Notizmodus für schnelle Memos auf.

Samsung installiert die Office-Apps von Microsoft vor. Dank Android 7 ist die geteilte Bildschirmansicht für zahlreiche Apps nutzbar und die Aufteilung frei verschiebbar. Auch das Öffnen von Apps in Fenstern funktioniert, ist aber umständlich gelöst. Weitere Zugaben, die den Profi-Anspruch untermauern würden, gibt es nicht.

## Fazit

Das Samsung Galaxy Tab S3 ist zweifellos das beste Android-Tablet auf dem Markt. Samsung punktet mit einem grandiosen Display, das Marketing-Stunts wie die rudimentären HDR-Fähigkeiten gar nicht nötig hat. Dazu kommt jede Menge Leis-

tung, eine hochwertige Verarbeitung bei geringem Gewicht und handlicher Dicke sowie die präzise Stifteingabe. Sowohl als digitaler Zeichenblock wie als Unterhaltungsmaschine macht das Tablet eine gute Figur. Sieht man von der CPU-Performance ab, kann es dem kleinen iPad Pro von Apple von der Leistung her locker das Wasser reichen und ist ein würdiger Nachfolger des Galaxy Note 10.1.

Das alles hat mit fast 700 Euro einen hohen Preis für ein Android-Tablet, auch wenn der Stift mitgeliefert wird und nicht wie bei Apple noch hinzugekauft werden muss. Als Arbeitsgerät bleibt das Samsung-Tablet unterentwickelt: Selbst wenn die kleine Diagonale und die dadurch ebenfalls beengte Tastatur nicht stören; an Tablet-Displays angepasste Anwendungen sind unter Android immer noch rar und trotz der neuen geteilten App-Ansicht fehlt bei der Platzausnutzung einiges – hier punkten iPad-Apps weiterhin.

(asp@ct.de) **ct**

### Samsung Galaxy Tab S3 LTE

#### Android-Tablet mit Stiftunterstützung

Lieferumfang	Kurzanleitung, USB-C-Kabel, Netzteil, Eingabestift, Wechselspitzen
Betriebssystem / Bedienoberfläche / Android-Patchlevel	Android 7.0 / TouchWiz / April 2017
Prozessor / Kerne × Takt / Grafik	Qualcomm Snapdragon 820 / 2 × 2,2 GHz, 2 × 1,6 GHz / Adreno 530
RAM / Flash-Speicher (frei)	4 GByte / 32 GByte (23,3 GByte)
Wechselspeicher / maximal	✓ (MicroSDXC) / 256 GByte
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / GPS / Fingerabdrucksensor	4.2 / – / ✓ / ✓
USB-Schnittstelle / USB-OTG	USB-C (USB 3.1) / ✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup> / Telefonie	LTE (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,7 MBit/s Up) / ✓
Akku / austauschbar / Schnellladung	6000 mAh (22,8 Wh) / – / ✓
Abmessungen (H × B × T), Gewicht	23,7 cm × 16,8 cm × 0,6 cm, 429 g
Kamera-Auflösung Fotos / Video / Fotoleuchte (Anzahl)	4128 × 3096 (12,8 MPixel) / 3840 × 2160 / ✓ (1)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	2576 × 1932 (5 MPixel) / 1920 × 1080
Besonderheiten	Eingabestift mit 4096 Druckstufen, Tastatur optional

#### Display-Messungen

Technik / Größe (Diagonale)	OLED (AMOLED) / 19,7 cm × 14,8 cm (9,7 Zoll)
Auflösung / Seitenverhältnis	2048 × 1536 Pixel (265 dpi) / 4:3
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	2 ... 446 cd/m <sup>2</sup> / 85 %
Kontrast / Farbraum	>10000:1 / AdobeRGB

#### Laufzeit, Preise

Laufzeit <sup>2</sup> Video-Wiedergabe / Spielen / Surfen WLAN	10,1 h / 7,8 h / 8 h
Varianten / Garantie	schwarz, silber / 2 Jahre
Straßenpreis	LTE: 730 € / WLAN: 680 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe <sup>2</sup> bei einer Helligkeit von 200 cd/m<sup>2</sup> gemessen ✓ vorhanden – nicht vorhanden

# Randlose Sicht

## Android-Smartphone LG G6 mit „randlosem“ 18:9-Bildschirm



**Die Zeit für Experimente scheint vorbei, vom modularen Ansatz des vorjährigen G5 hat sich LG vollkommen verabschiedet. Stattdessen bekommt man mit dem G6 bodenständige Top-Hardware inklusive Doppelkamera und eines der besten Smartphone-LCDs. Zum High-End reicht es aber nicht ganz.**

**Von Hannes A. Czerulla**

Das G6 steckt wie mittlerweile üblich in einem komplett geschlossenen Gehäuse – nicht mal der Akku lässt sich austauschen. Dafür ist das Gerät nach Schutzklasse IP68 gegen Wasser und Staub geschützt und kann bis zu 30 Minuten lang in einer Wassertiefe von 1,5 Metern überleben. Auch wirbt LG mit der Militärnorm MIL-STD-810G, was aber per Definition nicht heißen muss, dass das

Gerät alle Tests durchlaufen oder gar schadlos überstanden hat.

Die glänzende Rückseite besteht aus widerstandsfähigem Corning Gorilla Glas 5. Während unseres Tests trug das Gehäuse keine bleibenden Schäden davon – trotz Kontakt mit einem Schlüsselbund. Fingerabdrücke fielen auf unserem schwarzen Modell deutlich auf. Der Gehäuserahmen besteht aus gebürstetem Aluminium.

Obwohl LG hochwertige Materialien verwendet und wir an der Verarbeitung nichts auszusetzen haben, erweckt das Gerät nicht den edlen Eindruck wie manch anderes Spitzenmodell, sondern mutet eher plump an.

Der Fingerabdrucksensor verwehrt uns regelmäßig den Zugang. Das liegt weniger am Sensor selbst, sondern eher an seiner Lage auf der Rückseite des Gehäuses unterhalb der Kameralinsen. Wer ein Smartphone mit Sensor auf der Vorderseite gewohnt ist, muss den G6-Sensor im-

mer wieder suchen und den Finger ordentlich auflegen. Hat man sich erst mal an den Griff auf die Gehäuserückseite gewöhnt, entsperrt man meist problemlos.

### FullVision Display

Umso mehr Platz bleibt auf der Vorderseite für das LC-Display mit 5,7 Zoll Diagonale. Die Ränder des sogenannten FullVision Display messen an den Seiten gerade mal 2 Millimeter, ober- und unterhalb der Anzeige deutlich unter 1 Zentimeter. Das ungewöhnliche Seitenverhältnis von 18:9 – oder 2:1 – bildet einen Kompromiss zwischen dem Kinoformat 21:9 und dem TV-Format 16:9. Vorteil ist, dass neben 16:9-Inhalten gleichzeitig die drei Android-Schaltflächen angezeigt werden können. Ist eine App nicht auf das Format ausgelegt, positioniert sie sich mittig vom Bildschirm, sodass oben und unten ein dünner, schwarzer Rand bleibt.

Ganz so beeindruckend wie beim Konkurrenten Samsung Galaxy S8 wirkt das Display des G6 aber nicht. Unter anderem liegt das daran, dass es plan ist und nicht wie beim S8 nach hinten gebogen. Dadurch erscheinen die Ränder nicht ganz so schmal. Im Gegenzug treten aber auch keine Probleme wie Reflexionslinien am Displayrand auf. Da es sich um ein LCD handelt, stellt es Farben nicht ganz so knallbunt dar wie eine OLED-Anzeige. Und auch der Kontrastumfang liegt nicht auf dem außergewöhnlich hohen Niveau der organischen Displays.

Vergleicht man den Bildschirm des G6 aber mit anderen Smartphone-LCDs, findet man momentan nichts Besseres. Der Kontrast von 2378:1 wird nur von wenigen Konkurrenten erreicht. Über 500 cd/m<sup>2</sup> reichen für den Einsatz in der Sonne.

Mit 4 GByte RAM und dem Quad-Core-Prozessor Snapdragon 821 ist das G6 für alle aktuellen Aufgaben gut gerüstet. Wobei der Prozessor nicht aus der aktuellen Generation stammt, sondern bereits vor einem Jahr vorgestellt wurde. Der neue Snapdragon 835 bringt im Vergleich noch etwas mehr Leistung und arbeitet sparsamer. Doch hat sich Samsung die ersten Chargen komplett fürs Galaxy S8 gesichert, weswegen andere Hersteller vorerst das Nachsehen haben. Im Alltag entstehen wegen des älteren Prozessors keine spürbaren Nachteile.

Der Speicher ist mit 32 GByte dürftig. In einem Smartphone dieser Preisklasse hätten es 64 GByte sein dürfen.

Auf der Rückseite hat LG zwei separate Kameras eingebaut. Die Auflösung

beträgt bei beiden 13 Megapixel, die Größe der Sensorpixel 1,12 µm. Während die eine Kamera mit Smartphone-typischen 71-Grad-Blickwinkel und einer maximalen Blende von f/1.8 aufnimmt, fotografiert und filmt die andere mit extrem weitwinkligen 125 Grad und einer Blende von f/2.4. Dabei tritt eine deutliche Verzeichnung à la Fischaug auf. Ob man diese als künstlerisches Mittel oder optischen Fehler betrachtet, ist Geschmacksache.

Automatisch fokussieren kann nur die Kamera mit der großen Brennweite. Mit ihr sind sogar passable Bokeh-Aufnahmen möglich. Das Weitwinkel-Pendant ist fix auf Unendlichkeit eingestellt und fokussiert einen möglichst großen Bereich. Da in beiden Kameras die gleichen Sensoren eingebaut sind, unterscheidet sich die Bildqualität nur marginal. Beide produzieren in fast jeder Lichtsituation scharfe Bilder. Nur die Elite wie Galaxy S8 oder Google Pixel schneidet noch etwas besser ab. Sie fokussieren zuverlässiger und vor allem schneller als das G6, das je nach Situation eine Sekunde bis zum fertigen Foto braucht. Grün könnte das G6 etwas subtiler darstellen, helle Stellen überstrahlen ein wenig und in der Dunkelheit wäre etwas geringeres Rauschen wünschenswert. Die Qualitätsunterschiede zwischen den Spitzen-Smartphones fallen aber nur im direkten Vergleich und bei genauem Hinsehen auf.

Dreht man ein Video, kann man jederzeit ohne Unterbrechung zwischen den beiden Kameras umschalten. Die Bildqualität ist beeindruckend, doch der zitternde Bildstabilisator versaut so manche Aufnahme. Ohne verwackelt das Bild schnell.

Auch bei Aufnahmen mit der Frontkamera kann man zwischen 82 Grad Blickwinkel und 100 Grad wechseln – obwohl nur eine Kamera und Optik vorhanden ist. Die Auflösung ist dabei immer 5 Megapixel.

## Akku

Mit 3300 mAh hält das G6 in etwa so lange durch wie die meisten Konkurrenten. Je nach Nutzungsverhalten reicht es aber dennoch nur für einen bis eineinhalb Tage. Um den Akku schnell wieder voll zu bekommen, lädt das G6 per Schnellladetechnik Qualcomm Quick Charge 3.0 und mit über 16 Watt. Das beiliegende Netzteil braucht 46 Minuten, um den Akku zur Hälfte zu laden, nach einer zusätzlichen Stunde ist der Akku voll. Vorteil von Quick Charge ist, dass auch andere Hersteller

die Technik nutzen und das G6 auch an deren Netzteilen schnell lädt. Kabellos lädt nur das US-amerikanische Modell – wobei die Technik sowieso gerade aussterben scheint.

## Software

Android 7 hätte LG lieber so lassen sollen, wie es ist: Die Hersteller-eigenen Programme sind unter anderem daran schuld, dass ein gutes Drittel des Flash-Speichers vom Werk aus belegt ist. Ein App-Menü hat LGs Bedienoberfläche nicht, sondern wirft alle Verknüpfungen direkt auf die Startbildschirme. Wer das Menü nachrüsten möchte, muss eine herstellereigene Zusatz-App oder einen alternativen Launcher installieren. Die LG-eigenen Apps übernehmen die gleichen

Funktionen wie die ebenfalls installierten Google-Programme. Deinstallieren lassen sich beide nicht.

## Fazit

Betrachtet man das LG G6 alleinstehend, gibt es nur kleine Kritikpunkte wie die unnötige Software, das nicht ganz so schicke Gehäuse oder den älteren Prozessor.

Es existieren aber nun mal Konkurrenten, und der ärgste ist das knapp 100 Euro teurere Samsung Galaxy S8. Im Vergleich zu diesem muss sich das G6 in Bezug auf Kamera, Display und Performance knapp geschlagen geben. Gleichzeitig stellt es aber die naheliegendste Alternative für Nutzer dar, die sich beispielsweise am gebogenen Bildschirm des S8 stören.

(hcz@ct.de) **ct**

LG G6	
Ausstattung	
Betriebssystem / Bedienoberfläche	Android 7.0 / LG UX 6.0
Android-Sicherheitspatch-Ebene	März 2017
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 821 / 2 × 2,4 GHz + 2 × 1,6 GHz
Grafik	Adreno 530
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei)	4 GByte / 32 GByte (22,42 GByte)
Wechselspeicher / maximal	MicroSDXC / 256 GByte
WLAN / Dual-Band / alle 5-GHz-Bänder	IEEE 802.11 a/b/g/n/ac / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	4.2 / ✓ / GPS, Glonass
Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor	✓ / ✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE (600 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA (42,2 MBit/s Down, 5,76 MBit/s Up)
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3300 mAh / – / –
USB-Anschluss	Typ-C (USB 2.0)
Abmessungen (H × B × T)	14,9 cm × 7,2 cm × 0,8 cm
Gewicht	161 g
Farbvarianten	Schwarz, Silber, Weiß
Kamera-Tests	
Kamera-Auflösung Fotos / Video	13 MPixel (4160 × 3120) / 4K (3840 × 2160)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (2)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	4,9 MPixel (2560 × 1920) / Full-HD (1920 × 1080)
Display-Messungen	
Technik / Diagonale (Größe)	LCD (IPS) / 5,7 Zoll (13 cm × 6,5 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	2880 × 1440 Pixel (563 dpi) / 18:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	3 ... 532 cd/m² / 88 %
Kontrast / Farbraum	2378:1 / sRGB
<p>Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Grüne Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall ist das ganze Bild pink.</p> <p>winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand</p>	
Laufzeit-Messungen	
Ladezeit auf 50 % / 100 %	46 min / 108 min
Video (200 cd/m²)	11,1 h
Video (max. Helligkeit)	5,6 h
3D-Spiel (200 cd/m²)	6,6 h
WLAN-Surfen (200 cd/m²)	16,8 h
Preis	700 €
<sup>1</sup> Herstellerangabe	✓ vorhanden — nicht vorhanden



# Edle Kompakte

## Fujifilm X100F und Canon G9 X Mark II im Test

**Es muss nicht immer System sein – edle Kompaktkameras versprechen hohe Bildqualität in beherrschbaren Maßen. Wo diese Kamera-klasse aktuell steht, zeigen wir an Fujifilms spezieller X100F und Canon universeller G9 X Mark II.**

Von Sophia Zimmermann

Günstige Kompaktkameras sind nicht mehr gefragt; auch mit Smartphones knipst es sich entspannt. Den Kameraherstellern bricht damit ein Massengeschäft weg. Diesen Niedergang wollen sie mit hochwertigen Geräten kompensieren. Die sogenannten Edelkompakten gibt es ab etwa 500 Euro; sie versprechen Spiegelreflexqualität in handlichen Gehäusen.

Die zwei jüngsten Zuwächse in dieser Kameraklasse stehen exemplarisch für verschiedene Ausprägungen. Canons G9 X Mark II ähnelt dabei einer herkömmlichen Kompakten – mit einem Preis von knapp 500 Euro gehört sie zu den Einsteigern im Edelsegment. Sie arbeitet mit dem für diese Klasse typischen Typ-1-Zoll-Sensor (13,2 mm × 8,8 mm) und einer Auflösung von 20 Megapixeln. Mit ihrem 3-fachen Zoomobjektiv gibt sie sich moderat und ohne Monsterbrennweite.

Fujifilms klobigere X100F verzichtet ganz auf ein Zoom-Objektiv und arbeitet mit der traditionsreichen 35-Millimeter-Festbrennweite. Außerdem belichtet sie auf einen wesentlich größeren APS-C-Sensor (23,6 mm × 15,7 mm), wie er auch in vielen Spiegelreflex- und Systemkameras steckt. Mit 1400 Euro gehört sie zur Spitze der Edelkompakten.

### Analoges Handling versus Tastenarmut

Canons G9 X Mark II hält sich mit den Tasten zurück – Bedienelemente wie eine Vierwegewippe fehlen ihr. Ein Einstellrädchen in Form des Objektivrings regelt unter anderem Blende, Belichtungszeit, Belichtungskorrektur und ISO-Einstellung. Grundsätzlich steuern Fotografen diese Kamera über ihren Touchscreen – das Konzept setzt darauf, dass Fotografen nicht zu stark manuell eingreifen.

Im Gegensatz dazu steht die Fujifilm X100F für ein analoges Bedienkonzept: Sie kommt ganz ohne Moduswahlrad aus, dafür mit je einem Rad für Blendensteuerung, Verschlusszeit, ISO-Einstellung und Belichtungskorrektur. Aber keine Angst: Jeder Ring besitzt auch eine „A-Stellung“ für Automatik. Nahezu jede Taste lässt sich den eigenen Vorlieben anpassen. Auch die klassische Vierwegewippe ist mit

an Bord. Das fühlt sich deutlich flotter und professioneller an als das Touchkonzept der G9 X Mark II.

Ein Touchscreen kann auch deutliche Vorteile haben, etwa bei der Wahl der Fokusfelder. Diese Möglichkeit bietet die X100F nicht. Stattdessen besitzt sie einen kleinen Joystick, der Fotografen ebenfalls sehr geschwind durch die Felder steuern lässt. Diese müssen dabei noch nicht einmal die Augen vom Sucher nehmen, den die Fujifilm ihrer Canon-Konkurrentin voraus hat. Der ist ein echtes Schmankerl, denn er arbeitet sowohl optisch mit dem Messsucher-typischen Leuchtrahmen sowie elektronischen Einblendungen als auch rein elektronisch mit einer Auflösung von 2,36 Millionen Bildpunkten (XGA).

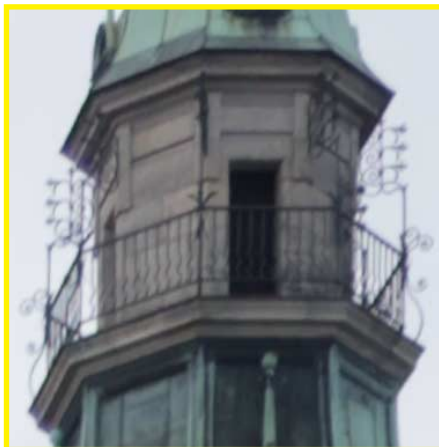
### APS-C gegen Typ-1-Zoll

Canons kleine G9 X Mark II arbeitet mit einem Typ-1-Zoll-Sensor, der in der Fläche nicht einmal halb so groß ist wie der APS-C-Konkurrent in der X100F. Mit einer Auflösung von 20 Megapixeln ist er außerdem üppig beladen. Auf 24 Megapixel kommt dagegen die X100F. Ihr APS-C-Chip folgt mit einer alternativen Anordnung der Farbfilter dem X-Trans-Design: Statt des herkömmlichen geordneten Bayer-Patterns setzt Fujifilm auf ein unregelmäßigeres 6×6-Farbrauer und möchte damit mehr Auflösung aus den Sensorpixeln herausholen.

Beide Kameras scheinen zunächst ähnliche Rausch-Messwerte zurückzugeben. Die kleine Canon startet mit einem Visual Noise von 1,2, während die X100F hier noch bei 0,9 liegt. Visual Noise steht für das subjektiv wahrnehmbare Rauschen. Werte bis 0,8 stehen dabei für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis 2 für einen geringen, Werte bis 3 für einen mäßig und Werte über 3 für einen deutlich störenden Rauscheindruck. Beide Kameras liefern damit sehr gute Laborergebnisse.



Canons solider Allrounder G9 X Mark II gehört zu den kleinsten Vertretern der Edelkompakten, Fujifilms extravagante X100F zu den Riesen.



Canon G9 X Mark II | ISO 125 | f/4.0 | 180 %



Fujifilm X100F | ISO 200 | f/4.0 | 180 %

Bei der Testaufnahme am Hannoveraner Rathaus arbeitet die Festbrennweite der Fujifilm X100F sauber. Das Zoom-Objektiv der Canon G9 X Mark II zeigt Schwächen beim Detailkontrast.

se ab, wobei sich die X100F im weiteren Verlauf etwas stabiler hält.

Überraschend ist der messbare Vorsprung der APS-C-Kamera nicht, immerhin bietet sie deutlich größere, lichtsammlende Pixel. Ihre Überlegenheit zeigt sich auch deutlich in unserer ISO-Reihe an der c't-Testszene, in der wir mit Werten zwischen ISO 200 und ISO 400 praktisch keine Unterschiede ausmachen können. Strukturen arbeitet die Fujifilm-Kamera plastisch und scharf heraus, das Bild wirkt insgesamt sehr natürlich. Canons G9 X Mark II zeigt dagegen bei ISO 400 in der 1:1-Ansicht erste Schwächen in den feinen Details, die teils flächiger anmuten, teils artefaktbehafteter. Ab ISO 800 sehen die Fotos aus wie gemalt, wogegen die X100F immer noch ein natürlich durchgezeichnetes Bildergebnis abliefern kann.

### Optik mit Eckenschwächen

Der Kamerasensor kann noch so toll sein, ohne ein optimal abgestimmtes Objektiv ist er machtlos. Canons G9 X Mark II setzt auf eine Zoomoptik, die 28 bis 84 Millimeter (KB-äquivalent) und damit einen sehr universellen Brennweitenbereich abdeckt.

Tatsächlich zeigt sie sich vergleichsweise ausgewogen im Labor und erreicht zentral jeweils bei Offenblende Werte zwischen 1580 und 1680 Linienpaare pro Bildhöhe (Lp/Bh). Möglich wären bei diesem Sensor 1824 Lp/Bh. Die Ecken bleiben allerdings mit 1200 bis 1400 Lp/Bh deutlich zurück. Erfreulicherweise arbeitet das Objektiv dafür in den Randbereichen noch recht sau-

ber, wenn auch der Detailkontrast zu wünschen übrig lässt. Farbsäume zeigen sich nur äußerst zurückhaltend, auch die Verzeichnung bleibt noch moderat.

Ganz ohne Makel bleibt auch Fujifilms Festbrennweite nicht. Zentral vermag sie die Auflösung des X-Trans-Sensors über die verschiedenen Blendenstufen hinweg voll auszureizen, in den Ecken schafft sie das nicht. Da sie allerdings in den Randbereichen auch sehr sauber arbeitet und weder eine starke Verzerrung noch Farbsäume zeigt, lässt sich der Auflösungsverlust verschmerzen.

### Fazit

Canons G9 X Mark II und Fujifilms X100F zeigen, wo die Edelkompakten gerade stehen. Wer eine solide Immer-dabei-Kamera mit kompakten Maßen und simplem Handling sucht, ist bei der Canon G9 X Mark II richtig. Sie bietet ausgewogene Bildqualität für etwa 500 Euro. Damit ist sie sozusagen die unauffällige Brot-und-Butter-Edelkompakte. Größtes Manko: Weder Sucher noch neigbarer Monitor sind an Bord.

Mehr Extravaganz verspricht Fujifilms auffällige X100F. Ihr analoges Handling ist eigenwillig, aber praktisch. Besonderes Schmuckstück ist der Sucher, der sich sowohl optisch als auch elektronisch betreiben lässt. Die APS-C-Kamera liefert darüber hinaus eine Bildqualität, die locker mit Spiegelreflex- und spiegellosen Systemkameras mithalten kann. Ihr fest verbautes Objektiv mit fester Brennweite macht sie allerdings wenig flexibel.

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

→ Mehr Kameratests lesen Sie in c't Fotografie.

### Edelkompaktkameras

Modell	Canon Powershot G9 X Mark II	Fujifilm X100F
Sensorauflösung	20 Megapixel (5472 × 3648)	24 Megapixel (6000 × 4000)
Sensorgroße	1 Zoll (13,2 mm × 8 mm)	APS-C (23,6 mm × 15,6 mm)
Crop-Faktor	2,7	1,5
Objektiv	3-faches Zoom (optisch)	Festbrennweite
Brennweite	10,2-30,6 mm (28-84 mm KB)	23 mm (35 mm KB)
Lichtstärke	f/2.0-f/4.9	f/2.0
Autofokustyp	Kontrast	Hybrid
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/2000s / 30s	1/32 000s / 30s (Bulb: 60 min)
ISO-Empfindlichkeit	ISO 125 – 12 800	ISO 200 – 51 200
Suchertyp / Sucherauflösung	–	Hybrid (optisch/elektr.) / 2,36 Mio. Punkte (XGA)
Display	3-Zoll-LCD, starr (1,04 Mio. Punkte (VGA))	3-Zoll-LCD, starr (1,04 Mio. Punkte (VGA))
Abmessungen (B/H/T) / Gewicht	98 mm × 31 mm × 58 mm / 206 g	127 mm × 75 mm × 52 mm / 469 g
Schnittstellen	Micro-HDMI (Typ D), Micro-USB, Mikrofon, Bluetooth, WLAN, NFC	Micro-HDMI, Micro-USB, Mikrofon, WLAN
Preis für Gehäuse (Straße)	490 €	1400 €





## Bürohelfer

**LGs 4K-Monitor bietet viel Bild für wenig Geld und punktet mit seiner blickwinkelstabilen Darstellung.**

Der 4K-Monitor 27UD58P von LG nutzt 3840 × 2160 Pixel zur Darstellung. Das blickwinkelstabile, angenehm mattierte IPS-Display erreicht im Werks-Preiset einen Kontrast von 940:1, seine Farben decken den sRGB-Farbraum nahezu vollständig ab.

Das Monitormenü wartet zwar mit diversen Einstellmöglichkeiten für Kontrast, Schwarzpegel, Farben und Gamma auf, doch sind diese derart wirr miteinander verwoben, dass man besser bei der Werkseinstellung bleibt. Darin differenziert das LCD feine Graustufen gut.

Die vielfältigen Gaming-Presets können dem lahmen Panel allesamt nicht auf die Sprünge helfen. Stellt man den Overdrive auf „Schnell“, ziehen bewegte Kanten etwa beim Verschieben von Fenstern auf dem Desktop starke Schlieren – die Schrift in den Kästen wird trotzdem unscharf. Für Gamer ist der Monitor also nix.

Er empfiehlt sich eher für Büroarbeiter. Die profitieren von der großen hochauflösenden Bildfläche und dem ergonomisch anpassbaren Display. Wer weder Höhenverstellung noch die Porträt-Funktion braucht, kann zur Variante 27UD58 ohne „P“ im Namen greifen, die es ab 390 Euro gibt. (uk@ct.de)

LG 27UD58P	
27-Zoll-Monitor mit 16:9-IPS-Panel	
Auflösung	3840 × 2160 Pixel
Bildfläche	60 cm × 33,5 cm / 68,5 cm (27")
Ausstattung	2 × HDMI (Vers. 1.4), 1 × DisplayPort (Vers. 1.2), Kopfhörer (Klinke), Lautsprecher
Lieferumfang	Kabel für HDMI, DisplayPort
Garantie	2 Jahre (send-in)
Preis	ab 430 €



## Album-Knipser

**Der Reflecta Combo Album Scan ist eigentlich kein Foto-Scanner, sondern eher eine Spezialkamera, die Fotos direkt aus dem Album sowie auch Dias und Negative abfotografiert.**

Der klobig wirkende, aber wegen des Plastikgehäuses überraschend leichte Combo Album Scan lichtet Bilder bis zu 10 × 15 Zentimeter Größe vollständig ab. Ein von Magneten gehaltener Plastikdeckel deckt den Fotoschacht nach unten ab, schützt vor Staub und dient als Halter für einzelne Fotos.

Im Schacht sorgen 24 weiße LEDs für Licht. Im oberen Teil des Scanners sitzt das Objektiv der Kamera und ein verschiebbarer Leuchthintergrund für Dias und Negative mit drei weiteren LEDs. Mittels eines großen Schiebers an der Frontseite wechselt man zwischen der Foto- und der Filmeinstellung. Ein kleinerer Schieber oben auf dem Scanner dient zum Anpassen des Fokus. Auf der Rückseite ist ein Slot für SD-Cards bis 32 GByte und eine Klappe für den wechselbaren Li-Ion-Akku (1050 mAh) untergebracht. Ein USB-Ladegerät liefert Reflecta mit.

Wahlweise kann man den Scanner mit Ladegerät oder via USB am PC betreiben. Nach dem Einschalten fragt das Gerät dann, ob es die SD-Card für einen PC freigeben soll. Bei der Antwort „Ja“ schaltet sich das Display des Scanners ab. Der Combo Album Scan gewährt nur Zugriff auf die eingesteckte SD-Card, an die Kamera – etwa als Webcam – kommt der PC nicht heran.

Das kleine 6,1-cm-Farbdisplay zeigt je nach Schieberstellung das unter dem Scanner liegende Foto oder eingeschobe-

ne Filme an. Für Negative oder Diafilme und gerahmte Dias liegen zwei passende Schablonen bei, die sich seitlich in den Scanner schieben lassen.

Zum Foto-Scannen setzt man das Gerät auf das gewünschte Motiv, richtet es mit Hilfe der Display-Ansicht aus und betätigt den Auslöser. Über vier Tasten neben dem Display lassen sich vorher die Bildgröße und die Helligkeit einstellen. Zur Beurteilung der Helligkeit sollte das Display auf Augenhöhe liegen, da dessen starke Winkelabhängigkeit sonst das Ergebnis verfälscht. Beim Film-Scan kann man zwischen Dia, 135er, 126er und 110er Farb-Negativfilm und Schwarzweiß-Negativfilm wählen. Alle Scans landen nach Drücken des Auslösers als JPEG auf der SD-Card. Im Wiedergabemodus lassen sie sich auf dem Display anzeigen und löschen.

Die Ergebnisse zeigten im Test blasse, aber halbwegs stimmige Farben. Für hochwertige Foto-Scans reicht die Auflösung von maximal 180 dpi allerdings nicht: Die Bilder waren durchweg etwas unscharf und detailarm. An Kanten fielen typische Artefakte durch Nachschärfen auf.

Der Reflecta Combo Album Scan ist einfach zu bedienen und praktisch für schnelle Foto-Scans, ohne die Bilder aus dem Album nehmen zu müssen. Für die gebotene Qualität ist der Preis von knapp 200 Euro aber reichlich happig.

(rop@ct.de)

Reflecta Combo Album Scan	
Foto-Scanner mit Akku	
Anbieter	Reflecta, <a href="http://www.reflecta.de">www.reflecta.de</a>
Kamera	14 Megapixel, CMOS-Sensor, Dualfokus-Objektiv
Lieferumfang	Akku, USB-Kabel, USB-Netzteil, zwei Schablonen für Filme und Dias, Reinigungsbürste, Anleitung auf CD
Preis	190 €

Anzeige

# Faltflieger

## Videodrohne GoPro Karma



**Die faltbare Drohne von GoPro kommt als umfangreiches Paket aus Drohne, Kamera und Zubehör. Es überzeugt preislich durchaus, hat flugtechnisch aber Schwächen.**

Von Daniel Clören

**D**as Besondere an der Karma ist ihr modularer Aufbau und der Verkauf in einem preislich attraktiven Set für rund 1400 Euro. Die darin enthaltene Actioncam Hero 5 Black (einzeln rund 420 Euro) lässt sich einfach von der Drohne abmontieren und separat nutzen. Zudem kommt der Quadrocopter mit einem Hand-Gimbal für die Kamera, der sonst mit rund 350 Euro zu Buche schlägt. Das komplette Set ist sicher verpackt in einem bequem zu tragenden Rucksack. Ohne Kamera gibt es die Karma nebst Rucksack und Hand-Gimbal für rund 1000 Euro. Sie fliegt auch mit älteren GoPro-Actioncams ab der Hero 4.

GoPro hat seinen Quadrocopter recht kompakt gehalten (365 mm × 224 mm × 90 mm), kommt aber bei weitem nicht an

die Handlichkeit des direkten Konkurrenten DJI Mavic Pro heran (198 mm × 83 mm × 83 mm). Die Karma wiegt rund 1,9 Kilogramm, sodass sie nach der neuen Drohnenverordnung durch eine feuerfeste Plakette mit Anschrift gekennzeichnet werden muss. Rund 550 Gramm entfallen auf den riesigen 5100 mAh LiPo-Akku, der eine Flugzeit von bis zu 20 Minuten ermöglicht.

Je nach Wind und Flugmanövern war im Test auch schon mal nach 15 Minuten Schluss. Eine Zellüberwachung bietet der Akku nicht. Geladen wird er über das mitgelieferte 16,8-V-Ladegerät, das rund eine Stunde für eine volle Ladung braucht.

### Startvorbereitung

Vor dem Start müssen lediglich die vier Motor-Ausleger aus- und das Fahrwerk nach unten geklappt werden. Die starren Propeller sind bereits montiert. Insgesamt macht die Verarbeitung einen guten Eindruck, der weiße Kunststoff sieht aber nicht besonders hochwertig aus. Dafür lassen sich sowohl die Ausleger als auch das Fahrwerk selbst austauschen – andere Drohnen müssen dafür eingeschickt werden. Ganz billig sind Reparaturen der Kar-

ma trotzdem nicht: Zwei Rotoren kosten rund 30 Euro. Für andere Drohnen bekommt man 4er-Sets schon ab 10 Euro.

Gesteuert wird der Quadrocopter über die mitgelieferte aufklappbare Fernbedienung. Sie liegt gut in der Hand und ihr 5 Zoll großes Touch-Display mit 720p Auflösung ist mit 900 cd/m² ausreichend hell. Das Display zeigt das Livebild der Kamera und zusätzlich Basisinformationen wie Geschwindigkeit, Höhe, Distanz und Flugmodus.

Über ein Drehrad an der linken Ecke lässt sich mit dem Zeigefinger die Kameraneigung ändern, ohne die Daumen von den Steuerknüppeln nehmen zu müssen. Zwei Knöpfe starten die Aufnahme und ändern den Kameramodus zwischen Foto und Video. Einige Einstellungen lassen sich nur an der Kamera selbst – und damit nicht im Flug – verändern. Bedauerlich ist, dass man keinen Einfluss auf die Shutterfrequenz hat und somit der automatischen Belichtungseinstellung der Hero 5 vertrauen muss.

Die Fernsteuerung enthält außerdem einen Flugsimulator, der den Nutzer mit der Einrichtung und Steuerung des Kopfers vertraut macht. Gut gefallen hat uns

dabei, dass der Simulator nicht nur den Quadrocopter von außen zeigt, sondern auch eine Sicht aus der Kamera anbietet.

Nett fanden wir auch, dass man Android- und iOS-Mobilgeräte über die kostenlose „Passenger“-App mittels WLAN direkt mit dem Controller verbinden kann, um darüber das Fluggeschehen live zu verfolgen. Ein Livestreaming zu Social-Media-Plattformen gibt es hingegen nicht.

## Hoch hinaus

Im Flugbetrieb konnte uns die GoPro Karma im direkten Vergleich mit Konkurrenzmodellen nicht ganz überzeugen: Es macht zwar Spaß, die Drohne zu fliegen, doch in Bodennähe oder bei Wind liegt der Quadrocopter zuweilen unruhig in der Luft und neigt zum Wegdriften. In unseren Tests ging das in einigen Fällen soweit, dass die Karma den Boden touchierte. Über Boden oder gar Wasser sollte man deshalb nur in ausreichender Höhe schweben. Mit einem mittlerweile veröffentlichten Firmware-Update will GoPro die Flugstabilität merklich verbessert haben.

Das Fliegen in geschlossenen Räumen sollten mangels Boden- und Hindernis-Sensoren und GPS-Empfang trotzdem nur sehr geübte Piloten eingehen. Mit einer Spitzengeschwindigkeit von 15 m/s (54 Kilometer pro Stunde) gehört die Drohne nicht zu den schnellsten ihrer Klasse. Die Steuerung reagierte auch etwas schwammiger als beispielsweise bei der Mavic von DJI.

Die Karma hat vier automatische Flugmodi, darunter „Dronie“ für Selfie-Aufnahmen und „Cable Cam“ zum Abfliegen von zwei vorher festgelegte Punkten. Bei „Reveal“ fliegt die Drohne wiederum zwei Punkte ab, schwenkt dabei aber die Kamera um 90 Grad nach oben. Mittels „Orbit“ lässt sich ein vorher definierter Punkt umkreisen.

Die Flugmodi funktionieren gut. Im Vergleich zur Konkurrenz ist die Auswahl allerdings dürftig. Da GoPros Actioncams vor allem im Sportbereich zum Einsatz kommen, hatten wir eine Art Follow-Me-Modus erwartet – also eine Funktion, bei der die Drohne ein Objekt automatisch verfolgt und filmt. Diese Funktion gehört bei der Konkurrenz mittlerweile zum Standard.

## Action, bitte!

Die mitgelieferte GoPro Hero 5 Black zeichnet Videos bis zur 4K-Auflösung (3840 × 2160 Bildpunkte, max. 30 fps) auf. 2,7K-Videos (2704 × 1524 Pixel) las-

sen sich mit bis zu 60 Bildern, 1080p mit bis zu 120 Bildern und 720p mit bis zu 240 Bildern pro Sekunde auf SD-Karte ablegen. UHD-Aufnahmen nimmt die Hero 5 nur in der Wide-Einstellung auf, weshalb die GoPro-typischen Fischaugen-Verzerrungen auftreten – nicht jedermanns Geschmack. Die lineare Einstellung für einen geraden Horizont steht nur bis 2,7K zur Verfügung. Als Codec kommt stets H.264 zum Einsatz.

Fotos schießt die 12-Megapixel-Kamera mit einer Auflösung von 4000 × 3000 Pixel. Das Objektiv hat einen Bildwinkel von 170 Grad und eine feste Blende von F2.8. Die Bildqualität ist insgesamt gut, weit entfernte Objekte erscheinen aber etwas matschig. Für die Videoübertragung funken Quadrocopter und Fernsteuerung im 2,6-GHz-Funknetz bei einer Übertragungsauflösung von 720p. Dabei soll laut Hersteller eine Entfernung bis zu 1000 Meter erreicht werden. Bei unserem Test hatten wir keinerlei Abrisse, allerdings wird das Bild bei schwächer werdender Signalstärke bis hin zur Unkenntlichkeit verwaschen.

Die Kamerahalterung der Drohne stabilisierte das Luftbild wie gewünscht. Lediglich nach sehr schnellen Bewegungen hatten die Aufnahmen einen schiefen Horizont, der sich erst nach längerer Zeit wieder gerade stellte. Dieses Problem haben aber auch andere Hersteller. Nutzt man die Hero 5 im mitgelieferten Karma Grip, stabilisiert er auch bei schnelleren Bewegungen zuverlässig das Bild. Allerdings hätten wir uns einen zusätzlichen Videoanschluss für einen Kontrollmonitor/Smartphone und einen Audioanschluss für ein externes Mikrofon gewünscht.

## Fazit

Das Gesamtpaket aus faltbarem Quadrocopter inklusive der Hero 5, Kamera-Gimbal und der Möglichkeit, die Kamera und Gimbal einzeln zu nutzen, gefällt. Wer sich sowieso eine Actioncam anschaffen möchte, bekommt mit der Karma viel Hardware fürs Geld.

Doch beim Funktionsumfang hängt die Drohne der Konkurrenz hinterher: Der Verzicht auf Hindernis- und Höhensensoren, die fehlende Zellüberwachung des Akkus und die geringe Auswahl an Flugmodi trüben das Gesamtbild, wenn man eher Wert aufs Fliegen als auf Fotos und Videos legt.

(spo@ct.de) **ct**

**Video:** [ct.de/yk5m](http://ct.de/yk5m)



Der Hand-Gimbal sorgt für ruhige Aufnahmen, wenn man die Kamera ohne Drohne nutzt.



Die Fernbedienung zeigt das Livebild der Kamera und relevante Fluginformationen.

GoPro Karma	
Quadrocopter	
Hersteller	GoPro, <a href="http://www.gopro.de">www.gopro.de</a>
max. Flughöhe / Geschw. <sup>1</sup>	3200 m / 54 km/h
Reichweite <sup>1</sup>	3 km
max. Flugzeit	20 Minuten
Ortung	GPS, Glonass
Bildverarbeitung	
Codecs	H.264
max. Videoauflösung	4K (3840 × 2160 Pixel)
max. Bildauflösung	12 MP
Speicherung	MicroSD-Karte (bis 64 GByte, Class 10/UHS-1)
Lieferumfang	Quadrocopter, Fernbedienung, Ladegerät, Hero 5 Black, Karma Grip Griff, 6 Propeller, MicroSD-Karte (16 GByte), Bedienungsanleitung, Transportbox
Gewicht	1006 g exklusive Akku, ohne Gimbal und Kamera
Preis	1400 € (mit Kamera)
<sup>1</sup> Angaben laut Hersteller	





# Schwupp und digitalisiert

## Einfacher Einzug-Scanner für Fotos und Dokumente

**Der Plustek ePhoto Z300 sieht aus wie ein Dokumenten-Scanner, ist aber für den schnellen Foto-Scan gedacht. Dank Dokumenten-Manager und Texterkennung taugt er auch für Dokumente.**

**Von Rudolf Opitz**

Der schicke ePhoto Z300 wirkt eher wie ein stylisches Küchengerät als ein biederer Scanner. Auf dem Schreibtisch braucht er wenig Stellfläche. Abgesehen vom kleinen Ein-Ausschalter auf der Rückseite gibt es keine Bedienelemente. Die Energie liefert allerdings ein externes Steckernetzteil. Die Aufgabe der Scan-Taste übernimmt eine Reflex-Lichtschranke im Einzug. Mangels zweiter Scanzeile digitalisiert der Z300 nur einseitig und nimmt auch nur einzelne Blätter an.

Die einzige Schnittstelle ist der USB-2.0-Anschluss. Ist der Scanner mit dem PC verbunden und die Scan-Software Plustek ePhoto gestartet, zieht der Z300 die in den Einzug gehaltene Vorlage automatisch ein; wenige Sekunden später erscheint das Ergebnis auf dem Bildschirm. Acht angetriebene Walzen sorgen für den

gleichmäßigen Transport der Vorlage an der Scan-Zeile vorbei. Damit digitalisiert das Gerät auch sehr kleine Formate wie Visitenkarten ohne Probleme. Leichten Schrägeinzug korrigiert die Software automatisch.

Nach dem Scannen stellt die ePhoto-Software einfach gehaltene Bearbeitungsfunktionen wie Drehen, Zuschneiden und Lochung entfernen bereit. Die meisten eignen sich vor allem für Fotos (weichzeichnen, schärfen, rote Augen entfernen). Gleiches gilt für die Effektfiler.

Mit den gebotenen Funktionen kamen wir im Test schnell zu guten Foto-Scans, insbesondere die Weißabgleichs- und Belichtungsautomatik und die manuelle Farbkorrektur gefielen. Der Rasterfilter bügelt in der Stellung „intelligent“ alles glatt – allerdings auf Kosten der Schärfe.

Bei der Auflösung gibt es nur die Wahl zwischen 300 und 600 dpi. Bei 300 dpi erhielten wir von Fotos saubere und scharfe Scans. Die bei anderen Einzug-Scannern typischen feinen Streifen, die von Staubkörnern auf der Scan-Zeile stammen, beobachteten wir nicht. Bei Bedarf lässt sich der Scanner mit einem Handgriff aufklappen und die Zeile mit dem beiliegenden Tuch reinigen. Ärgerlich sind da-

gegen die hässlichen Artefakte bei 600-dpi-Scans von Fotopapieren (siehe Bild). Bei Normalpapier traten sie nicht auf.

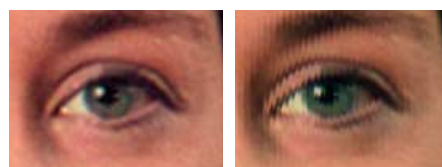
Für Scans von Schriftstücken eignet sich die Dokumentenverwaltung PageManager oder das Programm Scan Buttons aus dem Lieferumfang besser. Beide verwenden das WIA-Modul – ein Twain-Modul liefert Plustek nicht mit. Außerdem stellen die Anwendungen für Dokumente passende Filter für hohen Schwarzweiß-Kontrast bereit. Selbst bei Scans von geknickten Seiten erhielten wir saubere Schwarz-auf-Weiß-Scans ohne sichtbare Falze. Mittels integrierter OCR erstellen beide Programme durchsuchbare PDFs. Die Texterkennung taugt aber nicht viel und übersah etwa Initiale inklusive der nachfolgenden Textzeile.

### Fazit

Wer einen Scanner braucht, der auf dem Schreibtisch wenig Platz einnimmt und auf die Schnelle Fotos und Dokumente in brauchbarer Qualität digitalisiert, liegt mit dem Plustek ePhoto Z300 richtig. Für durchsuchbare PDFs sollte man eine bessere OCR-Software anschaffen.

Für Dokumente eignet sich auch ein noch kleinerer, aber fummelig zu bedienender Mobil-Scanner wie der Canon ImageFormula P-208II oder der Epson DS-30. Für hochauflösende Foto-Scans mit 600 dpi und mehr braucht man weiterhin einen guten Flachbett-Scanner.

(rop@ct.de) **ct**



Beim Scannen unserer Testfotos mit 600 dpi (rechts) entstanden hässliche Linienartefakte.

Plustek ePhoto Z300	
Einzug-Scanner für Fotos	
Hersteller	Plustek, <a href="http://www.plustek.de">www.plustek.de</a>
Auflösung optisch	600 dpi
Mini-/ Maximalgröße	2,54 cm × 2,54 cm / 21,6 cm × 29,7 cm
max. Papierdicke	0,76 mm
Betriebssysteme	Windows ab 7; Mac OS ab 10.8
Geräuschmessung	8 Sone (300 dpi), 8,2 Sone (600 dpi)
Leistungsaufnahme	Aus: 0,26 Watt, Bereit: 3,7 Watt, Scannen: 13 Watt
Garantie	2 Jahre
Preis	175 €



# Post-Archivare

## Dokumenten-Scanner für den Schreibtisch

**Will man die tägliche Post, Rechnungen und Akten ohne viel Aufwand in digitaler Form archivieren, ist ein Dokumenten-Scanner praktisch. Er braucht wenig Platz und speichert Schriftstücke auf Knopfdruck als durchsuchbare PDFs.**

Von Rudolf Opitz

Flachbett-Scanner und Multifunktionsgeräte bekommt man zwar für wenig Geld, die brauchen aber viel Stellfläche und sind umständlich zu bedienen: Klappe auf, Blatt ausrichten, Klappe zu, scannen, Klappe auf, Blatt umdrehen, Klappe zu, scannen ... Bei einem Einzugs-Scanner legt man die zu digitalisierenden Blätter einfach in den Vorlagenschacht und drückt die Scan-Taste. Das Gerät nimmt dann Blatt für Blatt entgegen, scannt im Idealfall beide Seiten in einem Rutsch und speichert alles als durchsuchbares PDF im vorgegebenen Ordner.

Doch kosten solche Einzugs-Scanner mehr als Flachbettgeräte – je nach Ausstattung sogar deutlich mehr – und sie können nur Einzelblätter ohne Heftklammern verarbeiten. Wollen Sie für wenige Rechnungen Ihren Schreibtisch nicht zustellen, reicht ein Scanner ohne Vorlageneinzug für mehrere Blätter wie der Plustek Z300 aus dem nebenstehenden Test oder der Avisions AV32. Beide kosten zwischen 150 und 200 Euro.

Alternativ kann man zu einem Mobil-Scanner wie dem Canon ImageFormula P-208II oder dem Epson WorkForce DS-30 greifen [1]: Die passen auch in die Aktentasche und brauchen kein eigenes Netzteil: Die Energieversorgung übernimmt das Notebook via USB-Kabel. Solche Scanner bekommt man ab 100 Euro.

Ist das Scan-Aufkommen höher, leistet ein Profigerät mit zweiter Scanzeile zum Duplex-Scannen und Vorlageneinzug ab 30 Blatt bessere Dienste. Diese Scanner arbeiten zügig, digitalisieren die komplette Post auf Knopfdruck und können auch

sehr dünne und dicke Papiere verarbeiten. Bessere Geräte haben einen Ultraschallsensor im Papierweg, der beim gleichzeitigen Einzug von zwei Blättern den Vorgang stoppt und den Anwender alarmiert. Das verhindert, dass Rechnungen beim Archivieren ausgelassen werden. Für sehr dicke Vorlagen wie Kreditkarten gibt es oft einen separaten geraden Weg. Der Einstiegspreis liegt bei etwa 350 Euro.

Wichtig ist das Zusammenspiel zwischen Scanner und PC-Software. Hier gibt es zwei Arbeitsweisen: Entweder speichert man die Bearbeitungsschritte und das Speicherziel in einem Profil, oder man entscheidet nach dem Scannen von Fall zu Fall über das Vorgehen, wobei die Software eine möglichst einfache Auswahl anbietet.

Die meisten Scanner-Hersteller setzen auf die Profilvariante. Ein Hintergrundprogramm stellt für jedes Profil umfangreiche Einstellungen bereit. So lassen sich für Textdokumente der Kontrast erhöhen und Hintergründe unterdrücken, sodass man saubere Schwarz-auf-Weiß-Scans erhält. Die für durchsuchbare PDFs nötige Texterkennung (OCR, Optical Character Recognition) macht bei optimierten Scans weniger Fehler.

Zuletzt gibt man ein Speicherziel wie Netzwerkordner, FTP-Server oder Cloud-Speicher an. Zum Scannen braucht man nur das Profil auszuwählen und die Scan-Taste zu drücken, alles andere geschieht automatisch. Profile sind praktisch, wenn viele ähnliche Vorlagen zu archivieren sind, beispielsweise Rechnungen.

Fujitsu geht mit seinen ScanSnap-Geräten einen anderen Weg. Die Software scannt zuerst alle Vorlagen und zeigt sie als Thumbnails auf dem Bildschirm. Der Anwender entscheidet für jedes Dokument, ob es gedreht, für bessere Lesbarkeit optimiert oder – bei Fotos – farblich angepasst werden soll. Ebenso wählt er das passende Speicherziel. Im Idealfall sorgt die SnapScan-Software dafür, dass für jeden Arbeitsschritt ein Mausklick reicht. Gibt es viele unterschiedliche Vorlagen wie Quittungen vom Außendienst,



Profil-Verwaltungen wie Avisions Button Manager speichern Scan- und Zielvorgaben als Profile, die man dann direkt am Scanner aufrufen kann.

empfiehlt sich die ScanSnap-Methode. Auch die Software des Plustek Z300 arbeitet so, ist allerdings für Fotos optimiert.

Netzwerk-Scanner, die sich von mehreren Arbeitsplätzen aus nutzen lassen, gibt es ab rund 400 Euro [2]. Wer etwa für Buch-Scans zusätzlich einen Flachbett-Scanner benötigt, bekommt auch Kombigeräte [3]. Gerade hier lässt sich aber Geld sparen, wenn man statt eines separaten Scanners gleich zu einem Büro-Multifunktionsgerät, also einer Kombination aus Drucker, Scanner und Fax greift. Modelle ab 200 Euro haben außer Flachbett-Scanner meist einen Einzugs-Scanner mit Duplex-Funktion und sind durchweg netzwerkfähig. Bei separaten Netzwerk-Scannern aus dem unteren Preisbereich ist die Netzwerk-Funktion oft nicht gut integriert, schlecht konfigurierbar oder funktional eingeschränkt. Multifunktionsgeräte scannen ohne PC-Unterstützung schon lange ins LAN und in die Cloud.

(rop@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Reise-Leser, Dokumentenscanner für die Aktentasche, c't 06/12, S. 142
- [2] Rudolf Opitz, Scannen im Netz, Netzwerkfähige Dokumenten-Scanner unter 800 Euro, c't 24/14, S. 168
- [3] Rudolf Opitz, Akten-Digitalisierer, Netzwerk-Dokumenten-Scanner kombiniert Flachbett mit Duplex-Einzug, c't 12/16, S. 52



## Feuerstock II

**Amazon verkauft seinen HDMI-Stick der zweiten Generation nun auch in Deutschland – Alexa ist auch mit an Bord.**

Der Fire-TV-Stick der zweiten Generation ist von seinem Vorgänger gut zu unterscheiden: Das Gehäuse ist deutlich angewachsen und geht mit 8,6 Zentimeter Länge und 3 Zentimeter Breite bei einer Dicke von 12,6 Millimeter an die Grenzen dessen, was man noch als Stick durchgehen lässt. Dank der mitgelieferten HDMI-Verlängerung kann man ihn aber nach wie vor dezent hinter dem TV platzieren. Für 40 Euro liegen ein passendes Netzteil und die vom großen Fire TV bekannte Fernbedienung mit Mikrofon ebenfalls mit im Paket.

Der eigentliche Clou des neuen Fire TV Stick ist Amazons ab Werk integrierte Sprachassistentin Alexa. Mit der Mikrofon-Taste der Fernbedienung startet man die Spracheingabe, ein zusätzliches Aktivierungswort ist nicht nötig.

Nach wie vor listet der Fire TV Stick passende Filme und Serien lediglich auf, während er Musikstücke sofort abspielen kann. Gibt es einen Titel in beiden Bereichen – wie „Forever Young“ – gibt Amazon der Videosuche den Vorzug und führt den Musiktitel erst nach einem weiteren Klick auf. Was Alexa auf dem Stick im Vergleich zu den Echos kann – oder auch nicht kann –, scheint oft recht willkürlich: Sie ruft die tägliche Zusammenfassung von Tagesschau & Co. auf, gibt Wetterinfos oder nennt die aktuellen Verkehrsbedingungen. Sie kann den bei Amazon verknüpften Kalender zwar vorlesen, aber keine neuen Einträge setzen und auch die Timer-/Weckerfunktion ist nicht nutzbar. An ein paar Stellen bekommt man zur Sprachausgabe ein schickes Bild aufs TV geliefert, etwa wenn der Stick zum aktuellen Wetter auch die Vorhersage für die nächsten Tage auf dem Fernseher einblendet.

Etwas irritierend ist, dass man den Fire TV Stick trotz seiner Videoausgabe weiterhin über die Alexa-App auf einem Smartphone beziehungsweise am Rechner über den Webbrowser konfigurieren muss. Der Menüpunkt „Alexa“ existiert zwar, verweist allerdings nur auf die Alexa App. Ohne PC oder Smart Device lässt sich die Sprachfunktion nicht anpassen.

Als Prozessor kommt nun eine auf bis zu 2 GHz getaktete Quadcore-CPU (MediaTek 8173C) zum Einsatz, der Arbeitsspeicher von 1 GByte und 8 GByte RAM zur Seite stehen. Das neue Modell ist spürbar flotter als der Vorgänger. An die große TV-Box Fire TV mit Quadcore-CPU und 2 GByte Arbeitsspeicher kommt der neue Stick allerdings nicht ganz heran. Ultrahochau aufgelöste Videos oder „High Performance Gaming“ bleiben letzterer vorbehalten: Beim Fire TV Stick 2 ist weiterhin Full-HD das Höchste der Gefühle, die Spieleleistung stuft Amazon selbst mit „für Casual Gaming und mehr“ ein. Die Box hat zusätzlich einen Ethernet-Port sowie einen Micro-SD-Slot, hinsichtlich der Funkstandards herrscht wieder Gleichstand: Beide unterstützen 802.11ac (MIMO).

Wer bereits ein Fire TV oder einen Fire TV Stick besitzt und sich lediglich die Einbindung der Sprachassistentin wünscht, muss sich den neuen Stick nicht extra anschaffen. Die „Alexa-Firmware“ 5.4.2.1 soll nach und nach auch für die bisherigen Modelle kostenlos bereitstehen; zusätzlich braucht man dann die Sprachfernbedienung. Doch bevor man diese für 25 Euro separat nachkauft, wird man für 15 Euro mehr auch gleich den flotteren Stick mitnehmen. (sha@ct.de)

### Fire TV Stick

#### HDMI-TV-Stick

Hersteller	Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>
Anschlüsse	HDMI, Micro-USB (nur Strom)
Lieferumfang	Fernbedienung inklusive Batterien (2 x AAA), Netzteil, HDMI-Verlängerungskabel
Preis	40 €

Anzeige



## 400 Volt im Ohr

**Die KSE 1500 von Shure sind die ersten elektrostatischen In-Ear-Kopfhörer, die dank akku-betriebenen Verstärker auch unterwegs aufspielen.**

Elektrostatische Wandler haben gegenüber herkömmlichen Tauchspulen den Vorteil, dass lediglich eine hauchdünne Membran zum Schwingen gebracht werden muss. Letztere hat eine wesentlich geringere Masse und gibt dadurch Details besser wieder. Zudem deckt sie das volle Frequenzspektrum ab. Typische Verzerrungen von Mehrwege-Systemen treten deshalb nicht auf, weil Übergänge zwischen Hoch- und Tieftönern wegfallen.

Stationäre Elektrostaten benötigen aber sehr hohe Spannungen, oft von mehreren tausend Volt. Shure konnte die nötige Spannung für die elektrostatischen Wandler der In-Ears KSE 1500 jedoch auf 200 bis 400 Volt senken. Zum Betrieb genügt der mitgelieferte Vorverstärker KSA 1500 von der Größe eines Handys, der Line-Signale über einen kleinen Klinkenstecker entgegennimmt. Alternativ funktioniert er als USB-Audio-Interface (96 kHz, 24 Bit) und wird dank Class Compliance ohne weitere Treiber von macOS, iOS sowie einigen Android-Geräten erkannt, die „USB on the Go“ und „USB Audio Rev. 2“ unterstützen.

Der Akku lädt in rund drei Stunden und gibt laut Hersteller sieben (USB) bis zehn (Line-In) Stunden Musik wieder. Unter macOS maßen wir eine gute Ausgangslatenz von 2,8 ms (96 kHz, 128 Samples), sodass sich die In-Ears auch zu Monitor-Zwecken für Musiker gut eignen. Über einen 4-Band-Equalizer lassen sich verschiedene Profile einstellen und abspeichern. Ein zuschaltbarer Limiter kann zu starke Impulse begrenzen.

Äußerlich gleichen die In-Ears den übrigen Profistöpseln von Shure. Angegeschlossen werden sie über ein 1,4 m langes Kabel mit einem speziellen Lemo-

Stecker, weshalb sie sich nur am KSA 1500 betreiben lassen. In die Kabel eingearbeitete Drähte sichern den Sitz am Ohr. Sieben verschieden große Passstück-Paare aus Memory-Foam sorgen für einen luftdichten Abschluss – wichtig für die Übertragung tiefer Frequenzen. Außengeräusche werden laut Hersteller je nach Passstück um bis zu 37 db gedämpft. Der Sitz ist angenehm, ließe sich jedoch mit Otoplastiken verbessern.

Der weitgehend lineare Frequenzgang sorgt für einen kühl und hart wirkenden Sound. Stimmen wirken überaus präsent, Zischellaute fallen sofort auf, ohne jedoch überbetont zu wirken. Dieser unbarmherzig direkte Klang irritiert im ersten Moment. Er deckt Abstimmungsfehler in Songs schonungslos auf. Das ist für Musikproduzenten hilfreich, wenn sie ihren Mix auf Fehler untersuchen. Wer aber seine Musiksammlung einfach nur genießen will, dem mag diese Direktheit missfallen. Vergleicht man die KSE 1500 mit hochwertigen offenen Kopfhörern wie Sennheisers HD-800S, so wirken Räume weniger weit und luftig – das ist aber ein generelles Problem von In-Ears.

Wer sich vom hohen Preis nicht abschrecken lässt, sollte genau wissen, wozu er die Elektrostaten einsetzen möchte. Sie sind ein hervorragendes Analysewerkzeug, um Fehler aufzudecken. Manch Audiophilem dürfte die Abstimmung aber etwas zu hart sein. Sinnvoll ist in jedem Fall die zusätzliche Anfertigung individueller Otoplastiken beim Hörgeräte-Akustiker, die etwa 150 Euro kosten. Wenn die Kopfhörer nicht unbedingt im Ohr getragen werden sollen, bekommt man allerdings bei Over-Ear-Modellen besseren Klang für weniger Geld. (hag@ct.de)

Anzeige

### Shure KSE 1500

#### Elektrostatische In-Ears mit Mobil-Verstärker

Hersteller	Shure, <a href="http://www.shure.de">www.shure.de</a>
Anschlüsse	USB 2.0, Lightning-Adapter, Line-in (3,5-mm-Stereo-Klinke)
Preis	3000 €



# Rückkehrer

## Vegas Movie Studio 14: Einstiegs-Schnittprogramm – auch für Fortgeschrittene

**Im Frühjahr 2016 übernahm Magix das bis dahin von Sony Creative Software entwickelte Programm. Jetzt kommt – rund drei Jahre nach der 13er Ausgabe – eine neue Version von Vegas Movie Studio heraus. Abgesang oder Fortschritt?**

**Von Philipp Mohaupt und Joachim Sauer**

Seit jeher ist Vegas Movie Studio der „kleine Bruder“ von Vegas Pro, mit dem es viele Funktionen und die Bedienlogik gemein hat. Movie Studio gibt es in den Versionen Standard (50 €), Platinum (80 €) und Suite (140 €). Die Standard-Variante entspricht, von wenigen kleinen Korrekturen abgesehen, der Vorversion. Nennenswerte Neuerungen finden sich erst bei den Platinum- und Suite-Versionen, die sich bezüglich Art und Menge der mitgelieferten Zusatzprogramme und Plug-ins unterscheiden.

Die Fenster der Oberfläche sind farblich zeitgemäß in einem dunklen Grau mit hellgrauen Akzenten gehalten. Medienbrowser, Vorschaufenster und Zeitleiste funktionieren unverändert wie bisher. Auch auf einem UHD-Monitor sind die Symbole gut erkennbar und nicht zu klein.

Die Spurhöhe der Video- und Audio-Tracks lässt sich anpassen, die Größe der Clip-Miniaturen nicht. Praktisch wäre eine Kennzeichnung, welche Clips bereits in der Zeitleiste verwendet wurden.

Schiebt man auf der Timeline zwei Videoclips ineinander, baut Vegas Movie Studio dort eine Kreuzblende ein. Ähnlich intuitiv ändert man die Deckkraft eines Clips – die Hüllkurve nach unten bewegen, fertig. So funktioniert auch das neue „Hover-Scrubbing“, ein vereinfachter Trimm-Modus, der durch Klick in die Vorschau das Markieren eines Bereiches erlaubt; anschließend zieht man die Auswahl in die Zeitleiste. Vegas Movie Studio reagiert zügig und erlaubt ein flüssiges Arbeiten mit Full-HD-Material auch auf mobilen Rechnern, ohne vorherige Proxy-Berechnung. Der Import diverser Consumer-Formate – auch 4K-Dateien von Sony AX100 und Panasonic VX 989 – läuft problemlos, nicht aber bei MKV-Dateien und bei weiteren Profi-Codern. Auch für Einsteiger praktisch ist das automatische Anpassen der Projekteinstellungen anhand der ersten eingelesenen Quelldatei.

Der neue Multicam-Editor stammt von Vegas Pro und funktioniert souverän. Bis zu vier Kamera-Streams lassen sich hier zu einem Film kombinieren. Man legt die einzelnen Filmschnipsel in vier Spuren der

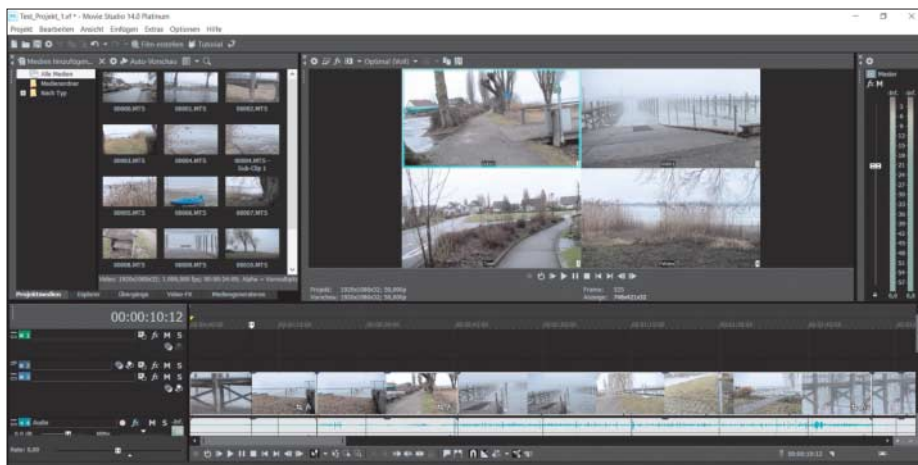
Zeitleiste und markiert sie anschließend; in die Multikamera-Bearbeitung wechselt man über das Menü „Extras“, um per Maus die Kamera-Streams je nach gewünschter Perspektive auszuwählen. Die Software kombiniert aus den manuellen Kamera-wechseln einen neuen Clip. Den sieht man aber erst im Vorschaufenster, wenn man den Multicam-Modus wieder deaktiviert hat. Anders als derzeit eigentlich alle Schnittprogramme synchronisiert Vegas Movie Studio die Videoclips nicht anhand der Audiospur. Man muss schon – wie beim großen Bruder Vegas Pro – die Clips anhand der Audiospur manuell zurechtschieben. Magix will die Automatik nachliefern. Der Vignetten-Effekt, ebenfalls aus Vegas Pro, erlaubt das Erstellen einer schicken Vignette. Farbe, Winkel, Radius und Opazität sind dabei frei wählbar.

Die Filmausgabe erledigt Vegas Movie Studio zuverlässig und mit detaillierten Format-Einstellungen. Besonders praktisch für Einsteiger ist der Export mit seinen Projekteinstellungen. Obendrein bietet das Programm den Upload direkt zu YouTube, Facebook und Vimeo. Das Authoring einer DVD oder Blu-ray erledigt der eigenständige, unveränderte Vegas DVD Architect; Magix Music Maker hilft beim Erstellen eines eigenen Musikstücks.

Vegas Movie Studio wartet mit einer soliden Leistungsfähigkeit auf. Für die neue RAM-Vorschau lässt sich bei leistungsstarken Rechnern nun mehr Arbeitsspeicher zum Auslagern bereitstellen. Getestet mit einem Intel Core i7 (3,5 GHz, 16 GByte DDR4-RAM) und einer Nvidia GTX 970 (4096 MByte GDDR5-RAM) lief die Wiedergabe von vier 4K-Video Spuren mit 24p-Material des Camcorders Sony AX100 flüssig. AVCHD-Dateien mit 50 und 25 Vollbildern/s zeigte die Software auf neun respektive zehn Spuren ohne Aussetzer. Die Dateiberechnung benötigt 1,5fache Echtzeit.

### Fazit

Vegas Movie Studio punktet mit seinen alten Stärken: ordentliche Leistung, gute Stabilität, großer Funktionsumfang. Überzeugende Argumente für ein Upgrade gibt es allerdings kaum. Das weiß auch der Hersteller, deshalb versucht er, die Attraktivität der Software mit Plug-ins und Zusatzprogrammen von Drittherstellern zu steigern. Das macht das Programm gerade für Umsteiger und Neulinge interessant. Auch die bekommen mit der Platinum-Variante ein ausgereiftes Softwarepaket zum fairen Preis. (uh@ct.de) **ct**



Der neue Multicam-Editor stammt vom großen Bruder Vegas Pro. Doch auch ihm fehlt eine automatische Synchronisierung der Videodateien anhand der Audiospur.



Anzeige

# Zeichnen mit Köpfchen

## Corel optimiert seine Graphics Suite für Stift-Bedienung

**Tablets und Convertibles mit Stiftbedienung liegen voll im Trend. Das hat auch Corel erkannt und die jüngste Version seines Grafikpakets auf Touch-Geräte ausgerichtet. Die spannendste Neuerung heißt LiveSketch: Sie wandelt gestrichelte Skizzen in editierbare Vektorkurven um und erlernt nach und nach den Zeichenstil des Anwenders.**

Von Martin Reche  
und Gerald Himmelein

Diesmal ist Corel mit seiner Graphics Suite früh dran: Nur ein Jahr nach Version X8 erscheint nun die neueste Ausgabe: CorelDraw Graphics Suite 2017. Das „X“ im Namen weicht ab sofort der jeweiligen Jahreszahl. Gleich geblieben ist der pralle Lieferumfang von insgesamt 14 größeren und kleineren Programmen [1]. Außer dem Vektorzeichner CorelDraw gehören dazu etwa der Bildbearbei-

ter Photo Paint, die Schriftverwaltung Font Manager sowie der Homepage-Baukasten Website Creator. Letzterer muss wie gehabt über den programmeneigenen Marktplatz heruntergeladen werden. Wie es sich für den Clipart-König Corel gehört, legt er wieder Tausende Fotos, Vorlagen und Cliparts mit ins Paket. Anders die ausführlichen E-Book-Anleitungen zu CorelDraw und Photo Paint: Diese müssen Anwender eigenständig aus ihrem Corel-Nutzerkonto herunterladen. Wir haben die neueste Version der Grafiksuite auf einem Microsoft Surface Pro 4 mit Core-M-Prozessor und Surface Pen getestet sowie auf einem Wacom MobileStudio Pro (c't 7/17, S. 140).

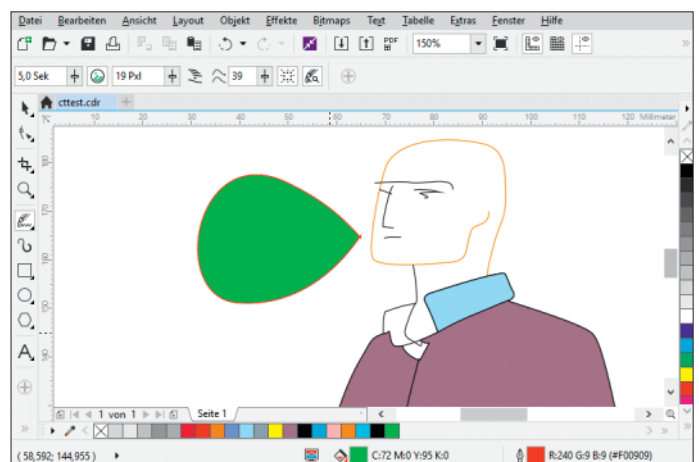
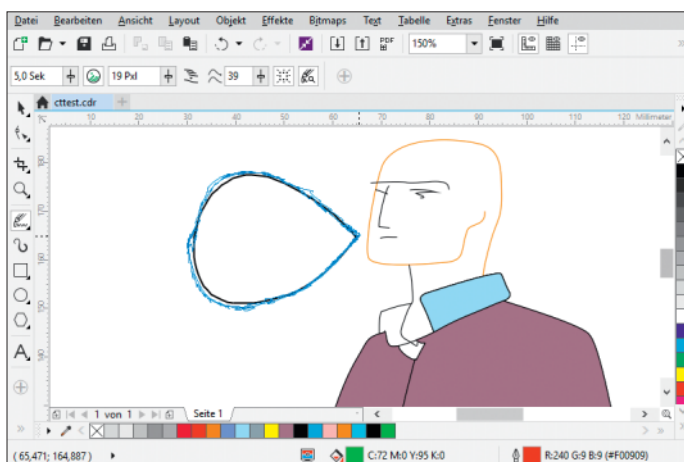
Die meisten Neuerungen der Version 2017 kommen Vektorzeichner und Bildbearbeitern zugute. Die spannendste Neuerung ist LiveSketch. Damit soll man auf Touchscreens und Grafik-Tablets ähnlich zeichnen können wie auf Papier. Ein Beispiel: Viele Designer arbeiten häufig mit kleinteiligen Strichen, aus denen

sich nach und nach die fertige Form herauskristallisiert, etwa ein Kreis. Beim Skizzieren auf Papier bleiben die Stricheleien erhalten. Das ist bei LiveSketch anders. Strichelt man etwa eine Mandelform für eine Sprechblase, wandelt CorelDraw die Skizze von selbst in eine editierbare Vektorkurve um und die Hilfsstriche verschwinden. Clever: Man kann einen Timer setzen, der in Sekunden festlegt, mit welcher Verzögerung die Striche in einen Vektor umgewandelt werden; alternativ klappt das bei angeschlossener Tastatur auch mit der Eingabe-Taste. Kurvenabstand und -glättung lassen sich frei justieren.

Aktiviert man während des Zeichnens den Vorschaumodus, sieht man sogleich, wie die Form zwischen den vielen Strichen aussehen wird. Zeichnet man aus Versehen eine Kante in die Mandelform, bügeln weitere Striche die Ecke aus und bringen sie nachträglich in die gewünschte Form. Auch bei diesen Korrekturen hilft der Vorschaumodus.

### Neuronales Netzwerk

Runde Objekte kann man mit LiveSketch schnell zeichnen, Ecken erkennt das Werkzeug hingegen nur leidlich. Für Rechtecke, Dreiecke & Co. greift man deshalb besser zu den dedizierten Zeichenwerkzeugen. Schade: LiveSketch reagiert beim Zeichnen mit Eingabestiften nicht auf Druckstufen, was lebendigeres Skizzieren mit dem Werkzeug verhindert. Das Zeichnen mit LiveSketch klappt mit einigen Einschränkungen aber bereits recht gut und soll mit anhaltender Programmnutzung besser werden. Dafür läuft im Hintergrund laut Hersteller ein neuronales Netzwerk, das sich auf den Zeichenstil des Anwenders einstellen soll.

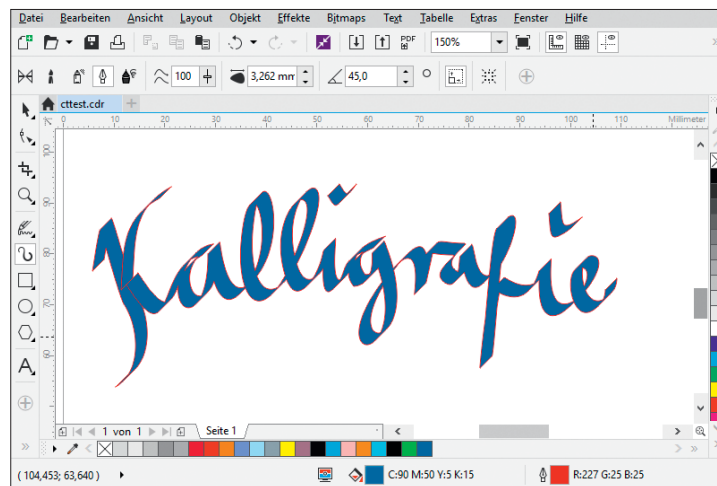


LiveSketch verwandelt gestrichelte Skizzen in Vektorkurven (links). Die Vorschaufunktion lässt das Ergebnis bereits erahnen.

Einige Zeichenwerkzeuge in CorelDraw und Photo Paint erkennen jetzt nicht nur den auf die Stiftspitze ausgeübten Druck, sondern auch den Neigungswinkel und die Orientierung des Eingabestifts. Damit zeichnet man kalligrafisch anmutende Kurven. Das klappt sowohl in CorelDraw als auch Photo Paint prima, ersteres benötigt einen Eingriff in die Optionen. Im Test funktionierte die Druckererkennung zwar, reagierte aber auf unseren Testgeräten mit den Voreinstellungen nicht sensibel genug. Will man etwa mit dem Stift einen Strich zeichnen, der filigran beginnt und breit endet, klappt das nur bedingt. Vor allem mit dünn anfangenden Linien tut sich die Erkennung noch etwas schwer. Schnelle Striche bereiteten CorelDraw im Test auch auf der i7-Variante des Wacom MobileStudio Pro immer wieder Schwierigkeiten. Mit wenig Druck geführte Striche erscheinen entweder gar nicht auf dem Schirm oder als Geraden ohne Druckvariation. Quer durch andere Linien geführte Striche, etwa der Balken im Buchstaben „A“, ziehen mal einen Teil des vorangegangenen Strichs mit, mal werden sie zu einfachen Linien.

Gut gelungen ist die Überarbeitung der Knoten- und Ziehpunkte, die sich besser als bisher vom Hintergrund abheben. Ausgewählte Knoten stellt CorelDraw jetzt als gefüllte Klötzchen dar, nicht ausgewählte bleiben in der Mitte weiß. Gibt es bei besonders schwierigen Hintergründen Darstellungsprobleme, lassen sich Größe, Farbe und Erscheinungsbild der Knoten- und Ziehpunkte in den Optionen individuell anpassen.

Auch technisch wurde CorelDraw auf den neuesten Stand gebracht. So unter-



Einige Werkzeuge von CorelDraw erkennen jetzt außer dem Druck auch den Neigungswinkel des Eingabestifts. Das ermöglicht etwa Kalligrafieeffekte.

stützt das Grafikpaket jetzt die Ausgabe auf hochauflösenden Monitoren bis 8K sowie Microsoft Surface Dial als Eingabegerät, das in Deutschland aber noch nicht erhältlich ist. Umsteiger von älteren CorelDraw-Versionen ab Version X6 dürfen ihre gewohnten Arbeitsbereiche in Version 2017 importieren.

### Trennung leicht gemacht

CorelDraw stellt verschiedene Bedienoberflächen zur Auswahl. Dazu zählen unter anderem eine an Adobe Illustrator angelehnte und eine für Touch-Geräte optimierte Oberfläche. Trennt man ein Convertible während der Arbeit mit CorelDraw in Tablet und Tastatur, wechselt das Programm automatisch in den Touch-Modus, was einige Sekunden dauert. Menüs werden dabei aufs Wesentliche reduziert und Symbole sowie die Ansicht der Arbeitsfläche vergrößert, sodass man bequem per Finger und Stift direkt auf dem Bildschirm zeichnen kann. Mit dem

Finger hält man grobe Skizzen fest, detaillierte Zeichnungen erstellt man mit Stift oder Maus. Steckt man die Tastatur wieder an, wechselt CorelDraw nach ein paar Sekunden automatisch zur klassischen Bedienoberfläche zurück. Beim Start erkennt das Programm allerdings nicht, ob man gerade mit oder ohne Tastatur arbeitet und ruft immer die zuletzt verwendete Oberfläche auf.

### Fazit

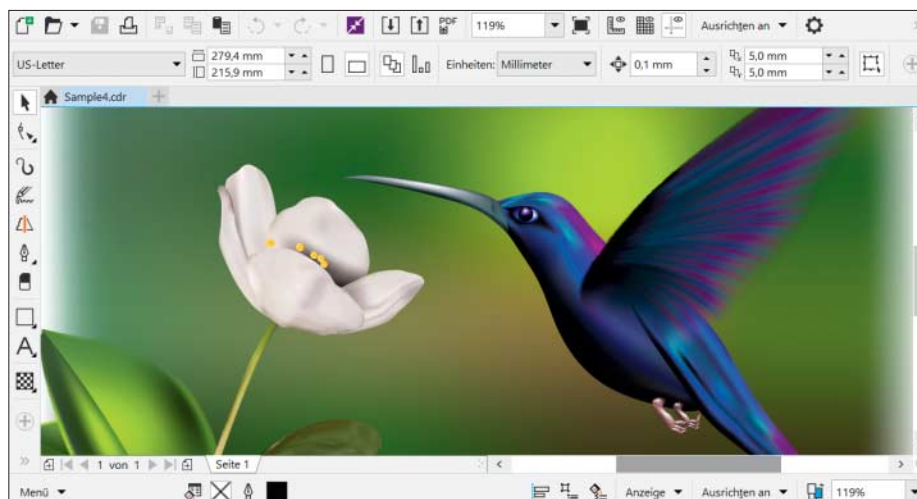
Version 2017 von Corels Grafikpaket lohnt sich vor allem für Anwender, die gerne mit digitalen Stiften arbeiten – auch wenn die Digitizer-Unterstützung hie und da noch etwas unfertig wirkt. Die neue Version zeigt sich erfreulich ressourcenschonend – auf dem Surface Pro konnten wir trotz Mobilprozessor komplexere Zeichnungen fast ohne Einschränkungen bearbeiten. Nur beim Zoomen kam es hin und wieder zu kleinen Verzögerungen. Sympathisch: Corel beschreitet nicht wie die Konkurrenz den Weg des Zwangsabos. Die Kanadier lassen ihren Kunden weiterhin die Wahl zwischen Vollversion oder Upgrade sowie mehreren Abo-Modellen.

(mre@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Martin Reche, Frisch frisiert, CorelDraw Graphics Suite X8 bringt neue Funktionen für den Agentur-Alltag, c't 9/16, S. 128

15-Tage-Testversion: [ct.de/ynmt](http://ct.de/ynmt)



Der Touch-Modus reduziert Menüs und Knöpfe auf ein Minimum. So lässt sich ungehindert mit Finger und Stift auf Touch-fähigen Endgeräten arbeiten.

CorelDraw Graphics Suite 2017	
Grafiksuite	
Hersteller	Corel, <a href="http://www.corel.de">www.corel.de</a>
Systemanf.	Windows ab 7
Preise	Vollversion 700 €, Upgrade 350 €, Abo-Modelle ab 20 € pro Monat



## LAN-Turbo

**Die PCIe-Karte Asus XG-C100C macht schnelles 10-Gigabit-Ethernet über Kupferkabel erschwinglich.**

Die mit NBase-T eingeführten Ethernet-Linkraten 2,5 und 5 GBit/s wurden für moderne Access Points geschaffen. Mit passenden Switches bekommen auch PCs mehr Durchsatz. Wir probierten die von Asus für Ende Juni angekündigte XG-C100C mit einer Delock 89456 (c't 18/16) als Gegenstelle aus.

Die Linkrate zwischen beiden hing von der Kabellänge ab: Über 10 und 20 Meter CAT5e-Patchkabel mit 1 und 3 Kupplungen darin gab es 10 GBit/s brutto; Asus verspricht das bis 30 m CAT5e. Bei 50 und 100 Meter Distanz über Patch- und Verlegekabel kamen erwartetermaßen 5 GBit/s zustande.

Der 5-G-Link lieferte stets den maximal möglichen Nettodurchsatz (4,7 GBit/s). Doch auf der 10-G-Verbindung gingen je nach Richtung und Anzahl der TCP-Streams mal 6,6, mal 7,3 und auch 9,4 GBit/s durch. Offensichtlich gibt es noch Optimierungspotenzial bei den Treibern. Dennoch bringt die XG-C100C an älteren Kabeln schon jetzt einen ordentlichen Durchsatzschub, Faktor 5 ist nicht zu verachten.

Mit dem Preis von 100 Euro setzt Asus Delock unter Druck: Die 89456er Karte kostete bei Redaktionsschluss rund 220 Euro, womit die XG-C100C eine attraktive Alternative werden dürfte. (ea@ct.de)

Asus XG-C100C	
NBase-T-LAN-Karte	
Hersteller	Asus, <a href="http://www.asus.de">www.asus.de</a>
Anzeigen / Zubehör	2 Statusleuchten / Low-Profile-Slotblech
Anschlüsse	1 × RJ45 (NBase-T, 10GBase-T), PCIe 3.0/2.1/2.0 x4
Treiber online für	Windows 7 bis 10 (64 Bit), Linux (ab Kernel 3.2)
Preis	100 € (Ende Juni)



## Tastatur-Drill

**Mit den 30 aufeinander aufbauenden Übungen von Goldfinger erarbeitet man sich nach und nach die gesamte Tastatur.**

Beim Tippen auf einer Tastatur hilft es, wenn alle zehn Finger blind die richtigen Tasten finden. So kann man auf den Bildschirm schauen und die Sitzhaltung am Rechner ist ergonomisch korrekt. Dabei ist es mit dem Zehnfingersystem wie mit dem Fahrradfahren: Es braucht Geduld und Disziplin, um es zu erlernen, lässt sich dann aber auch nach längeren Pausen wieder abrufen.

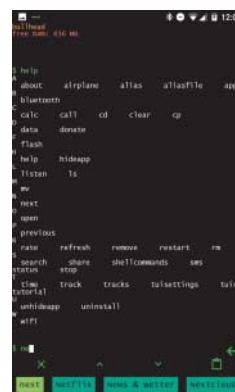
Goldfinger umfasst auch Übungen zum Ziffernblock sowie fünf simple Lernspiele und eine Diktatfunktion. Der Anwender kann sich mitgelieferte Texte diktieren lassen oder selbst eingesprochene Übungstexte anhören und abtippen.

Eine Statistik zeigt für jeden Finger dessen aktuelle Fehlerrate. Übungslänge, Schriftart und Farbschema für die Darstellung am Bildschirm kann man einstellen; neu in Version 10 ist ein Schieberegler zur Wahl der Schriftgröße. Außerdem kann man nun festlegen, ob Fehler unmittelbar nach Eingabe des Zeichens korrigiert werden oder erst zum Abschluss der Lektion. Goldfinger reagiert dynamisch, indem es häufig falsch getippte Zeichen besonders oft in den Übungsstoff einbaut.

Wer weder Kosten noch Mühen scheut, erlernt das Zehnfingersystem mit Goldfinger zuverlässig und komfortabel. Weniger umfangreiche, aber kostenlose Alternativen sind Online-Tipptrainer im Web.

(Sebastian Barczok/dwi@ct.de)

Goldfinger 10	
Tipptrainer	
Hersteller	United Soft Media, <a href="http://www.usm.de">www.usm.de</a>
Systemanf.	Windows 7-10, .NET 4.x
Preis	17 €



## Tippnehmer

**Der Android-Launcher t-ui bildet Aussehen und Funktion einer Linux-Shell nach.**

Eine Shell als Android-Oberfläche klingt nach einem Gag, erlaubt aber eine überraschend zügige Bedienung des Mobilgeräts. So braucht man zum Starten einer App lediglich die ersten Buchstaben ihres Namens einzutippen, worauf t-ui unter dem Cursor passende Apps vorschlägt, die man per Fingertipp aufruft. Das geht tatsächlich schneller, als ein gewünschtes Icon erst im App-Menü oder auf einem der Homescreens suchen zu müssen, weshalb auch konventionelle Launcher mittlerweile ähnliche App-Suchen anbieten.

Zum Ein- und Ausschalten von Schnittstellen hat t-ui eigene Befehle parat – beispielsweise „airplane“, „bluetooth“ oder „wifi“. Anrufe und SMS-Nachrichten werden durch „call“ und „sms“ gefolgt vom Namen des Kontakts initiiert. Die Dateiverwaltung auf der Speicherkarte klappt mit ls, cd, move, cp oder mkdir.

Darüber hinaus funktionieren viele weitere Shell-Kommandos, auch wenn die meisten auf einem Smartphone dann doch wenig nützen. Abgerundet wird der Funktionsumfang von einem Audioplayer, einem Taschenrechner und einer konfigurierbaren Suche. Dank der Vorschlagsleiste am unteren Bildrand bei jeder Eingabe hält sich die Tipperei in Grenzen.

Der Launcher t-ui trifft wohl nicht den Massenschmack, wer aber mit der Linux-Kommandozeile vertraut ist, dürfte seinen Spaß haben (spo@ct.de)

t-ui Linux-CLI-Launcher	
Android-Oberfläche	
Entwickler	Francesco Andreuzzi
Systemanf.	Android 2.2
Preis	kostenlos





## Nachlass unterwegs

**Die App LifeCompanion sammelt Passwörter sowie Aufbewahrungsorte wichtiger Dokumente und nimmt Wünsche für die eigene Beerdigung entgegen.**

Das digitale Sammelalbum speichert keine vertraulichen Dokumente, sondern fragt in Freitextfeldern und Checklisten ab, was schon erledigt ist: Mitgliedsnummer bei der Lebensversicherung, Passwort für die Dropbox, Organspendeausweis oder die Vorsorgevollmacht markiert man als „habe vorgesorgt“ und beschreibt den Ablageort oder trägt direkt die Zugangsdaten ein.

Sobald man in der App einen Vertreter und zwei Zeugen benennt, erhalten diese eine Mail mit der Einladung zur App und der Beschreibung ihrer Aufgaben. Hinterlegte Dokumente und Zugänge gibt die App erst für den benannten Nachlassvertreter frei, wenn der Tod durch ihn und beide Zeugen per Klick in der App bestätigt wurde.

LifeCompanion versteht sich als Wegbegleiter, weshalb der Nutzer auch eigene Lebensziele feststecken kann, an die ihn die App erinnert. Der Song zur eigenen Bestattung, die letzten Worte auf Facebook und Nachrichten, die nach dem Tod noch ihre Adressaten erreichen sollen, richtet man im Reiter „Ich“ ein.

Laut Datenschutzerklärung sind die App-Daten auf eigenen Servern sicher – trotzdem empfiehlt der Hersteller, keine Account-Zugänge direkt in der App zu hinterlegen, sondern lediglich einen Hinweis auf deren Aufbewahrungsort.

([lel@ct.de](mailto:lel@ct.de))

LifeCompanion	
Nachlass-App	
Hersteller	TomorrowBits, <a href="http://www.lifecompanion.eu">www.lifecompanion.eu</a>
Systemanf.	Android ab 4.2, iOS ab 8.0
Preis	<a href="#">kostenlos</a>



## Ubuntu-Optimierer

**Stacer räumt mit wenigen Mausklicks ein Ubuntu-System auf, kontrolliert Hintergrunddienste und liefert obendrein noch nützliche Statistiken.**

Auf einer schicken Oberfläche visualisiert Stacer mit bunten Balken die aktuelle Auslastung des Prozessors, des Hauptspeichers, den Füllstand der Festplatte sowie die aktuelle Down- und Upload-Rate im Netzwerk. Ergänzend erfährt man die Ubuntu-Version, den genutzten Kernel und das verbaute Prozessor-Modell. Drei Diagramme zeichnen unter „Resources“ zudem Prozessorlast, verwendeten Arbeitsspeicher und den Netzwerkverkehr über die letzten 30 Sekunden nach.

Überflüssige Dateien löscht Stacer mit einem Klick. Darunter fallen der Paket-Cache, Absturzberichte, Log-Dateien, der Cache einiger Anwendungen sowie der Inhalt des Mülleimers. Anwender dürfen Dateien vom Löschen ausschließen. Im Hintergrund laufende Systemdienste lassen sich per Klick ein- und ausschalten. Stacer listet installierte Pakete auf, die sich hier auch entfernen lassen. Auf Wunsch startet das Tool ausgewählte Anwendungen automatisch nach der Anmeldung.

Stacer gibt sich einsteigerfreundlich, fordert jedoch Kenntnisse über das zugrunde liegende Linux-System. Im Test weigerte sich Stacer in einigen Fällen, Dateien zu löschen, Dienste zu deaktivieren und Anwendungen zu starten. (Tim Schürmann/[Imd@ct.de](mailto:Imd@ct.de))

Stacer 1.0.6	
Systemoptimierer	
Hersteller	Oguzhan Inan, <a href="https://github.com/oguzhaninan/Stacer">https://github.com/oguzhaninan/Stacer</a>
Systemanf.	Ubuntu
Preis	<a href="#">kostenlos</a> (MIT License)

Anzeige

# Aufgerieben

**Samsung und Telekom haben keinen direkten Draht, um Servicefälle ihrer Kunden zu lösen**

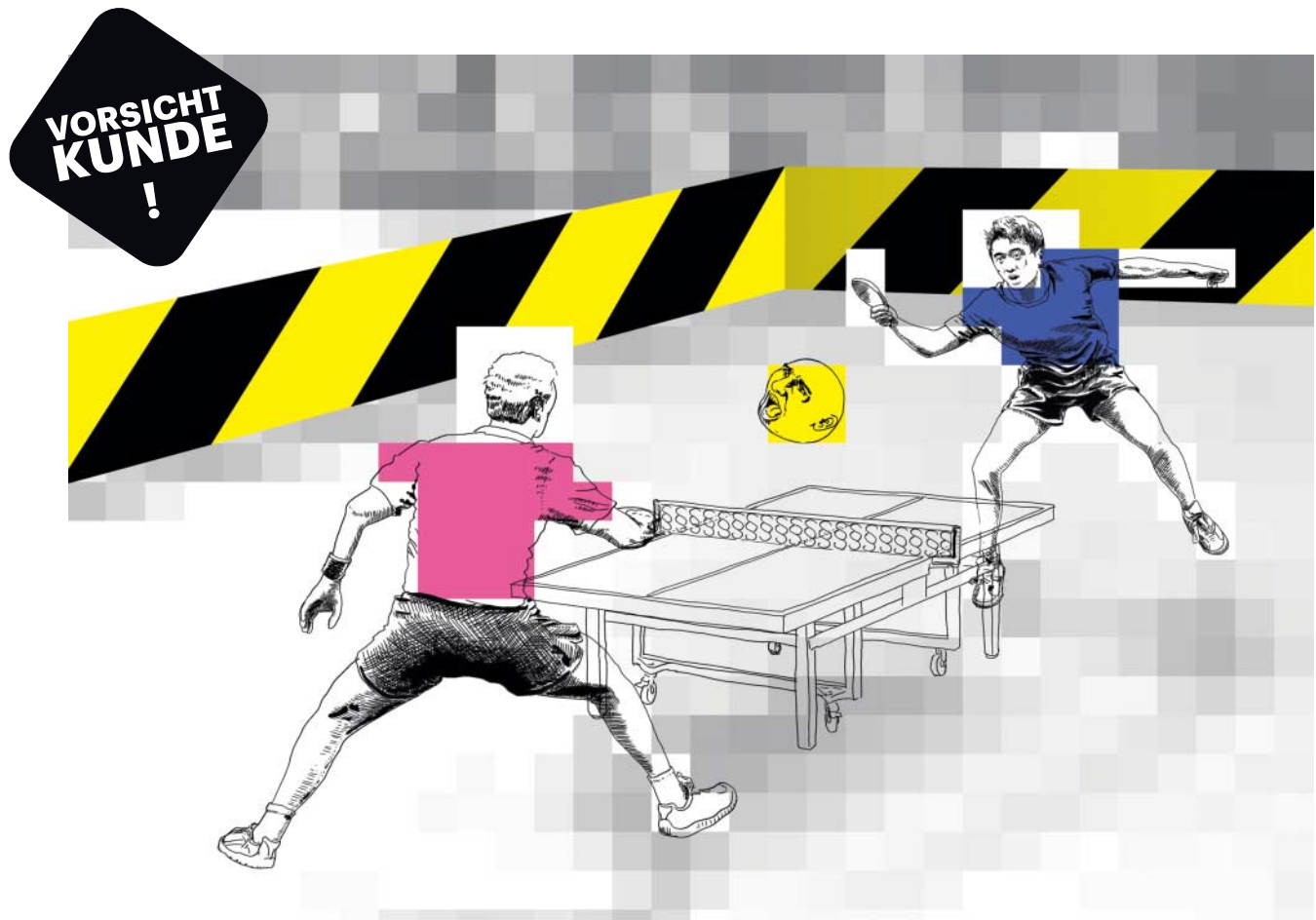


Bild: Rudolf A. Blaha

**Wenn ein teures Gadget wie eine Smartwatch nur gerade ein Jahr durchhält, ist das ärgerlich. Wer sich dann bei Herstellern und Anbietern von Weltruf dank umfassender Garantien in Sicherheit wiegt, der riskiert eine Enttäuschung.**

**Von Tim Gerber**

**D**ie Smartwatch Gear Fit lasse den Träger dank gebogenem Super-AMOLED-Touchscreen auch bei anstrengendsten Übungen noch cool aussehen, verspricht ihr Hersteller Samsung in der Werbung. So eine Fitness-Uhr wollte auch c't-Leser Daniel G. und bestellte sie sich Ende November 2015 im Online-Shop der Deutschen Telekom für knapp 70 Euro. Kaum ein Jahr später zeigte die Uhr schon deutliche Ausfallserscheinungen: Die Akkuladeanzeige funktionierte nicht mehr zuverlässig und nach einer Flugreise habe der seitliche Knopf der Uhr mehrmals über Tage nicht reagiert,

schilderte Daniel G. der c't-Redaktion die Probleme mit seiner Gear Fit.

Anfang März wandte sich Daniel G. deshalb telefonisch an den Telekom-Support. Der verwies den Kunden an den Support des Herstellers Samsung. Auf dessen Geheiß sandte Daniel G. die Gear Fit auf eigene Kosten an die Samsung-Vertragswerkstatt LetMeRepair im brandenburgischen Kleinmachnow. Diese sandte ihm die Uhr jedoch bereits nach einer knappen Woche unrepariert wieder zurück. In dem beiliegenden Schreiben bedauerte Samsung, dass derzeit keine Ersatzteile für die Gear Fit geliefert werden könnten und

eine Reparatur deshalb nicht möglich sei. Um dem Kunden „im Rahmen unserer Möglichkeiten einen adäquaten Ersatz anzubieten“, bat die Samsung-Werkstatt den Kunden, sich mit diesem Schreiben und seinem Kaufbeleg an seinen Händler zu wenden, also die Deutsche Telekom. Diese könne damit eine Rückabwicklung durchführen. Einfach gesagt: Der Kunde sollte sein Geld für die Uhr von der Telekom zurückbekommen.

## Hin und Her

Die Telekom-Hotline schickte den Kunden in den nächstgelegenen Shop in Stuttgart-Vaihingen. Dort gab Daniel G. seine Smartwatch am 15. März ab. „Gear Fit Black und Ladeschale geht zur Überprüfung“, notierte der Shop-Mitarbeiter auf einen Zettel mit Stempel des Shops und Unterschrift. Die Telekom ließ die Uhr jedoch postwendend an den Shop zurückgehen. Dazu erhielt der Kunde die knappe Antwort: „Anbei erhalten Sie Ihre Samsung Gear unbearbeitet zurück, da wir keinen Service dafür anbieten können.“

Der Shop-Mitarbeiter lehnte jede weitere Bearbeitung des Garantiefalles ab und verwies den Kunden ohne nähere Begründung an Samsung. Erneut wandte sich Daniel G. an den Hersteller und wies diesen auf seine gesetzlichen Garantieverpflichtungen hin, die Anfang März in „Vorsicht, Kunde!“ ausführlich an einem anderen Fall von Samsung dargelegt waren

(siehe Kasten und [1]). Darauf erhielt er eine gute Woche später die Antwort, man habe ja die Garantieleistung nicht verweigert, sondern könne sie nicht erbringen, weil das notwendige Ersatzteil nicht verfügbar sei. Dass in einem solchen Fall eine Kaufpreiserstattung fällig wäre, darüber verlor Samsung freilich keine Silbe.

Derart zwischen Hersteller und Verkäufer hin- und hergeschoben, wandte sich Daniel G. Anfang April hilfesuchend an c't. Wir fragten am 3. April per E-Mail und Kontaktformular bei der Telekom-Pressestelle nach und erkundigten uns, warum sich der Konzern außer Stande sehe, dem Kunden in diesem Reklamationsfall durch Vermittlung mit seinem Haus- und Hoflieferanten Samsung behilflich zu sein. Da die erbetene Reaktion ausblieb und der Telekommunikationsriese keine Faxnummer hat, sandten wir am 5. April ein Einschreiben per Post an die Pressestelle der Telekom. Auch das blieb fast zwei Wochen unbeantwortet.

Erst am 18. April meldete sich Marion Flink von der Unternehmenskommunikation der Telekom und teilte mit, man wolle Daniel G. entweder eine neue Uhr zukommen lassen oder den Kaufpreis erstatten. Eine Antwort auf unsere Frage nach den Gründen für diese Behandlung gab die Nachricht nicht. Erst auf Nachfrage erfuhren wir, dass die Telekom als Verkäufer Gewährleistungsfälle für die von ihr verkauften Geräte abwickle. Dies treffe



**Die Gear Fit soll ihren Träger cool aussehen lassen, im Garantiefall lässt der Hersteller ihn aber auch schon mal alt aussehen.**

auf Mobiltelefone und Smartphones auch ausnahmslos zu. Bei einigen Zubehörartikeln könne es vertragsgemäß oder aufgrund eines besonderen Beratungsbedarfs vorkommen, dass man seine Kunden an die Hersteller-Hotline verweise, woraufhin der Kunde dann im Rahmen der Herstellergarantie bedient werde.

Das hat im Fall von Daniel G. augenscheinlich nicht geklappt. Die Gründe dafür konnte uns die Telekom auch nicht schlüssig erklären. Marion Flink schrieb dazu nur: „Ich kann Ihnen nicht sagen, was den Kollegen veranlasst hat, das Gerät nicht auszutauschen. Ich vermute, es war ein Missverständnis.“

Auch bei Samsung haben wir angefragt, warum eine Lösung für das Anliegen des Kunden so schwer herbeizuführen sei. Bis Redaktionsschluss haben wir dazu keine Antwort erhalten. Dass zwei gewichtige und auf vielfältige Weise in geschäftlichen Beziehungen miteinander stehende Großkonzerne wie Samsung und Deutsche Telekom es nicht hinbekommen, ihren gemeinsamen Kunden gemeinsam zu helfen, ist ein Armutszeugnis und legt die Vermutung nahe, dass man es im Grunde gar nicht will. Stattdessen überlässt man es lieber dem Kunden, sich zwischen den verschiedenen Service-Stellen aufzureiben. Dass dabei „Missverständnisse“ wie bei Daniel G. entstehen, ist kein Zufall, sondern eher zwangsläufig. Die seitens der Telekom gegenüber c't zugesagte Kontaktaufnahme mit dem Kunden ist bis Redaktionsschluss nicht erfolgt. Daniel G. muss also weiter bangen, ob die Telekom ihre Zusage einhält. (tig@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Tim Gerber, Grenzen dicht, Samsung verweigert Garantie wegen „Auslandsbezug“, c't 7/17, S. 76

## Vorsicht, Kunde – nachgehakt

Anfang März berichteten wir über den Garantiefall des Lesers Michael H. und seinen defekten Samsung-Fernseher [1]. Der war mangels Ersatzteilen irreparabel, dennoch verweigerte der Hersteller ihm die Garantie wegen „Auslandsbezugs“. Nachdem sich die c't eingeschaltet hatte, sagte Samsung Mitte Februar zu, das defekte Gerät beim Kunden abholen und ihm den Kaufpreis direkt erstatten zu wollen. Nach Erscheinen des Artikels meldete sich Michael H. erneut und beklagte, dass er nun bereits seit über zwei Wochen auf die Abholung warte. Kurz darauf erhielt er zudem von Samsung eine Mail, wonach sein Anliegen erst jetzt „abschließend geprüft“ werde. Das stand in deutlichem Widerspruch zu der sowohl gegenüber dem Kunden als auch gegenüber c't zugesagten Kaufpreiserstattung.

Auf Nachfrage versicherte man uns jedoch, es sei „alles im Fluss“ und werde wie zugesagt gehandhabt. Die Mail an den Kunden sei in der Tat etwas verwirrend, räumte Samsung ein.

Einen knappen Monat später, am 28. März, hatte sich noch immer nichts bewegt und auf Nachfragen des Kunden reagierte Samsung nicht mehr. Am 31. März teilte Samsung dann mit, dass der Prozess in Gang sei. Das Gerät werde am folgenden Montag zum Retourenlager transportiert; anschließend erfolge die Auszahlung an den Kunden. Tatsächlich wurde der Fernseher noch am selben Tag abgeholt. Zugleich erhielt Michael H. die Nachricht, dass eine Auszahlung an ihn erfolgen werde, sobald der Eingang verbucht sei. Darauf wartet Michael H. nun schon seit über einem Monat vergeblich.

# Festplatten-Turbo

## Intels Optane Memory als Systembeschleuniger

**Es war ein großes Versprechen: 1000-mal schneller als Flash und deutlich haltbarer sollte der Flash-Nachfolger 3D XPoint werden. Als Erstes bestückt Intel damit nun eine Beschleuniger-SSD namens Optane Memory für Desktop-PCs und Notebooks.**

Von Lutz Labs

Hat man die Wahl zwischen einem PC mit Festplatte und einem mit einer SSD, so wird wohl jeder zu dem SSD-System greifen. Intels Optane Memory aber soll lahme Festplatten-Rechner so beschleunigen, dass man keinen Unterschied mehr bemerkt. Ältere Hardware lässt sich damit zwar nicht aufrüsten, aber Anbieter von Komplettsystemen könnten zugreifen – denn ein Aufkleber mit der schnellen Optane-Technik ist sicherlich werbewirksam.

### Hardware

Intels Optane-Modul ist ausschließlich als M.2-SSD (2280) mit 16 oder 32 GByte Speicherkapazität erhältlich. Optisch durch seine zwei Kerben leicht mit einer M.2-SATA-SSD zu verwechseln, läuft es jedoch nur in einem PCIe-fähigen Slot. Anders als die meisten NVMe-SSDs nutzt Optane Memory nur zwei PCIe-3.0-Lanes, erreicht also mit 2 GByte/s maximal nur die Hälfte der möglichen M.2-Geschwindigkeit. Aber bei Optane dreht sich alles um IOPS, also Zugriffe auf zufällige Adressen, nicht um sequenzielle Transfers.

Die SSD ist einseitig bestückt; außer dem Controller fand sich auf unserem 16-GByte-Modul lediglich ein 3D-XPoint-Chip – beim 32-GByte-Modell sind es zwei. Ein DRAM-Cache ist nicht vorhanden; der

Aufkleber enthält eine Kupferfolie zur besseren Wärmeableitung.

Ohne Installation zusätzlicher Software binden PCs das Optane Memory als NVMe-SSD ein. Das Betriebssystem meldet 13,4 GByte, weil auch 3D XPoint etwas Platz für Metadaten und Reserveblöcke braucht, nicht aber für Overprovisioning: Der neue Speichertyp muss vor dem Beschreiben nicht gelöscht werden, auch das macht ihn schneller als NAND-Flash.

### Optane Memory als SSD

Optane Memory klinkt sich per Software als Cache zwischen CPU und Festplatte ein und soll das Gesamtsystem teils um den Faktor 14 beschleunigen. Zuallererst aber haben wir unser 16 GByte großes Optane-Kärtchen durch den selben Testparcours geschickt wie jede andere SSD auch.

Die Benchmarks attestieren der Mini-SSD eher unterdurchschnittliche Performance: Beim sequenziellen Lesen erreicht

sie 930 MByte/s, beim Schreiben gerade einmal 150 MByte/s. Auch bei Zugriffen auf zufällige Adressen sind andere SSDs weit voraus: Zwar erreicht Optane Memory beim Lesen gute 150.000 IOPS, dem stehen aber magere 37.000 IOPS beim Schreiben gegenüber. Zugute halten muss man der SSD jedoch, dass sie die Werte bei zufälligen Zugriffen bereits bei nur wenigen gleichzeitigen Anforderungen erreicht – auf NAND-Flash basierende SSDs schaffen das erst bei vielen gleichzeitigen Zugriffen, also bei hoher „Queue Depth“.

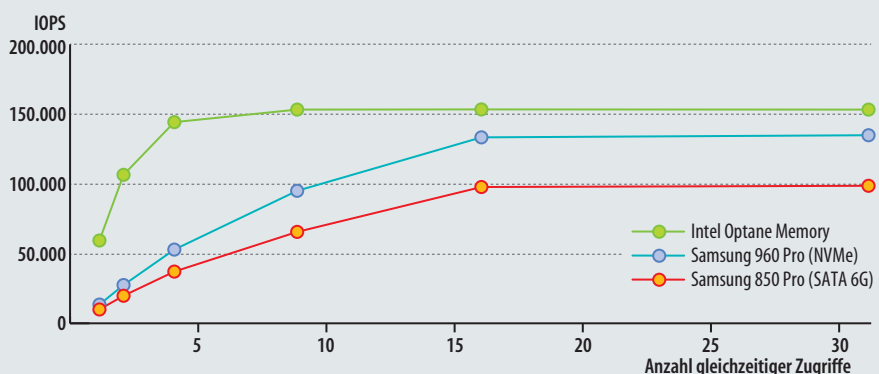
Hier sieht Intel einen wesentlichen Vorteil gegenüber NAND-Flash. Denn in typischen Desktop-Anwendungen treten nur wenige gleichzeitige Anforderungen auf – auf diese Situation ist Optane Memory laut Intel besser zugeschnitten. Die sequenziellen Datenraten spielen beim Einsatz als Cache keine Rolle. Auch die relativ geringen Werte für sequenzielles und zufälliges Schreiben sind nicht kritisch, denn das Lesen ist bei (Windows-)PCs der häufigere Fall.

### Energiebedarf

SSDs benötigen zwar eigentlich nicht weniger Leistung als Festplatten, sie sind aber mit Lesen und Schreiben meistens schneller fertig – was netto eine bessere Energiebilanz ergibt. Steckt man aber das Optane-Modul zusätzlich zu einer Festplatte in den PC, addiert sich dessen Leistungsaufnahme zu der der Festplatte. Aktuell unterstützt Optane Memory keinerlei Energiesparfunktionen; die Leistungsaufnahme im Ruhezustand liegt bei etwa 1 Watt. Im Prinzip könnte sich die Festplatte schlafen legen, wenn das Cache-Modul die Anfragen bedienen kann – ob das klappt, hängt

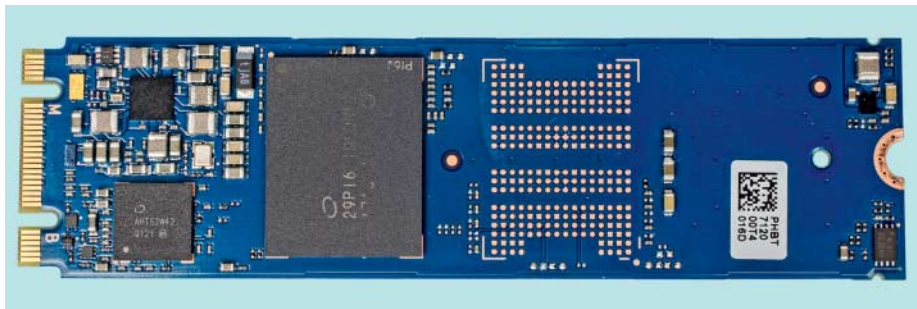
## Zufälliges Lesen

Schon bei wenigen parallelen zufälligen Zugriffen erreicht Optane Memory hohe IOPS-Werte; NAND-Flash-SSDs benötigen dazu weit mehr parallele Anfragen.

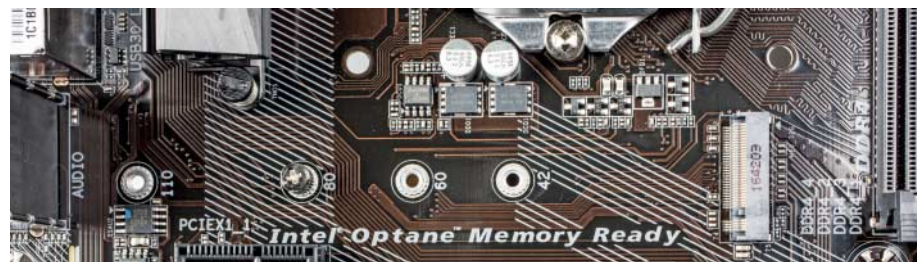




Anzeige



Intels Festplattenbeschleuniger Optane Memory kommt als M.2-Modul.



Einige Mainboards schmücken sich bereits mit Optane-fähigen M.2-Slots.

aber von der Anwendung und den Festplatten-Einstellungen ab. Insgesamt dürfte ein Optane-beschleunigtes System eher etwas mehr Energie benötigen als ein reines Festplattensystem.

## Systemvoraussetzungen

Alte Hardware lässt sich durch die Optane-Technik nicht beschleunigen. Intel nennt als Voraussetzung ein wirklich aktuelles System: ein Kaby-Lake-Prozessor, egal ob Core i3-7000, i5-7000 oder i7-7000, und ein Mainboard mit einem Chipset aus der 200er Serie, HM175, QM175 oder CM238 samt Optane-Unterstützung im UEFI-BIOS – eine Liste kompatibler Boards listet Intel auf seiner Webseite ([ct.de/y9sq](http://ct.de/y9sq)). Beschleunigt wird nur das SATA-Laufwerk, von dem das System startet, nicht aber per USB, SAS oder NVMe angebundene zusätzliche Platten. Zudem muss ein 64-bittiges Windows 10 laufen, das im UEFI-Modus startet.

Intel empfiehlt den Optane-Beschleuniger vor allem für Festplatten-Systeme, aber auch PCs mit SSD und sogar mit Hybrid-Festplatten sollen eine Beschleunigung erfahren. Allerdings sei der Performance-Sprung in diesen Fällen deutlich geringer.

## Vorbereitungen

Nach dem Einbau des Optane-Moduls ist ein Blick ins UEFI-Setup notwendig. In den meisten Fällen dürfte der SATA-Modus auf AHCI stehen. Der Beschleuniger

funktioniert jedoch nur, wenn die Optane-Unterstützung hier ausdrücklich ausgewählt ist – bei unserem Test-Board hieß die Option „Intel RST Premium with Intel Optane System Acceleration (RAID)“. Nach der Umstellung startet Windows erstmal nicht mehr; Abhilfe verspricht ein Tipp aus der c't-Hotline ([ct.de/y9sq](http://ct.de/y9sq)). Bei unseren Tests stellten wir fest, dass beim M.2-Slot der RAID-Modus zu aktivieren ist und die CSM-UEFI-Automatik stört.

Eine weitere Voraussetzung ist die Installation des aktuellen Rapid Storage-Treibers (RST) von Intel, der nun in zwei Versionen zur Verfügung steht: mit und ohne Optane-Unterstützung ([ct.de/y9sq](http://ct.de/y9sq)). Nach einem Neustart bietet der Intel-Treiber an, die SSD einzurichten – damit ist das Setup erledigt.

Mithilfe des RST lässt sich die Optane-SSD wieder aus dem Verbund nehmen; die Daten auf der Festplatte bleiben dabei erhalten. Alternativ kann man die SSD in einem anderen PC einfach über die Datenträgerverwaltung neu initialisieren und formatieren.

## Sysmark-Ergebnisse

Mit dem Anwendungsbenchmark BAPCo Sysmark 2014 haben wir verschiedene Tests durchgeführt, und zwar mit einer Festplatte (Toshiba X300, 5 TByte) und einer SATA-SSD (WD Blue, 1 TByte) jeweils mit und ohne Optane-Modul. Sysmark 2014 misst anhand einiger verbreiteter Anwendungen unter anderem die Antwort-

zeiten von typischen Aufgaben, die Anwender am PC erledigen, und ermittelt daraus eine Gesamtbewertung. Diese liegt beim mit einer Festplatte bestückten Testsystem bei 1272 Punkten. Mit Optane-Beschleunigung (1605 Punkte) erreicht es punktgenau ein reines SSD-System (1606 Punkte), welches von der Optane-Beschleunigung nur wenig profitiert (1646 Punkte) – ob Optane nun eine Festplatte beschleunigt oder eine SSD, macht kaum einen Unterschied.

Eine Statistik bietet der Optane-Treiber nur für Module mit 32 GByte Kapazität an – schade, uns hätte schon interessiert, welche Dateien der Treiber gecached hat.

## Fazit

Optane Memory ist nicht der erste Versuch, Festplatten mit schnellem Cache zu beschleunigen – manche werden sich an ReadyBoost oder Intels Turbo Memory erinnern. Wir sind uns nicht sicher, ob sich dieser neue Aufguss durchsetzen kann, denn Optane Memory setzt aktuelle und recht teure Hardware voraus. So mancher Anwender wird sein Geld lieber gleich in eine ausreichend dimensionierte SSD stecken. Für Notebooks ist das Optane-Modul aufgrund des hohen Ruhestroms derzeit nur wenig sinnvoll.

Erfüllt das eigene System aber die Optane-Voraussetzungen, kann die Technik überzeugen. Die Startzeiten von Betriebssystem und Anwendungen sinken deutlich, die Benchmarks bescheinigen einem Optane-beschleunigten System sogar die gleiche Leistung wie dem SSD-System. Wünschenswert ist dennoch, dass Intel die Produktionskosten des neuen Speichers so weit senkt, dass Optane tatsächlich NAND-Flash ersetzen kann. Denn das würde vor allem Desktop-Systemen einen deutlichen Leistungsschub bringen. ([ll@ct.de](mailto://@ct.de)) **ct**

**Board-Empfehlungen, RST-Download:**  
[ct.de/y9sq](http://ct.de/y9sq)

Optane Memory	
Cache-Modul mit 3D-XPoint-Speicher	
Hersteller	Intel, <a href="http://www.intel.de">www.intel.de</a>
Bezeichnung	MEMPEK1W016GAXT
Kapazität	16 GByte
Bauform	M.2 2280
Interface	PCIe 3.0 × 2
nicht korrigierbare Lesefehler <sup>1</sup>	1 · 10 <sup>-15</sup>
Endurance <sup>1</sup>	182,5 TByte
Straßenpreis	57 €
weitere erhältliche Kapazitäten	32 GByte (97 €)
<sup>1</sup> Herstellerangaben	

# Dextop

## Dockingstation Samsung DeX Station fürs Galaxy S8 im Test



einen kleinen Teil des Bildschirms ein und lässt sich nicht vergrößern. Die meisten von Desktop-Systemen bekannten Tasten-Kombis funktionieren.

Eine Art Taskleiste am unteren Bildrand gewährt Zugriff auf Optionen und Funktionen wie Screenshots und Lautstärkeregelung und zeigt alle geöffneten Programme.

### Performance genügt

Auch im Desktop-Modus kann man das S8 als Smartphone nutzen: Anrufe und Messenger-Benachrichtigungen treffen ein, die Frontkamera funktioniert etwa für Video-Chats und der Ton erklingt über die Gerätelautsprecher.

Die Performance des S8 ist auch im Desktop-Modus ausreichend, selbst mehrere Anwendungen nebeneinander lassen sich flüssig bedienen. DeX kühlt das Telefon permanent mit einem Lüfter, der aber so gut wie nicht zu hören ist.

### Auch ohne Dex?

Galaxy S8 und S8+ unterstützen die Videoausgabe per USB-C. Man könnte also auf die Idee kommen, die DeX-Dockingstation gar nicht zu brauchen – und stattdessen einfach einen USB-Hub für Tastatur und Maus zwischenschalten. Aber so einfach ist das nicht: Mit Adaptern (USB-C auf DisplayPort und auf HDMI) reichen die S8-Smartphones einfach ihre übliche Display-Anzeige an den Monitor durch. In den Desktop-Modus (wie mit der DeX-Dockingstation) bekamen wir sie nicht. (hcz@ct.de) **ct**

**Samsung unternimmt mit DeX einen weiteren Versuch, das Smartphone den PC ersetzen zu lassen. Im Test funktionierte das besser als jemals zuvor.**

**Von Hannes A. Czerulla und Daniel Herbig**

Mithilfe der Samsung DeX Station sollen die Smartphones Galaxy S8 und S8+ den Desktop-PC ersetzen. Die Dockingstation koppelt sich per USB-C mit dem Telefon, schickt es in einen speziellen Desktop-Modus und verbindet es mit Monitor, Maus, Tastatur und Netzwerk. Dabei hat der Nutzer Zugriff auf fast alle Apps und Daten des Mobilgeräts.

Die beiden USB-Steckplätze sind für Maus und Tastatur gedacht. Man kann aber auch einen USB-Stick einstöpseln; Festplatten funktionieren nur, wenn sie über ein eigenes Netzteil mit Strom versorgt werden. Monitore steuert DeX ausschließlich in 1080p an.

Sobald man das S8 in die Dockingstation steckt, schaltet es das eigene Display aus und den Desktop-Modus an. Die von

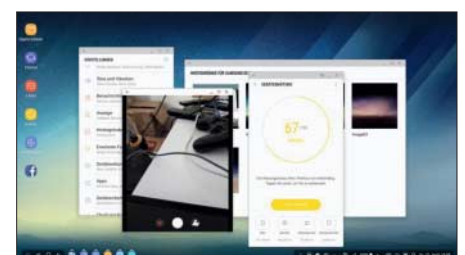
uns getesteten Apps blieben beim Übergang geöffnet. Samsung warnt aber davor, dass Anwendungen „möglicherweise“ geschlossen werden. Also lieber sichergehen und vorher speichern. Spotify verweigerte als einziges Programm den Dienst auf dem Desktop.

Die Bedienoberfläche ist unverkennbar Android: App-Symbole bleiben gleich, fortgeschrittene Einstellungs- und Darstellungsmöglichkeiten wie bei echten Desktop-Betriebssystemen fehlen. Windows-Programme kann man nur mithilfe von Remote-Apps wie Citrix Receiver oder TeamViewer nutzen.

### Maus-Android

Der Maus-Cursor reagiert ohne große Verzögerung. An vielen, aber nicht allen Stellen funktionieren Rechts- und Doppelklick. Daten lassen sich nicht per Drag & Drop verschieben, das Ziehen mit der Maus gestattet die Desktop-Oberfläche nur in bestimmten Kontexten.

Einige Apps wie Chrome und Word lassen sich in ihrer Größe verändern und auf Vollbild stellen. Mit nicht optimierten Mobil-Apps funktioniert das nicht – auch nicht mit Spielen: Ihr Fenster nimmt nur



**Samsungs Desktop-Android kann Fenster verschieben und in der Größe ändern. Es steht „echten“ Desktop-Systemen bei der Bedienung in kaum etwas nach.**

### Samsung DeX Station

Dockingstation	
Kompatibilität	Samsung Galaxy S8, Galaxy S8+
Anschlüsse	2 × USB 2.0, HDMI, Ethernet
Preis	110 €



# Bildbearbeitung mit Hirn

**Künstliche Intelligenz  
macht Bildbearbeitung  
intuitiv**



<b>Künstliche Intelligenz gestaltet Fotos .....</b>	<b>Seite 76</b>
<b>Interview mit Adobe .....</b>	<b>Seite 79</b>
<b>KI-Technik für die Bildbearbeitung der Zukunft .....</b>	<b>Seite 80</b>
<b>Das leisten KI-Funktionen schon jetzt .....</b>	<b>Seite 86</b>
<b>So trainieren Sie ein Superresolution-Netz .....</b>	<b>Seite 90</b>



## Künstliche neuronale Netze beschreiben Fotos, übersetzen Texte und lernen Strategiespiele auf Weltklasse-Niveau – aber das war erst der Anfang. Neuere Netzarchitekturen generieren bereits fotorealistische Bilder. Sie schicken sich an, die Fotoretusche zu revolutionieren und sollen Computern auf längere Sicht die Welt als Ganzes erklären.

Von Andrea Trinkwalder

**M**enschen wissen intuitiv, wie ein gutes, realistisches Foto auszu-sehen hat. Selbst Laien stören sich an blaustichigen Winterbildern und Magenta-schimmernden Hauttönen. Und dass der wöchentliche Gartenmarktprospekt hastig vom Praktikanten zusammengeschustert wurde, verraten üppig tragende Bäume, deren Früchte zu schweben scheinen.

Das Erkennen fällt leicht, das Verbessern ungleich schwerer, denn Bildbearbeitungsprogramme denken nicht in Szenen und Objekten, sondern in Tonwerten, Histogrammen und Filtern. Und ihr Werkzeugsortiment ist oft so mächtig, dass es Laien überfordert, oder so einfach, dass es kreative Ideen nicht unterstützt. Klassische Autokorrektur wird den vielen Facetten der Fotografie nicht gerecht, Einklick-Effekte langweilen auf Dauer.

Doch das ändert sich gerade fundamental. An Universitäten und in den Forschungsabteilungen von Konzernen wie Adobe, Google, Facebook und Co. entstehen faszinierende Techniken, die intuitive, direkte Bildbearbeitung ermöglichen. Sie alle wurden auf Basis tiefer neuronaler Netze entwickelt (Deep Learning) – jener Konstrukte, die Google vor fünf Jahren erfolgreich auf die Erkennung von Katzen trainiert hatte, was das Thema Künstliche Intelligenz über Nacht zur Zukunftstechnologie schlechthin beförderte.

Tiefe Netze bestehen aus mehreren Schichten von Neuronen, die über Synapsen miteinander verknüpft sind. Netzarchitektur und -funktionsweise sind dem visuellen Cortex des Menschen nachemp-

funden, der die in Bildern enthaltenen Informationen zerlegt, abstrahiert und an die nächste Verarbeitungsstufe weiterleitet – wodurch sie nach und nach zu immer komplexeren Merkmalen zusammengesetzt werden. Ähnlich wie der Mensch erlernen die künstlichen Netze ihre Fähigkeiten, Objekte zu erkennen, allein indem sie zahllose Bildbeispiele betrachten – und über eine Fehlerfunktion Feedback dazu erhalten, ob sie mit ihrer Einschätzung richtig liegen.

### Verstehen heißt Erschaffen

In den vergangenen Jahren sind die Netzarchitekturen deutlich komplexer geworden, unterschiedliche Disziplinen wie Spracherkennung, Spieltheorie und Bildverarbeitung bereichern sich gegenseitig. Vor zwei Jahren gelang Ian Goodfellow, damals Doktorand an der Universität von Montreal, ein gänzlich revolutionärer Ansatz, den Facebooks KI-Direktor Yann LeCun die „auf dem Feld des Maschinellen Lernens wichtigste Idee der letzten zehn Jahre“ nannte: Generative Adversarial Networks (GAN). Sie bestehen aus zwei konkurrierenden Netzen, die so miteinander verschaltet sind, dass beide durch den Wettstreit ihre Fähigkeiten perfektionieren. Um Bilder zu generieren, fungiert ein Netz als Fälscher und das andere als Detektiv, der die Fälschung erkennen soll.

Mit diesen neuartigen Netzen gelang es erstmals, fotorealistische Bilder zu produzieren anstatt sie nur zu interpretieren. Und: Anders als die bisher verwendeten Deep Learner benötigen GANs fürs Training keine vom Menschen klassifizierten

Trainingsbeispiele. Für die Forscher ist dieses sogenannte unüberwachte Training das Ziel, auf das es in einer universalen KI hinauslaufen muss – und GANs sehen sie als Meilenstein auf dem Weg dorthin. Insbesondere die zahlreichen wissenschaftlichen Veröffentlichungen des vergangenen Jahres zu diesem Thema zeigen, welch enormes Potenzial generative Netze und ihre Varianten entfalten können. Intuitive, kontextsensitive Foto- und Videobearbeitung ist nur eine Anwendung unter vielen.

Eine mit allen Schikanen des maschinellen Lernens ausgestattete Bildbearbeitung könnte ihrem Nutzer umständliche

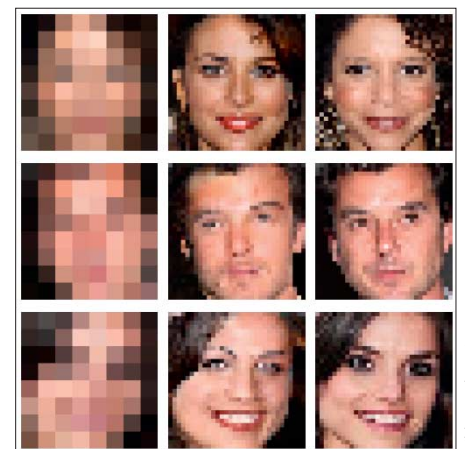


Bild: Google Brain

Googles Superresolution-Netz gibt stark verpixelten Porträts wieder ein Gesicht (Mitte). Manche Ergebnisse sehen dem Original (rechts) frappierend ähnlich – sind aber nur eine Möglichkeit unter vielen.

Techniken mit Ebenen, Einstellungsebenen, Masken, Kanälen und Filtern ersparen und stattdessen auf simple (Sprach-) Befehle reagieren wie „Hänge Zitronen an den Baum“ oder „Personen aufhellen“. Ihre neuronal gesteuerte Autokorrektur verschiebt die Tonwerte nicht einfach nach einem festgelegten Schema. Stattdessen hat sie gelernt, Hochzeitsszenen anders zu optimieren als Action-Aufnahmen und eine atmosphärische Stimmung von einer Fehlbelichtung zu unterscheiden. Kurzum: Durch Maschinelles Lernen entstehen Editoren, die keine abstrakten Tonwerte verschieben, sondern ein tieferes Verständnis von Bildern, Fotos, Motiven und Kompositionen verinnerlicht haben – ähnlich wie ein Mensch.

Solche Techniken wünschen sich nicht nur Laien, sondern auch Profis, die unter Zeitdruck deutlich mehr Material abarbeiten müssen als noch vor 20 Jahren. Einige KI-Filter und -Apps kann man schon ausprobieren (siehe Artikel auf S. 86), andere stehen kurz vor der Marktreife, weitere sind visionär, aber noch sehr experimentell (siehe S. 80). Wer selbst in die Welt der tiefen Netze eintauchen möchte, kann mittlerweile aus diversen kostenlosen Frameworks wählen, etwa Caffe von Facebook oder TensorFlow von Google. Der Artikel auf Seite 90 zeigt, wie man mit TensorFlow ein Superresolution-Netzwerk trainiert.

## Vom Analysten zum Kreativen

Doch wer bestimmt eigentlich, wie die Bildbearbeitung der Zukunft aussieht? Die KI-Konzerne Google und Facebook? Oder setzt sich am Ende doch wieder Adobe mit seiner langjährigen Erfahrung durch? Oder ein gänzlich Unbekannter aus der Start-up-Szene? Zumindest am Anfang war alles Google: Mit seiner Deep-Learning-Objekterkennung und perfekter Vermarktung katapultierte der Datenkonzern 2012 die schon mehrfach totgesagte Künstliche Intelligenz zur Technik der Zukunft, entwickelte sie weiter, zog KI-Forscher an wie ein Magnet, kaufte den Start-up-Markt förmlich leer und gründete eine eigene KI-Abteilung namens Google Brain. Als sich der Universal-Konzern dann noch das Photoshop-Entwickler-Urgestein John Nack ins Boot holte, der laut eigener Aussage gekommen war, um den Jungs dort



**Das Lächeln wirkt echt, wurde aber von einem neuronalen Netz berechnet – das automatisch alle am Lächeln beteiligten Gesichtspartien anpasst.**

mal beizubringen, wie Bildbearbeitung funktioniert, sah man die Felle der seit Jahrzehnten unangefochtenen Nummer eins – Adobe – schon davonschwimmen.

Besonders öffentlichkeitswirksam präsentierte Google vor zwei Jahren die psychedelisch wirkenden Kunstwerke, die es seinem auf Objekterkennung trainierten Deep Learner namens Inception entlockt hatte. Mit Kreativität – wie häufig unterstellt wurde – hatte all das aber nicht im Entferntesten zu tun. Denn die faszinierend-befremdlichen Netz-Werke waren lediglich Abfallprodukte von Visualisierungsmethoden, die beim Verstehen der Vorgänge in den tieferen Schichten der Netze helfen sollten.

Doch der Ehrgeiz war geweckt. Wenn neuronale Netze Surreales produzieren können, müsste es doch auch möglich sein, sie gezielt zur Kunst- oder gar Echtfoto-Produktion anzuregen. Ein erster Schritt in diese Richtung waren Apps wie Prisma und deepart.io, mit denen es plötzlich möglich war, ein Foto im Stil von Edward Munchs „Der Schrei“ oder Picassos Guernica umzusetzen.

## Vom Kreativen zum Realisten

Fotorealistische anstatt künstlerisch verfremdete Bilder künstlich zu produzieren ist allerdings eine harte Nuss, weil ein

Foto-Generator, ein intelligentes Retuschewerkzeug oder ein Effektfiler keine beliebigen Korrekturen zulassen darf, sondern sich auf realistisch wirkende beschränken muss. Die Software muss also eine Vorstellung davon verinnerlicht haben, welche Farb- und Helligkeitsverläufe, Muster, Kanten et cetera in einer Fotografie stimmig wirken. Genau in dieser Disziplin haben Adobe-Forscher in den letzten Monaten auffällig vieles und Praxistaugliches präsentiert: fotorealistischer Stiltransfer, Autokorrektur, automatisches Freistellen – und Bildmanipulation mithilfe generativer Netzwerke. Erst vor wenigen Tagen hat Adobe aus diesen neuen Algorithmen eine Anwendung zur Porträt-Optimierung gestrickt und als Technik-Demo in Photoshop Touch gepackt.

Die Erfolge kommen nicht von ungefähr: Adobe entwickelt mit der Marketing Cloud seit Jahren Werkzeuge zum Sammeln, Auswerten und Visualisieren von Daten. Die Creative Cloud ermöglicht es dem Konzern, umfangreiche Nutzeranalysen durchzuführen, sofern der Kunde nicht widerspricht. Seit Herbst 2016 bündelt der Konzern seine KI-Forschung in einer eigenen Plattform namens Adobe Sensei – sie soll eines der größten strategischen Investments der nächsten Jahre werden (siehe Interview rechts).

Google scheint sich momentan vor allem auf KI-Techniken zu konzentrieren, die den wichtigsten Diensten des Konzerns unmittelbar nützen. Eine Schlüsseltechnik dafür ist das Superresolution-Netz RAISR, das Fotos selbst nach starker Vergrößerung knackscharf wirken lässt. RAISR hat anhand von Vergleichsbildern gelernt, die beim Skalieren auftretende Unschärfe zu kaschieren, indem es an passender Stelle sinnvolle Bilddetails ergänzt. Diese Technik wird bereits in Android eingesetzt, um Fotos unterwegs in bandbreiteschonender Auflösung zu übertragen. Auch Google Earth könnte dank RAISR die aus dem All aufgenommenen Landschaften scheinbar viel detaillierter zeigen als bisher.

Facebook setzt auf Augmented Reality; auf seiner Hausmesse F8 hat der Konzern gerade eine AR-Kamera-Plattform für Mobilgeräte vorgestellt. Eine ausgefeilte Bildbearbeitungs-KI, die versteht, wie sich Objekte in ihrer natürlichen Umgebung verhalten, ist auch dafür der Schlüssel. (atr@ct.de) **ct**

# Unsichtbarer Helfer

## Im Gespräch mit Adobe über Künstliche Intelligenz

**Adobe Sensei versammelt verschiedene Deep-Learning-Algorithmen und stellt KI-Dienste für mehrere Produkte zur Verfügung – für Adobe ein wichtiges Thema.**

Von André Kramer

**c't:** Adobe Sensei ist ein abstrakter Begriff. Was ist das Ziel der Technik?

**Lars Trielloff:** Wir sehen, dass KI Bestandteil vieler Produkte wird und halten es für wichtig, dort Vorreiter zu sein. Den Kunden interessiert es nicht, ob eine Funktion auf Deep Learning oder Support Vector Machines basiert, sondern wie sie die Arbeit erleichtert. Durch KI werden wir mehr Zeit haben, kreativ zu sein.

**c't:** Welche Bedeutung hat Künstliche Intelligenz bei Adobe?

**Lars Trielloff:** Wir sehen Machine Learning und Künstliche Intelligenz als ein so wichtiges Thema an, dass wir jedem Entwickler eine Schulung geben, damit er weiß, was mit Machine Learning möglich ist, und neue Funktionen erfinden kann.

Das betrifft mehr als 5000 Entwickler. Vor ein paar Jahren haben wir massiv auf die Cloud gesetzt. Der Schritt in Richtung Künstliche Intelligenz ist für uns ähnlich wichtig. Wir müssen jetzt eine Firma werden, für die Künstliche Intelligenz Bestandteil der DNA ist.

**c't:** Wie ist Sensei implementiert?

**Lars Trielloff:** Ein interner Web-Dienst stellt bei Adobe die Wiederverwendbarkeit von intelligenten Funktionen sicher. Darüber hinaus arbeiten wir an einem Machine-Learning-Framework, das nicht nur die Nutzung, sondern auch die Entwick-



**»KI soll unser Leben einfacher machen. Das geht nur, indem sie unsichtbar wird.«**

lung von Algorithmen beschleunigen kann. Das Framework stellen wir für verschiedene Adobe-Produkte bereit.

**c't:** Wie kann Künstliche Intelligenz den Nutzern helfen?

**Lars Trielloff:** KI soll unser Leben einfacher machen, und das geht nur, indem sie unsichtbar wird. Sie tritt als Gesichtserkennung in Photoshop Elements, Lightroom und Photoshop in Erscheinung. In allen Adobe-Produkten ist KI enthalten. In den Creative-Cloud- und in den Endkundenprodukten ist sie am sichtbarsten.

**c't:** Wo noch sind KI-Funktionen sichtbar?

**Lars Trielloff:** In Adobe Stock investieren wir viel, um zu erkennen, was in dem Bild ist und wie man es suchbar macht. Die

meisten Fotos, die in einer Bildverwaltung angelegt werden, versieht niemand mit Schlagworten. Adobe Sensei kann das Problem lösen und versieht ein Foto von einem Löwen mit den Schlagworten Löwe, Katze, Tier und Mähne.

**c't:** Sie sprechen die automatische Objekterkennung an. Was für Szenarien sehen Sie dafür?

**Lars Trielloff:** Sie können in Adobe Stock mehrere Suchbegriffe kombinieren. Sie suchen beispielsweise ein Foto, wo Kinder am Strand mit einem Hund spielen. Die Position der Motive zueinander spielt dabei eine Rolle. Solche Funktionen möchten wir in Adobe Stock und Lightroom nutzbar machen.

Objekterkennung ist aber nicht nur ein Thema für Bildbearbeitung, sondern auch für Video und Videoverwaltung. Werbetreibende interessiert etwa, wann ein bestimmtes Produkt im Video eingeblendet wird. Diese Information lässt sich nutzen, um Werbung passend zum Inhalt einer Fernsehserie platzieren zu können.

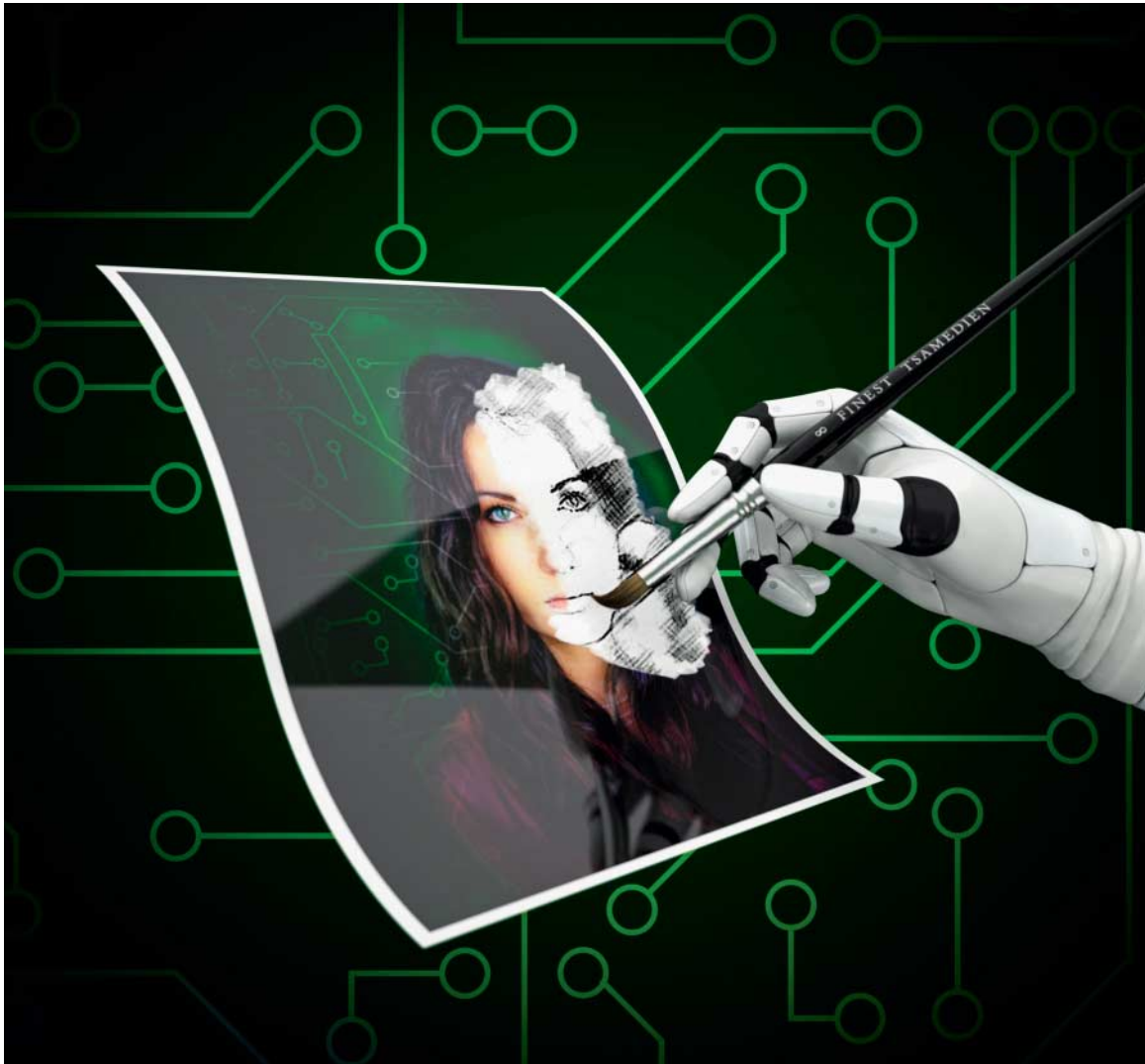
**c't:** Welche Sensei-Funktionen möchte Adobe noch implementieren?

**Lars Trielloff:** Adobe hat vor Kurzem ein Video veröffentlicht, in dem jemand ein Selfie bearbeitet. Mittlerweile können Apps die Pose, die Schärfentiefe oder die Brennweite ändern.

**c't:** Die Person im Video nutzt Photoshop Fix. Gibt es demnächst ein Update für die App?

**Lars Trielloff:** Dazu nur so viel: Es ist absehbar. Wir planen viele kleine Dinge. Wenn man sich Adobes Forschungsprojekte ansieht, kann man nie vorhersagen, was der Brüller bei den Leuten wird. Auf die Kunden zu hören ist für uns ein wichtiger Ansatz. (akr@ct.de) **ct**





# Foto-Synthese

## Die neuronale Bildbearbeitung der Zukunft

**Neuronale Netze machen Bildbearbeitung intuitiv. Sie lernen fotorealistische Bilder zu produzieren und lassen sich mit simplen, auch von Laien bedienbaren Werkzeugen zu weitreichenden Manipulationen anstiften.**

**Von Andrea Trinkwalder**

**K**ünstliche Intelligenz ist in den Alltag der Menschen eingezogen: ob als unermüdliche Assistentin namens Alexa oder als Foto-Suchmaschine mit Bildverständnis. Die meisten dieser Systeme können die Welt bislang nur beschreiben und interpretieren, nicht aber gestalten. Doch das ändert sich gerade grundlegend: Insbesondere auf dem Gebiet der Foto-Bearbeitung haben die Wissenschaftler in den vergangenen Monaten bemerkenswerte Fortschritte erzielt. Einige stehen kurz vor der Einfüh-

rung, andere dürften erst in ein paar Jahren marktreif sein.

Die jüngste Demo von Adobe etwa zeigt die App Photoshop Touch als automatischen Porträt-Optimierer, der ein Smartphone-Bild so entzerrt, dass ein leichter Tele-Effekt entsteht, das Konterfei freistellt, den Hintergrund weichzeichnet und schließlich den Look eines professionell optimierten Fotos auf die Aufnahme überträgt. Die Technik dahinter kommt frisch aus dem KI-Labor und dürfte sich bald in einer finalen Version



der App oder auf dem Desktop materialisieren.

Noch sehr experimentell, aber extrem faszinierend sind neuronale Foto-Generatoren, die beim Retuschieren, Verformen und sogar beim Ergänzen von Bildteilen helfen sollen. Sie reduzieren die zahlreichen Spezialwerkzeuge, die Bildbearbeiter normalerweise brauchen, auf einen einzigen interaktiven Pinsel, der „erspürt“, welche Korrekturen im gegebenen Kontext erwünscht sind. Die lokalen Änderungen wirken sich dann automatisch auf andere Bildbereiche aus, sodass der Gesamteindruck stimmig bleibt, etwa die Beleuchtung einer Landschaftsszene oder die Mimik in einem Porträt. Wir haben uns die Technik der nahen und fernen Zukunft angesehen.

## Neuronales Herzstück

Das Herzstück jeder intelligenten Bildverarbeitungsfunktion ist ein speziell konstruiertes künstliches neuronales Netz, das die Art und Weise simuliert, wie der Mensch visuelle Reize verarbeitet: ein sogenanntes Deep Convolutional Neural Network (Deep CNN). Es besteht aus mehreren Schichten mit Neuronen, die über gewichtete Synapsen miteinander verknüpft sind. Ein solches Netz kann unterschiedliche Bildverarbeitungs-Aufgaben übernehmen, etwa Objekte erkennen, die wichtigsten Bereiche in einem Foto markieren (Segmentierung) oder die abgelichtete Szene beschreiben. Das Besondere: Diese Fähigkeiten hat niemand

explizit programmiert. Vielmehr lernt ein neuronales Netz allein durch Betrachten zahlloser Bildbeispiele, welche Merkmale und Details ihm dabei helfen, die gestellte Aufgabe zu erfüllen.

Die ersten Schichten des Netzes spezialisieren sich beispielsweise darauf, das Bild in Myriaden an Basisfeatures wie Kanten unterschiedlicher Richtungen, Muster jeglicher Feinheit und (Farb-)verläufe aller Schattierungen zu zerlegen. Um Lebewesen von Pflanzen unterscheiden zu können, müssen sich die Basis-Features dann in tieferen Schichten wieder zu charakteristischen Bestandteilen wie Augen, Nase, Mund, Blatt, Zweig, Ast et cetera fügen und am Ende zu einer schemenhaften Repräsentation, die keine unwichtigen Informationen mehr enthält. So können etwa Menschen unabhängig von ihrer Haar- und Hautfarbe, Größe und Drehung erkannt werden.

Deep CNNs können mittlerweile aber mehr als nur einfache Entscheidungen treffen. Genauso gut können sie die Parameter einer komplexen Farb- und Tonwert-Transformation berechnen – eine Methode, die für die individuelle Autokorrektur von Bildern eingesetzt wird. Kombinationen von Netzen können auch Masken zum Freistellen von Objekten oder Färbungen für die Hauptbereiche eines Bildes generieren.

Wie bringt man ein anfangs talentfreies neuronales Netz dazu, sich auf Objekterkennung oder Autokorrektur zu spezialisieren? Dafür sorgen vor allem die

Trainingsbilder sowie die Trainingsmethode. Um etwa Experte für Objekterkennung zu werden, muss ein Deep CNN pro Kategorie einige Hundert Spielfotos sichten, die zuvor von Menschen klassifiziert wurden. Für jedes Bild soll das Netz nun abschätzen, mit welcher Wahrscheinlichkeit es zu einer der vorgegebenen Kategorien gehört. Da die wahre Kategorie bekannt ist, kann über eine Fehlerfunktion leicht berechnet werden, wie stark diese Einschätzung von der Wahrheit abweicht. Anhand dieses Fehlers wird der Einfluss bestimmter Synapsen gestärkt oder geschwächt und das Prozedere beginnt mit einem neuen Bildbeispiel von vorne.

In einem auf Katzen trainierten Netz gewinnen im Verlauf des Trainings solche Neuronen-Konglomerate sukzessive an Einfluss, die sensibel auf typische Fellstrukturen und -muster reagieren, während sich in einem Tulpendetektor Bereiche verstärken, die auf knallige Farben anspringen. Wenn sich der Fehler irgendwann nicht mehr verringert, hat das Netz genügend Bilder gesehen. Diese Methode, ein Netz mit möglichst großen Mengen klassifizierter Beispiele auszutarieren, heißt überwachtes Training. Es eignet sich immer dann, wenn sich zu jeder Eingabe eine exakte Zielvorgabe definieren lässt.

## Freistell-Profi

Für einen Bildgenerator benötigt man zwei Deep CNNs: einen Kodierer, der das Motiv auf seine charakteristischen Merkmale

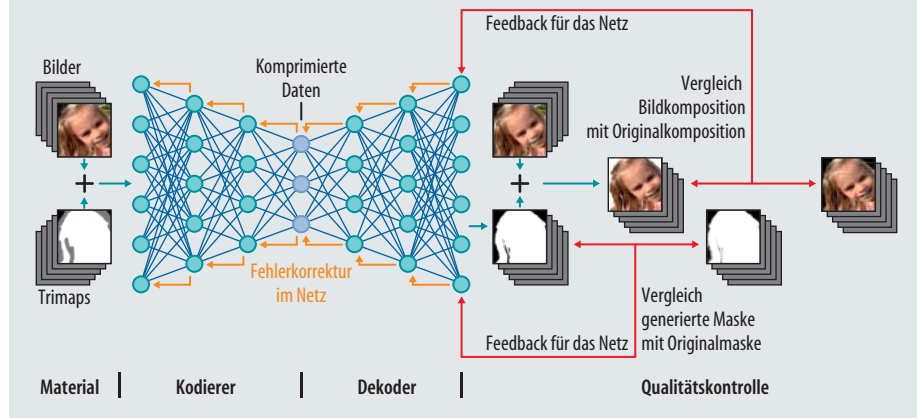
Die graue Markierung (Trimap, Mitte) verrät dem neuronalen Netz, in welchem Bereich sich sowohl Objekt- als auch Hintergrundpixel befinden. Anhand von Unterschieden insbesondere der Struktur und Schärfe entscheidet das Netz, welche Pixel zum Objekt gehören und fertigt daraus eine Maske (rechts).



Bilder: Ning Xu

## Training eines Bildgenerators

Dieser Bildgenerator lernt aus Beispielen, typische Strukturen an den Rändern von Objekten kompakt zu beschreiben (Kodierer) und aus solchen Daten eine professionelle Maske zu fertigen (Dekoder).



reduziert und einen Dekoder, der aus solchen Minimalinformationen wieder Pixelwerte rekonstruieren kann. Eine vor Kurzem vorgestellte Anwendung dieser Architektur könnte professionelle Fotomontage und -retusche für Amateure ermöglichen und Berufskreative produktiver machen: Deep Image Matting von Ning Xu, Thomas Huang sowie den Adobe-Research-Forschern Brian Price und Scott Cohen soll Objekte fast automatisch von ihrem Hintergrund lösen können.

Dazu übermalt der Anwender lediglich den Übergangsbereich zwischen Objekt und Hintergrund grob mit einem dicken Markierstift, sodass eine so genannte Trimap aus sicherem Inneren, unscharfem Grenzbereich und sicherem Äu-

ßeren entsteht. Anschließend errechnet Deep Matting aus diesen Bild-Trimap-Paaren für jedes Pixel einen passenden Transparenzwert, erzeugt also eine Maske, die den störenden Hintergrund ausblendet. Die von den Forschern präsentierten Ergebnisse beeindrucken: Deep Matting separiert tautropfenbesetzte feinmaschige Spinnennetze, wilde Lockenmähnen und gläserne Gegenstände sogar dann von ihrer Umgebung, wenn sie sich farblich oder strukturell kaum vom Objekt unterscheiden.

Während des Trainings analysiert der Kodierer Tausende Bild-Trimap-Paare. Die Trimap verrät ihm, welche Pixel sicher zum Objekt beziehungsweise Hintergrund gehören – und welche unklar sind.

Ähnlich wie bei der Objekterkennung zerlegt er das Bild zunächst in Muster, Kanten, Farbverläufe et cetera. Dann spezialisiert er sich aber auf typische Strukturen wie Haare, Fell oder Schärfe-Unschärfe-Wechsel, die im Randbereich von Objekten vorkommen, und übergibt die so gewonnenen Bildinformationen an den Dekoder. Anhand dieser Informationen soll der Dekoder entscheiden, welche Pixel im Übergangsbereich zum Objekt gehören und welche den Hintergrund durchscheinen lassen. Die berechneten Transparenzwerte werden anschließend mit einer professionell erstellten Maske verglichen, der Fehler ermittelt und ins Netz zurückgespeist, um Kodierer und Dekoder für den nächsten Durchgang mit einem anderen Bild neu zu justieren.

Das Netz war aber nicht der einzige Schlüssel zum Erfolg. Einen ebenso großen Anteil hatte die hochwertige Trainingsammlung, die quasi von Null aufgebaut werden musste. Um den Aufwand dafür zu reduzieren, sammelten die Forscher Motive vor einfarbigem oder unkompliziertem Hintergrund, die sich von Experten mit gängigen Photoshop-Werkzeugen rasch manuell maskieren ließen. Jedes Objekt wurde anschließend auf mehrere realistische Hintergründe montiert. Auf diese Weise entstanden mit relativ wenig Aufwand aus einem Foto vielfältige Szenen plus einer perfekten Maske. Insgesamt umfasste die Trainingsdatenbank am Ende 49.300 Szenen mit 493 unterschiedlichen Objekten und das Test-Datenset 1000 Bilder mit 50 Objekten.

Wer Tag- in Nachtaufnahmen verwandeln oder trüb beleuchtete Landschaften in dramatisches Licht tauchen möchte, leiht sich den passenden Stil einfach bei einem anderen Bild (Mitte). Die KI achtet darauf, dass jeder Bildbereich so umgesetzt wird, wie er unter diesen Bedingungen aussehen würde.



Bilder: Fujun Luan

---

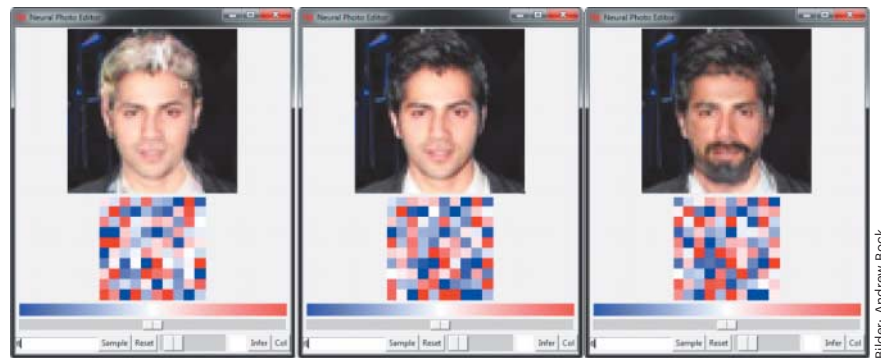
Anzeige

Solche überwachten Verfahren dürften demnächst einige klassische Bildbearbeitungsalgorithmen ersetzen. Sie ermöglichen außer dem Freistellen auch szenenspezifische Autokorrektur oder fotorealistischen Stiltransfer wie Adobes „Deep Style Transfer“. Dadurch wird es möglich, den Stil eines aufwendig bearbeiteten oder eines besonders stimmungsvollen Fotos auf unscheinbare eigene Werke zu übertragen. Das Besondere am Deep Style Transfer ist, dass er Objekte wie etwa Häuser, Meer oder Himmel gezielt so korrigiert, dass sie unter den neuen Bedingungen glaubwürdig wirken. Berücksichtigt werden unter anderem Reflexionen des Umgebungslichts auf Gebäuden oder in Gesichtern. Die Technik ist eine Weiterentwicklung der Neural-Style-Kunstfilter, mit denen die Foto-App Prisma im vergangenen Jahr die App-Charts stürmte.

## KI begreift Fotorealismus

Richtig schwierig und erst ansatzweise gelöst ist das Problem, ein neuronales Netz zu konstruieren, das selbstständig fotorealistische Bilder generiert. Denn weil es unendlich viele korrekte Möglichkeiten gibt, ein solches Fake-Foto von einem Schrank, einem Hund oder einem Gesicht herzustellen, kann man nicht mit klassifizierten Datensätzen arbeiten und folglich auch keinen exakten Fehler berechnen.

Bemerkenswerte Demonstrationen solcher intelligenter interaktiver Techniken



Bilder: Andrew Bock

Malt man mit dem Universal-Pinsel des Neural Photo Editor über die Haare, färben sie sich schwarz. Am Kinn lässt derselbe Pinsel automatisch einen Bart sprießen.

kommen von der Universität Edinburgh, dem Aktionskünstler Tom White sowie aus den Laboren von Adobe, Google und Facebook. Sie alle sind das Ergebnis einer Theorie, die versucht, das Wesen des Fotorealismus ganzheitlich mit einem probabilistischen Modell zu beschreiben. Darauf basierende generative Verfahren erfassen und manipulieren Motive und Objekte als Ganzes und ermöglichen eine ganz neue Liga von Retuschewerkzeugen.

In diesem Modell wird die Menge aller möglichen 2D-Bilder als Verteilung interpretiert. Diese Verteilung besteht zum größten Teil aus sinnfreien Bildern, die bloß Rauschen zeigen. Wenn ein Zufalls-generator Schwarzweißbilder mit Helligkeitswerten zwischen 1 und 100 erzeugen soll, wird in der Regel das von defekten

Fernsehern bekannte „Ameisenrennen“ entstehen und nur extrem selten ein Foto oder abstrakte Kunst.

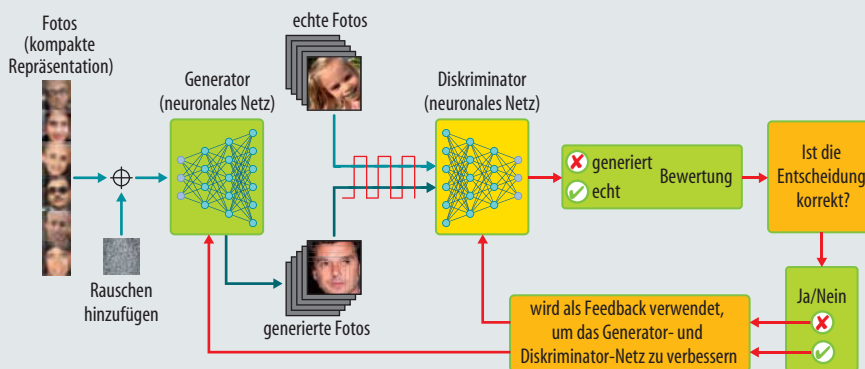
Jedes auf dieser Welt mögliche Foto ist ein Repräsentant aus der vergleichsweise winzigen Verteilung fotorealistischer Bilder. Würde man die Verteilung kennen, könnte man einfach per Zufalls-generator beliebige Beispiele daraus gewinnen. Nur ist die Verteilungsfunktion fotorealistischer Bilder so hochdimensional und komplex, dass der Mensch sie nicht explizit formulieren kann. Das liegt daran, dass in einem Foto undurchschaubar viele semantische Zusammenhänge existieren, die dafür sorgen, dass ein Pixel an einer bestimmten Stelle nur bestimmte Werte annehmen darf und andere in diesem Kontext komplett ausgeschlossen sind.

Im Jahr 2014 hatte der KI-Forscher Ian Goodfellow dann die zündende Idee für eine Netzwerkstruktur, die zu einer unbekannten Verteilung passende Fotos gewissermaßen aus dem Blauen heraus anfertigt: ein Prüfwerkzeug, das beurteilen kann, ob ein künstlich erzeugtes Bild aus derselben Verteilung stammen könnte wie die echten Trainingsbilder. Das Training inszenierte er als Wettkampf zweier Gegenspieler, Fälscher und Detektiv. Solche Netze nennt man Generative Adversarial Networks (GAN), zu Deutsch: Generative Gegenspieler-Netze.

Als Fälscher tritt ein neuronales Netz an, das künstlich verrauschte Bilder in echt wirkende verwandeln soll. Als Detektiv tritt ein anderes neuronales Netz an, das entscheiden soll, ob das Bild echt oder unecht ist. Zu Beginn des Trainings ope-

## Training eines Fake-Foto-Generators

Um fotorealistische Bilder anzufertigen, benötigt man ein Netz aus zwei Gegenspielern: einem Bildfälscher (Generator) und einem Detektiv (Diskriminator). Jedes Netz versucht, den Erfolg des jeweils anderen zu minimieren – wodurch beide besser werden.





rieren sowohl Fälscher als auch Detektiv ziemlich dilettantisch: Der eine produziert offensichtlich unrealistische Repräsentationen, der andere bemerkt das nicht. Nun probiert der Fälscher ein paar Taschenspielertricks, die den anderen für eine Weile zuverlässig täuschen – bis auch der Detektiv seine Sinne geschärft hat. So entwickeln beide Netze simultan Fähigkeiten, die sie im Einzeltraining niemals erlangt hätten. Am Ende produziert das Fälschernetz so gute Fakes, dass der Detektiv sie kaum mehr von echten Bildern unterscheiden kann.

## Fälscherwerkstatt

Dass die Netze das Richtige lernen, liegt am ausgeklügelten Trainingsplan: Zunächst haben die Forscher per Ähnlichkeitssuche eine ganze Menge Bilder aus dem Internet zusammengetragen, die ein und dasselbe Motiv in Variationen zeigen. Das Detektiv-Netz bekommt abwechselnd ein echtes Foto und ein Fake-Bild aus dem Fälschernetz zu sehen und soll entscheiden, ob es echt oder gefälscht ist. Nach der Klassifikation wiederholt sich das Prozedere mit dem nächsten Trainingsbild. Da aufgrund des Trainingsaufbaus bekannt ist, ob das Foto aus dem Original- oder dem Fake-Lager kommt, kann wie beim überwachten Training der Erfolg beider Netze leicht berechnet und als Feedback zurückgespeist werden. Im Kodierer verstärken sich dadurch Synapsen, die zum Erzeugen fotorealistischer Bilddetails wichtig sind, während das Dekoder-Netz lernt, das Künstliche anhand von Details wie typischer Muster, Farbverläufe, Kanten, aber auch anhand globaler Zusammenhänge wie Lichtverhältnissen oder unpassender Mimik zu entlarven.

Die GANs waren ein Durchbruch, weil sie in der Lage waren, vergleichsweise scharfe, hochwertige Bilder zu erzeugen. Allerdings ließen sie sich zunächst nicht dazu bewegen, auf Befehl etwas Spezifisches wie etwa ein Bild mit getigeter Katze oder einem dunkelhaarigen Menschen zu komponieren. Das vergangene Jahr stand im Zeichen von Weiterentwicklungen, die zielgerichtetes Generieren und Retuschieren von Objekten beziehungsweise Teilen davon ermöglichten.

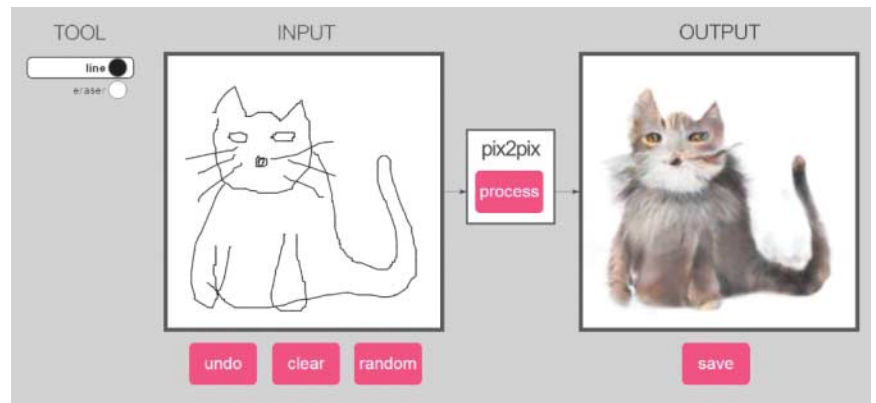
Im Herbst letzten Jahres hat Adobe ein GAN vorgestellt, das Bilder von Schu-

hen und Handtaschen in unterschiedlichen Formen produziert sowie aus wenigen groben Strichen Naturmotive anfertigt. Eine blaue Wellenlinie wird zum Meer, eine grauer Zacken zum Berg und weiße Farbe im Gipfelbereich kann nur Schnee bedeuten.

Besonders spannend ist der Neural Photo Editor von der Universität Edinburgh, der ein universelles Werkzeug für die Porträt-Retusche demonstriert. Der Nutzer muss lediglich eine Farbe wählen und den gewünschten Bildbereich übermalen, für plausible Korrekturen sorgt die Technik automatisch: Pinselt man mit roter Farbe über die Haare, färben sich diese rötlich. Pinselt man mit Haarfarbe im Stirnbereich, wird der Pony länger. Dunkle Farbe im Gesicht wird zum Bart und weiße über dem Mund zum strahlenden Lächeln. Techniken wie der Neural Photo Editor oder Adobes Skizzen-Werkzeug dürften allerdings noch ein paar Jahre benötigen, bevor sie Fotos in höherer Auflösungen zustande bringen.

## Seiteneffekte

Neuronale Netze erscheinen manchmal ein wenig hinterhältig, dabei lernen sie eben einfach nur das, was man ihnen vorgesetzt – und nicht das, was man ihnen vorgesetzt zu haben glaubt. Googles Objekterkennung hatte anscheinend nicht genügend Beispiele von Menschen unterschiedlicher Hautfarbe gesehen – weshalb sie das Foto eines farbigen Pärchens fälschlicherweise mit „Gorillas“ betitelte. Microsoft hatte die etwas naive Idee, einen Bot probeweise im Netz auszusetzen, um mal zu sehen, was er dort lernt. Innerhalb kürzester Zeit klopfte er Nazi-Sprüche.



Nobody's perfect. Aber niedlich. Mit Pix2Pix kann man online Strichzeichnungen in Katzen und Häuser wandeln.

Automatisch gesammelte Trainingsbilder und unüberwachtes Lernen bergen noch stärker die Gefahr, dass die Daten unbemerkt Stereotype transportieren. Diese Erfahrung hat der Aktionskünstler Tom White bereits mit seinem eindrucksvollen Twitter-Bot gemacht, der unermüdlich Porträts aus dem Internet klaubt, ernste Naturen zum Grinsen bringt oder fröhliche mürrisch dreinblicken lässt. Er hatte sein Generatives Netzwerk zuvor anhand zahlloser Promi-Fotos gelehrt, wie Mimik funktioniert – und wie beim Lachen die gesamte Gesichtsmuskulatur mitarbeitet. Sein Trainingsmaterial bestand aus Fotos männlicher und weiblicher Prominenter mit unterschiedlicher Mimik. Beim Testen fiel auf, dass Personen weiblicher wirkten, nachdem das neuronale Netz sie zum Lächeln gebracht hatte und männlicher, wenn ein ernster Ausdruck erzielt werden sollte. Der Grund: Weil Frauen auf Fotos tendenziell mehr lächeln und Männer ernster dreinblicken, hatte das Netz Lächeln mit weiblichen Attributen in Verbindung gebracht und diese ebenfalls verstärkt.

Automatisches Freistellen, szenenspezifische Autokorrektur, Stiltransfer, qualitativ hochwertiges Skalieren oder das Ausbessern von Bildbereichen werden die Bildbearbeitung stark automatisieren. Bildgeneratoren mit einem universellen Verständnis vom Wesen eines Fotos sind hingegen noch Zukunftsmusik. Gut beeinflussbare GAN-Varianten bringen noch nicht die erwünschte Qualität. Will man höhere Auflösung, wird es mit der Interaktion schwieriger. Bei Adobe geht man davon aus, sie in einigen Jahren produktiv einsetzen zu können. (atr@ct.de) **ct**

Demos, Interaktives, Quellen: [ct.de/yckj](http://ct.de/yckj)



# Riesengroße Babyschritte

## KI-Anwendungen in der Bildbearbeitung

**Die praktische Seite der Künstlichen Intelligenz steht noch am Anfang. Computer erkennen Gesichter und Objekte, erträumen sich Hundewelpen aus Wolken – und sie lernen stetig hinzu. Schon imitieren sie die alten Meister aus den großen Gemäldegalerien.**

Von André Kramer

**B**ei Künstlicher Intelligenz in der Bildverarbeitung kann man eigentlich nicht von einem Durchbruch sprechen. Vielmehr lernen KI-Systeme seit den ersten praktischen Anwendungen wie ein Kind stetig hinzu. Am Anfang stand die Objekterkennung, die bereits so gut funktioniert, dass sie Teil vieler Programme ist. Das jüngste Beispiel

für KI in der Praxis sind Programme, die Stile berühmter Künstler imitieren und auf Fotos übertragen.

Google machte mit der Einführung von Objekterkennung in der App Google Fotos im Frühjahr 2015 Bildverarbeitung mittels neuronaler Netze zu einem Massenphänomen. Seither klassifiziert die App automatisch Objekte wie Hunde, Berge, Strand und Sonnenbrillen.

Ein neuronales Netz besteht üblicherweise aus zehn bis dreißig Ebenen künstlicher Neuronen, die das Entwicklerteam anschließend auf eine große Sammlung Bilder mit verschiedenen Motiven trainiert. Auf welche Begriffe das neuronale Netz trainiert wird, legen die Entwickler fest. Dabei wird ein Bild in die erste Schicht gefüttert, in der zweiten weiter verarbeitet und so weiter, bis es schließlich die Ausgabe-Ebene erreicht. Die Ant-

wort ist beispielsweise ein 1000-dimensionaler Vektor mit Wahrscheinlichkeiten für 1000 Objekte.

Die automatische Klassifizierung hilft in Google Fotos bei der Suche: Nach Eingabe des Worts „Palme“ in die Suchmaske spuckt die App Bilder aus, die ein passendes Antwortmuster aufweisen. Bei diffuseren Themen wie „Tempel“ arbeitet Googles KI weniger souverän; alles in allem funktioniert die automatische Klassifikation aber zuverlässig.

Was die Zukunft bringen könnte, zeigt ein Forschungsprojekt: Ein Team um den Google-Forscher Tobias Weyand hat Anfang 2016 ein neuronales Netz vorgestellt, das Bilder nach Orten klassifiziert. Die Forscher haben die Welt in Quadrate eingeteilt und ein neuronales Netz anhand von 91 Millionen mit Geodaten versehenen Fotos trainiert. Das Ergebnis war, dass



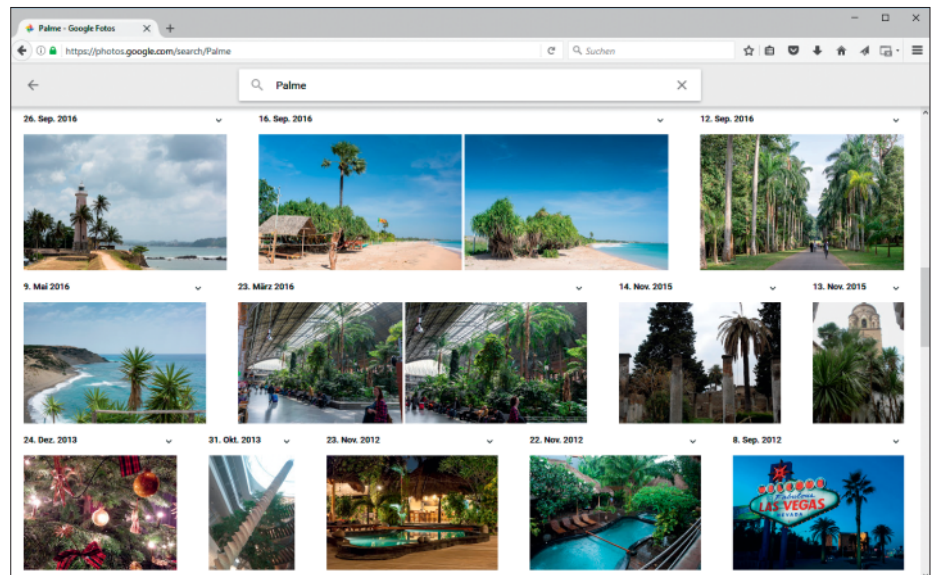
„PlaNet“ den Aufnahmeort eines Bildes im Test schließlich besser bestimmen konnte als eine Gruppe Testpersonen.

## Von Abakus bis Zucchini

Im Sommer 2016 legten zwei große Anbieter nach. Apple stellte im Rahmen von iOS 10 eine Funktion zur Objekterkennung vor. Die Photos-App erkennt seither 4432 verschiedene Objekte und Szenen von Abakus bis Zucchini. Adobe baute im Oktober Objekterkennung in den Organizer von Photoshop Elements 15 ein. Sie ist außerdem Teil des Bilderdienstes Adobe Stock und weiterer Anwendungen (siehe Interview auf S. 79).

Die Firma Pattern Recognition Company (PRC) aus Lübeck bietet das Plug-in Excire Search für Lightroom an, das Objekte und Szenen in Fotos erkennt. Die PRC-Software besteht aus drei, mit Buchstabenkürzeln benannten Modulen: EX sucht auf Grundlage eines Beispielbilds, CT findet Bilder auf der Basis von Schlagwörtern und FA analysiert Gesichter und erkennt dabei, ob Personen lächeln, männlich oder weiblich sind und welches Alter sie ungefähr haben. Alle drei kosten im Bundle 99 Euro.

Im Test brauchte Excire Search etwa drei Stunden, um 17 000 Fotos zu analysieren – die Suche verlief danach sehr



Der Weihnachtsbaum gibt Punktabzug. Davon abgesehen erkennt die Google-KI zuverlässig verschiedenste Palmenarten.

flott. Das Plug-in erkennt etwa 150 verschiedene Bildinhalte in Kategorien wie Architektur, Fahrzeug, Menschen, Natur und Tier. Es differenzierte Kirchen und Moscheen erstaunlich präzise, tat sich mit Bären und Hunden aber vergleichsweise schwer. Die nächste Version soll schon knapp 500 verschiedene Bildinhalte erkennen können.

## Einsatz mit Understatement

Adobe arbeitet an KI-gestützter Autokorrektur. Ein Forscher-Team hat 5000

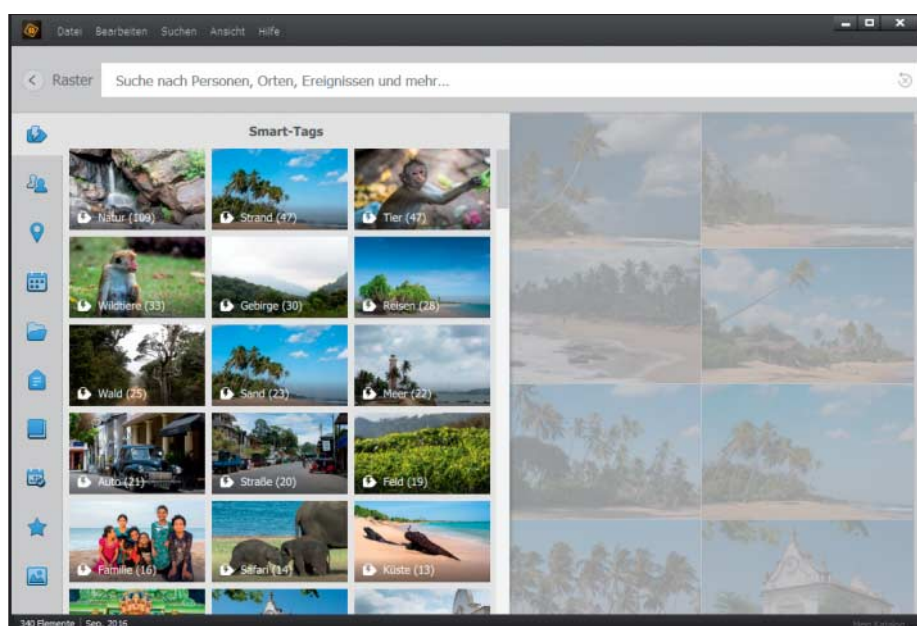
Fotos ausgewählt und sie von professionellen Fotografen bearbeiten lassen. Die daraus resultierenden Korrekturanweisungen hat Adobe auf 2500 Fotos übertragen und die Ergebnisse evaluiert. Die Autokorrektur spiegelt den Stil der Fotografen wieder und gibt ein kontrastreiches und ausgewogen belichtetes Bild aus. Der Algorithmus kann aus den Nutzereingaben lernen. Wenn dieser seine Bilder heller und kontrastärmer bearbeitet, stellt sich der Algorithmus darauf ein.

Photoshop setzt Künstliche Intelligenz bei der Autokorrektur in den Dialogen Gradationskurven, Tonwertkorrektur sowie Helligkeit und Kontrast ein. Photoshop bietet hier jeweils die Schaltfläche „Auto“ an. Sie erhöht vor allem den Kontrast und hebt meistens die Lichter an. Zu dunkle Schatten hellt sie nicht zufriedenstellend auf.

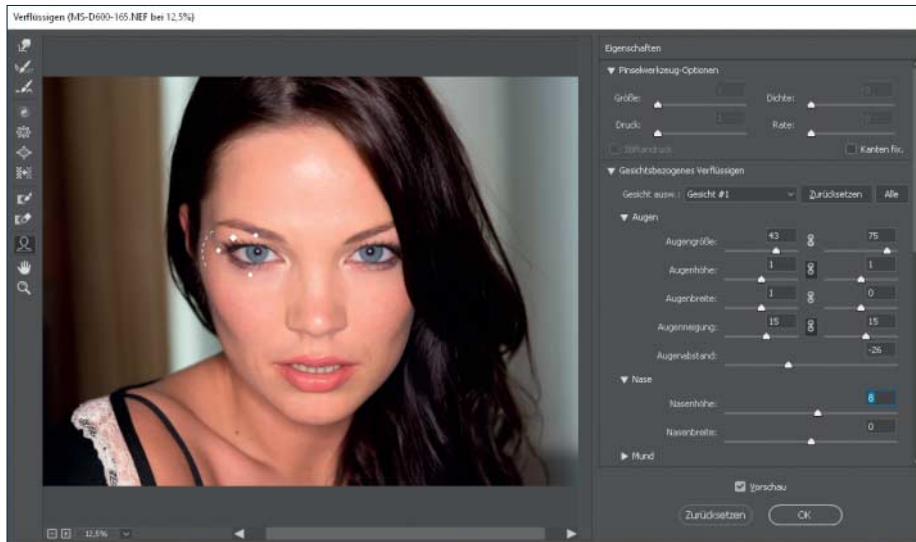
## Von Angesicht zu Angesicht

Am sinnvollsten wirkt die KI-Unterstützung in Photoshop bei der Porträtbearbeitung im Verflüssigen-Dialog. Dieser identifiziert automatisch Porträts, vorausgesetzt, das Gesicht ist deutlich und vollständig erkennbar. Aufnahmen im Profil oder Fotos, auf denen die Personen herabschauen, erkennt Photoshop nicht.

Augen, Nase, Mund und Gesichtsform markiert der Verflüssigen-Dialog selbstständig. Regler ändern deren Höhe, Breite und Position. Sie verringern den Augenabstand oder biegen gar den Mund zu einem Lächeln. Letzteres wirkt unecht, aber die Augen- oder Lippengröße verändert Photoshop subtil und realistisch.



Der Organizer in Photoshop Elements 15 offenbart beim Anklicken des Suchfelds sogenannte Smart-Tags. Das Programm verschlagwortet automatisch nach Strand, Wald, Natur oder Stadt.



Auch in Photoshop steckt Künstliche Intelligenz. Der Verflüssigen-Dialog trennt Gesichtsmerkmale selbstständig und bearbeitet sie im Bereich „Geschichtsbezogenes Verflüssigen“.

### Inhaltsabhängige Korrektur

Die Bildbearbeitung Photolemur kommt völlig ohne Regler, Werkzeuge und Paletten aus – hier ist alles KI. Das Programm kostet aktuell drei US-Dollar im Monat und läuft unter macOS und Windows 10. Zieht man ein Foto auf die Arbeitsfläche, teilt der Lemur lediglich mit, magische Werke zu vollbringen. Nach einiger Zeit präsentiert er das Resultat: eine ausgewogen belichtete, kontrastreiche Version in leuchtenden Farben. Im Test wirkten die Grüntöne jedoch übersättigt. Dunkle Schatten hellte das Programm wie Photoshop nicht deutlich genug auf.

Die Entwickler setzen mehrere Algorithmen ein, um das Foto zu kategorisieren und Probleme zu finden. Zunächst kategorisiert Photolemur nach Typen wie Landschaft oder Porträt. Weitere Algorithmen übermitteln das Bildrauschen, analysieren den Himmel, erkennen verschiedene Typen von Gesichtern und suchen nach Blättern und anderem Grünzeug. Das Entwicklerteam evaluiert den Output verschiedenster Fotos, um die Verfahren weiter zu optimieren. Die Fotos von Nutzern bleiben dabei laut Hersteller unberücksichtigt, es sei denn, sie nehmen freiwillig an einem Programm teil, um die Software zu verbessern.

### Träume in Silizium

Künstliche neuronale Netze können aber mehr als nur kategorisieren und korrigieren. Sie sind darauf trainiert, Objekte auf ähnliche Art zu erkennen wie Menschen. Sie simulieren das Aktivitätsmuster, das

sich im Gehirn von Menschen zeigt, die ein Bild betrachten. Wie ähnlich sich die Muster sind, zeigte das KI-Team bei Google um Alexander Mordvintsev, Christopher Olah und Mike Tyka. Sie fütterten ihr neuronales Netz mit einem Foto und erstellten eine Feedback-Schleife mit der Anweisung: „Was immer du findest, wir wollen mehr davon.“

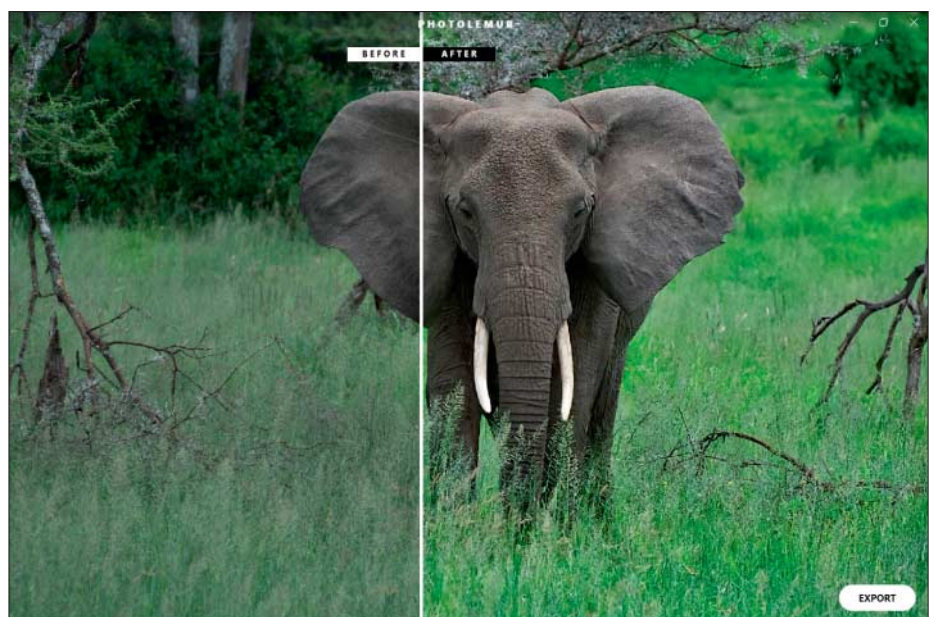
Am Ende kamen Bilder heraus, die eine Mischung aus LSD-Trip und Traum von elektrischen Schafen sind. Horizonte füllten sich mit Pagoden und Wolken-

kratzen, auf Bildern von Blättern versammelten sich Insekten – und überall erschienen Hunde und Katzen, denn damit wurde das neuronale Netz zuerst und besonders gründlich trainiert. Wir sehen alle nur das, was wir von zu Hause kennen; da machen Computer keine Ausnahme. Die Google-Forscher gaben der Stilrichtung den Namen Inceptionismus, angelehnt an den Namen, den sie dem neuronalen Netz ursprünglich gegeben haben.

### Malende Algorithmen

Vom spielerisch entdeckten Inceptionismus war es ein vergleichsweise kleiner Schritt, Bilder absichtlich zu verfremden – das Verfahren musste nur noch in geordnete Bahnen gelenkt werden. Beim Stiltransfer bleibt das Foto als Bild erkennbar, bekommt aber den Stil von einem Gemälde übergestülpt. Dabei ist es unerheblich, ob man eine Vorlage von da Vinci, Mondrian, Kandinsky, Munch oder van Gogh heranzieht.

Der Physiker Leon Gatys leistete an der Universität Tübingen Pionierarbeit für diese Form des Stiltransfers. Greifbares Ergebnis seiner Arbeit ist die App Deepart.io. Die App Prisma baut auf der Forschungsarbeit von Leon Gatys auf, ebenso die weniger bekannte Variante Malevich.



Photolemur nutzt neuronale Netze, um bestimmte Typen von Fotos, Bildrauschen sowie Objekte wie Blätter, Himmel und Gesichter entsprechend zu optimieren.

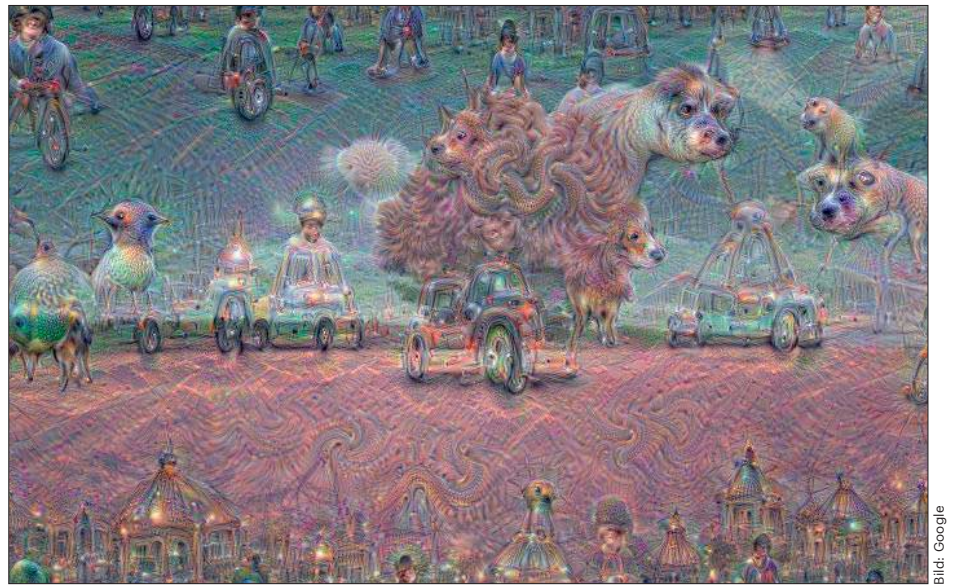


Alle drei Apps sind sowohl für Android als auch für iOS erhältlich.

Wenn Leon Gatys das Verfahren erklärt, klingt alles ganz einfach: „Wir zeigen dem Netzwerk Gemälde und schauen uns die Aktivitätsmuster des neuronalen Netzwerks an. Dann zeigen wir dem Netz ein Foto, nehmen die Information aus der Antwort und erzeugen ein Bild, das gleichzeitig die globale Struktur des Fotos beibehält und Strukturinformationen wie lokale Pinselstriche aus dem Gemälde nimmt.“

Aktuell arbeitet Gatys daran, mehr Einfluss darauf zu nehmen, welche Aspekte des Stils übertragen werden. „Da versuchen wir Farbe und Helligkeitsstruktur zu trennen oder in verschiedenen Regionen verschiedene Stile zu übertragen.“ Eine andere Variante selektiven Stiltransfers wäre, auf verschiedenen Größenordnungen des Zielbilds andere Stile zu übertragen. In den verschiedenen Apps schlägt sich selektiver Stiltransfer aber bisher noch nicht nieder.

Nahtlos an den Prisma-Hype schließt die Begeisterung für FaceApp an. Die App des russischen Entwicklers Yaroslav Goncharov lässt Gesichter künstlich altern, griesgrämige freundlich lächeln und bittet zum Geschlechtertausch. Die Ergebnisse faszinieren, weil FaceApp das Gesicht komplett neu aufbaut – und dabei versucht



Androiden träumen tatsächlich von elektrischen Schafen: Die Feedback-Schleife zeigt, was das neuronale Netz im Foto erkennt.

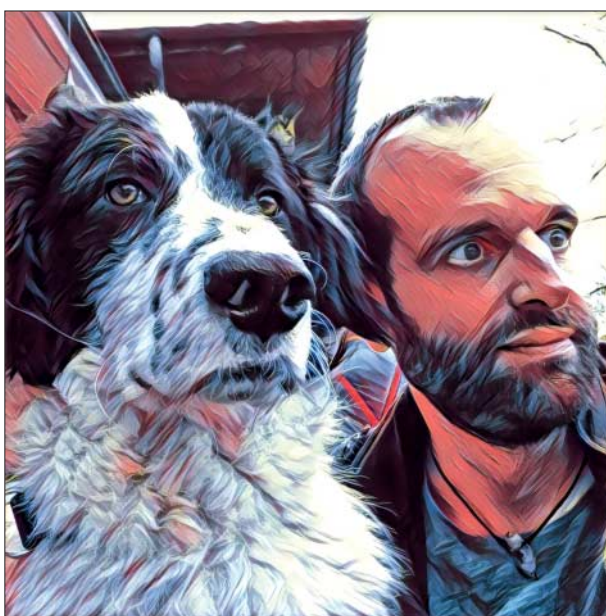
sämtliche Gesichtspartien so zu verändern, dass der Gesamteindruck realistisch wirkt. Die neuronalen Netze hinter den Filtern haben im Training mit Bildbeispielen gelernt, wie sich Attribute eines Gesichts beim Lächeln oder beim Altern verändern und was genau ein Gesicht männlich oder weiblich wirken lässt.

Die FaceApp nutzt brandneue KI-Technik (generative Netze), die allerdings erst in den Kinderschuhen steckt. Die Filter produzieren noch deutlich sichtbare Fehler, etwa Artefakte oder eine übertrie-

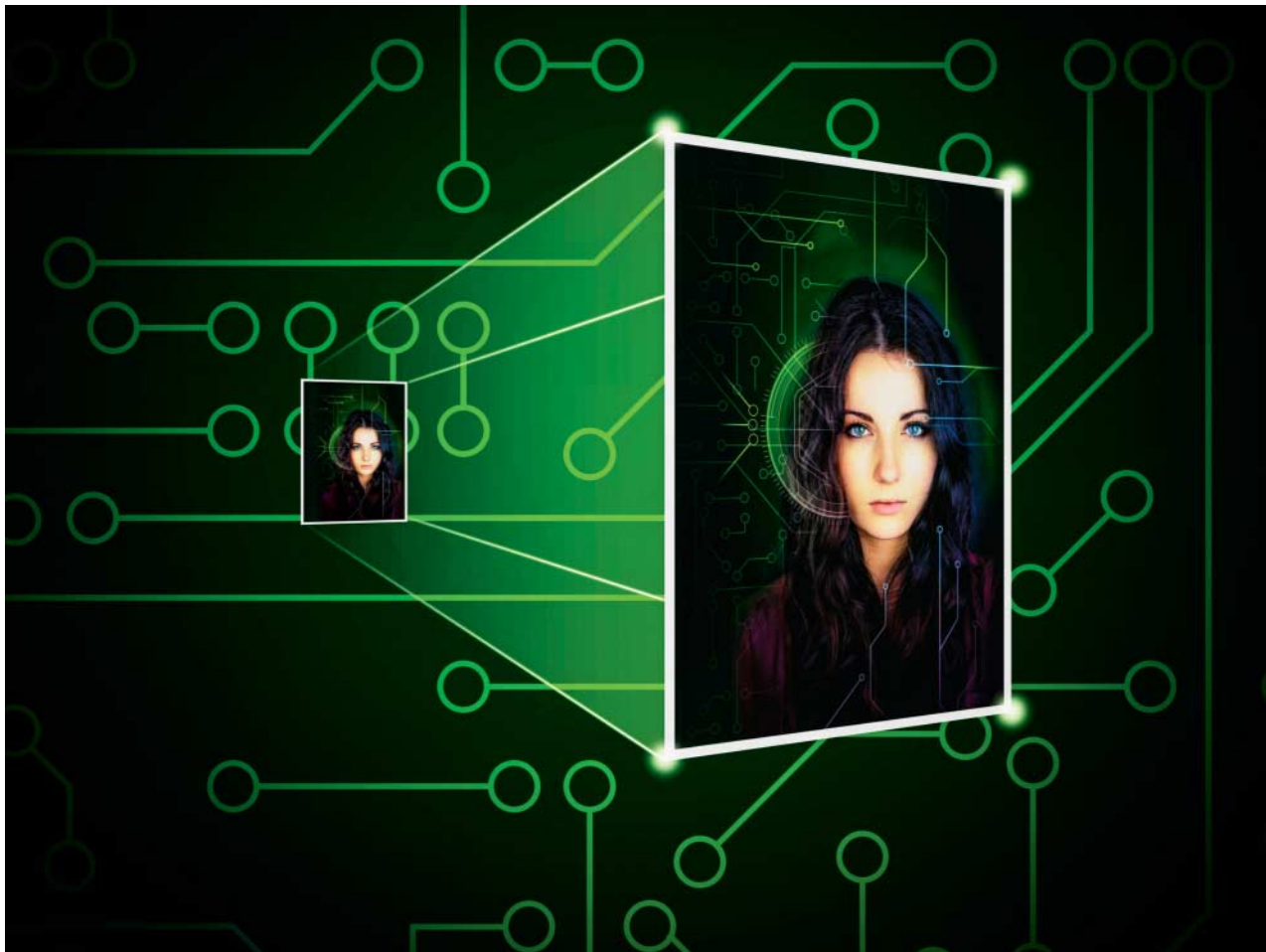
bene Weichzeichnung beim Verjüngen und das Ganze auch nur in einer Auflösung von knapp 1000 × 1000 Pixeln.

### Fazit

Bisher hält sich das Angebot real existierender KI-gestützter Funktionen noch in Grenzen. Die wenigen verfügbaren Techniken rund um Objekterkennung, Autokorrektur und Stiltransfer sind aber jetzt schon älteren Methoden weit überlegen. Und ständig kommen neue Anwendungen hinzu. (akr@ct.de) **ct**



Beim Stiltransfer versuchen neuronale Netze, die globale Struktur des Ausgangsbilds mit lokalen Strukturinformationen eines Kunstwerks zu verbinden. Das Ergebnis sind erstaunlich realistische Gemäldesimulationen (links Prisma, rechts Malevich).



# Superresolution

## Bilder skalieren mit neuronalen Netzen und TensorFlow

**Googles Bibliothek TensorFlow eignet sich als Universalwerkzeug für Experimente mit neuronalen Netzen. Wir haben damit ein Netz darauf trainiert, die Auflösung von Bildern zu verbessern. Das Netz erzeugt sichtbar schärfere Bilder als die Standardskalierung in Grafikprogrammen, da es Formen im Eingabebild erkennt und fehlende Pixel sinnvoll ergänzt.**

Von Johannes Merkert

**A**uch wenn neuronale Netze meist in der Cloud gerechnet werden: Die nötige Software ist Open Source und läuft auf ganz normalen PCs. Die Frameworks nutzen dabei zwei grundsätzlich unterschiedliche Methoden. Die erste verdrahtet vordefinierte Neuronschichten miteinander, für die die Entwickler sowohl die Berechnung der Neuronenaktivität (Forward Pass) als auch die Ableitung (Backward Pass) im Code definiert haben. Die Optimierungsalgorithmen, die während des Trainings die Gewichte an den Synapsen herausfinden,

nutzen die Ableitung der Fitness-Funktion. Die zweite Methode erlaubt völlig frei, einen Forward Pass als Formel zu definieren, und berechnet die Ableitung automatisch. So arbeitet Googles TensorFlow und ermöglicht daher beliebige Experimente mit neuronalen Netzen. Im Prinzip eignet sich das Framework für jedes Problem, bei dem ein Optimierungsalgorithmus automatisch aus Trainingsdaten die Parameter einer Formel schlussfolgern soll.

Die Formeln definiert man in TensorFlow als ganz normalen Quellcode. Das Framework hat Bindings für Python, Go



und Java. Wir haben das Python-API verwendet, da es den vollen Funktionsumfang abdeckt und bei TensorFlow-Projekten auf GitHub mit Abstand am häufigsten eingesetzt wird. Der Python-Code

```
x = (a + b) / c
```

sorgt wie üblich dafür, dass in  $x$  die Summe aus  $a$  und  $b$  geteilt durch  $c$  steht. Normaler Python-Code müsste aber vorher die Variablen  $a$ ,  $b$  und  $c$  mit Zahlen befüllen, damit der Interpreter  $x$  berechnen kann, sobald er die Zeile verarbeitet. Bei TensorFlow definiert man dagegen die Variablen als `Variable`- oder `placeholder`-Objekte, die zunächst keine Zahlen enthalten. `placeholder` dienen dazu, Eingabedaten aufzunehmen, während `Variable`-Objekte mit Werten initialisiert werden, die von Optimierungsalgorithmen angepasst werden können. TensorFlow verfolgt, was mit seinen Variablen passiert und baut intern einen Graphen auf, der die Formel repräsentiert. Die Knoten des Graphen sind Tensoren, also multidimensionale Arrays, die Kanten die Rechenoperationen. Mit diesem Graphen optimiert das Framework die Formel so gut es geht, ohne konkrete Werte einzusetzen. Optimierungsalgorithmen wie der stochastische Gradientenabstieg erweitern den Graphen vollautomatisch: Sie müssen für eine effiziente Optimierung der Fitness-Funktion deren Ableitung kennen. TensorFlow berechnet die Formel automatisch.

Um mit konkreten Zahlen zu rechnen, erzeugt man eine TensorFlow-Session und ruft deren Methode `run()` auf. `run()` übergibt man eine Liste mit den symbolischen Variablen, die man berechnen möchte, beispielsweise  $x$  aus der eben genannten Formel, und ein Dictionary mit den Variablennamen und den Werten, die TensorFlow in die Formel einsetzen soll. Der komplette Code, um  $x$  für  $a=2$ ,  $b=3$  und  $c=4$  zu berechnen, sieht dann so aus:

```
import tensorflow as tf
a = tf.placeholder(tf.float32)
b = tf.placeholder(tf.float32)
c = tf.placeholder(tf.float32)
x = (a + b) / c
sess = tf.Session()
result = sess.run([x], {
    a: 2, b: 3, c: 4
})
print(result) # 1.25
```

## Installation

Seit Version 1.0 ist TensorFlow im Python Package Index enthalten und lässt sich einfach mit `pip` installieren:

```
pip install tensorflow
```

Der Befehl installiert eine platzsparende Version ohne CUDA-Unterstützung. Wer eine moderne Grafikkarte von Nvidia besitzt, installiert lieber `tensorflow-gpu` – eine Version, die sowohl auf der CPU als auch auf der GPU rechnen kann. TensorFlow nutzt die Grafikkarte automatisch für Operationen, für die eine CUDA-Implementierung verfügbar ist. Das Framework stellt Befehle zur Verfügung,

um Rechenarbeit auf die CPU oder bestimmte Grafikkarten zu verteilen. Auf einem PC mit nicht mehr als einer Grafikkarte müssen Sie im Code jedoch praktischerweise nichts davon einstellen.

Neben der Grafikkarte brauchen Sie für den CUDA-Betrieb einen aktuellen Nvidia-Treiber, CUDA selbst und optional noch CUDNN. CUDNN ist eine kostenlose Bibliothek, die typische Berechnungen für neuronale Netze deutlich beschleunigt, die Nvidia aber erst herausrückt, nachdem Sie einen kostenlosen Entwickleraccount erstellt haben.

## Netze bauen

Der erste Schritt beim Bauen eines neuronalen Netzes ist das Vorbereiten der Eingabedaten. Sie sollten aus Gleitkommazahlen zwischen 0 und 1 bestehen. Beim klassischen Machine-Learning würde man einen Vektor aus möglichst bedeutungstragenden Eigenschaften berechnen. Für Gesichtserkennung könnten das beispielsweise der Augenabstand, die Nasenlänge, Mundbreite et cetera sein. Das Extrahieren solcher Daten erfordert aber viel handgeschriebenen Code. Hier liegt die Stärke von tiefen neuronalen Netzen: Sie nehmen normierte Eingabedaten direkt an und lernen auf ihren unteren Schichten zunächst, welche Eigenschaften für die gewünschte Ausgabe relevant sind. Auf den oberen Schichten stellen sie dann wie beim klassischen Machine-Learning Schlussfolgerungen an.

Für Skalieren von Bildern soll das neuronale Netz daher aus mehreren Schichten an Neuronen bestehen, die Formen erkennen. Die Eingabedaten sind dabei ein vierdimensionaler Tensor: Batch-Größe  $\times$  Bildbreite  $\times$  Bildhöhe  $\times$  drei Farbkanaäle. Ein Batch besteht in unserem Beispiel immer aus fünf Bildern. Um den Tensor zu normieren, reicht es, die Integer-Farbwerte der Pixel durch 256 zu teilen und die resultierenden Gleitkommazahlen zu verwenden. Die Rechenoperationen in den Hidden-Layern des Netzwerks berücksichtigen zwar benachbarte Pixel, ordnen aber trotzdem jedem Neuron der Eingabeschicht genau ein Neuron der Ausgabeschicht zu. Das Netzwerk kann die Auflösung also nicht erhöhen. Es kann aber aus

einem unscharfen Bild ein scharfes berechnen. Als Vorbereitung skaliert der Code das Eingabebild daher zunächst bikubisch:

```
resized = tf.image.resize_bicubic(
    inputs / 256.0, [480, 640])
```

Auf der höchsten Ebene sollen die Neuronen so „feuern“, dass ein scharfes Bild in der skalierten Auflösung entsteht. Da dort Zahlen zwischen 0 und 1 entstehen, muss dieser Tensor wieder mit 256 multipliziert und auf ganze Zahlen gerundet werden, damit ein Bild entsteht.

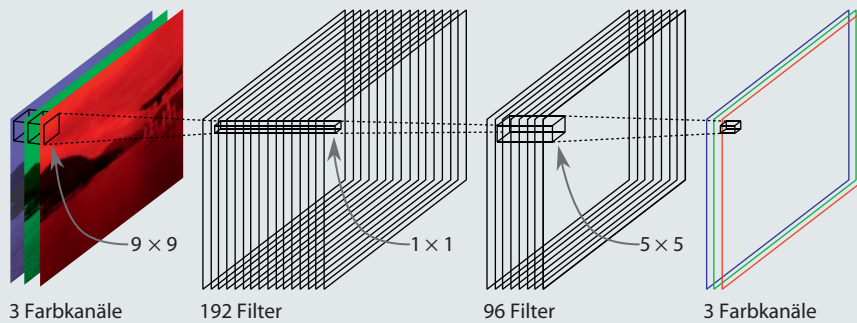
## Faltungsnetz

Die einfachste Schicht eines neuronalen Netzes besteht aus Neuronen, die eine Synapse zu jedem Neuron auf der darunterliegenden Schicht haben (fully connected layer). Bei einem Bild würde das bedeuten, dass das Netz für jede Position im Bild jede Form und jedes Muster lernen muss. Eine Kante links oben wäre für das Netz etwas völlig anderes als eine Kante rechts unten. Außerdem entstünden durch die vielen Synapsen zu viele Parameter, die der Optimierungsalgorithmus während des Trainings anpassen müsste.

Aus diesem Grund haben sich bei der Bilderkennung Convolutional-Layer durchgesetzt. Sie erzwingen, dass eine Kante links oben genau wie eine Kante links unten behandelt wird, da sie für beide Positionen die gleichen Gewichte an den Synapsen verwenden. Stellen Sie sich dafür ein ganz kleines neuronales Netz vor, das beispielsweise nur ein einzelnes Neuron mit 27 Synapsen hat, die einen Bereich von  $3 \times 3$  Pixeln „sehen“. Den Bereich,

## Netzwerkstruktur

Das neuronale Netz nimmt die drei Farbk채n채 des kleinen Bilds als Eingaben. Mit Filtern der GröÙe  $9 \times 9$  extrahiert es per Faltung 192 Features. Aus diesen Features gewinnt es in der n채chsten Schicht mit  $1 \times 1$  Filtern 92 Kan채le mit abstrakteren Erkenntnissen, die es mit  $5 \times 5$  Filtern im letzten Schritt wieder zu drei Farbk채n채n kombiniert.



den dieses Neuron sieht, schieben Sie in Ihrer Vorstellung zeilen- und pixelweise über das Eingabebild. Aus dem Level der Aktivierung dieses Neurons an jeder Position entsteht wieder eine Art Schwarz-WeiÙ-Bild. Mathematisch entspricht das einer Faltung (englisch „convolution“) mit einem Filter, der den Gewichten an den Synapsen entspricht:

```
tf.nn.conv2d(eingabedaten, gewichte,
strides=[1, 1, 1, 1], padding='VALID')
```

Der Parameter `strides=[1, 1, 1, 1]` legt fest, dass die Operation den Filter auf jedes „Pixel“ der eingabedaten faltet. St nden dort höhere Werte, würde sie bei der ersten Dimension ganze Bilder im Batch, bei den folgenden beiden „Pixel“ eines Bildes (X- und Y-Richtung) und bei der Vierten „Farbk채n채“  berspringen. Mit höheren Werten lieÙen sich also „Bilder“ mit niedrigerer Auflösung erzeugen. `padding` legt fest, wie die Operation an den Rändern verf hrt. Die Einstellung „VALID“

sorgt dafür, dass die Faltung erst dort anfängt, wo alle Werte zur Verfügung stehen.

Damit deswegen keine kleineren Bilder entstehen, sollte man die Eingabedaten vorher mit `tf.pad()` um die Hälfte der Filtergr Ùe minus 1 vergr Ùern. Bei der Einstellung „SYMMETRIC“ spiegelt TensorFlow die Pixel am Rand, um nicht mit Nullen auffüllen zu müssen. Für eine Faltung mit  $5 \times 5$ -Filtern fehlen also oben und unten zwei Zeilen und rechts und links zwei Spalten. Das Padding sieht dafür so aus:

```
padded = tf.pad(data, [[0, 0], [2, 2],
[2, 2], [0, 0]], "SYMMETRIC")
```

Die Batchgr Ùe und die Kan채le erhalten kein Padding.

### Netzwerktopologie

Handgeschriebene Algorithmen zum scharfen Skalieren von Bildern arbeiten meist in zwei Schritten: Zuerst extrahieren sie Bereiche mit definierbaren Eigenschaften, beispielsweise eine schräge Kan-

te mit groÙem Hell-Dunkel-Kontrast. Danach rekonstruieren sie die fehlenden Pixel anhand der erkannten Bereiche im Eingabebild.

Unser neuronales Netz imitiert diese Struktur mit drei Convolutional Layern. Die erste Schicht besteht aus 192 Kernen, die Bereiche von  $9 \times 9$  Pixeln des Eingabebilds filtern. Nach der Faltung wendet das Netz die Funktion  $f(x)=\max(0, x)$  auf die multiplizierten Werte an. Diese nicht-lineare Funktion wird als Rectified Linear Unit (ReLU) bezeichnet. Erst durch eine nichtlineare Aktivierungsfunktionen können Neuronen logische Zusammenhänge berechnen und damit Schl Ùe aus den Daten ziehen.

Die zweite Schicht dient dazu, aus den in der ersten Schicht extrahierten Mustern weitergehende Schl Ùe zu ziehen. Dafür muss sie keine Werte mitteln, sodass die Filter hier nur die GröÙe  $1 \times 1$  haben. Da die erste Schicht 192 Kan채le erzeugt hat, haben die Neuronen dennoch 192 Synapsen. Wie bei allen Schichten des Netzwerks kommt die ReLU als nicht-lineare Funktion zum Einsatz. Die zweite Schicht erzeugt 96 Kan채le.

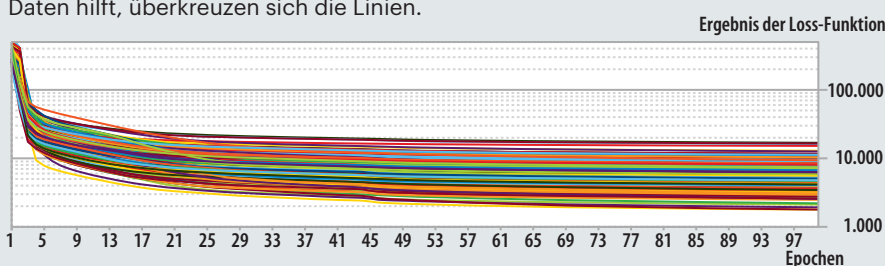
Die dritte Schicht dient dazu, aus den Schlussfolgerungen der zweiten Schicht wieder ein Bild mit drei Kan채len zu ermitteln. Sie hat dafür Filter der GröÙe  $5 \times 5$ , produziert aber nur die drei Farbk채n채 als Ausgabe.

### Hyperparameter optimieren

Der Optimierungsalgorithmus passt zwar die Gewichte innerhalb des Netzwerks an, bringt aber auch ein paar Stellschrauben mit, die er nicht selbst optimiert (Hyperparameter). Der wichtigste Wert ist die Lernrate. Ist sie zu hoch, springt der Optimierungsalgorithmus im Suchraum umher, ohne sich zu verbessern. Ist sie zu klein, braucht der Algorithmus zu viele Schritte, um zu den Trainingsdaten passende Parameter zu finden. Eine Daumenregel bei der Suche nach einer passenden Lernrate ist: Je tiefer das Netzwerk, desto kleiner muss die Lernrate sein, um überhaupt eine Lösung zu finden. Meist ist es sinnvoll, die Lernrate im Verlauf des Trainings zu verringern. Die groÙen Schritte am Anfang beschleunigen das Training, während am Ende kleine Schritte nötig werden, um das Ziel auch zu treffen. Um beispielsweise die Lernrate

## Fitness-Funktion

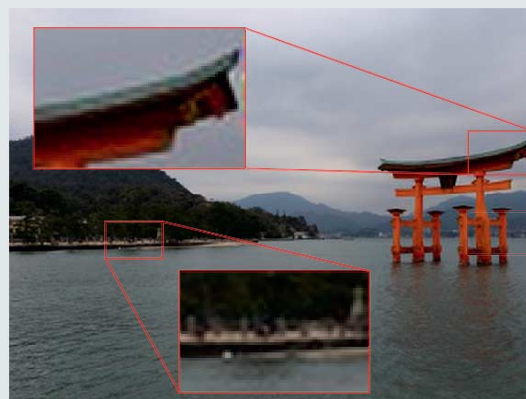
Konvergiert das Netz, sinkt der Wert der Fitness-Funktion im Verlauf des Trainings bei allen Batches der Trainingsdaten. Lernt das Netz etwas, das nur bei manchen Daten hilft, überkreuzen sich die Linien.





## Das Ergebnis

Aus dem Eingabebild (unten) errechnet das neuronale Netz ein deutlich schärferes Bild (rechts) als der bikubische Filter (Mitte).



alle 10 Epochen um 5 Prozent zu verringern, schreibt man:

```
lr = tf.train.exponential_decay(
    0.0001, epoch, 10, 0.95,
    staircase=True)
```

Eine weitere Stellschraube sind die Werte, mit denen TensorFlow die Gewichte initialisiert. Sie sollten nicht zu weit von den Werten entfernt sein, die die Gewichte am Ende des Trainings annehmen, da es lokale Minima geben könnte, in die der Algorithmus hineinläuft. Sie sollten aber auch nicht 0 sein, da es keinen Gradienten gibt, wenn eine Aktivierung nicht zum Fehler beiträgt. Üblicherweise initialisiert man mit einem normalverteilten Rauschen und stellt die Standardabweichung ein (hier 0,1):

```
weight_variable = tf.truncated_normal(
    shape, stddev=0.1)
```

## Experimentierfeld

Ob ein neuronales Netz beim Training konvergiert und wie schnell das geht, hängt von den Daten, der Topologie und den Hyperparametern ab. Datenwissenschaftler haben eine Intuition für sinnvolle Werte, aber selbst die müssen zahlreiche Experimente starten, um gute Werte zu finden. TensorFlow bietet eine Basis für eigene Versuche, da es die Hardware voll ausnutzt und schnelle Modifikationen an der Netzwerkstruktur erlaubt.

Sie finden den Code unserer eigenen Experimente zum Bilderskalieren auf GitHub ([ct.de/yrzn](https://github.com/ctde/yrzn)). Mit `scale.py` erzeugen Sie zunächst Bilder der passenden Größe im Ordner `scaled_images`. Das Skript erwartet im Unterordner `images` eine Auswahl an Bildern, die Sie zum Training he-

ranziehen möchten. Dort sollten mehrere hundert Bilder liegen (min.  $640 \times 480$ ). Platzieren Sie auch ein paar Bilder im Ordner `images/validation`, damit das Netzwerk prüfen kann, ob es auch auf Daten, die nicht im Trainingsdatensatz vorkommen, sinnvolle Ergebnisse liefert.

Das Training starten Sie mit `train.py`. Das Skript zeigt die Rückgabewerte der Fitness-Funktion (Loss) nach jedem Trainingsschritt an. Sie sollten tendenziell sinken, variieren aber stark, da manche Batches Bilder enthalten, die sich leichter skalieren lassen als andere. Immer wenn der Algorithmus alle Eingabebilder gesehen hat, ist eine Epoche abgeschlossen und `train.py` prüft den aktuellen Trainingsstand an den unbekannten Bildern aus dem `validation`-Ordner. Sollte der Loss-Wert bei der Validierung nicht mehr sinken, haben Sie entweder ein fertig trainiertes Netz oder eines, das gar nicht lernt.

Die Netzwerkstruktur legt `network.py` fest. Ihre Definition steht im Konstruktor der Klasse `Network`. Da alle Convolutional Layer der gleichen Struktur folgen, kümmert sich die Methode `conv_layer()` um das Festlegen ihrer inneren Struktur. Direkt darunter stellen Sie die Lernrate ein. Wer besonders experimentierfreudig ist, kann auch die Fitness-Funktion `loss()` anpassen oder einen anderen Optimierungsalgorithmus ausprobieren.

Um die Form des Netzes zu verändern, werden Sie einen Blick in die umfangreiche Dokumentation von TensorFlow werfen müssen. Dort findet sich auch ein Einsteigerbeispiel zum Klassifizieren von MNIST-Ziffern, das weitere Details zu Convolutional Networks erklärt.

Zum Anwenden des fertig trainierten Netzwerks dient `inference.py`. Das Skript

skaliert das angegebene Bild und zeigt es an. Verwenden Sie dieses Skript als Grundlage, um Ihr neuronales Netz in bestehende Software, beispielsweise eine Django-Webanwendung, einzubauen.

Mit dem Repository checken Sie auch die Parameter eines trainierten Netzwerks aus. TensorFlow speichert neben `network_params.data*` auch noch eine Datei mit der Endung `.index` und eine mit `.meta` sowie eine checkpoint-Datei, die zusammen die Parameter samt Zusatzinformationen speichern. Falls Sie bei Epoche 0 anfangen möchten, löschen Sie diese vier Dateien und trainieren mit Ihren eigenen Bildern neu.

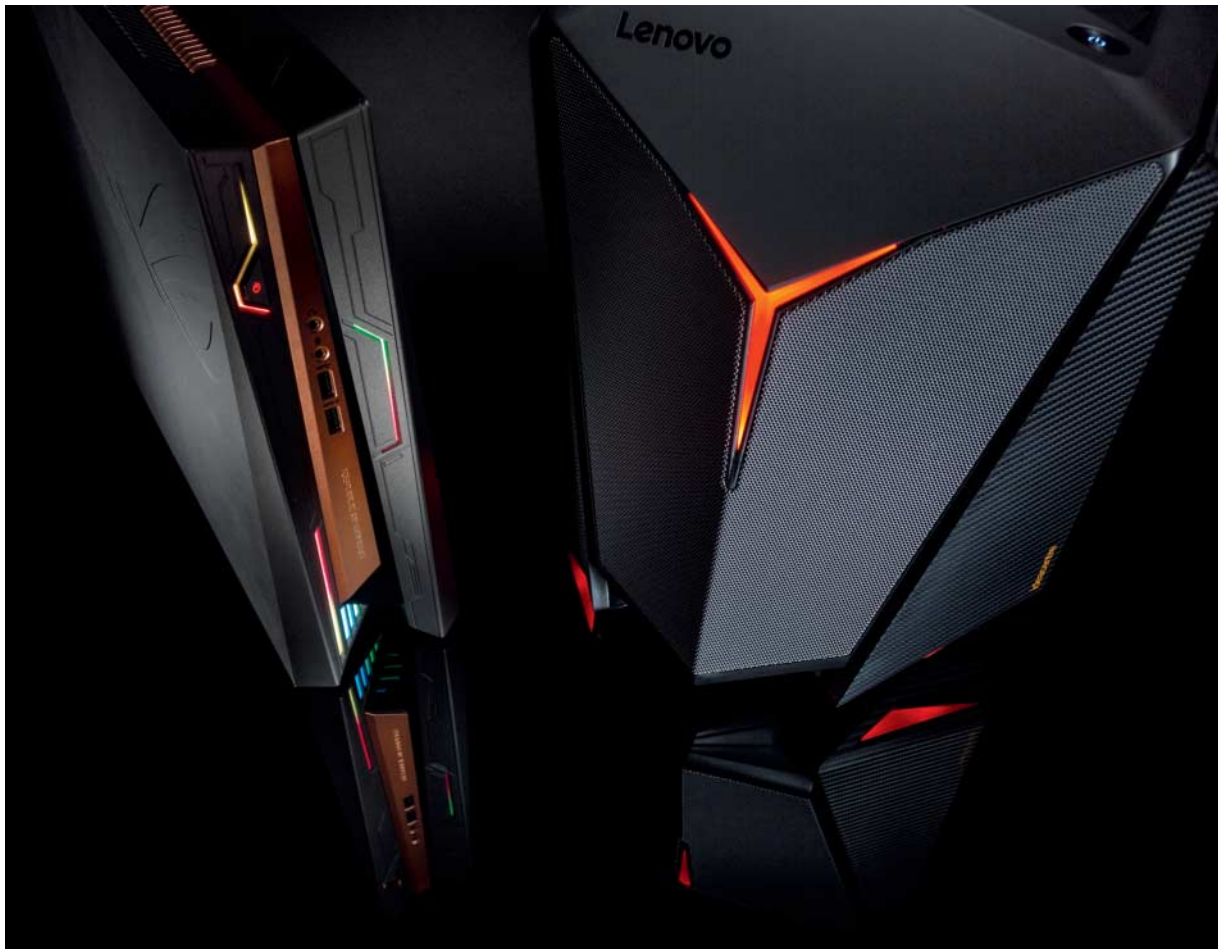
Wir nutzten fürs Training ein GeForce GTX 1080Ti mit CUDA 8.0 und CUDNN unter Ubuntu. Für die Parameter im Repository rechneten wir circa zwei Tage. Für erste eigene Experimente reicht aber auch schwächere Hardware, da man schon innerhalb der ersten Epochen erkennen kann, ob das Netz beim Training konvergiert. Die eigenen Experimente zählen sich auf jeden Fall aus: Neuronale Netze gehören zu den wichtigsten technischen Innovationen der letzten Jahre und es lohnt sich, mehr darüber zu wissen, als Sie beim Lesen von Google und Amazons Marketingtexten erfahren. Einige Aspekte werden Sie erst verstehen, wenn Sie sie ausprobieren.

(jme@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Andrea Trinkwalder, Netzgespinste, Die Mathematik neuronaler Netze: einfache Mechanismen, komplexe Konstruktion, c't 6/16, S. 130
- [2] Johannes Merkert, Ziffernlerner, Ein künstliches neuronales Netz selbst gebaut, c't 6/16, S. 142

Repository und Literatur: [ct.de/yrzn](https://ct.de/yrzn)



# Kleine Kisten, großer Spaß

## Vier kompakte Gaming-PCs im Vergleich

**Spielerechner müssen nicht groß und klobig sein, manche Hersteller bringen mit einigen Kniffen leistungsfähige Hardware auf kleinem Raum unter. Dank ausgeklügelter Kühlkonzepte sind sie erstaunlich ruhig – meistens.**

**Von Benjamin Kraft**

Dem einen fehlt der Platz auf dem Schreibtisch, der andere stört sich am voluminösen Gehäuse im Wohnzimmer – diverse Gründe sprechen gegen einen klassischen Gaming-Tower. Inzwischen gibt es kleine Spiele-PCs, die bei der Performance mit ihren größeren Geschwistern mithalten können. Dabei sind einige kaum größer als ein aufrechter Schuhkarton. Die Hersteller versprechen flüssiges Gaming in Full HD und darüber hinaus. Das Kühlungsproblem lösen sie meist geschickt und leidlich leise.

Allerdings zahlt man für ein solches Kompaktsystem einen Aufpreis verglichen mit einem ähnlich ausgestatteten Rechner im konventionellen Format. Der günstigste Kompakt-Gamer im Testfeld ist mit 1200 Euro der schlanke ROG GR8 II von Asus. Das stämmige Lenovo Ideacentre Y710 Cube-15ISH findet man im Online-Handel ab etwa 1800 Euro. Für 200 Euro mehr gibt es den Zotac-Barebone Magnus EN1080K, den man jedoch noch mit RAM und SSD sowie mit einem Betriebssystem ausrüsten muss. Das obere Ende

des Preisspektrums markiert der Corsair ONE Pro mit 2500 Euro.

## Ausstattung

Die Hersteller setzen bei den getesteten Geräten durchweg auf Grafik-Hardware von Nvidia. Corsair und Lenovo bauen eine konventionelle GeForce GTX 1080 mit 8 GByte Grafikspeicher ein. Lenovo erlaubt es Käufern sogar, später auf eine andere Grafikkarte umzurüsten; die Garantieansprüche bleiben dabei erhalten. Bei Zotac sitzt die GPU auf einem MXM-Modul, wie man es von Notebooks oder All-in-One-Rechnern kennt. Asus nutzt zwar ebenfalls eine Karte in voller Größe, greift aber zur schwächeren GeForce GTX 1060 mit 3 GByte Speicher.

Als Unterbau dienen Core-i7-Prozessoren von Intel, also Vierkern-CPU's mit Hyper-Threading. Der i7-7700K im Corsair ONE sowie der etwas niedriger getaktete i7-7700, der bei Asus und Zotac zum Einsatz kommt, gehören zur Kaby-Lake-Generation. Beim i7-6700 im Y710 Cube handelt es sich noch um einen Skylake-Prozessor mit nochmals geringerem Takt.

Bei Asus, Corsair und Lenovo liegen Betriebssystem und Anwendungen auf SATA-SSDs mit 240 bis 256 GByte Kapazität – offenbar sehen auch die Hersteller derzeit keinen Vorteil in den teureren NVMe-Versionen. Die in [1] getesteten Gaming-Rechner konnten die theoretische Mehrleistung jedenfalls nicht in die Praxis umsetzen. Lenovo baut zusätzlich eine 2-TByte-Festplatte als Datenaufnahmestation ein – sinnvoll, denn moderne Spiele belegen immer mehr Platz auf dem Datenträger. So genehmigt sich Deus Ex: Mankind Divided bereits knapp 43 GByte, bei GTA V sind es sogar gut 65 GByte. Immerhin lässt sich bei Asus und Zotac ein weiterer Datenträger nachrüsten. Der Arbeitsspeicher fällt bei Lenovo mit 24 GByte ebenfalls größer aus als bei Asus und Corsair. Allerdings reichen auch deren 16 GByte derzeit vollkommen aus.

Für Peripherie stehen je nach Gerät zwischen sechs und neun USB-Ports zur Verfügung, von denen praktischerweise mindestens einer an der Stirnseite liegt. Außer bei Lenovo gibt es auch schnelles USB 3.1 Gen 2 und eine USB-C-Buchse. Im Corsair ONE versorgt ein besonders schneller Asmedia-Chip diesen verdreh-sicheren Anschluss, sodass Daten im Test mit über 1 GByte/s von und zur externen SSD Sandisk Extreme 900 flutschten. Als Display-Anschluss lässt sich der USB-C-Port nicht nutzen. Ein wenig aus der Zeit gefallen wirkten die PS/2-Buchsen an den Geräten von Lenovo und Corsair.

In den kleinen Spielkisten kommen moderne Nvidia-GPUs der aktuellen Pascal-Generation zum Einsatz, die an ihren HDMI-Ausgängen 4K-Displays (3840 × 2160 Pixel) mit ergonomischen 60 Hz ansteuern. An den DisplayPorts kann man 5K-Displays betreiben (5120 × 2880 Pixel), ebenfalls mit 60 Hz und jeweils mit nur einem Kabel. Um in dieser Auflösung flüssig zu spielen, reicht die Grafik-Power indes nicht.

Je nach Anzahl der Signalausgänge lassen sich drei (Asus) oder vier Monitore anschließen (Corsair, Lenovo, Zotac). Der Corsair ONE Pro und der Zotac Magnus tragen je eine HDMI-Buchse an der Stirnseite, was insbesondere für VR-Spieler praktisch ist: So können sie nicht nur ihre Brille einfacher anschließen, sondern gewinnen auch ein wenig mehr Bewegungsfreiheit.

Während die anderen drei Spielerechner analogen Surround-Sound ausgeben können, beschränkt sich Zotac auf Stereoton, dem es an Dynamik mangelt. Ein optischer SPDIF-Ausgang für digitalen Mehrkanalton sucht man am Magnus ebenfalls vergeblich; immerhin kann man der HDMI-Buchse Surround-Signale entlocken. Gibt es an der Wiedergabe bei den anderen Systemen nichts auszusetzen, schwächeln sie alle bei der Aufnahme.

Alle Testgeräte kommunizieren per 802.11ac mit 2 × 2 Streams im WLAN, Pe-



Unterm eleganten Metallkleid verbirgt sich ein Flüssigkeitskühlsystem mit zwei Radiatoren. Der Lüfter im Deckel saugt die warme Abluft aus dem Gehäuse.

riperie binden sie per Bluetooth an. Corsair und Zotac führen die Antennen aus dem Metallgehäuse heraus, Asus und Lenovo verbergen sie im Kunststoffgehäuse. Für die kabelgebundene Kommunikation bringen alle einen Gigabit-Ethernet-Anschluss mit, der Zotac Magnus gar zwei.

## Farbenspiel

Beim Gehäusedesign verfolgen die Hersteller sehr unterschiedliche Ansätze: Corsair und Zotac üben sich in Zurückhaltung, Asus und Lenovo wollen auffallen. Allen gemein sind die LED-Leisten, die sich per Software regeln lassen. Bei Asus fällt sie besonders verspielt aus und ist in zehn Abschnitte unterteilt, denen man mittels Aura-Tool per Farbrad Farben zuweisen kann. Es stehen auch Animationen zur Wahl: So können die Farben des Re-

## Kompakte Spielerechner: Leistungsdaten unter Windows 10 (64 Bit)

System	Cinebench R15 Single- / Multi-Core [Punkte] besser >	3DMark Time Spy / Fire Strike [Punkte] besser >	GTA V (DX 11) UHD / Full HD [FPS] besser >	Deus Ex: Mankind Div. <sup>3</sup> UHD / Full HD [FPS] besser >	Rise of the Tomb Raider <sup>3</sup> UHD / Full HD [FPS] besser >	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Vollast / CPU und Grafik [W] ← besser	Geräuschentwicklung Leerlauf / 3D- / Vollast [Sone] ← besser
ASUS ROG GR8 II	179/855	4008/10427	~2	16,8/- <sup>2</sup>	15,2/58,5	25/97/226	0,3/2,3/3,7
Corsair ONE Pro	194/964	6997/18206	42,8/93,0	28,1/39,5	44,6/130,9	34/128/323	0,3/1,5/2,8
Lenovo Ideacentre Y710 Cube	171/814	6628/15987	41,1/75,2	26,9/38,9	43,1/123,5	28/98/297	0,6 /1,3/2,7
Zotac Magnus EN1080K <sup>1</sup>	171/870	6407/16097	40,7/87,8	25,8/37,9	40,8/121,5	29/134/262	0,3/1,5 /2,8

<sup>1</sup> alle Messungen mit 16 GByte DDR4-2400, 512-GByte-SSD Crucial MX100 <sup>2</sup> zu wenig Grafikspeicher <sup>3</sup> DirectX-12-Modus



genbogens durch die Segmente kriechen oder das Leuchtband kann pulsieren. Alternativ funktioniert man die LEDs zur CPU-Temperaturanzeige um. Dann variiert die Beleuchtung passend zur Kerntemperatur des Prozessors.

Die anderen Testgeräte bieten deutlich weniger Möglichkeiten. Zotac erlaubt immerhin, den seitlichen Magnus-Schriftzug mithilfe der Spectra-Software farblich und in der Helligkeit anzupassen sowie pulsieren, blinken oder statisch leuchten zu lassen. Bei Corsair und Lenovo darf man maximal die Helligkeit verändern und die Beleuchtung abschalten.

## Performance

Die Core-i7-CPU's bieten nicht nur für Spiele, sondern auch für Videoschnitt oder die Arbeit mit virtuellen Maschinen genug Leistung. Die Benchmark-Ergebnisse ordnen sich wie erwartet nach der Taktrate: Der Corsair ONE Pro liegt rund 10 Prozent vor Zotacs Magnus und dem Asus GR8 II, während der Lenovo Y710 auf hohem Niveau Letzter wird. Ein ähnliches Bild zeigte auch der Sysmark 2014 SE, der die Systemleistung mithilfe gebräuchlicher Office-Anwendungen in verschiedenen Szenarien bestimmt. Auf dem Asus-System lief die Installationsroutine nicht durch, sodass wir keine Messung vornehmen konnten. Bei den SSDs kommen zwar verschiedene Modelle zum Einsatz, die Unterschiede fallen aber ebenfalls gering aus: Schreibend und lesend erreichen alle über 500 MByte/s.

Dass sich Corsair, Lenovo und Zotac bei der Grafikleistung nicht viel nehmen, war ebenfalls abzusehen, steckt doch in allen eine GeForce GTX 1080. Wieder hat Corsair die Nase vorn und liegt je nach Auflösung und Spiel um bis zu acht Prozent in Führung. Das ist teils der schnellsten CPU im Feld geschuldet, teils geht es auf das Konto der Wasserkühlung, die der GPU ermöglicht, länger mit erhöhtem Boost-Takt zu laufen. Lenovos Gaming-Cube schiebt sich knapp vor den Magnus EN1080K. Für flüssiges 4K-Gaming bietet das Trio in der Regel genug Reserven, wenn man es nicht mit der Detailstufe übertreibt. So lief Rise of the Tomb Raider im DX12-Modus mit sehr hoher Qualität und SMAA noch flüssig. Mit dem Ultra-Preset von Deus Ex: Mankind Divided brachen die Bildraten allerdings auf unter 30 Bilder pro Sekunde (fps) ein, hier muss man einen oder zwei Gänge zurückschalten.

Die GeForce GTX 1060 im Asus GR8 II spielt indes schon von der GPU-

Performance anderthalb Klassen darunter und ist vor allem zum Spielen in Full HD (1920 × 1080) und für den gelegentlichen Abstecher in WQHD-Gefilde gedacht (2560 × 1440). In modernen Spielen mit anspruchsvollen Texturen geht ihr allerdings der Grafikspeicher aus, 3 GByte sind heute zu knapp bemessen. Erreichte der ROG GR8 II in Rise of the Tomb Raider noch knapp 60 fps, weigerte sich GTA V bereits in Full HD, unsere Voreinstellungen zu übernehmen. Besonders zukunftsicher ist der kleine Asus damit nicht – zumal sich die Grafikkarte nicht aufrüsten lässt.

## Lautstärke

Corsair und Zotac setzen auf ein geschlossenes Flüssigkeitskühlsystem, Asus und Lenovo auf klassische Luftkühlung. Wenngleich keines der Systeme so leise ist wie unser Gaming-Bauvorschlag [2] oder manch besonders leiser Spiele-PC, machen sie ihre Sache nicht schlecht. Im Leerlauf bleiben Asus und Corsair flüsterleise und verdienen sich damit die Note sehr gut, Lenovo und Zotac bekommen ein gut.

Im 3D-Betrieb bleiben die drei größten Systeme mit maximal 1,5 Sone noch erträglich, was nicht stört, wenn man beim Spielen Kopfhörer trägt. Nur der schmale Asus ROG GR8 II sägt hörbar mit über zwei Sone. Auch unter kombinierter CPU- und GPU-Volllast belegt er den letzten Platz, während Zotac in dieser Disziplin als Sieger hervorgeht.

## Fazit

Die Kompakt-Gamer versammeln beeindruckende Performance auf kleinem Raum. Allerdings gelingt das nicht ohne Kompromisse: Stehen auf dem Wunschzettel hohe Leistung, kleine Abmessungen und leiser Betrieb, muss man in der Regel bei zwei der Punkte Abstriche hinnehmen. Späteres Aufrüsten – etwa mit einer noch schnelleren Grafikkarte – ist nur in Ausnahmen möglich.

Der kleine Asus ROG GR8 II liefert Spieleleistung ab, die man vor nicht allzu langer Zeit nur in wesentlich größeren PCs bekommen hätte. Sein kleiner Grafikspeicher kann ihn aber schon heute in anspruchsvollen Spielen ausbremsen, und besonders leise geht er nicht zu Werk.

Die anderen drei Systeme legen jeweils unterschiedliche Schwerpunkte: Lenovo schnürt beim Y710 Cube ein ausgewogenes Paket mit dem besten Preis/Leistungs-Verhältnis im Testfeld. Zudem



## ASUS ROG GR8 II

Mit seinem kantigen, verwinkelten Design würde der ROG GR8 II sofort als Spielekonsole durchgehen. Dünne Leuchtstreifen, die sich in zehn Abschnitten farblich getrennt einstellen lassen, durchziehen die Gehäusefront – verspielt, aber schick. In der Aura-Software wählt man aus verschiedenen Beleuchtungs-Presets; eines davon nutzt die LEDs als Temperaturanzeige für die CPU. Auf Wunsch leuchtet der GR8 II sogar, wenn er im Standby oder ausgeschaltet ist.

Im schmalen Gehäuse steckt die schwächste Grafikkarte. Die GeForce GTX 1060 taugt zwar prinzipiell für anspruchsvolle Spiele in Full-HD-Auflösung, wird aber speziell in neueren Titeln wie Deus Ex: Mankind Divided bei hoher Detailstufe durch den 3 GByte kleinen Grafikspeicher ausgebremst; GTA V verweigerte mit unseren Einstellungen sogar den Dienst. Asus hätte besser zur 6-GByte-Variante gegriffen. Die CPU-Leistung gibt keinen Anlass zur Kritik, allerdings scheint der Core i7-7700 das Kühlsystem an seine Grenzen zu bringen: Ackerten seine acht Threads in Prime95, schnarrte der GR8 II mit 2 Sone; belasteten wir zusätzlich die GPU, ermittelten wir 2,3 Sone.

Erfreulicherweise lässt sich der kleine Asus-Gamer vom Käufer aufrüsten. Ein Rahmen für ein 2,5"-Laufwerk liegt bei, die eingebaute M.2-SSD lässt sich mit wenigen Handgriffen austauschen. Eigentlich soll man auch beide SO-DIMMs ersetzen können, was daran scheitert, dass das zweite Modul offenbar an der Mainboard-Rückseite sitzt. Wie man das erreichen soll, ohne die gesamte Konstruktion zu zerlegen, verrät das Handbuch nicht.

- sehr kompakt
- kleiner Grafikspeicher
- sehr laut unter Volllast





### Corsair ONE Pro

Der säulenförmige Kompakt-Gamer von Corsair liegt in allen Disziplinen vorn, sogar die rückseitige USB-C-Buchse transferiert Daten rasend schnell. Allerdings verbrauchte der Corsair ONE Pro mit 323 Watt auch am meisten Strom, wenn GPU und CPU voll gefordert wurden.

Ein ausgeklügeltes Flüssigkeitskühlsystem mit zwei Wärmetauschern führt die Hitze von CPU und GPU ab. Ein langsam drehender Lüfter im Deckel bläst die warme Luft oben hinaus, unterstützt durch den Grafikkarten- und den Netzteil Lüfter. Im Leerlauf kaum hörbar und bei CPU- oder GPU-Last unaufdringlich, brummte der ONE Pro unter kombinierter Volllast vor allem wegen des kleinen Netzteil Lüfters nach kurzer Zeit mit 2,8 Sone.

Im Gehäuseinneren kommen dicht gepackt Standardkomponenten zum Einsatz: Das Mini-ITX-Mainboard mit angepasstem BIOS sowie die GeForce GTX 1080 stammen von MSI. Netzteil, RAM und 2,5"-SSD fertigt Corsair. Einige der Bauteile lassen sich mit geringem Aufwand austauschen, etwa RAM, SSD und CPU. Bei der Grafikkarte wäre der Aufwand indes höher, da man bei ihr den Kühler entfernen müsste.

Corsair legt einige Software bei, um das System anzupassen und zu überwachen oder Treiber und Betriebssystem auf dem aktuellen Stand zu halten. Eine Möglichkeit, die Lüfter außerhalb des BIOS zu steuern, fehlt jedoch. Die getestete Konfiguration gibt es in Deutschland nicht zu kaufen, hierzulande bekommt man anstelle der TByte-SSD ein Modell mit 480 GByte plus eine 2-TByte-Festplatte.

- ↑ sehr hohe Leistung
- ↑ in 3D-Spielen leise
- ↓ laut unter Volllast



### Lenovo Ideacentre Y710 Cube

Das kurze, bullige und kantig gestylte Gehäuse wirkt sehr dynamisch. Mit dem Tragegriff an der Oberseite lässt es sich einfach transportieren; mit gut achteinhalb Kilogramm zerrt es nicht allzu schwer am Arm. Die Gehäusefront erinnert an einen Helm mit rot leuchtenden Sehschlitzen, dessen Kinn sich einem trotzig entgegenschiebt. Zwei weitere LEDs an der Unterkante sorgen für eine Aura. Viele Regelmöglichkeiten gibt es nicht, die Farbe ist fest vorgegeben. Nur die Helligkeit lässt sich verändern.

Zwar steckt auch im Y710 Cube eine aktuelle GeForce GTX 1080, die man sogar ohne Garantieverlust tauschen darf. In anderen Punkten fällt er aber hinter die Konkurrenten zurück. Dass sein Core i7-6700 aus der Skylake-Generation 200 MHz langsamer taktet als der aktuelle i7-7700, macht sich glücklicherweise nur in Benchmarks bemerkbar. Um schnelle Peripherie wie moderne USB-3.1-SSDs auszureizen, fehlt ein USB-SuperSpeedPlus-Controller, auch eine USB-C-Buchse sucht man vergeblich. Immerhin gibt es acht USB-3.0-Ports und sogar einen PS/2-Anschluss für Nutzer, die an ihrer Lieblingstastatur aus dem letzten Jahrhundert hängen. Der Arbeitsspeicher fällt mit 24 GByte großzügig aus und sollte noch für die nächsten Spielgenerationen reichen.

Im Leerlauf recht leise und in 3D-Spielen zurückhaltend, erreichte der Y710 Cube unter kombinierter GPU- und CPU-Volllast bis zu 2,7 Sone. Hauptschuldiger ist der CPU-Lüfter, der den Prozessor übereifrig auf 66 Grad hält.

- ↑ Grafikkarte aufrüstbar
- ↓ kein USB 3.1 Gen 2 oder Typ C
- ↓ laut unter Volllast



### Zotac Magnus EN1080K

Dem unscheinbaren Magnus sieht man seine hohe Leistungsfähigkeit nicht an. Für ein wenig Farbe im ansonsten nüchternen Design sorgen der beleuchtete Einschaltknopf sowie der Magnus-Schriftzug an der linken Gehäuseseite. Dessen Farbe und Helligkeit regelt man mit der Spectra-Software und bestimmt, ob er pulsieren, blinken oder nur leuchten soll.


Zotac verkauft den Magnus EN1080K ausschließlich als Barebone, den man noch um Arbeitsspeicher und eine Festplatte oder SSD sowie ein Betriebssystem ergänzen muss. Der Einbau der Hardware gelingt einfach und werkzeuglos: Entfernt man die vier in die Gummifüße integrierten Rändelschrauben und anschließend die Bodenplatte, erhält man Zugriff auf zwei Steckplätze für DDR4-SODIMMs, einen 2,5"-Einschub und einen M.2-Slot. Der nimmt entweder eine SATA- oder eine NVMe-SSD mit bis zu vier Lanes auf.

Im Leerlauf agierte das Kühlsystem mit 0,7 Sone leise, aber hörbar, und gab gluckernde Geräusche von sich, wohl durch Luft im Kühlkreislauf. Unter Last verschwanden die Nebengeräusche. Dass ein zweites Testmuster dieses Phänomen nicht zeigte, spricht für eine Serienstreuung. Waren GPU und CPU gemeinsam gefordert, stieg die Geräuschentwicklung auf bis zu 1,7 Sone, doch selbst das stört unterm Headset nicht. Audio-Anschlüsse gibt es nur vorn; im Test zeigten sie eine unerwartet niedrige Dynamik. Für ein internes Netzteil blieb offenbar kein Platz, stattdessen legt Zotac zwei klobige externe 180-Watt-Netzteile bei.

- ↑ kompakt und unauffällig
- ↑ in 3D-Spielen leise
- ↓ geringe Audio-Dynamik

kann man bei ihm später eine andere Grafikkarte einbauen. Der Zotac-Barebone Magnus EN1080K operiert akustisch und optisch unauffällig, derzeit verlangt der Hersteller aber auch einen stolzen Preis. Corsair verpackt beim ONE Pro sehr hohe Leistung mit technischer Raffinesse in einem eleganten Säulengehäuse.

Selbst die getesteten Systeme beanspruchen eine gewisse Stellfläche auf dem Schreibtisch, zumal sie noch um Tastatur, Maus und Display ergänzt werden müssen. Wer den Rechner nach der Spiele-Session wortwörtlich vom Tisch haben möchte, sollte ein Gaming-Notebook in Betracht ziehen, das sich auch zum

Zocken auf Reisen eignet. Allerdings muss man dann Kompromisse bei der Ergonomie in Kauf nehmen. (bkr@ct.de) 

## Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Spielspaß sofort, Gaming-PCs im Test, c't 22/16, S. 104  
[2] Christian Hirsch, Wunsch Dir was Alltagstaugliches, Bauvorschlag für einen effizienten Allround-Rechner, c't 25/16, S.76

Kompakte Gaming-Rechner: technische Daten				
Hersteller, Typ	Asus ROG GR8 II	Corsair ONE Pro	Lenovo Ideacentre Y710 Cube	Zotac Magnus EN1080K
<b>Hardware-Ausstattung</b>				
CPU / Kerne / Takt (Turbo)	Core i7-7700 / 4+HT / 3,6 (4,0 bis 4,2) GHz	Core i7-7700K / 4+HT / 4,2 (4,5 bis 4,5) GHz	Core i7-6700 / 4+HT / 3,4 (3,7 bis 4,0) GHz	Core i7-7700 / 4+HT / 3,6 (4,0 bis 4,0) GHz
CPU-Fassung / Lüfterregelung	LGA 1151 / ✓	LGA 1151 / ✓	LGA 1151 / ✓	LGA 1151 / ✓
RAM (Typ / Max.) / -Slots (frei)	16 GByte (DDR4-2400 / 32 GByte) / 2 (0)	16 GByte (DDR4-2400 / 32 GByte) / 2 (0)	24 GByte (DDR4-2133 / 32 GByte) / 2 (0)	— <sup>1</sup> (DDR4-2400 / 32 GByte) / 2 (2)
Grafik (-speicher) / -lüfter	Geforce GTX 1060 (3 GByte)	Geforce GTX 1080 (8 GByte)	Geforce GTX 1080 (8 GByte)	Geforce GTX 1080 (MXM) (8 GByte)
Mainboard (Typ) / Chipsatz	Asus GR8 II (OEM) / H110	MSI Z270I (MS-7A66) / Z270	Lenovo (OEM) / H170	Zotac (OEM) / B150
SSD (Typ, Kapazität)	Intel SSDSCCKGW256H6 (SATA, 256 GByte)	Corsair CSSD-F960GBLEB (SATA, 960 GByte <sup>2</sup> )	Samsung MZ7TY256HDHP (SATA, 256 GByte)	— <sup>1</sup>
Festplatte (Kapazität)	—	—	Seagate ST2000DM001 (2 TByte)	—
Kartenleser	—	—	—	SD-Card
Sound-Chip	Realtek ALC1150	Realtek ALC1220	Realtek ALC892	Realtek ALC892
Gigabit Ethernet	Intel I219-V	Intel I219-V	Killer E2400	2 × Realtek
WLAN	Intel Dual Band Wireless-AC8260	Intel Dual Band Wireless-AC8265	Killer Wireless-n/a/c 1535	Intel Dual Band Wireless-AC 3165
Abmessungen (B × H × T [mm])	88 × 277 × 280	252 × 314 × 393	252 × 314 × 393	225 × 128 × 205
Gewicht [kg]	3,6	7,4	8,7	3,9
Netzteil (Leistung)	Delta ADP-230EB T (230 W)	Corsair SF400 (400 W)	AcBel PC7033 (450 W)	2 × Delta ADP-180MB K (2 × 180 W)
Anschlüsse hinten	2 × HDMI, 1 × DisplayPort, 1 × analog Audio, 1 × USB 3.1 Typ A, 1 × USB 3.1 Typ C, 2 × USB 3.0, 1 × LAN	1 × HDMI, 2 × DisplayPort, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 1 × USB 3.1 Typ A, 1 × USB 3.1 Typ C, 4 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	1 × HDMI, 1 × DVI, 3 × DisplayPort, 5 × analog Audio, 1 × SPDIF Out optisch, 4 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × LAN, 1 × PS/2	2 × HDMI, 2 × DisplayPort, 4 × USB 3.0, 2 × LAN
Anschlüsse vorn, oben und seitlich	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio	1 × USB 3.0, 2 × analog Audio, 1 × HDMI	2 × USB 3.0, 2 × analog Audio	1 × USB Typ C, 2 × analog Audio, 1 × USB 3.1 Gen 2 Typ A, SD-Kartenleser, 1 × HDMI
Reset-Taster / 230-V-Hauptschalter	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓
<b>Datentransfer-Messungen und Geräuscentwicklung</b>				
Festplatte/SSD: Lesen (Schreiben)	— / 556 (530) MByte/s	— / 565 (540) MByte/s	187 (181) / 555 (520) MByte/s	— / 562 (510) MByte/s
USB vorn / hinten: Lesen (Schreiben)	455 (454) / 462 (459) MByte/s	461 (460) / 461 (461) MByte/s	456 (444) / 458 (452) MByte/s	874 (840) / 460 (460) MByte/s
LAN 1/2: Empfangen (Senden)	118 (119) MByte/s / —	118 (119) MByte/s / —	118 (119) MByte/s / —	112 (119) MByte/s / 112 (119) MByte/s
SDXC-Card: Lesen (Schreiben)	—	—	—	45,0 (39,0) MByte/s
Geräuscentw.: Leerlauf / Vollast (Note)	0,3 (⊕⊕) / 3,7 (⊖⊖)	0,3 (⊕⊕) / 2,8 (⊖⊖)	0,6 (⊕) / 2,7 (⊖⊖)	0,8 (⊕) / 1,7 (⊖)
CPU- / GPU-Last (Note)	2,3 (⊖⊖) / 2,3 (⊖⊖)	1,2 (○) / 1,5 (⊖)	2,0 (⊖⊖) / 1,3 (○)	0,7 (⊕) / 1,1 (○)
<b>Funktionstests</b>				
Secure-Boot ab- / CSM einschaltbar	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / —
Wake on LAN: Standby / Soft-Off	✓ / —	— / —	✓ / ✓	— / —
USB: 5V in Soft-Off / Wecken per USB-Tastatur aus: Standby (Soft-Off)	✓ / ✓ (—)	— / — (—)	✓ <sup>3</sup> / ✓ (—)	✓ / ✓ (—)
Bootdauer bis Login	16 s	14 s	15 s	16 s
analog Mehrkanalton (Art) / 2. Audiostrom	✓ (5.1) <sup>5</sup> / ✓	✓ (7.1) / —	✓ (7.1) / keine Umschaltmöglichkeit	— (nur Stereo) / —
HDMI-Mehrkanalton: PCM / Bitstream	7.1 / DTS Audio, Dolby Digital Plus, DTS-HD, Dolby TrueHD, Dolby Digital	7.1 / DTS Audio, Dolby Digital Plus, DTS-HD, Dolby TrueHD, Dolby Digital	7.1 / DTS Audio, Dolby Digital Plus, DTS-HD, Dolby TrueHD, Dolby Digital	7.1 / DTS Audio, Dolby Digital Plus, DTS-HD, Dolby TrueHD, Dolby Digital
SPDIF Mehrkanalton: Bitstream	Dolby Digital, DTS Audio, WMA Pro Audio	Dolby Digital, DTS Audio, WMA Pro Audio	Dolby Digital, DTS Audio, WMA Pro Audio	—
<b>Bewertung</b>				
Systemleist.: Office / Rendering / Spiele	⊕⊕ / ⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕ / ○
Audio: Wiedergabe / Aufnahme	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕ / ⊖	○ / ○
Geräuscentwicklung / Systemaufbau	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕
<b>Lieferumfang</b>				
Betriebssystem / UEFI-Modus / Secure-Boot	Windows 10 (64bit) / ✓ / ✓	Windows 10 (64bit) / ✓ / —	Windows 10 (64bit) / ✓ / ✓	— <sup>1</sup>
Zubehör	—	—	Maus, Tastatur	—
Herstellerepreis (Straße) / Garantie	1299 € (1200 €) / 2 Jahre pick-up & return	2500 € (2500 €) / 2 Jahre bring-in	2000 € (1800 €) / 2 Jahre bring-in	2099 € (2000 €) / 2 Jahre bring-in <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Barebone ohne RAM, SSD, Betriebssystem <sup>2</sup> in Deutschland mit 480 GByte SSD + 2 TByte HDD <sup>3</sup> nur am Port mit Batteriesymbol <sup>4</sup> drei weitere Jahre nach Registrierung <sup>5</sup> unter Verwendung der Frontbuchsen  
✓ vorhanden — nicht vorhanden ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht

Anzeige



# Musikhochburg

## Sechs edle Audio-Interfaces im Vergleich

**Für besten Klang oder viele Anschlüsse müssen Musiker tief in die Tasche greifen. Die Oberklasse buhlt mit feinsten Signalqualität und ausgefeilten Extras um die Gunst der Profis und Hobby-Musiker.**

**Von Hartmut Gieselmann  
und Kai Schwirzke**

Nachdem wir in [1] sechs günstige Audio-Interfaces bis 200 Euro miteinander verglichen haben, sind jetzt die teureren Profi-Geräte an der Reihe. Hier fächert sich das Angebot stark auf: Einige Modelle versuchen, möglichst viele

Anschlüsse zu günstigen Preisen anzubieten, andere setzen auf maximale Signalqualität. Außer einem Standard-USB-Anschluss locken manche Geräte mit Thunderbolt- und Ethernet-Anschlüssen, die kürzere Latenzen beziehungsweise längere Verbindungswege ermöglichen.

Das günstigste Modell Focusrite 18i20 liefert für 500 Euro je acht Ein- und Ausgänge, zwei Kopfhörer-Anschlüsse und ein MIDI-Interface. Noch mehr bietet das UFX 2 von RME: Über vier ADAT-Anschlüsse lassen sich dessen zwölf Analog-Kanäle auf bis zu 28 Ein- und Ausgänge erweitern, die sich auch ohne Rechner auf einen USB-Stick aufzeichnen lassen. Für diesen Luxus muss man mit 2000 Euro

allerdings auch das Vierfache auf den Tisch legen.

Das Apogee Element 24 und das RME ADI-2 Pro kommen hingegen sehr spartanisch daher und bieten je nur zwei analoge Ein- und Ausgänge, von denen beide Hersteller jedoch höchste Klangqualität versprechen. Das spiegeln auch die saftigen Preise von 650 und 1600 Euro wider.

Mit Besonderheiten locken die Modelle von Mark of the Unicorn (MOTU) und Universal Audio (UAD) – da uns UAD kein Testgerät überlassen wollte, stellte PPC Music in Hannover eines zur Verfügung. Das MOTU 624 lässt sich nicht nur über USB und Thunderbolt anbinden, sondern auch via Netzwerkstripte über



AVB. Die Fernsteuerung des Mixers klappt sogar per Browser.

UAD baut in sein Apollo Twin MK2 bis zu vier DSPs ein, auf denen spezielle Effekt-Plug-ins laufen. Die klingen nicht nur gut, sondern glänzen auch mit besonders kurzer Signalverzögerung.

## USB oder Thunderbolt

Prinzipiell genügt die betagte USB-2-Buchse den Ansprüchen eines Audio-Interfaces durchaus. USB 2 High Speed könnte in der Theorie locker 200 Kanäle mit 96 kHz und 24 Bit übertragen. In der Praxis erreichen USB-2.0-Modelle bis zu 68 Kanäle (RME MADiface Pro) – das reicht selbst für große Studios. Verhält sich ein USB-2-Interface class compliant, benötigt es unter macOS, Linux, iOS und einigen Android-Geräten, die „USB on the Go“ und „USB Audio Rev. 2“ unterstützen, keine weiteren Treiber. Nur für Windows ist weiterhin ein Treiber nötig.

Zur reinen Übertragung von Audio-Daten braucht man USB 3.0 also nicht, zumal sich dort an der Art der Anbindung und der Übertragungs-Latenz nichts ändert. USB 3.0 ist nur sinnvoll, wenn zum Interface zusätzliche Daten übertragen werden sollen, etwa für DSPs.

Wenns schneller gehen soll, kann Thunderbolt Vorteile bieten. Die Schnittstelle hängt direkt am PCI Express und lässt die angeschlossenen Geräte das Timing für die Übertragung selbst bestimmen. Jedoch müssen die Hersteller für die Optimierung hier einen wesentlich größeren Entwicklungsaufwand treiben. Dabei konzentrieren sie sich in erster Linie auf Mac-Rechner, weil Apple durch seine rigide Spezifizierung dafür sorgt, dass Thunderbolt-Geräte weitgehend klaglos zusammenarbeiten.

Anders ist es unter Windows, wo Thunderbolt eher stiefmütterlich gepflegt wird. Hier ist keinesfalls sicher, dass jeder Adapter alle Funktionen reibungslos unterstützt.

Während die Thunderbolt-Modelle von Apogee, MOTU und UAD unter macOS klaglos funktionieren, läuft unter Windows 10 bislang nur das Thunderbolt-Interface von UAD. Dazu muss man den neuesten Treiber 9.1 installieren und einen speziellen Adapter von Thunderbolt 3 auf Thunderbolt 2 von Startech zwischen Rechner und Interface schalten.

MOTU bietet zwar auch einen Thunderbolt-Treiber für das 624 unter Windows 10 an, unser Testsystem stürzte damit aber reproduzierbar ab. Bislang hat Thunderbolt unter Windows 10 noch zu viele Kinderkrankheiten. Wer es trotzdem versuchen will, der sollte sich vom Händler zumindest ein Rückgaberecht einräumen lassen, falls es am eigenen Rechner nicht wie gewünscht funktioniert.

## Latenzen

Bei der Aufnahme und Wiedergabe von Audio-Daten müssen diese stets gepuffert werden. Je effizienter ein Treiber arbeitet, desto kleiner können diese Puffer ausfallen, was sich positiv auf die Übertragungsverzögerung (Latenz) auswirkt. Kleine Puffer belasten jedoch den Rechner, der beim Nachschaukeln der Daten stärker ins Schwitzen kommt. Deshalb kann man in Musikprogrammen die Puffergröße manuell einstellen. Zur Aufnahme wählt man einen möglichst kleinen Wert, um Verzögerungen zu minimieren; später im Mix vergrößert man die Puffer, um die CPU bei der Berechnung der Effekte zu entlasten. Zum Vergleich haben wir in der Tabelle Werte für 48 kHz und 96 kHz abge-

druckt und zur Bewertung den kürzesten herangezogen.

Um die Latenzen der Interfaces zu vergleichen, haben wir sie an jeweils den selben Mac- und Windows-Rechner angeschlossen und mit Ableton Live 9.7.1 bei 80 Prozent CPU-Last den Puffer so eingestellt, dass ein Testton gerade noch störungsfrei ausgegeben wird. Die von der DAW angegebenen Zeiten prüfen wir mit einer Loopback-Aufnahme.

Das beste Ergebnis unter macOS erzielten die beiden Thunderbolt-Modelle von Apogee und MOTU (am Macbook Air mit Core i7-5650U) mit sagenhaften 1,8 ms beziehungsweise 2,3 ms. Als schnellstes USB-Interface kann sich aber auch das UFX 2 unter macOS mit 3,4 ms durchaus sehen lassen.

Das Apollo Twin von UAD fällt unter Thunderbolt zurück. Weil unsere obigen Testrechner keine Thunderbolt-3-Schnittstelle haben, ermittelten wir dessen Windows-Zeiten per Bootcamp an einem aktuellen Macbook Pro mit einem 2,0 GHz Core i5. Daher sind sie nicht direkt mit den Werten der USB-Modelle vergleichbar, die an einem Windows-Rechner mit Core-i7-6700K gemessen wurden.

Unter Windows schließt RME mit dem ADI-Pro 2 zu den Thunderbolt-Zeiten auf und erreicht über USB 2 sensationelle 2,1 ms. Leider kann das Interface dieses Ergebnis unter macOS nicht wiederholen, da es dort mangels Treiber nur im Class-Compliant-Modus läuft.

## Audio-Messungen

Die analogen Ein- und Ausgänge maßen wir mit einem Digital-Audio-Analyzer von Rhode & Schwarz. Klirrfaktor und Linearität des Frequenzgangs sind bei allen Modellen unkritisch und lagen am Rand der

Messungen							
Modell	RT-Latenz Windows [ms] ◀ besser	RT-Latenz macOS [ms] ◀ besser	Dynamik Ausgang [dBu] besser ▶	Dynamik Line-In A-W [dBu] besser ▶	Dynamic Mic A-W, -27 dBV [dBu] besser ▶	Ein Mic (200 Ohm, A-Bew.) [dBV] ◀ besser	Preis pro Analog-Anschluss [€] ◀ besser
Apogee Element 24	–	1,8	124	112	98	-129	108
Focusrite Scarlett 18i20	3,6	5,2	109	106	93	-129	25
MOTU 624 AVB	3,2	2,3	125	116	105	-129	58
RME ADI-2 Pro	2,1	6,9	120	117	–	–	160
RME UFX 2	3,6	3,4	119	114	101	-132	83
UAD Apollo Twin	6,6	3,9	116	111	100	-126	100
Günstige Modelle aus c't 09/17							
Audient iD4	6,9	7,9	114	108	98	-129	18
Behringer UMC 204 HD	5,6	7,9	107	100	96	-130	8
IKM iRig Pro Duo	17,8	7,9	103	97	94	-127	32
Steinberg UR22	9,1	7,8	105	98	94	-124	21
Tascam iXR	7,2	7,9	113	102	97	-130	25
Zoom U24 / U44	7,3	7,9	106	98	93	-123	15

Messgrenze, sodass wir auf einen Abdruck in der Tabelle verzichteten.

Unterschiede fanden wir hingegen bei der Dynamik, die den maximalen Unterschied zwischen einem Nutzsignal bei 1 kHz und dem Grundrauschen angibt. Für die Wiedergabe drehten wir die Lautstärkeregel voll auf, sodass die in der Tabelle abgedruckten Werte die maximal mögliche Dynamik angeben. Spitzenreiter sind hier die Modelle von Apogee und MOTU, die mit über 124 dB(A) die besten von uns jemals gemessenen Werte erzielten.

Die Dynamik der Eingänge maßen wir über eine Aufnahme und anschließende Wiedergabe in den R&S-Analyser. Bei minimaler Verstärkung setzte sich hier das ADI-2-Pro mit über 117 dB(A) an die Spitze, dicht gefolgt vom restlichen Feld.

Die Reihenfolge blieb bestehen, als wir die Mikrofoneingänge mit einem weit aus schwächeren Signal von -27 dBV beschickten, das auf digitalen Vollpegel (0 dBFS) ausgereicht wurde. Da das ADI-2 Pro keine Mikrofonverstärker mitbringt, konnte sich hier das MOTU 624 mit 105 dB(A) an die Spitze setzen.

Wer pegelschwache Mikrofone anschließen will, für den ist die maximal mögliche Verstärkung und die dabei übrig bleibende Dynamik interessant, die wir in der Tabelle in den unteren beiden Zeilen der Signalmessungen abgedruckt haben. Um die Messwerte bei den verschiedenen Verstärkungsgraden besser vergleichen zu können, haben wir aus dem Ausgangspegel, der maximalen Verstärkung sowie der übrig bleibenden Dynamik den Pegel des äquivalenten Eingangsrauschens (Equivalent Input Noise, EIN) berechnet. Je niedriger er ausfällt, desto weniger Rauschen fügt der Vorverstärker dem Mikrofonsignal zu. Am besten schneidet hier das RME UFX 2 ab, das mit -132,4 dBV nur wenige Dezibel über dem theoretischen Minimum des thermischen Rauschens von rund -137 dBV liegt (200 Ohm, A-bewertet).

Insgesamt ist die Signalqualität der Interfaces so gut, dass sie keinen Flaschenhals darstellt. Die Klangqualität hängt eher von der Güte der Mikrofone, Kopfhörer und Lautsprecher sowie von der Akustik im Aufnahme- und Abhör-raum ab.

## ADAT-Erweiterungen

Generell kann man unter Windows mit einer DAW-Software gleichzeitig nur ein physisches Software-Interface ansprechen. Unter macOS lassen sich im Audio-MIDI-Setup zwar mehrere Interfaces zu



Das MOTU 624 streamt per AVB bis zu 16 Audio-Kanäle über seine LAN-Buchse.

einem virtuellen Gerät zusammenfassen, allerdings kann man dann nur deren Ausgänge parallel ansprechen, nicht aber von allen Eingängen gleichzeitig aufnehmen.

Stellt man fest, dass die am Gerät vorhandenen analogen Eingänge nicht ausreichen, lassen sie sich mit verschiedenen Optionen erweitern. Die günstigste und am weitesten verbreitete ist ADAT (Alesis Digital Audio Tape). Dabei lassen sich über einen Lichtleiter (TOSLink) bis zu acht Kanäle in einer Richtung (Ein- oder Ausgang) übertragen – allerdings nur bei 44,1 und 48 kHz, was in den meisten Fällen jedoch ausreicht. Bei 96 kHz halbiert sich die Kanalzahl auf maximal vier.

Alle Testkandidaten lassen sich auf diesem Weg per ADAT erweitern; das Routing stellt man bequem in der Mixer-Software ein. Das UAD Apollo Twin hat allerdings nur einen Eingang und keinen BNC-Anschluss, läuft also nur im Slave-Modus. Das RME UFX 2 ist sogar mit jeweils zwei ADAT-Ein- und Ausgängen ausgestattet, kann also um bis zu 16 Ein- und Ausgänge erweitert werden.

Günstige ADAT-Erweiterungen findet man im Handel beispielsweise von Behringer (ADA8200, 8 Ein- und Ausgänge, 190 Euro), Focusrite (Scarlett Octo Pre, 8 Eingänge, 440 Euro) oder Ferrofish (A16, 16 Line-Ein- und Ausgänge, 800 Euro).

## AVB-Netzwerk

Alternativ lassen sich die Audiodaten per LAN übertragen. Während USB- oder Thunderbolt-Kabel nur wenige Meter überbrücken, reichen Netzwerkkabel bis zu 100 Meter weit. Zudem lassen sich mehrere Interfaces via Hub verknüpfen; die Infrastruktur kann also mit den Bedürfnissen des Anwenders wachsen. Das ist nicht nur für Studios interessant, sondern auch für Hobby Musiker: Wenn sie im Keller eine kleine schallgeschützte Kabine für Schlagzeugaufnahmen haben, können sie die Tonregie im Erdgeschoss kostengünstig via Ethernet anbinden.

Das für die Audio-Übertragung per Netzkabel nötige AVB (Audio/Video Bridging) basiert auf dem Standard IEEE 802.1. Dieses Protokoll regelt die Distribution von Audio- und Videodaten über herkömmliche Netzwerke und darf lizenzfrei in Produkten implementiert werden. Einziger Haken: AVB benötigt spezielle Switches, die dieses Protokoll unterstützen; normale LAN-Switches und -Hubs sind dazu ungeeignet.

Das MOTU 624 überträgt per AVB bis zu acht Netzwerk-Streams mit je 8 Audio-Kanälen. Das funktioniert nur unter macOS und wenn man das 624 direkt per Ethernet-Kabel (oder über einen AVB-Switch) mit dem Mac verbindet. Im Vergleich zum Anschluss per USB und Thunderbolt vergrößert sich die Roundtrip-Latenz zwar deutlich, bleibt mit 8 bis 11 ms aber immer noch im praxistauglichen Bereich eines USB-Interfaces im Class-Compliant-Modus.

Im USB- und Thunderbolt-Betrieb kann man die LAN-Buchse des 624 dazu nutzen, das Interface mit einem anderen AVB-Gerät von MOTU zu erweitern. Will man zusätzliche Interfaces per AVB verknüpfen, benötigt man spezielle AVB-Switches, die der Hersteller für 430 Euro anbietet. Diese binden jeweils fünf Geräte an und lassen sich zu großen Netzwerken kaskadieren. Details zum Setup findet man in den PDF-Handbüchern auf der MOTU-Webseite.

## Fazit

In der Oberklasse muss man genau schauen, für welchen Einsatzzweck man ein Audio-Interface braucht. Sucht man ein günstiges Arbeitstier mit vielen Eingängen und einfacher Bedienung, bei dem es nicht auf das letzte Quäntchen Dynamik ankommt, dann macht das Focusrite Scarlett 18i20 einen verdammt guten Job.

Will man das Optimum bei Latenz und Signalqualität herausholen, ist das MOTU 624 AVB sehr zu empfehlen. macOS-Nutzer können per AVB sogar größere Studios verkabeln. Das Setup ist mitunter etwas frickelig – hat man das Routing passend eingestellt, funktioniert die Software-Steuerung per Browser jedoch gut.

Wer mit 16 Ein- und Ausgängen nicht auskommt, für den bietet RME mit dem UFX 2 ein Rundum-Sorglos-Paket. Über den doppelten ADAT-Anschluss lässt es sich auf 28 Ein- und -Ausgänge erweitern und kann zur Not sogar Mehrkanalmixe ohne Rechner aufzeichnen, all das mit toller Signalqualität und kurzen Latenzen.

Zu den Spartanern gehören das Apogee Element 24 und das RME ADI-2 Pro. Ersteres erreicht unter macOS zwar die kürzeste Latenz, gemessen an seiner mageren Ausstattung ist es aber zu teuer. Das ADI-2 Pro ist unter Windows zwar fast ebenso fix, seine Spezialfunktionen und den noblen Line-Eingang werden aber wohl nur Mastering-Studios und solvente

Goldohren sinnvoll nutzen. Ein Sonderfall ist das Apollo Twin. Dessen Anschaffung ist sinnvoll, wenn man bereit ist, einige Hundert Euro in Spezial-Plug-ins zu investieren. Diese klingen durch die Bank sehr gut und haben in erster Linie beim Einspielen den Vorteil kurzer Latenzen. Die Bedienung ist exzellent gelöst und man spart sich einen zusätzlichen Monitor-

Controller. Allerdings läuft Thunderbolt bislang nur unter macOS reibungslos – unter Windows 10 kämpft es generell noch mit Kinderkrankheiten. (hag@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Günstige Sound-Zentralen, 6 Audio-Interfaces für Einsteiger im Vergleich, c't 9/2017, S. 128

Audio-Interfaces						
Name	Element 24	Scarlett 18i20 MK2	624 AVB	ADI-2 Pro	UFX 2	Apollo Twin MKII Duo
Hersteller	Apogee	Focusrite	MOTU	RME	RME	Universal Audio
Webseite	www.apogeedigital.com	www.focusrite.de	www.motu.com	www.rme-audio.de	www.rme-audio.de	www.uaudio.com
max. Abtastfrequenz / Wortbreite	192 kHz / 32 Bit	192 kHz / 24 Bit	192 kHz / 32 Bit	768 kHz / 24 Bit	192 kHz / 24 Bit	96 kHz / 24 Bit
Mixer-Kanäle Eingang / Ausgang	14 / 16	14 / 16	16 / 14 (AVB: 64 / 64)	6 / 8	30 / 30	10 / 6
Betriebssysteme	macOS ab 10.10	macOS ab 10.10, Windows ab 7	Windows ab 7, macOS ab 10.11, stand-alone	Windows ab 7, macOS, stand-alone	Windows ab 7, macOS ab 10.6, stand-alone	macOS ab 10.10, Windows ab 10
Software	Element Control, iOS-Fernsteuerung	Focusrite Control, Red 2 EQ, Red 3 Compressor	MOTU Audio Tools (FFT, Oscilloscope, XY-plot, Phase)	Digicheck (Analyse-Software)	Totalmix (Windows, macOS, iOS), Digicheck	UAD-Mixer mit Effekt-Plug-ins
Sonstiges	optionale Fernbedienung, Integration in Logic Pro X	Audiodesk (Win/Mac)	Ethernet-AVB-Streaming für Mac, Mixer-Steuerung per Browser, Standalone-Betrieb	symmetrische Kopfhörer-Anschlüsse, wählbare Digitalfilter, DSD Wiedergabe	Mehrspuraufnahmen auf USB-Stick, optionale Fernbedienung	interne DSPs für separat käufliche Effekt-Plug-ins, Monitor-Controller
Hardware						
Anschlüsse	Thunderbolt 2	USB 2.0	Thunderb. 2, USB 3, Ethernet	USB 2.0	USB 2.0	Thunderbolt 2
Class Compliant / Bus Powered	– / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– / –
Netzteil	extern	intern	extern	extern	intern	extern
analoge Ausgänge	2 XLR, 1 Kopfhörer (6,3 mm)	8 Klinke (6,3 mm sym.), 2 Kopfhörer (6,3 mm)	6 Klinke, 1 Kopfhörer	2 XLR, 2 Klinke, 2 Kopfhörer (sym.Betrieb)	2 XLR, 6 Klinke, 2 Kopfhörer	4 Klinke (6,3 mm sym.), 1 Kopfhörer (6,3 mm)
analoge Eingänge	2 XLR/Klinke (48V)	8 XLR/Klinke (48V)	2 XLR, 4 Klinke, 2 Hi-Z	2 XLR/Klinke	4 XLR/Klinke (48V), 8 Klinke	2 XLR/Klinke (48V), 1 HiZ
Gain-Steuerung	digital	analog	digital	digital	digital	digital
MIDI	–	DIN In/Out	–	–	2 × DIN In/Out	–
Erweiterungen	ADAT In/Out, WordClock In/Out	ADAT/SPDIF In/Out, Wordclock BNC Out	ADAT/SPDIF In/Out	ADAT/AES/SPDIF In/Out	2 × ADAT In/Out, Wordclock In/Out, AES/EBU	ADAT In
Talkback-Mikro / Mono / Dim	– / – / –	– / – / ✓	– / – / –	– / ✓ / –	– / – / –	✓ / ✓ / ✓
Roundtrip-Latenzen (RTL)						
RTL macOS – USB	–	5,2 ms (96 kHz, 64 S.), 6,3 ms (48 kHz, 32 S.)	7,2 ms (96 kHz, 256 S.), 5,2 ms (48 kHz, 64 S.)	6,9 ms (96 kHz, 128 S.), 6,9 ms (48 kHz, 64 S.)	3,8 ms (96 kHz, 128 S.), 3,4 ms (48 kHz, 32 S.)	–
RTL macOS – Thunderbolt	1,8 ms (96 kHz, 64 S.), 2,2 ms (48 kHz, 32 S.)	–	2,3 ms (96 kHz, 64 S.), 3,6 ms (48 kHz, 32 S.)	–	–	3,9 ms (96 kHz, 128 S.), 5,2 ms (48 kHz, 64 S.)
RTL macOS – AVB	–	–	11,1 ms (96 kHz, 256 S.), 8,4 ms (48 kHz, 64 S.)	–	–	–
RTL Windows – USB	–	3,6 ms (96 kHz, 32 S.), 5,3 ms (48 kHz, 32 S.)	3,2 ms (96 kHz, 64 S.), 4,5 ms (48 kHz, 32 S.)	2,1 ms (96 kHz, 64 S.), 3,3 ms (48 kHz, 32 S.)	6,3 ms (96 kHz, 256 S.), 3,6 ms (48 kHz, 32 S.)	–
RTL Windows – Thunderbolt	–	–	– (Absturz)	–	–	6,6 ms (96 kHz, 256 S.), 7,8 ms (48 kHz, 128 S.)
Signal-Messungen						
Ausgang: Dynamik / max. Pegel	124,4 dB(A) / 17,9 dBV	108,7 dB(A) / 13,7 dBV	124,6 dB(A) / 20,2 dBV	120,4 dB(A) / 16,8 dBV	119,2 dB(A) / 16,7 dBV	115,5 dB(A) / 18,3 dBV
Line-In (10 Ohm): Dyn. / max. Pegel	112,1 dB(A) / 18,0 dBV	105,6 dB(A) / 5,6 dBV	115,6 dB(A) / 3,5 dBV	117,2 dB(A) / 22,1 dBV	113,6 dB(A) / 18,5 dBV	111,1 dB(A) / 18,1 dBV
Mic (-27 dBV, 200 Ohm): Dynamik	97,9 dB(A)	93,1 dB(A)	105,3 dB(A)	–	101,3 dB(A)	100,0 dB(A)
Mic (200 Ohm): max. Gain / Dyn.	76,2 dB / 70,2 dB(A)	56,2 dB / 86,6 dB(A)	78,3 dB / 69,0 dB(A)	–	76,0 dB / 72,4 dB(A)	67,1 dB / 75,8 dB(A)
EIN (Mic., 200 Ohm, A-bewertet)	-129,3 dBV	-129,4 dBV	-128,8 dBV	–	-132,4 dBV	-126,3 dBV
Bewertung						
Wiedergabe	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Aufnahme Line / Mic	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / –	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Latenz Windows / macOS / AVB	– / ⊕⊕ / –	⊕⊕ / ⊕ / –	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕ / –	⊕⊕ / ⊕⊕ / –	⊕ / ⊕⊕ / –
Software-Mixer / Effekte	⊕ / –	⊖ / –	⊕ / ○	– / –	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕
Bedienung / Ausstattung	⊕ (nur Software) / ⊖	⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	○ / ○	○ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Setup / Dokumentation	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕
Preis	650 €	500 €	930 €	1600 €	2000 €	900 €
Modellvarianten	Element 46: 1000 €, Element 88: 1650 €	Solo: 110 €, 2i2: 150 €, 2i4: 200 €, 6i6: 250 €, 18i8: 460 €	8A AVB: 930 €, 16A AVB: 1800 €, 1248 AVB: 1800 €, 8M AVB: 1800 €	–	–	Solo: 700 €, Quad: 1300 €

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe



## Apogee Element 24

Die Element-Serie verzichtet auf Bedienelemente und setzt ganz auf die Steuerung per Software. Die Interfaces unterstützen ausschließlich Rechner mit macOS und Thunderbolt-2-Schnittstelle. Gegen 230 Euro Aufpreis ist eine überbeuert wirkende Hardware-Fernbedienung erhältlich. Da greift man besser zur kostenlosen Fernsteuerungs-App „Apogee Control“ für iOS.

Das von uns getestete Element 24 ist das günstige Modell aus der Serie. Es bietet zwei Ein- und vier Ausgänge, wobei der separat adressierbare Kopfhöreranschluss als Ausgang 3 und 4 gezählt wird. Wer mehr analoge Ports benötigt, kann über ADAT acht weitere Ins und Outs oder aber weitere Geräte der Element-Serie per Thunderbolt ergänzen.

Die Bedienung der Element-Software geht leicht von der Hand, Benutzer von Logic Pro X können die Fader direkt aus der DAW steuern. Selbst wenn über die optische Digitalschnittstelle weitere Kanäle hinzukommen, bleibt die Bedienung angenehm übersichtlich.

Im Messlabor überzeugte das Element 24 mit einer überragenden Wiedergabedynamik, musste sich bei der Aufnahme/Wiedergabe aber gegenüber dem MOTU 624 AVB geschlagen geben. Mit seiner extrem kurzen Roundtrip-Latenz reicht die Element-Reihe fast an die DSP-Werte der Apollo-Interfaces von UAD heran.

Mac-User, die Wert auf sehr gute Audio-Performance legen, mit zwei Audioeingängen zurecht kommen und auf Bedienelemente am Gerät verzichten können, erhalten mit dem Apogee Element 24 ein interessantes, wenn auch teures Interface.

- 👍 exzellente Ausgänge
- 👍 kürzeste Latenzen
- 👎 nur für macOS
- 👎 spartanische Ausstattung



## Focusrite Scarlett 18i20 MK II

Das Scarlett 18i20 besitzt acht kombinierte Line/Mikrofon-Vorstufen und zehn analoge Line-Outs. Die beiden Kopfhöreranschlüsse lassen sich getrennt adressieren. Ferner hat das USB-2-Interface im 19-Zoll-Rackformat einen koaxialen S/PDIF (In/Out) sowie eine optische Digitalschnittstelle nach ADAT-Spezifikation an Bord. Erfreulicherweise wurde auch das MIDI-Interface nicht vergessen.

Die Bedienung des Scarlett 18i20 erfolgt am einfachsten direkt am Gerät über analoge Pegelsteller. Acht LED-Ketten informieren über anliegende Signale. Mehr Möglichkeiten bietet die Software Focusrite Control, die für Windows und macOS sowie für iOS kostenlos erhältlich ist. Auch wenn ihre Oberfläche spartanisch aussieht, lassen sich mit ihr zum Beispiel separate Monitormixe für beide Kopfhörer einstellen.

Bei den Latenzen hinkt das Scarlett der deutlich teureren Konkurrenz nur wenig hinterher und kommt auf gute bis sehr gute Zeiten. Die Dynamikwerte waren im Messlabor ordentlich, erreichten allerdings nicht die Klasse des MOTU 624 AVB. Für das ambitionierte Heimstudio sind diese Unterschiede kaum relevant.

Das Focusrite Scarlett 18i20 ist ein kleines Ausstattungswunder, das sich per ADAT einfach erweitern und ohne Handbuchstudium intuitiv bedienen lässt. Bei einem Straßenpreis von unter 500 Euro ist es eine klare Empfehlung für Hobbyisten mit schmalem Budget.

- 👍 sehr gute Ausstattung
- 👍 einfache Bedienung
- 👍 tolles Preis/Leistungs-Verhältnis
- 👎 durchschnittliche Audiowerte



## MOTU 624 AVB

Das MOTU 624 kommuniziert nicht nur via Thunderbolt 2 oder USB 3, es unterstützt auch den AVB-Netzwerkstandard. Das 624 bietet acht analoge Ein- und Ausgänge, per ADAT lassen sich weitere acht Audio-I/Os ergänzen. Der DSP berechnet intern Effekte wie Hall, Kompression und Equalizer.

An der Front lässt sich das Gerät über die vier Dreh-Encoder nur etwas mühsam bedienen. Für die Einstellung des Routings muss man den Software-Mixer bemühen: Dazu besitzt das MOTU 624 einen Webserver, der die Mischpult-Software im Browser darstellt. Schließt man einen WLAN-Router an das 624 an, lässt sich das Interface als autarker Hardware-Mixer einsetzen und mit jedem Tablet fernsteuern.

Das 624 lieferte exzellente Messwerte und Latenzen; die Mikrofoneingänge erreichen bei moderater Verstärkung für Kondensator-Mikrofone eine deutlich bessere Dynamik als die Konkurrenz. Selbst im AVB-Betrieb sind die Verzögerungszeiten nicht höher als bei durchschnittlichen USB-Interfaces. Störrisch zeigte sich das 624 beim Thunderbolt-Betrieb unter Windows 10. Der Treiber brachte den Testrechner zuverlässig zum Absturz; per USB 3 funktionierte das Interface tadellos. Das AVB-Streaming funktioniert nur unter macOS. Etwas gewöhnungsbedürftig ist der lange Startvorgang von rund 30 bis 60 Sekunden. Das sollte vor allem bei Live-Aufnahmen berücksichtigt werden.

Das 624 AVB verbindet exzellente Audioqualität mit guter I/O-Ausstattung und flexiblen Anschlussoptionen. Vor allem für Anwender, die eine spätere Erweiterung ihres Setups erwägen, ist das 624 eine sehr gute Wahl.

- 👍 Spitzen-Messwerte und -Latenzen
- 👍 USB, Thunderbolt und AVB
- 👍 Steuerung per Browser
- 👎 Windows-Betrieb nur per USB





### RME ADI-2 Pro

RME konzipierte den ADI-2 Pro als zweikanaligen AD/DA-Referenzwandler für das High-End-Segment. Das Interface unterstützt Sample-Raten bis 768 kHz und gibt auch High-Resolution-Formate wie den 1-Bit-Stream DSD wieder. Der Wandler lässt sich standalone oder als Interface am Computer einsetzen. Dann verwaltet das Gerät sogar sechs Ein- und acht Ausgänge.

Das ADI-2 Pro ist mit zwei Kopfhörerverstärkern ausgestattet, ansonsten bleibt es mit jeweils zwei Line-Ein- und Ausgängen spartanisch. Ein Mikrofon-Vorverstärker fehlt. Digital kommuniziert das ADI-2 Pro per ADAT, S/PDIF und AES.

RME hat dem Gerät umfangreiche Funktionen spendiert. An Bord sind beispielsweise ein Fünfband-EQ, ein dreißigbandiger Audioanalyzer, binaurales Crossfeed für die Kopfhörer, M/S-Bearbeitung sowie verschiedene Filterkurven, die das Ansprechverhalten der Wandler beeinflussen. Die Bedienung erfolgt über vier Taster, zwei Dreh/Push-Encoder und ein kleines, hochauflösendes IPS-Display – ein Software-Mixer fehlt.

Unsere Audiomessungen bestätigen RMEs Anspruch: Alle Werte bewegen an der Grenze des technisch Machbaren. Beim Wechsel der Digitalfilter und Sample-Raten jenseits von 96 kHz konnten wir in Hörtests jedoch keine Unterschiede ausmachen. Unter Windows glänzten die ASIO-Treiber mit sensationell kurzen Latenzen, unter macOS läuft das Interface hingegen nur im trägeren Class-Compliant-Modus.

Der ADI-2 Pro ist ein ausgezeichnete AD/DA-Wandler, der HiFi-Enthusiasten ebenso begeistern dürfte wie Mastering-Spezialisten, die gerne einzelne Bits husten hören.

- ↑ exzellente Messwerte
- ↑ sehr kurze Latenzen unter Windows
- ↓ keine Mikrofon-Eingänge



### RME Fireface UFX II

RMEs exzellent ausgestattetes Fireface UFX II dockt per USB 2 an den Rechner an. Es bietet zwölf analoge Eingänge, vier davon als kombinierte Mikrofon-/Line-Inputs, und ebenso viele analoge Outs. Dabei zählen die beiden unabhängigen Kopfhöreranschlüsse als Ausgänge 9 bis 12. Weitere 16 I/Os lassen sich über die beiden ADAT-Schnittstellen ergänzen. In Verbindung mit einem ADAT-Interface (etwa dem Ferrofisch A16) bringt man hier 28 analoge Ein- und Ausgänge auf nur zwei Höheneinheiten unter.

Das UFX II lässt sich als autarker Mixer und unabhängiger Mehrspur-Rekorder einsetzen: Das DUREC genannte Verfahren gestattet die unmittelbare Aufnahme der Outputs auf ein USB-Medium. Die Bedienung über das Frontpanel ist zwar fummelig, bietet jedoch Zugriff auf alle Funktionen. Deutlich einfacher geht es mit der mächtigen Totalmix-Software für Windows, macOS und iOS. Deren Komplexität erschlägt so manchen Einsteiger, nach Lektüre der ausführlichen deutschen Dokumentation bekommt man das umfangreiche Routing aber in den Griff. Mit dabei sind brauchbare DSP-Effekte, inklusive EQ, Kompressor, Delay und Reverb.

Audioseitig und auch hinsichtlich der Latenzen bewegt sich das UFX 2 im Spitzenfeld. Mit 2000 Euro ist das Interface zwar das teuerste Modell im Test, allerdings relativiert sich der Preis, wenn man die große Anzahl an Ein- und Ausgängen tatsächlich nutzt. Für anspruchsvolle Hobbyisten und Profistudios mit Bedarf an vielen Audio-I/Os ist das UFX II eine ausgezeichnete Wahl.

- ↑ sehr viele Anschlüsse
- ↑ komplexes Routing
- ↑ exzellente Audiowerte
- ↑ Aufnahmen auf USB-Stick



### Universal Audio Apollo Twin Duo MKII

Das Apollo Twin nimmt unter den Audio-Interfaces eine Sonderrolle ein: Es bringt digitale Signalprozessoren (DSPs) mit, auf denen separat zu kaufende, hochwertige Software-Plug-ins laufen. Das hat zwei Vorteile: Die Effekte belasten die Rechner-CPU kaum und erzeugen beim Monitoring nur die extrem geringe Latenz von rund 1 ms.

Universal Audio liefert das Apollo Twin mit ein, zwei oder vier DSPs aus. Vier DSPs lohnen sich, wenn man das Apollo Twin per ADAT um acht Eingänge erweitern und jeden mit Effekten bestücken will. Die Zahl der Ausgänge lässt sich leider nicht per ADAT aufrüsten; immerhin können die Kopfhörer über die Kanäle 5 und 6 separat angesprochen werden. Das Routing stellt man in der sehr komfortabel zu bedienenden Mixer-Software ein. Aber auch direkt am Gerät hat man alles gut im Griff.

Unter macOS läuft das Interface vorbildlich, wenn auch die Roundtrip-Latenz im Vergleich mit anderen Thunderbolt-Geräten relativ lang ist. Unter Windows 10 klappt der Anschluss erst mit dem neuesten Treiber 9.1 zufriedenstellend. Dazu benötigt man einen Thunderbolt-3-Adapter von Startech (85 Euro). Das MK2-Modell bringt neuerdings einen vollwertigen Monitor-Controller für zwei Paare mit, inklusive Talkback-Mikrofon, Mono- und Dim-Schalter. Besitzer weiterer Apollo-Interfaces können diese per Thunderbolt kaskadieren und gemeinsam betreiben.

Insgesamt ist das Apollo Twin ein sehr gut klingendes und toll bedienbares Interface, dessen DSPs man aber erst richtig ausnutzen kann, wenn man zusätzlich in die hochwertigen und teuren Spezial-Plug-ins investiert.

- ↑ Monitor-Controller/Bedienung
- ↑ sehr gute Signalwerte
- ↑ Onboard-DSPs
- ↓ rel. hohe Thunderbolt-Latenz

# Heulen, dann heile machen

## Netzwerk-Fehler finden und beseitigen



<b>Fehlersuche ohne Profi-Know-how .....</b>	<b>Seite 106</b>
<b>Netzwerktools für Smartphones .....</b>	<b>Seite 110</b>
<b>LAN-Prüfgeräte .....</b>	<b>Seite 114</b>
<b>Was geht ab im LAN? .....</b>	<b>Seite 116</b>



## **Wenns im Heimnetz knirscht, ist guter Rat oft teuer. Denn an vielen Netzen sind neben Router und PC auch Switches, Smart-TVs und andere Elemente beteiligt, was die Übersicht erschwert. Wir zeigen anhand von Faustregeln, wie man Fehlerquellen auch ohne Profi-Know-how und teures Equipment einkreist.**

Von Dušan Živadinović

**D**er IPTV-Stream stockt an manchen Tagen und funktioniert an anderen reibungslos, der Internet-Zugang geht mal und mal nicht – die Fehlersuche im LAN kann vertrackt sein, vor allem, wenn Probleme ohne ersichtlichen Grund auftauchen. Deshalb empfiehlt es sich, zuerst sicherzustellen, dass die grundlegende Netzwerkschicht einwandfrei arbeitet (Bitübertragungsschicht, physical Layer). Bei LANs ist das die Verkabelung mitsamt der aktiven Elemente, also Router, Switches, Access Points, Repeater, Powerline-Adapter.

Im Profi-Umfeld sind für die Spurensuche auf der Netzwerkschicht Kabel-Tester gebräuchlich. Damit lassen sich etwa Ermüdungsbrüche oder fehlerhaft angeschlossene Stecker detektieren. Drei solcher Geräte aus unterschiedlichen Preiskategorien stellen wir im Beitrag ab Seite 114 vor. Für Privatanutzer lohnen sich solche Geräte aber kaum. Sie kreisen Fehlerquellen lieber durch simple Austausch-Tests ein. Wenn das auch bei Ihnen ansteht: Tauschen Sie immer nur ein Element aus und testen Sie immer auf die gleiche Weise, ob das etwas gebracht hat. Notieren Sie die Ergebnisse in einer Tabelle. Falls Sie später einen Spezialisten ordern müssen, erleichtern Sie ihm so die Übersicht und kürzen den Eintrag auf seinem Stundenzettel.

Stellen Sie zunächst sicher, dass die Verkabelung korrekt ist. Mangelhafte Abschirmung (Blechmantel am RJ45-Stecker fehlt) schlägt bis zur Software-Ebene durch, ist aber oft nur mit Intuition zu erkennen. Wenn Sie Anschlussdosen selbst verlegen: Nutzen Sie die Montageanleitungen der Hersteller (z. B. media.telegaert-

ner.com/Montageanleitung/B05030A0372D.pdf). Lassen Sie lieber die Finger von Kabelsparticks für LAN und ISDN (je vier Adern eines CAT5e-Kabels für beide Dienste) und verlegen Sie für jeden Dienst ein eigenes Kabel. So vermeiden Sie Übersprechstörungen.

Wenn Sie Ersatz benötigen: Für Gigabit-Ethernet (1000 MBit/s) und NBaseT (2,5 und 5 GBit/s) eignen sich normale und gekreuzte CAT5e-Patchkabel; moderne Geräte konfigurieren sich passend (Auto-negotiation). Dafür müssen alle vier Adernpaare des Kabels bestückt sein. Manche Patch-Kabel enthalten aber nur zwei Paare (Pins 1/2 und 3/6), was maximal für Fast-Ethernet genügt (10 MBit/s, 100 MBit/s).

Es kommt vor, dass 1:1-Kabel trotz Autonegotiation nicht funktionieren. Nehmen Sie dann solche, bei denen die Paare 1/2 und 3/6 gekreuzt und die Paare 4/5 und 7/8 1:1 durchverbunden sind.

### Überbrücken oder tauschen

Bei manchen Gerätepaaren scheitert die Aushandlung der Geschwindigkeit, etwa mit alten DSL-Modems und modernen WLAN-Routern. Stellen Sie dann den zugehörigen Port im Router fest auf Fast-Ethernet ein. Falls das nicht möglich ist, schalten Sie einen Gigabit-Switch dazwischen. Selbiges gilt für ältere IPTV-Receiver und andere Kellergeister.

Aktive Netzelemente sollte man bei Tests der Netzwerkschicht als Blackboxen betrachten (DSL-Modem, Router, Switch, Powerline-Adapter, Repeater, PC, Telefon, Smart-TV etc.). Nutzen Sie die LED-Anzeigen an den Netzwerk-Anschlüssen für eine erste Diagnose. Bleiben sie trotz eingeschalt-

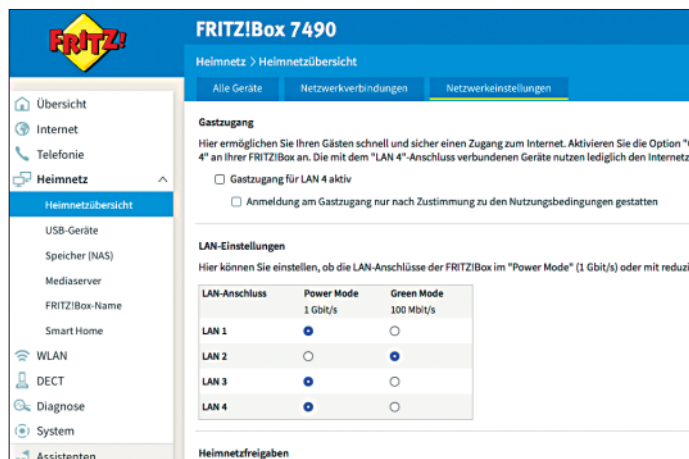
etem Gerät aus, obwohl das LAN-Kabel die Prüfung bestanden hat, haben Sie den Fehler eingekreist. Wenn die Lämpchen noch ordnungsgemäß leuchten oder flackern, kann ein Gerätetausch Klarheit bringen. Grundsätzlich klappt das natürlich nur, wenn Sie einen Ersatz haben, etwa ausran-gierte Router oder Repeater. Eventuell kann der Nachbar oder ein WG-Mitbewohner mit einer Leihgabe helfen. Andernfalls versuchen Sie, einzelne Netzelemente zu umgehen: Wenn Sie zum Beispiel prüfen wollen, ob ein Fehler an einem Switch liegt, koppeln Sie daran angeschlossene Geräte nacheinander direkt an den Router. Gleiches gilt für Tests von Powerline-Adap-tern, Repeatern oder Access Points.

Wenn der Internet-Zugang klemmt, ist zunächst offen, auf welcher Seite des Routers das Problem liegt – WAN (Inter-



**Gigabit-Ethernet braucht vier Adernpaare – manche billigen Patch-Kabel enthalten aber nur zwei, was nur für Standard- und Fast-Ethernet genügt (10 MBit/s, 100 MBit/s).**

Wenn Geräte keinen Kontakt finden, scheitert die Autonegotiation – dann hilft ein Router, auf dem man Fast-Ethernet vorgeben kann.



net) oder LAN (Heimnetz). Dann helfen Router, die über den Status der WAN- oder DSL-Schnittstelle Auskunft geben. Fritzboxen informieren im Menü „Übersicht“, „Internet“, „DSL-Informationen“ über den WAN-Status und gegebenenfalls über den Fehlergrund.

Bei Routern ohne solche Menüs hilft eine indirekte Analyse mit dem Ping-Befehl. Am schnellsten geht das mit Netzwerk-Tools für Smartphones – nehmen Sie zum Beispiel „Fing“ oder „HE Network Tools“ und testen Sie, ob Ihr Gateway per Ping erreichbar ist (mehr zu Smartphone-Apps finden Sie ab Seite 110). Auf Windows ermittelt man auf der Kommandozeile das Default Gateway mit dem Befehl `ipconfig`. Senden Sie dann Ping-Pakete an das Gateway: `ping 192.168.1.1`. Wenn der Router antwortet, sieht das zum Beispiel so aus: `Reply from 192.168.1.1: bytes=32 time=5ms TTL=64`.

Wenn er stumm bleibt oder einzelne Pings ohne Antwort bleiben, liegt es am LAN. In dem Fall greift die Ersatzstrategie bei der Fehlersuche – prüfen Sie Kabel- und WLAN-Verbindungen, ersetzen oder umgehen Sie gegebenenfalls Router oder AP durch ein Reserve-Gerät und checken Sie, ob der Internet-Zugang von dem fraglichen PC oder Smartphone per Mobilfunk funktioniert – nutzen Sie für den PC ein per USB angekoppeltes Smartphone als Gateway.

Wenn das Gateway antwortet, ist Ihr Heimnetz in Ordnung. Testen Sie dann den Internet-Zugang: `ping 193.99.144.80`. Der Befehl fordert Echo-Pakete von heise.de an. Wenn diese ausbleiben, spricht einiges dafür, dass der Fehler im DSL-Modem oder beim Provider liegt. Wenn es aber klappt, dann funktioniert Ihr Internet-Zugang und der Fehler liegt oberhalb der Verbindungsschicht. Testen Sie anhand meh-

rerer Ziele, ob die Internet-Namensauflösung funktioniert: `ping heise.de`, `ping zeit.de`, `ping google.com`. Falls kein Versuch klappt, tragen Sie vorübergehend einen anderen DNS-Server in Ihren Router ein und melden Sie den Fehler Ihrem Provider.

DNS-Server, die von jedem Internet-Anschluss erreichbar sind, sind selten. Beispielsweise bietet Google unter 8.8.8.8 einen DNS-Dienst. So lernt Google aber die Internet-Ziele Ihrer ganzen Familie kennen. Richten Sie daher baldmöglichst den DNS-Server Ihres Providers ein.

## Stotternde Streams

Zu den typischen Fehlern gehört auch der stotternde Empfang von IPTV-Streams. Wenn sie per HTTP angeliefert werden (YouTube, ARD-Mediathek, ...) liegt es oft am verstopften Upstream des Routers, etwa wegen einer Cloud-Synchronisierung, sodass der Router die Quittungen zu spät abschickt (ACK). Schalten Sie dann die QoS-Funktionen des Routers ein. Bessere Modelle priorisieren dann die ACK-Pakete von sich aus.

Telekom und Vodafone liefern IPTV-Signale mittels der Multicast-Technik (der Anbieter sendet die Pakete nur einmal für eine ganze Gruppe von Geräten). Beim stotternden Multicast-Empfang oder gebremsten LAN-Durchsatz liegt die Ursache am Router oder an nachgeschalteten Elementen (Switch, Access Point), die mit Multicasts nicht korrekt umgehen. Checken Sie bei einem Switch seine Port-Konfiguration: Stellt er Multicasts nur am erforderlichen Port durch oder bläst er sie auf allen raus und bremst so andere Dienste? Falls sich die Switch-Anleitung dazu auschweigt, koppeln Sie den Receiver direkt an den Router. Bleibt das Stottern aus, ersetzen Sie den Switch durch ein Modell mit Management-Funktionen; der bringt in der

Regel IGMP-Snooping für schlaue Multicast-Behandlung mit. Gute Kandidaten sind etwa der Netgear ProSAFE Plus GS105Ev2 mit 5-Ports für rund 30 Euro oder der TP-Link TL3G105E für rund 25 Euro. Bei beiden Modellen ist das E entscheidend – fehlt es, hat das Modell keine Management-Funktionen.

Wenn die Wiedergabe bei der WLAN-Weiterleitung stottert: Im WLAN gibts kein Multicast. Der Access Point sollte die Pakete daher als Unicasts direkt an den Receiver senden. Broadcasts sind nämlich Rundrufe an alle Netzteilnehmer und zu langsam für IPTV (max. 6 MBit/s). Der Powerline-zu-WLAN-Umsetzer PLA4231 von Zyxel leitete Multicasts zunächst nur als Broadcasts weiter. Erst mit einem Firmware-Update nutzt das Gerät Unicasts für IPTV-Streams (ct.de/-2536197).

## Jenseits des Modems

Stotternde TV-Streams können auch an überlasteten Provider-Routern liegen. Das lässt sich mittels Traceroute prüfen. Sehr langsame Antworten eines einzigen Routers oder unvollständige Ping-Antworten sind Indizien für eine Überlastung.

Linux-Nutzer können für die Messungen das Kommandozeilen-Tool `mtr` nehmen, das die zeitliche Entwicklung der Laufzeiten und der Paketverluste tabellarisch aufführt. MacOS-Nutzer installieren `mtr` über den Paketmanager Mac-Ports. Für Windows gibt es WinMTR (siehe ct.de/yxeu).

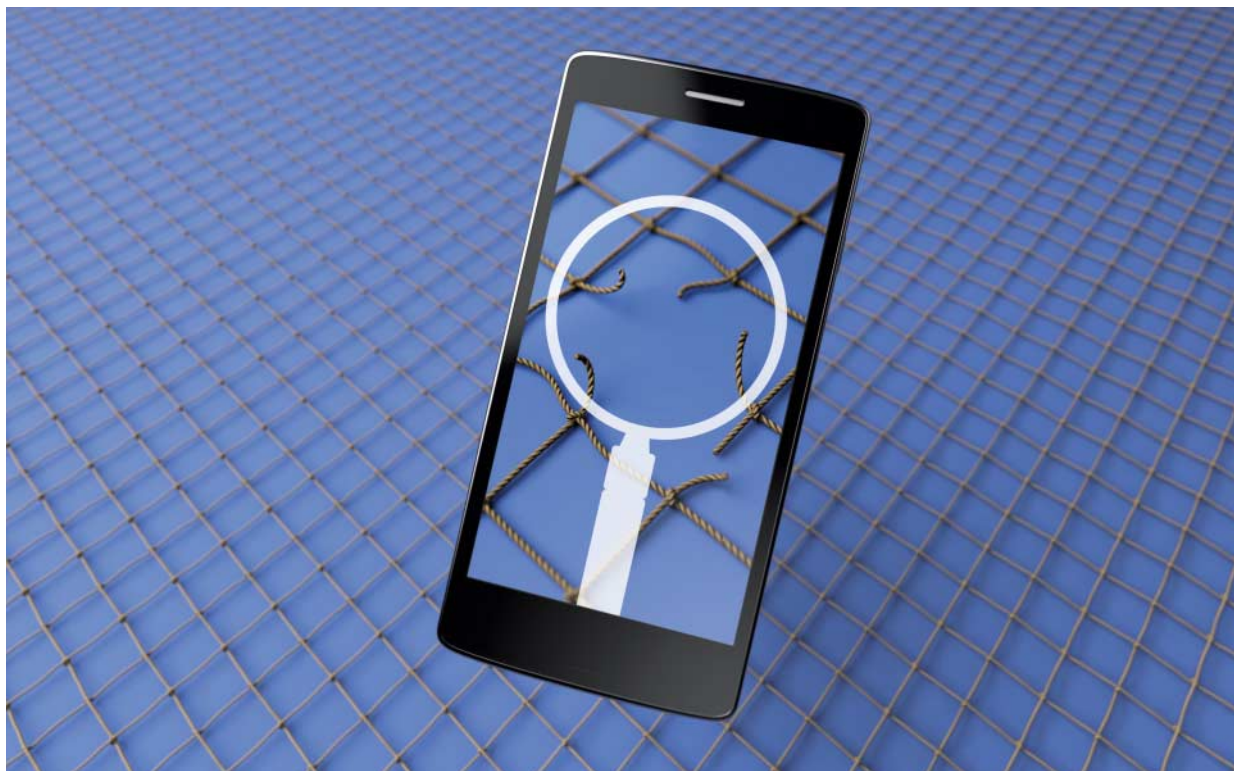
Welches Tool auch immer Sie nehmen: Wiederholen Sie die Messungen an einigen Tagen zur gleichen Uhrzeit und melden Sie die Ergebnisse dem Provider. Bleibt Besserung auf Dauer aus, hilft nur noch ein Provider-Wechsel. Leser berichteten beispielsweise über stotternde Wiedergabe von Twitch.TV-Streams an Telekom-Anschlüssen, die nach dem Wechsel zu 1&1 verschwanden.

Bei Diensten, die Content Delivery Networks nutzen (CDN), ist eine solche Untersuchung kaum möglich, weil der Server wechselt und gar nicht dem Diensteanbieter gehört, sondern etwa Akamai. Netflix & Co. nutzen aber bereits CDNs mit Servern in Deutschland, sodass sie zumindest seltener mit schlechter Streaming-Qualität auffallen. (dz@ct.de) **ct**

Software: [ct.de/yxeu](http://ct.de/yxeu)



Anzeige



# Mobile Paketprüfer

## Netzwerk-Analyse-Tools für Android und iOS

**Wenn Störungen im Netzwerk auftauchen, greift man aus Gewohnheit zu Analyseprogrammen auf dem PC oder Laptop. Aber das ist oft unnötig: Wir haben das überbordende Angebot an iOS- und Android-Apps durchgesehen. Die besten Tools zur Netzwerk-Analyse bringen alle notwendigen Funktionen in kompakter Form mit und das sogar gratis.**

**Von Dušan Živadinović und Andrijan Möcker**

**B**ei der Fehlersuche im Netz will man strukturiert vorgehen, also die Netzwerkschichten von 1 bis 3 aufwärts testen und dann Details prüfen, etwa die Namensauflösung im LAN und Internet mit Port-Scans und ähnlichem. Vielen die-

ser Aufgaben widmen sich umfangreiche Test-Suiten mit teils überlappendem Funktionsumfang. Deshalb kommt man kaum mit nur einem der Tools aus. Wir haben aber die wichtigsten in der Tabelle zusammengefasst, sodass Sie sich einen eigenen Strauß selbst zusammenstellen können.

Etliche Analyse-Tools gibts kostenlos, sodass man nicht auf Kandidaten wie LANScan (3,60 Euro) oder den „Network Analyzer“ (2,70 Euro) angewiesen ist. Diese und viele andere kostenpflichtige Apps bringen ohnehin nur übliche Netzwerk-Analysefunktionen mit. Bei manchen vermeintlich kostenlosen Apps muss man Werbung in Kauf nehmen, kann sich aber immerhin von den Einblendungen freikaufen. Es gibt aber auch Entwickler, die ihre Apps nur über Werbung finanzieren wollen und das sehr aufdringlich. Dazu zählen die eigentlich sehr interessanten „Network Utility Tools“ von Yanbing Peng.

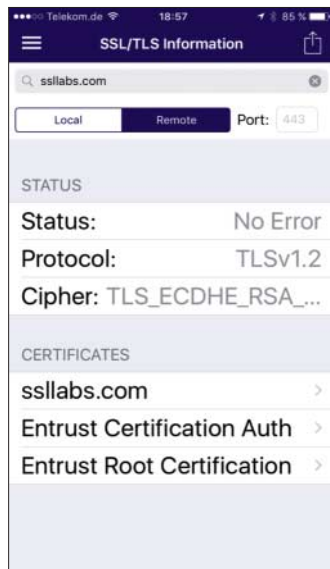
Bei den iOS-Apps ist zu beachten, dass Apple auf aktuellen Geräten demnächst ausschließlich 64-Bit-Anwendungen zulassen will; iOS 10.3 weist beim Start von 32-Bit-Apps darauf hin. Wenn die letzte Aktualisierung schon einige Jahre zurückliegt, muss man bezweifeln, dass die betreffende App doch noch zur 64-Bit-Version wächst. Es lohnt sich also nicht, sich mit solchen Apps vertraut zu machen.

### Fing

Das Netzwerk-Tool Fing ist für Android und iOS erhältlich, gratis und werbefrei. Alle Funktionen sind aber nur für IPv4 ausgelegt. Nach dem Start scannt die App das aktuelle Netz, was durchaus einige Minuten dauern kann. Gefundene Geräte führt sie in einer übersichtlichen Liste auf, inklusive der Herstellernamen, die sie anhand des Firmen-spezifischen MAC-Adress-



Fing erfüllt fasst alle grundlegenden Ansprüche an Netzwerk-Analyse-Tools, es ist aber nur für IPv4 ausgelegt.



Vom Backbone-Betreiber Hurricane Electric stammen die umfangreichen, aber übersichtlichen Network-Tools.



Gute Funktionsumfang inklusive Host Monitoring: das Network Utility von Johannes Lauer



Um die Erreichbarkeit von Servern zu prüfen, kann man auf Android die Network Utilities von PingTools einsetzen.

raums ermittelt. Die Ergebnisse durchsuchter Netze speichert Fing in einer Liste ab. Bei nachfolgenden Scans trägt es Änderungen nach und zeigt Offline-Geräte ausgegraut an.

Nach dem Suchlauf blendet Fing den Zugang zu den Menüs der Listeneinträge ein. Dort sieht man auf einen Blick, welche Dienste ein Gerät annonciert. Fing wertet dafür Bonjour-, UPnP- und NetBIOS-Annoncen aus. Das kann man nutzen, um zum Beispiel scheiternde Drucker- oder DLNA-Anbindungen zu analysieren. Fehlt ein Gerät im Scan, deutet das auf Probleme auf der Netzwerkschicht hin. Fehlen hingegen bloß seine Annoncen, dürfte es sich um Konfigurationsfehler handeln. Falls die betreffende Infrastruktur subnettiert ist, steckt es möglicherweise in einem anderen VLAN, dessen Grenzen die Annoncen nicht verlassen dürfen.

Mit Fings Portscanner kann man testen, ob der zum annoncierten Port gehörige grundsätzlich erreichbar ist. Bei lahmendem Durchsatz kann man Fing nutzen, um die Paketverlustrate zu prüfen. Daneben kann Fing die Internetverbindung prüfen, Geräte aus der Ferne hochfahren (WOL) und auch Namens- und Adressauflösungen für Domains testen (DNS Lookup, Reverse-Lookup).

## Schweizer Taschenmesser

Sind die Probleme komplexer, können Apps mit größerem Funktionsumfang weiterhelfen. Die Network Tools von Hur-

ricane Electric, ebenfalls für iOS und Android erhältlich, bringen zahlreiche Diagnosefunktionen mit. Die App spricht IPv4 und IPv6. Für IPv6-Prüfungen auf Layer 2 öffnet man den Browser für das Network Discovery Protocol, der IPv6-Hosts im Netz anzeigt. Gleiches erledigt für IPv4 der ARP-Cache-Browser. Bei Problemen mit der Adressvergabe findet man detaillierte Informationen für jede Schnittstelle des Smartphones, sogar für Mobilfunk und VPN. So kann man schnell nachschlagen, welcher DNS-Server im Smartphone konfiguriert wurde und unter welcher Adresse es ein VPN-Gateway sucht.

Vielen Parametern sind Untermenüs mit weiteren Diagnosefunktionen zugeordnet. Lahmt das Netzwerk, kann man über das Mess-Tool namens iPerf den Durchsatz ermitteln – einen iPerf-Server als Gegenstelle vorausgesetzt. So spart man sich das kostenpflichtige Wi-FiPerf (4,50 Euro). Die Network Tools enthalten Clients für iPerf2 und iPerf3. Die iPerf-Einstellungen beschränken sich jedoch auf die Wahl des Übertragungsprotokolls, dessen Puffer- beziehungsweise Empfangsfenstergröße, die IPv4/IPv6-Auswahl und das Aktualisierungsintervall. Die Messdauer lässt sich ebenso wenig festlegen wie die Anzahl der Übertragungsstreams.

Die HE Network Tools geben wichtigen DNS-Einträge (Ressource Records) beliebiger Domains einzeln aus (AA, AAAA, MX, SRV, TXT und andere mehr). Praktisch ist auch die Zertifikatsfunktion.

Sie zeigt das komplette Zertifikat einer Webseite und der Certificate Authority an, sodass man sehen kann, ob ein Zertifikat von einer vertrauenswürdigen Stelle unterschrieben wurde. Diverse Funktionen, etwa das kleine BGP-Toolkit, stehen aber unerwartet im About-Menü.

Über den Abschluss von manuell ausgelösten Prüfungen wie Ping-Tests, informiert die App. Automatische Überwachung etwa von Server-Funktionen enthalten die HE Network Tools aber nicht.

## Android: Network Utilities

Dafür muss man auf andere Werkzeuge zurückgreifen. Auf Android kann man die kostenlosen Network Utilities von PingTools nutzen. Das Toolkit hat einen ähnlichen Funktionsumfang wie die HE Network Tools, bietet aber zusätzlich einen UPnP-Scanner, WLAN-Diagnose und eben einen Netzwerk-Watchdog. Dieser prüft die Erreichbarkeit von Hosts in einstellbaren Abständen mittels ICMP- oder TCP-Paketen oder HTTP(S)-Requests. Schlägt der konfigurierte Test fehl, meldet es das Tool mittels einer Android-Systemmeldung. Das Bedienkonzept gefällt zwar, aber die App blendet viel zu oft Werbung auf dem gesamten Bildschirm ein.

Die für iOS entwickelten iNetTools werben zwar auch mit Server Monitoring, aber diese wie auch andere interessante Funktionen gibt es nur in der 9 Euro teuren Pro-Version der App.

Eine gute Alternative für iOS-Nutzer bietet sich mit „Joe’s Network Diagnostics Utility“. Die von Johannes Lauer entwickelte App bietet einen großen Funktionsumfang. Zusätzlich kann man auch eine Apple-Watch-App als Fernbedienung für die iOS-App nutzen. Für automatisches Host Monitoring bringt die App einen umfassenden LAN Analyzer mit. Die meisten Funktionen sind gratis, solange die App Werbung aus dem Internet abrufen kann. Falls der Internet-Zugang nicht funktioniert oder eine Firewall den Abruf blockiert, kann man von Bonus-Punkten zehren, die man erwirbt, indem man Werbung antippt. Die Vollversion kostet rund 2 Euro.

### iOS: Network Utility Tools

Die Network Utility Tools von Yanbing Peng blenden nach jedem Öffnen eines der Tools ganzseitige Werbung ein, teils auch Werbevideos. Eine Vollversion ohne

Werbung bietet der Entwickler nicht an. Schade, denn zum Funktionsumfang gehören ein UDP-Listener und Broadcaster, TCP-Server und -Client, UPnP-Checker, Server Monitor und natürlich Ping, Trace-Route und ein Port-Scanner.

Die Servererreichbarkeit testet man anhand von HTTP-, TCP- oder UDP-Paketen. Man kann auch HTTP-GET- und -POST-Pakete senden, die Test-Intervalle sind mindestens 10 Minuten lang. Die Software richtet sich an erfahrene Nutzer und verlangt tiefgehende Kenntnisse der jeweiligen Protokolle. Zum Beispiel liefert die App zwar ohne Weiteres UPnP-Nachrichten, wenn etwa eine Fritzbox im WLAN ist, aber um sie zu verstehen, braucht man UPnP- und SOAP-Kenntnisse. Dennoch empfiehlt sich die App nur für gelegentliche Nutzung, weil sie schon nach wenigen Aufrufen durch Werbeeinblendungen vom Eigentlichen ablenkt.

### Server-Administration

Zusätzlich zu den typischen Analysewerkzeugen, die wir in der Tabelle aufführen, seien noch Tools zur Web-Server-Überwachung genannt.

Dazu gehören auf iOS UpToHTTP, iCurl und Rest Client. Alle drei senden „raw HTTP-Requests“ und liefern die Antworten der Server. iCurl gründet auf dem Linux-Utility cURL. Beim Umfang der HTTP-Requests (HTTP GET, POST, PUT, DELETE und HEAD) geht iCurl weit über das Angebot üblicher Web-Browser hinaus. Man kann damit im Prinzip APIs testen oder auch den Content-Status des Servers. Ähnliches leisten auf Android die HTTP Tools von Cafe-labs und der HTTP Client von Dan L Solutions.

(dz@ct.de) **ct**

**Netzwerkanalyse-Tools:** [ct.de/yug3](http://ct.de/yug3)

Netzwerk-Analyse für Smartphones					
Bezeichnung	Fing	HE.NET Network Tools	Joe's Network Diagnostics Utility	Network Utility Tools	PingTools Network Utilities
Entwickler	Domotz Ltd	Hurricane Electric	Mobile Solutions	Yanbing Peng	Streamsoft
Web	<a href="http://www.fing.io">www.fing.io</a>	<a href="http://www.he.net">www.he.net</a>	<a href="http://mobilutions.eu">mobilutions.eu</a>	—	<a href="http://www.pingtools.org">www.pingtools.org</a>
Version / Systemanforderung (Android)	5.5.0 / Android 4.1	0.6.4 / Android 4.0.3	— / —	— / —	4.06. / Android 4.0.3
Version / Systemanforderung (iOS)	4.6.1 / iOS 9	1.5 / iOS 8	4.29 / iOS 7	1.4 / iOS 8	— / —
<b>LAN-Monitor</b>					
Schnittstelleninfo.: IPv4 / IPv6 / WAN	✓ / — / ✓	✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓	— / — / —	✓ / ✓ / ✓
ARP/lok. Cache (IPv4)	— / —	✓ / ✓	✓ / ✓	— / —	— / —
NDP (IPv6)	—	✓	—	—	—
Ping: IPv4 / IPv6	✓ / —	✓ / ✓	✓ / —	✓ / —	✓ / ✓
Traceroute: IPv4 / IPv6	✓ / —	✓ / ✓	✓ / —	✓ / —	✓ / ✓
Subnetzrechner: IPv4 / IPv6	— / —	✓ / —	— / —	— / —	✓ / —
Netzwerk-Scanner (IPv4)	✓	✓	✓	—	✓
Portscanner: IPv4 / IPv6	✓ / —	✓ / ✓	✓ / —	✓ / —	✓ / ✓
DNS-Abfrage: IPv4 / IPv6	✓ / —	✓ / ✓ <sup>1</sup>	✓ / —	✓ / —	✓ / ✓ <sup>1</sup>
<b>Browser</b>					
Bonjour	—	✓	—	—	✓
UPnP	—	✓	—	✓	✓ / ✓
<b>WLAN</b>					
Status: Kanal / RSSI / Datenrate	— / — / —	— / ✓ / ✓	— / — / —	— / — / —	✓ / ✓ / ✓
Suche: Kanal / Empfangsstärke	— / —	— / —	— / —	— / —	✓ / ✓
Durchsatz: iPerf 2 / iPerf 3	— / —	✓ / ✓	— / —	— / —	— / —
<b>Server-Monitor</b>					
Watchdog / ICMP-Ping	— / —	— / —	✓ / —	✓ / —	✓ / ✓
TCP-Ping / HTTP/S-Req.	— / —	— / —	— / —	✓ / ✓	✓ / ✓
SSL/TLS-Zertifikatstest	— / —	✓ / —	— / —	— / —	✓ / —
<b>Bewertung</b>					
Funktionsumfang	⊖	⊕	○	○	⊕
Bedienung	⊕	○	○	○	⊕
Preis	kostenlos	kostenlos	kostenlos <sup>2</sup> /Vollversion 2,29 €	kostenlos <sup>1,2</sup>	kostenlos <sup>2</sup> oder 2,00 €
<sup>1</sup> siehe Text <sup>2</sup> mit Werbung ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    — nicht vorhanden    k. A. keine Angabe					



Anzeige



# LAN-Tester

## Prüfgeräte für Fehlersuche in Kabelsystemen

**Wenn das Internet wackelt, kann das Problem auch im eigenen Netzwerk liegen. Jenen, die sich häufiger damit herumschlagen müssen, helfen unterschiedlich teure Testgeräte, Fehler im Kabel und eventuell jenseits davon schneller zu finden.**

**Von Ernst Ahlers**

**M**it einem Kabeltester der 25-Euro-Klasse wie etwa dem Delock 86106 (im Bild links) kann man eine LAN-Verkabelung per Knopfdruck grundlegend überprüfen: Man steckt ein Ende der LAN-Strecke – was auch das Patchkabel aus dem PC sein kann – in eine der beiden RJ45-Buchsen des Testers und das andere Ende in die andere. Der passive Prüfadapter im rechten

unteren Teil des Gehäuses ist herausziehbar, sodass man auch quer durchs Gebäude testen kann.

Nach einem Knopfdruck tastet das Gerät binnen einer Sekunde die einzelnen Adern und den Schirm ab. Dann zeigt es für 5 Sekunden mit Leuchten das Ergebnis, also etwa ob OK für alle 8 Adern plus Schirm gilt oder ob es Kurzschlüsse oder Unterbrechungen gibt. Mit zwei beigelegten Adaptern lassen sich auch BNC-Koaxleitungen und USB-Kabel testen.

So erfährt man, ob alle 8 Adern 1:1 durchgeschleift und in Ordnung sind, nicht aber, ob die Aderpaare eventuell falsch auf die Pins der Wanddose beziehungsweise des Patchfeldes gelegt wurden. Denn für eine störungsfreie Übertragung der hochfrequenten Ethernet-Signale müssen die Paare auf den Anschlüssen 1/2, 3/6, 4/5 und 7/8 liegen [1]. Das lässt sich nur mit einem Blick auf die Farb-

kodierungen der Adern in Dose und Patchfeld klären.

So ist zwar noch keine Aussage zum dynamischen Verhalten mit Ethernet-Signalen getroffen. Aber wer regelmäßig LAN-Kabel testen muss, und seien es auch nur billige Patchkabel, kann sich mit einer kleinen Investition das Leben sehr erleichtern. Die Adern lassen sich zwar auch mit einem Multimeter oder Durchgangsprüfer „durchklingeln“, doch das dauert wesentlich länger. Für rund 40 Euro gibt es zudem einen reinen LAN-Tester mit PoE-Erkennung (Delock 86107), der anzeigt, ob und auf welchen Adern Energie bereitsteht (Power over Ethernet nach IEEE 802.3af/at, [2]).

### Aktiver LAN-Test

Funktioniert die Verkabelung soweit, steht ein aktiver Test der Ethernet-Verbindung an. Dazu kann man natürlich ein

Notebook mit Gigabit-Port anschließen. Kompakter und billiger ist das 200 Euro kostende Pockethernet (Bildmitte): Das akkubetriebene Kästchen testet mit 10, 100 und 1000 MBit/s (Gigabit-Ethernet). Es ist etwa halb so groß wie ein Taschenbuch und hat weder Display noch Tastatur. Zum Bedienen braucht man ein per Bluetooth 4.0 gekoppeltes Android- oder iOS-Smartphone und darauf die gleichnamige App [3].

Schließt man Pockethernet an einen aktiven LAN-Port an, dann stellt es die Ethernet-Verbindung her. Es zeigt nicht nur die erreichbare Datenrate an, sondern auch, ob Energie per PoE bereitsteht, ein DHCP-Server Adressen verteilt, interne Hosts erreichbar sind und ob ein Router eine Internetverbindung anbietet. Dafür kann man drei Ping-Ziele vorgeben.

Mit dem mitgelieferten Wiremap/Loopback-Adapter kann man auch die Verkabelung checken. Anders als der simple Tester zeigt Pockethernet die ungefähre Streckenlänge beziehungsweise Distanz bis zu einer Fehlerstelle an, und zwar auf  $\pm 2$  m oder 5 %. Entspricht die Zuordnung der LAN-Dosen nicht mehr der in der Dokumentation, dann hilft die Blinker-Funktion: Sie lässt die Kontrollleuchte jenes Switch-Ports langsam blinken, der die Buchse versorgt, an der Pockethernet hängt.

Pockethernet kann mit der BER-Messung (Bit Error Rate) auch die Ethernet-Übertragungsgüte prüfen; aktive Elemente wie Switches oder Hubs dürfen dabei nicht im Pfad liegen. Tauchen bei der BER-Messung Fehler auf, sollte man die LAN-Strecke von einem Fachmann mit Profi-Equipment auf Einhalten der erlaubten Grenzwerte für Dämpfung und Übersprechen überprüfen lassen.

Angesichts des Funktionsumfangs erscheint uns der Preis von 200 Euro sehr angemessen, auch wenn Wünsche bleiben: Mit der aktuellen Firmware-Version 26 gab Pockethernet keine Diagnose-Informationen zu IPv6 aus, sodass man dafür dann doch ein Notebook an den fraglichen LAN-Port hängen muss. Zumindest weiß man nun, dass dieser grundsätzlich funktioniert.

## Allrounder für Profis

Das obere Ende der Skala markieren Prüfgeräte für Telekommunikationstechniker. Ein Beispiel dafür ist das Argus 162, den

der Hersteller Intec als universellen Tester für die letzte Meile und das LAN deklariert. Schon das Grundgerät für Tests an ADSL2+- und Gigabit-LAN-Anschlüssen kostet rund 2700 Euro, mit vielen Optionen und Zubehör klettert der Preis locker in Richtung 5000 Euro.

Allein alle Funktionen aufzuzählen würde mehrere Absätze brauchen. Die wichtigsten sind Leitungs- und Funktionstests für Analogtelefonie, ISDN, Gigabit-Ethernet, LTE, ADSL2+/VDSL2/G.fast inklusive Supervectoring und VDSL2-Bonding über ein integriertes Modem sowie FTtx/GPON über SFP-Module.

Das Gerät testet VoIP und Multicast-IPTV, indem es ein Telefon, einen PC oder eine Settop-Box emuliert und hierzu Profile für verschiedene Provider mitbringt. Die lassen sich etwas umständlich im Gerät ändern, leichter aber über die zugehörige Management-Software auf Windows-PCs definieren und dann über USB vom PC auf den Tester übertragen. Alternativ läuft das Management auch

über einen optionalen USB-Adapter (LAN oder WLAN) aus der Argus-Cloud. Gleichermaßen kann man Prüfergebnisse in Reports speichern und diese hochladen.

Die Testsuite, zum Beispiel „VDSL Router“, wählt man per Steuerkreuz im Menü auf dem handtellergrößen Farbdisplay. Anschließend zeigt der Tester grafisch, welche seiner Schnittstellen womit verbunden werden müssen. Danach kann man Einzeltests durchführen oder – wiederum per herunterladbaren Profilen – automatisierte Prüfläufe starten.

Wir nutzten das Argus 162, um herauszufinden, warum ein xDSL-Modem-Prüfling zwar am VDSL2-Anschluss eines Telekom-Hybrid-Zugangs funktionierte, nicht aber an einem gewöhnlichen Telekom-VDSL2-Anschluss [4]. Der Tester emulierte dabei ein xDSL-Modem. So offenbarte sich, dass die providerseitigen xDSL-Ports mit Chips verschiedener Hersteller liefen (Infineon versus Broadcom). Letzterer akzeptierte beim Verbindungsaufbau auch den vom Prüfling gewünschten Annex-A-Betrieb, während Ersterer das verweigerte.

Für Netzwerker sind die meisten Funktionen des Argus 162 weitgehend selbsterklärend. Doch wer alle beherrschen will, muss sich auf eine längere Lernphase einstellen und sinnvollerweise eines der regelmäßig an verschiedenen Orten angebotenen Seminare besuchen.

## Fazit

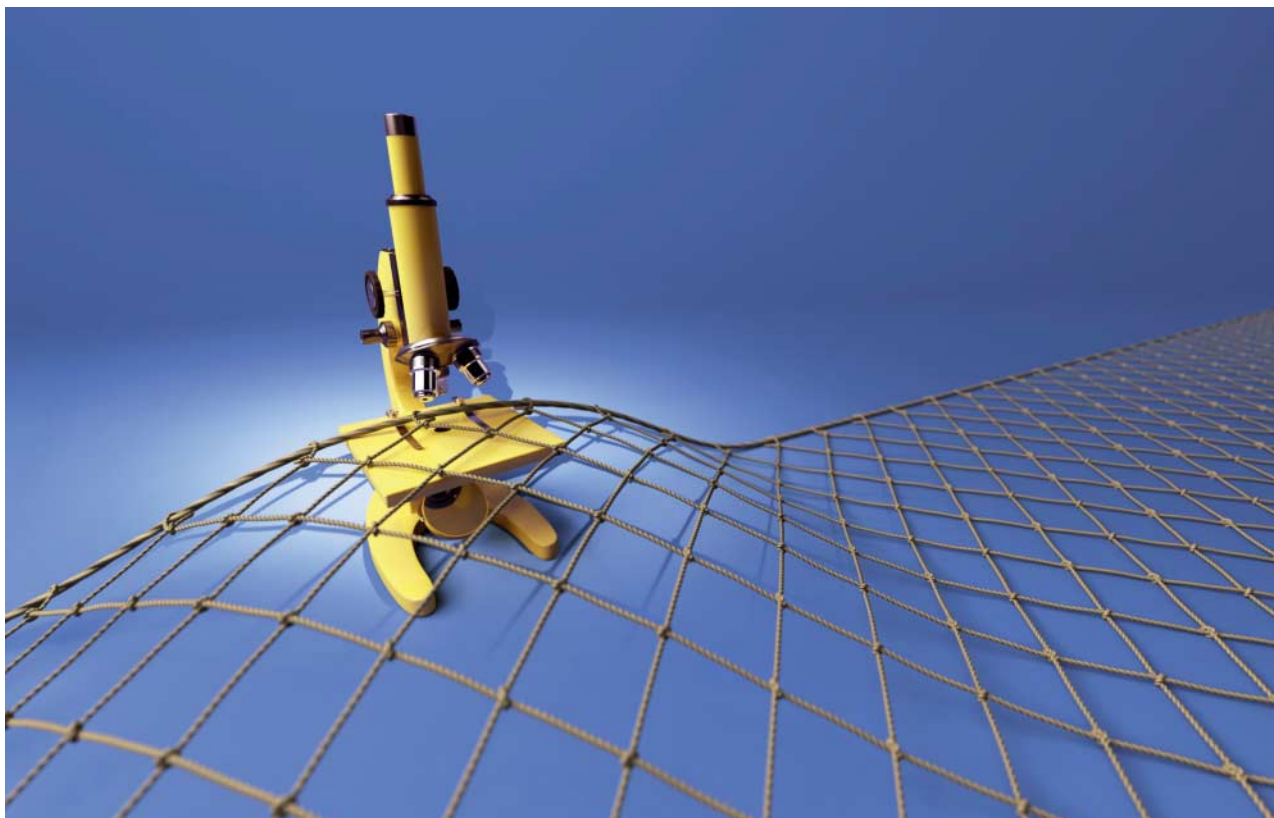
Ein Tester für mehrere Tausend Euro ist definitiv nur etwas für Firmen, die ihre Brötchen mit der Installation und dem Debugging von Telekommunikationsnetzen verdienen. Gelegenheitsadmins beantwortet ein Gerät der Taschengeldklasse immerhin die lästige Frage, ob eine LAN-Kabelstrecke überhaupt funktioniert. Für alle dazwischen könnten die aktiven LAN-Tests des Pockethernet die mit 200 Euro deutlich höhere, aber noch erschwingliche Investition wert sein. (ea@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ernst Ahlers, Strippen ziehen, Netze bauen und einrichten, siehe ct.de/yp17
- [2] Benjamin Benz, Ethernet unter Spannung, Stromversorgung über das LAN-Kabel, ct.de/yp17
- [3] Ernst Ahlers, Taschentester, Kurztest Pockethernet, c't 4/17, S. 47
- [4] Ernst Ahlers, xDSL-Modem fürs Ausland, Kurztest Netgear DM200, c't 6/17, S. 50



Der mit 200 Euro erschwingliche Tester Pockethernet kann nicht nur die ungefähre LAN-Kabel-Länge bestimmen, sondern auch prüfen, ob die Strecke zu Übertragungsfehlern neigt.



# Was geht ab im LAN?

## Wireshark- und Protokoll-Know-how für Netz-Admins

**Die Verwaltung von Cisco-Netzwerkgeräten gilt unter Normalsterblichen fast als Magie. Ein Beleg dafür ist der Admin-Parcours: ein Online-Quiz auf [ct.de](http://ct.de), das wir am 6. Mai veröffentlicht haben. In diesem Beitrag finden Sie die Antworten auf die Fragen – und spannende Einsichten in Protokolle, die auch in Heimnetzen gebräuchlich sind.**

**Von Johannes Weber**

**A**nfang Mai haben wir auf [ct.de](http://ct.de) ein Quiz veröffentlicht, das fortgeschrittenen Netzwerkern als Gradmesser für ihre Kenntnisse dienen kann. Es orientiert sich zwar an Übungen für Ciscos Switch-Prüfung [1], gibt aber auch allgemein Überblick über Vorgänge

in einem Firmennetz und enthält Anregungen für Wireshark-Nutzer.

Die Grundlage des Quiz ist einfach: Der Autor hat einen Trace in seinem Labor-Netzwerk aufgenommen und als PCAP-File veröffentlicht. Darin sind Pakete von rund 20 Netzwerkprotokollen enthalten. Darunter sind viele gängige wie DHCP und DNS, aber auch Exoten – ein bunter Strauß, der vor Augen führt, womit sich Admins so befassen.

Um die teils kniffligen Fragen und Antworten nachzuverfolgen, öffnen Sie das Online-Quiz ([ct.de/ya2u](http://ct.de/ya2u)), richten Sie Wireshark auf Ihrem PC ein, sofern noch nicht geschehen und laden Sie das PCAP-File. Tiefere Wireshark-Kenntnisse sind nicht erforderlich, sodass man die Fragen auch zur Einarbeitung in die Software nutzen kann.

Grundlage für die Navigation im Trace sind „Display Filter“: Damit lässt

man sich nur ausgewählte Pakete anzeigen. Oft leitet sich der Filtername vom Netzwerkprotokoll ab, also etwa „dns“ oder „ssh“. Sie aktivieren den Filter, indem Sie dessen Namen in der Eingabezeile gleich unterhalb der Wireshark-Symbolleiste eintragen und mit Enter abschließen.

Unter dem Trace blendet Wireshark den Bereich „Packet Details“ ein. Dort wird der Inhalt des markierten Pakets detailliert dargestellt. Klappen Sie die Felder eines Pakets auf, um Einzelheiten anzeigen zu lassen. Nahezu jedes Feld hat ein Kontextmenü (rechte Maustaste). Darüber lassen sich schnell auch für komplexe Daten Filter anlegen (z. B. „Apply as Filter/Selected“).

**DNS:** Das Domain Name System löst Domainnamen zu IP-Adressen auf. Antwort auf Frage 1 (IPv6-Adresse des DNS-Servers): Der Trace enthält genau eine Anfrage, und zwar an die Adresse



2003:51:6012:120::a08:53. Kleine Anspielung: Im letzten Hextett weist die Zahl 53 auf den DNS-Port 53 hin.

Antwort auf Frage 2 (angefragte Domain): Die Query gilt dem Hostnamen ip.webernetz.net, und der Client wünscht, die IPv6-Adresse zu erfahren (Type: AAAA).

Zur Frage 3: Wie viele Hops ist der DNS-Server entfernt? Das DNS-Protokoll enthält dazu keine Angaben, aber das darunterliegende IP. Im angekommenen Paket 3637 ist das Hop-Limit (TTL) der DNS-Antwort auf 62 geschrumpft. Typische Größen für das initiale Hop-Limit sind 64, 128 und 255. Es ist wenig wahrscheinlich, dass der Server sehr weit entfernt ist, also geht man vom Startwert 64 aus. Demnach ist der Server nur zwei Hops entfernt. Antwort 4: DNSSEC-validierte Antworten sind mit dem AD-Flag gekennzeichnet (Authentic Data). Das Flag fehlt, ergo ist die Antwort nicht validiert.

**DHCP:** Mit dem Dynamic Host Configuration Protocol lassen sich unter anderem IP-Adressen aus dem dynamisch vergebenen Vorrat anfragen und zuteilen. Tricky ist aus Analysesicht nur der Display Filter – er heißt wider Erwarten nicht dhcp, sondern bootp. Denn DHCP ist eine Erweiterung des Bootstrap Protocol.

Antwort auf Frage 1 (Client-MAC-Adresse): Im PCAP-File gibt es nur eine DHCP-Sequenz. Die anfragende Client-MAC-Adresse lautet 00:21:70:e9:bb:47.

Antwort auf Frage 2: Der Hostname lautet Mikroknoppix – die Standardbezeichnung des beliebten Live-Linux.

Frage 3: Welche IP-Adresse wollte der Client? Gefragt war die IPv4-Adresse 192.168.20.11. Diese hat der Client zuvor benutzt und möchte sie wiederhaben. Aber, Antwort 4: Der Wunsch wurde abgelehnt (NAK). Das kann verschiedene Gründe haben. In diesem Fall muss der Client darauf verzichten, weil er in ein anderes VLAN gezogen ist. Er erhielt daher 192.168.30.11 (letztes ACK-Paket).

**STP:** Das Spanning Tree Protocol unterbindet in einer geschwittenen Infrastruktur Loops auf Layer 2. Der dazu passende Display-Filter lautet stp. Um die Frage 1 zu beantworten (Root Bridge Identifier des VLANs 121), sucht man ein Paket des

VLANs 121 und öffnet den Root Identifier. So finden Sie die Bridge-Priority (24576), die System-ID-Extension (121) und die System-ID beziehungsweise die MAC-Adresse (00:0a:8a:a1:5a:80).

Frage 2: Wann fand die erste Änderung der Topologie statt? Das Spanning Tree Protocol enthält Flags, unter anderem für „Topology Change“, wenn etwa ein weiterer Switch zur Infrastruktur hinzukommt. Filtern Sie dieses Flag heraus, zum Beispiel mit `stp.flags.tc == 1`; dabei ist das tc-Bit auf 1 gesetzt. Das erste Paket mit diesem Bit hat die Nummer 42, es taucht nach 4,762981 Sekunden auf.

Frage 3, Port-Identifier: Suchen Sie ein STP-Paket des VLANs 30, dessen Bridge-Identifier die Adresse „00:21:1b:ae:31:80“ trägt. Nehmen Sie zum Beispiel das Paket 34. Der Port-Identifier lautet 0x8048. Laut der STP-Spezifikation von 1998 liegen die Angaben zur Port-Priorität und zur Port-Nummer in der Mitte, also 0x80 und 0x48, dezimal 128 und 72. In der Cisco-Welt heißt dieser Port-Identifier „128.72“.

**CDP:** Über das proprietäre Cisco Discovery Protocol tauschen Netzwerkkomponenten Informationen untereinander aus. Der Display-Filter lautet cdp. Lösung zu Frage 1 (Cisco IOS-Version): Suchen Sie ein Paket, das von der Device-ID CCNP-LAB-S1.webernetz.net stammt. Dieses Gerät setzt die Software-Version „Cisco IOS Software, C2960 Software (C2960-LANBASEK9-M), Version 15.0(2)SE9, RE-

LEASE SOFTWARE (fc1)“ ein. Es handelt sich um einen Cisco-Switch der Serie C2960. Frage 2: Das native VLAN dieses Switches lautet „VLAN 2“.

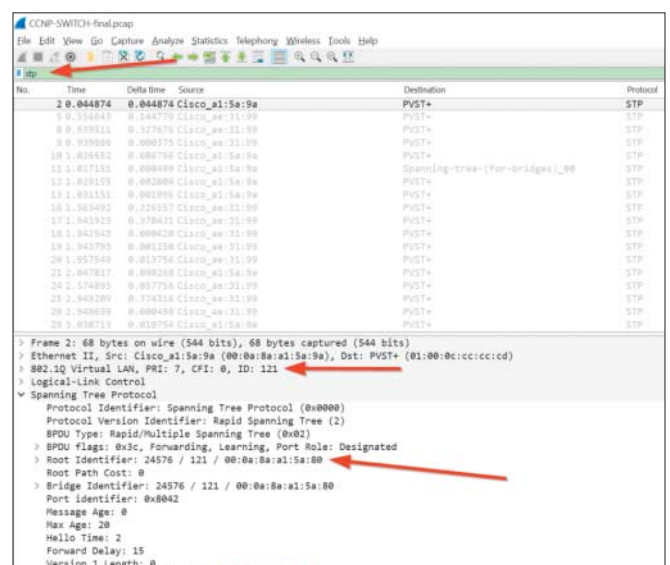
**VTP:** Mit dem Cisco-spezifischen VLAN Trunking Protocol tauschen Cisco-Switches eine Liste aller VLANs untereinander aus. Antwort auf Frage 1: Die Management Domain lautet „webernetz.net“. Antwort auf Frage 2 (Name des VLANs 30): Suchen Sie in der VLAN-Liste (in einem Subset-Advertisement wie beispielsweise Paket Nummer 176) das VLAN 30 (hex0x001e). Der Name lautet „VLAN30nochnvlan“.

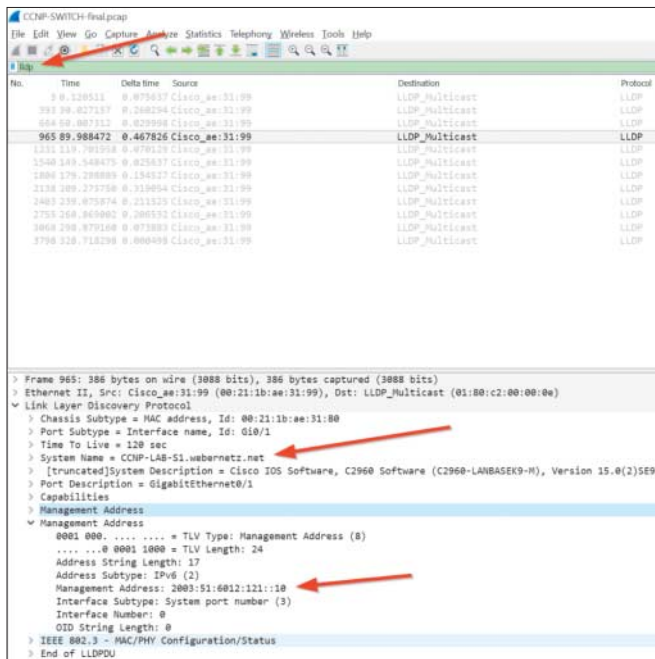
Antwort auf Frage 3: Die Configuration Revision Number lautet 13. Das ist ein einfacher Counter, über den sich feststellen lässt, ob es Updates gibt. Er kann Quelle großen Übels sein: Wenn ein alter Reserve-Switch aushelfen soll, dessen Konfiguration eine höhere Revision Nummer trägt, kann er die gesamte VLAN-Topologie der produktiven Umgebung außer Gefecht setzen, indem er ihr seine veraltete VLAN-Liste aufdrückt.

**LACP:** Mit dem Link Aggregation Control Protocol fasst man physische Ports zu einem logischen zusammen. So lassen sich Bandbreite und Ausfallsicherheit erhöhen. Antwort auf Frage 1 (Actor and Partner-Ports): Öffnen Sie ein LACP-Paket des Actors mit der MAC-Adresse 00:0a:8a:a1:5a:80. Darin finden Sie den Actor-Port (26) und den Partner-Port (282). Antwort auf Frage 2: Die Partner-System-Priorität lautet 32768.

## «Welche IP-Adresse wollte der Client?»

Der Display Filter „stp“ schließt alle Pakete außer denen des Spanning Tree Protocols aus. Das VLAN lässt sich sowohl am 802.1Q-Header als auch am STP-Paket erkennen. Der Root Identifier listet die aktuelle Root Bridge auf.





**LLDP:** Das Link Layer Discovery Protocol ist ein herstellerunabhängiges Pendant zu CDP. Darüber tauschen physisch verbundene Geräte Status-Informationen aus. Die Management-IP-Adresse des Systems „CCNP-LAB-S1“ lautet 2003:51:6012:121::10.

**UDLD:** Mit der Unidirectional Link Detection, ebenfalls Ciscos Werk, untersuchen Admins Probleme bei physischen Verbindungen. Beispielsweise detektiert UDLD, ob an einem Switch nur eine Glasfaser gesteckt ist. Die Device-ID ist in diesem Fall die Seriennummer des Geräts (FOC0630Z3KZ), es nutzt den Port Gi0/2.

**HSRP:** Ciscos proprietäres Hot Standby Router Protocol soll eine Hochverfügbarkeit des Default Gateway in Client-Netzen gewährleisten. Die HSRP-Gruppe 127 hat die virtuelle IP-Adresse fe80::5:73ff:fea0:7f. Man beachte, dass das eine link-lokale IPv6-Adresse ist, welche HSRP selbst erzeugt. Bei IPv4 kann der Admin für HSRP eine logische Adresse eines beliebigen öffentlichen Adressbereichs setzen.

**SNMP:** Mit dem Simple Network Management Protocol lassen sich Netzwerkgeräte überwachen. Monitoring-Systeme wie MRTG und PRTG fragen damit diverse Werte ab, zum Beispiel Interface-Auslastungen. Häufig setzt man dafür die unverschlüsselte SNMP Version 2c ein. Dabei ist sogar das Passwort, hier Community-String genannt, im Klartext zu sehen. In diesem Fall lautet es n5rAD1g314Iqf0YBWw. Immerhin ist das nicht so einfach zu erraten

LLDP-Paketen kann man entnehmen, wie die zugehörigen Geräte heißen, welche Software-Version und sogar welche Management-IP-Adressen sie nutzen.

**TFTP:** Das Trivial File Transfer Protocol ähnelt FTP, arbeitet aber ohne Authentifizierung – daher „trivial“. Es wird im LAN noch immer häufig zur Sicherung von Konfigurationsdateien und Software-Images verwendet. Wireshark hat dafür zwar den Display-Filter `tftp`, sinnvoller ist aber, den UDP-Stream zu verfolgen, in dem der Backup-Vorgang der Konfigurationsdatei zu sehen ist. Das ist hier der UDP-Stream 54.

Der Filter sieht so aus: `udp.stream == 54`. Wenn man ein beliebiges Paket dieses Streams mit der rechten Maustaste anklickt und „Follow/UDP Stream“ auswählt, zeigt ein Fenster die Nutzdaten im Klartext an. Antwort auf Frage 1: Das gehashte Passwort des Users weberjoh lautet \$1\$k12F\$S z18KSQV/D/QJpbpIGpH10. Antwort 2: Das enable-secret-Passwort, ebenfalls gehasht, lautet \$1\$Z.9j\$Nvobx9NvJzqtRLQqR.9b0.

Die Fragen 3 und 4 lassen sich mit einem Tool zum Wiederherstellen von Passwörtern lösen, beispielsweise mit hashcat. Die Passwörter lauten „asdfasdf“ und „password“ – machen Sie das besser nicht nach ;-).

**ARP:** Das Address Resolution Protocol ist grundlegender Bestandteil des IPv4-Protokolls. Damit werden Layer-3-Adressen (IPv4), zu Layer-2-Adressen aufgelöst (MAC-Adressen). Um die Frage zu beantworten, genügt ein Blick auf die ARP-Pakete in der Info-Spalte: „192.168.121.2 is at 00:1e:7a:79:3f:11“.

**LOOP:** Die Fachliteratur schweigt sich zum Ethernet Configuration Testing Protocol weitgehend aus. Wir lüften also eines der letzten Rätsel der Neuzeit: LOOP, das nicht zu den klassischen IEEE-Protokollen der Familie 802 gehört, ist für einfache Funktionstests auf Ethernet-Ebene gedacht, ähnlich wie Ping auf IP-Ebene.

In Wireshark extrahiert man Loop-Pakete mit dem Filter `loop`. Für die Beantwortung der Frage (Wieviele Ethernet-Quellen sind im loop-Trace enthalten?) kann man entweder die Quell-MAC-Adressen zählen oder das Menü „Statistics/Conversations“ aufrufen. Mit dem Häkchen „Limit to display filter“ bekommt man nur die Konversationen des aktuellen Filters (loop) – es sind fünf Ethernet-Quellen aufgeführt.

**RIP:** Der Name ist Programm: Mit dem Routing Information Protocol tauschen Router Routen aus. Es ist ein simp-

wie der Default-Wert „public“. Sofern der Admin den Zugriff auf die SNMP-Dienste nicht per Access Control List einschränkt, kann jeder PC im LAN Statistiken von Routern und Switchen abfragen, etwa mit `snmpwalk -v 2c -c COMMUNITYSTRING .1.3.6` oder mit dem Windows-Tool „MIB Browser“ von iReasoning.

**Syslog:** Syslog nutzt man ebenfalls zur Netzwerk-Überwachung. Damit sendet ein Gerät Log-Messages an einen Syslog-Server. Syslog-Verkehr ist unidirektional, die Nachrichten werden in UDP-Paketen übertragen. Es gibt also keine Acknowledge-Antworten und auch sonst keine Reaktion des Servers. Das Gerät mit der IPv4-Adresse 192.168.121.2 meldet stattgegebene Zugriffe aufgrund einer positiven ACL-Prüfung: `%IPV6_ACL-6-ACCESSLOGP: list vty-access/10 permitted tcp 2003:51:6012:110::B15:22(60892) -> 2003:51:6012:121::2(22), 1 packet`.

**NTP:** Mit dem Network Time Protocol erfragen Clients die Uhrzeit von NTP-Servern. Im Trace steckt genau eine IPv6-Anfrage. Die Antwort (Paketnummer 2919) führt als Reference-ID den String „DCFa“ auf. Das deutet auf einen DCF-77-Empfänger hin. Es handelt sich um den Funkuhrensender in Mainflingen, der fast alle Funkuhren in Westeuropa versorgt. Fun Fact: Die IPv6-Adresse des NTP-Servers (2003:51:6012:110::dcf7:123) enthält Anspielungen auf DCF-77 und auf den NTP-Port 123. Dank dem IPv6-Adressraum kann man auch ohne Reverse-DNS ahnen, was sich hinter dieser IPv6-Adresse verbirgt.

les dynamisches Routing-Protokoll, in Firmennetzen ist eher OSPF üblich. Im Bereich „Packet Details“ kann man die einzelnen Routing-Einträge erkennen. Die Default Route (0.0.0.0/0) mit dem Metric-Wert 1 annonciieren die beiden HSRP-Router mit den Adressen 192.168.121.253 und 192.168.121.254.

**RIPng:** RIPng ist das gleiche in grün für IPv6. Die Default Route (::/0) annonciieren ebenfalls beide HSRP-Router. Sie nutzen die link-lokalen Adressen fe80::214:69ff:fe9e:1141 und fe80::21a:6cff:fea1:2b99. Der IPv4-gewohnte Admin muss sich wohl umstellen, denn der IPv4-Logik folgend, dürfte er bei Routing-Einträgen eher IPv6-Adressen aus seinem eigenen Global-Unicast-Range erwarten.

**ICMPv6:** Mit dem Internet Control Message Protocol stellt IPv6 weit mehr an als nur Ping-Tests (Echo-Request/-Reply). Mittels Router Solicitations und Advertisements werden Adressen von Routern und Default-Routern abgefragt und bekannt gegeben. Und die Neighbor Solicitations und Advertisements lösen IPv6-Adressen zu Layer-2-Adressen auf.

In Wireshark unterscheidet man ICMPv6-Nachrichten, indem man den Display-Filter auf den Typ der ICMPv6-Nachricht setzt: `icmpv6.type == 133 || icmpv6.type == 134` steht für Router-Solicits und Advertisements, `icmpv6.type == 135 || icmpv6.type == 136` extrahiert Neighbor Solicits und Advertisements und `icmpv6.type == 128 || icmpv6.type == 129` zeigt Ping6-Pakete.

Antwort auf Frage 1 (annoncierte Präfixe): Es werden zwei /64er IPv6-Präfixe annonciert, 2003:51:6012:121::/64 und 2003:51:6012:122::/64. Antwort 2 – Anzahl direkter Antworten auf Solicits: Das war eine Fangfrage. Keine der drei Router-Solicitations bekommt ein Advertisement zurück, obwohl das laut Spezifikation so sein sollte. Ob das an einem Konfigurationsfehler oder einem Bug in der Cisco-Software liegt, ist offen.

Antwort auf Frage 3 (welche Unicast-IPv6-Adresse wurde im DAD-Vorgang angefragt): Mittels der Duplicate Address Detection (DAD) ermittelt ein IPv6-Node, ob seine selbsterzeugte IPv6-Adresse bereits belegt ist. DAD-Pakete versenden IPv6-Nodes immer unter der unbestimm-

ten IPv6-Adresse „::“. Es ist sogar der einzige Fall, bei dem IPv6-Pakete von dieser Adresse kommen. Filtert man also auf `ipv6.src == ::`, erscheinen drei Neighbor Solicitations. Die letzte (Paket 2462) fragt nach einer Global-Unicast-IPv6-Adresse. Die ersten beiden suchen nach einer Link-Lokalen Adresse. Die Antwort lautet also: 2003:51:6012:121::cafe. Haben Sie das letzte Hextett wahrgenommen? Zeit für einen Kaffee. Es hätte aber auch `beef` sein können.

**ICMPv6 Ping:** Jeder Ping füllt sein Paket im „Data“-Feld mit Dummy-Bytes, um das Paket auf eine Mindestgröße zu bringen. Der Ping an die IPv6-Adresse enthält eine Zeichenkette, die mit 0102030 startet und mit a1b1c endet.

**SSH:** Per Secure Shell werden verschlüsselte und somit nicht lesbare Verbindungen aufgebaut. Trotzdem sind die ersten Pakete einer Session im Klartext gehalten, sodass man beispielsweise die Protokoll-Version der Teilnehmer auslesen kann (SSH-2.0-OpenSSH\_7.2p2 Ubuntu-4ubuntu2.1).

Die letzten drei Fragen sind keinem Protokoll zugeordnet, sondern sollen den Umgang mit Wireshark trainieren. Entweder muss man sich den Output mit Filtern zurechtstutzen oder Analyze- und Statistic-Tools nutzen.

Antwort auf Frage 1 (Welches Protokoll ist noch übrig im Trace?): Das ist

eigentlich eine Frage nach der Nadel im Heuhaufen. Aber wenn man der Reihe nach alle genannten Protokolle mit dem Display-Filter herausschält, beispielsweise `not (stp or cdp or vtp or dns or ...)`, bleiben die Exoten DTP, IP SLA und das veraltete DEC MOP Remote Console Protocol übrig. Übrigens: DMRCF lässt sich auf einem Cisco-Router für jedes Interface mit der Einstellung `no mop enabled` deaktivieren.

Antwort auf Frage 2 (woher rühren die High-Port-UDP-Pakete): Selbst wenn man DMRCF wegfiltert, bleiben noch Pakete von diversen High-Ports ohne Protokoll-Zuordnung übrig. Daher ist die Antwort schwierig: Es handelt sich um IP-SLA-Verkehr der Cisco-Router, welche den UDP-Jitter messen. Man kann es allenfalls der per TFTP übertragenen Config-Datei entnehmen, anhand des Statements „IP SLA ... UDP-jitter“. Auffällig ist immerhin, dass dieser Test alle 60 Sekunden läuft.

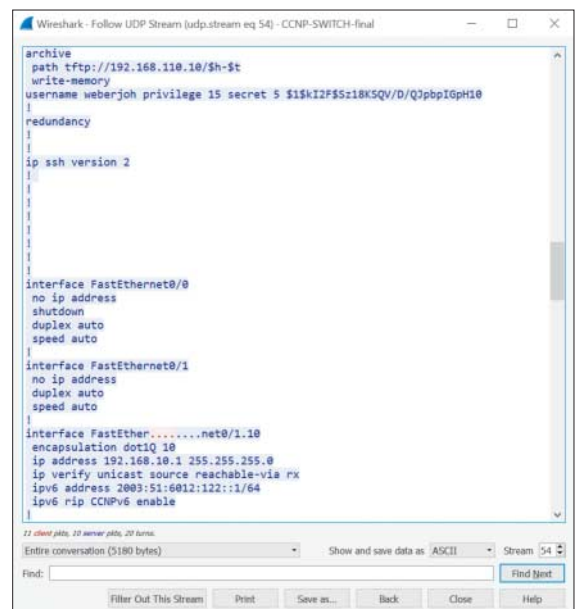
Antwort auf Frage 3 (Anzahl der Konversationen für IPv6, IPv4, TCP und UDP): Das Menü „Statistics/Conversations“ erspart das Zählen: Es ist leicht ersichtlich, dass 22 IPv4-, 27 IPv6-, 1 TCP- und 56 UDP-Konversationen liefen. (dz@ct.de) **ct**

## Literatur

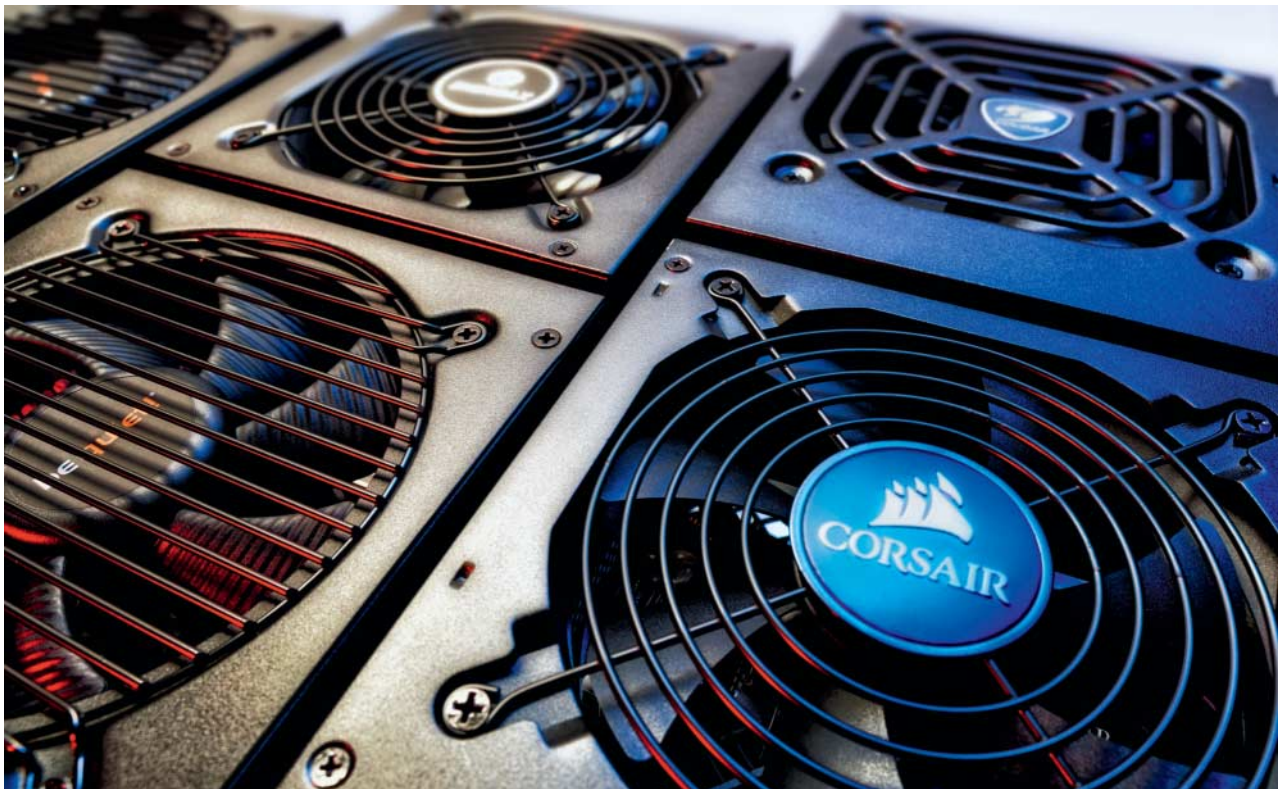
- [1] Richard Froom, Erum Frahim, Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH) Foundation Learning Guide, ISBN: 978-1587206641, amazon.de/Implementing-Switched-Networks-Foundation-Learning/dp/1587206641

»Es hätte aber auch ›beef‹ sein können.«

Wenn man einem TCP- oder UDP-Stream folgt, lassen sich bei unverschlüsselten Verbindungen die Nutzdaten ablesen, in diesem Fall die TFTP-Übertragung einer Konfigurationsdatei.







# Volt-Wandler

## Effiziente ATX-Netzteile für Allround-PCs

**Für einen modernen Desktop-PC mit starker CPU und kräftiger Grafikkarte genügt oft ein 400-Watt-Netzteil: Es bringt die nötigen Kabel und Leistungsreserven für die GPU mit, ist aber billiger und bei schwacher Last oft auch effizienter als stärkere Netzteile.**

Von Christof Windeck

Außen pfui, innen hui: Das unscheinbare ATX-Netzteil spielt eine wichtige Rolle im Desktop-PC. Es muss mehrere Gleichspannungen präzise und stabil bereitstellen und dabei in Sekundenbruchteilen extreme Lastwechsel von Prozessor und Grafikkarte abfedern. Gleichzeitig soll das Netzteil stets leise bleiben, effizient wandeln und wenig kosten – dann bleibt mehr Geld für CPU, RAM, SSD und GPU.

Für viele PCs – auch welche mit kräftigeren Grafikkarten und Octo-Core-Prozessoren – genügen 400-Watt-Netzteile zu Preisen um 50 Euro. Wir haben vier davon sowie ein 300-Watt-Modell ausgewählt, davon einige mit modernster Technik wie DC-DC-Wandlern für die 5- und 3,3-Volt-Schienen und Multi-Rail-Aufteilung der 12-Volt-Schienen. Wie solche Spezialitäten funktionieren und welche Vorteile sie versprechen, erklärt der nachstehende FAQ-Artikel ab Seite 124.

Unter der Marke Be quiet! verkauft die Firma Listan verschiedene Netzteil-Serien, darunter jene namens Pure Power, die ein gutes Preis-Leistungsverhältnis bieten soll. Ganz neu ist die Familie Pure Power 10. Daraus haben wir Versionen mit 300 und 400 Watt ausgewählt – auch um den alten Ratschlag zu prüfen, laut dem ein möglichst knapp dimensioniertes Netzteil bei schwacher Last effizienter arbeitet.

Schon länger auf dem Markt ist das Corsair Vengeance 400, das genau wie das gleich teure Pure Power 10 400W mit DC-DC-Wandlung und Multi-Rail-Begrenzung arbeitet. Das Corsair-Gerät hat die längere Garantie, jenes von Be quiet! die bessere Einstufung im Wirkungsgrad: 80 Plus Silber statt Bronze. Etwas billigere Alternativen mit älterer und einfacherer Technik sind Cougar VTX400 und Enermax Maxpro 400W. Wir wollten wissen, ob sie noch mithalten können.

### Effizienz

Alle Testkandidaten tragen 80-Plus-Logos (siehe FAQ) und übertreffen in der Praxis die 80-Plus-Anforderungen. Das ist aber nur für Rechner relevant, die auch mal längere Zeit unter Dampf stehen – etwa Gaming-PCs: 20 Prozent der Nennlast sind nämlich selbst beim 300-Watt-Netzteil schon 60 Watt. Moderne ATX-Systeme



me mit Prozessorgrafik benötigen im Leerlauf kaum mehr als 15 Watt, unsere PC-Bauvorschläge noch weniger.

Wir vergleichen die Netzteile im Test deshalb auch bei lediglich 10 Watt und 30 Watt Belastung, also weit unterhalb der 80-Plus-Vorgaben. Hier unterscheiden sich die Netzteile deutlicher als beispielsweise im 50-Prozent-Lastpunkt. Für eine Schwachlast-Effizienz haben wir die Note „gut“ vergeben, wenn sie im 10-Watt-Messpunkt wenigstens 60 Prozent beträgt. Die Benotung ab 20 Prozent Last war „gut“ ab 85 Prozent Wirkungsgrad.

Im Standby-Modus bootet der PC auf Tastendruck oder fährt aus dem Standby-Modus „Energie sparen“ hoch, nuckelt dabei aber kontinuierlich an der 5-Volt-Standby-Leitung des Netzteils. Bei den Standby-Messungen zogen wir die Grenze zum „gut“ bei 70 Prozent Wirkungsgrad, also bei höchstens 30 Prozent Verlust.

## Störfestigkeit

Überspannungsfestigkeit testen wir mit sogenannten Bursts und Surges, die ein Burst-Surge-Generator in die 230-Volt-Zuleitung einspeist. Für normale PC-Netzteile ist dabei Unempfindlichkeit gegen 1000 Volt gefordert, was alle Prüflinge klaglos überstanden. Die 2000-Volt-Tests sind zwar nur für Industriernetzteile wichtig, doch auch hierbei fiel kein Netzteil aus. Bei denen von Be quiet! und Cougar zuckten die Sekundärspannungen kurz, aber das ist unkritisch.

Die Messungen sogenannter Stützzeiten zeigen, wie die Netzteile kurzzeitige Unterbrechungen in der Versorgung verdauen. Die ATX-Spezifikation verlangt, dass die sekundären Spannungen unter Volllast auch dann im Toleranzbereich bleiben, wenn die Netzspannung für 17 Millisekunden abfällt. Manche USV-Systeme mit schneller Umschaltung bei Stromausfall brauchen rund 10 ms – das schaffen alle Netzteile im Test unter Volllast.

Bei der Stützzeit im Standby-Betrieb schafft das Corsair Vengeance 400W



### Be quiet! Pure Power 10 300W

Gleich der erste Prüfling tanzt aus der Reihe: Das Pure Power 10 300W ist schwächer als die anderen. Wir haben es zum Vergleich der Effizienz bei Schwachlast vermessen, was unsere Erwartungen bestätigte: Bei 10 und 30 Watt sekundäre Last arbeitet es effizienter als alle anderen. Allerdings braucht das Enermax Maxpro 400W dabei auch nur 1,2 bis 3 Watt mehr.

Zum Vorgänger Pure Power 9 300W konnten wir keine relevanten Unterschiede finden. Anders als die 400-Watt-Version besitzt das Pure Power 10 300W keine DC-DC-Wandler – das ist in sparsamen PCs auch kaum sinnvoll. Für ein 300-Watt-Netzteil ist das Pure Power 10 relativ teuer, hat aber ein PCIe-Kabel für Grafikkarten und arbeitet sehr leise. Einige Anschlusskabel sind jedoch kurz.

- ↑ sehr leise
- ↑ bei Schwachlast effizient
- ↓ zu teuer für ein 300-Watt-Gerät



### Be quiet! Pure Power 10 400W

Dem nagelneuen Pure Power 10 400W hat Be quiet! Schmankerl wie DC-DC-Wandler und Multi-Rail-Begrenzer auf beiden 12-Volt-Schienen spendiert. In der Praxis bringt das selten Vorteile. Wichtiger sind der sehr leise Betrieb und die vielen Stecker: fünf für SATA-Laufwerke und zwei für Grafikkarten. Auch die Stützzeiten sind lang.

Das Pure Power 10 400W ist das einzige Gerät im Test mit silbernem 80-Plus-Logo, bei den anderen reicht es „nur“ für Bronze. Tatsächlich glänzt das Be-quiet!-Netzteil mit hoher Effizienz ab dem 20-Prozent-Punkt. Schwachlast liefern andere aber deutlich effizienter. Vom Pure Power 10 400W gibt es auch eine 5 Euro teurere „CM“-Version mit Kabelmanagement, also Buchsen für die Kabel mit SATA- und PCIe-Steckern.

- ↑ sehr leise
- ↑ unter Last sehr effizient ...
- ↓ ... aber nicht bei Schwachlast

nur eine Drittelsekunde, die anderen ein vielfaches davon. Wenn der Strom ausfällt, während der PC im Standby-Modus Suspend-to-RAM schläft, können Daten verloren gehen. Windows-10-Rechner in der Standardeinstellung schreiben vor dem „Energie sparen“ den RAM-Inhalt aber auch auf die Festplatte oder SSD.

## DC-DC-Wandler

Das Be quiet! Pure Power 10 400W und das Corsair Vengeance 400 setzen die Netzspannung zunächst auf 12 Volt Gleichspannung um. Um daraus wiederum 3,3 und 5 Volt zu erzeugen, enthalten diese Netzteile sogenannte DC-DC-Wandler. Diese Schaltung soll sicherstellen, dass bei sehr hoher Last auf den 12-Volt-Schienen – sie versorgen die Haupt-

Stromschlucker Prozessor und Grafikkarte – die niedrigeren Gleichspannungen besonders genau eingehalten werden. Das klappt gut, aber ob das in der Praxis sonderlich wichtig ist, lässt sich nicht klar einschätzen.

Theoretisch hat die DC-DC-Wandlung den Nachteil, dass durch die doppelte Wandlung der 3,3- und 5-Volt-Schienen der Wirkungsgrad bei niedriger Last zurückgeht. Tatsächlich schneiden die beiden Netzteile mit DC-DC-Technik bei unseren Schwachlast-Messungen mit 10 oder 30 Watt Belastungen nicht so gut ab. Aber auch hier kann man sich streiten, was das für die Praxis bedeutet: Wenn das jeweilige Mainboard vor allem die 12-Volt-Schienen belastet, ist der Nachteil gering. Bei unserem 10,4-Watt-Messpunkt ziehen wir 8,4 Watt aus der 12-Volt-Leitung (0,7 A)

### ATX-Netzteile mit 400 Watt: Betriebsgeräusch

Lastpunkt	Schwachlast	Last
Netzteil	10 / 30 Watt [Sone] ← besser	20 % / 50 % / Volllast [Sone] ← besser
Pure Power 10 300W	<0,1 / <0,1	<0,1 / <0,1 / <0,1
Pure Power 10 400W	<0,1 / 0,1	<0,1 / <0,1 / 0,1
Vengeance 400	<0,1 / 0,2	0,2 / 0,2 / 0,6
VTX400	<0,1 / <0,1	<0,1 / 0,2 / 1
Maxpro 400W	0,2 / 0,2	0,2 / 0,2 / 0,3



### Corsair Vengeance 400W

Vengeance bedeutet Vergeltung; als Name für ein braves 400-Watt-Netzteil wirkt das ziemlich übertrieben. Das Corsair Vengeance 400W arbeitet im besten Sinne unauffällig und glänzt nicht nur mit langer Garantie, sondern auch hoher Effizienz im Standby-Betrieb.

Die DC-DC-Wandlung hat Corsair bei schwacher Last etwas effizienter hinbekommen als Be quiet!. Allerdings sind einige Stützzeiten sehr kurz: Fällt der Strom aus, sind die Daten theoretisch früher weg als bei den Konkurrenten. In der Praxis hat das freilich geringe Bedeutung.

Der Lüfter wird etwas früher hörbar als bei anderen Netzteilen, bleibt aber leise. Die lange Garantie, die langen Kabel und die aufwendigere DC-DC-Technik mögen manchem 10 Euro Mehrpreis wert sein.

- ↑ im Standby effizient
- ↑ 5 Jahre Garantie
- ↓ kurze Stützzeiten



### Cougar VTX400

Die Marke Cougar gehört wie HEC zur Firmengruppe HEC/Compucase. Das VTX400 ist eines der billigsten Cougar-Netzteile und liegt bei Ausstattung und Wirkungsgrad im Mittelfeld dieses Vergleichstests. Bei sehr geringer Last bleibt es schön leise, unter Volllast ist es aber das lauteste Netzteil im Test – doch Volllast dürfte eher selten und kurz anstehen. Das VTX400 hat keinen Floppy-Stromstecker.

Auf der Webseite mit 80-Plus-Spezifikationen konnten wir das Datenblatt des VTX400 zunächst nicht finden, laut Cougar ist es jedoch baugleich zum „CGR B2-400“. Das wurde allerdings schon 2008 als „PowerX 400W“ 80-Plus-zertifiziert und hat laut Etikett andere Belastungsgrenzen. Letztlich ist das unwichtig, denn der Wirkungsgrad ist in Ordnung.

- ↑ bei geringer Last sehr leise
- ↓ unter Volllast etwas laut



### Enermax Maxpro 400W

Das Enermax Maxpro 400W ist schon etwas länger auf dem Mark. Das hat aber keine wesentlichen Nachteile – eher im Gegenteil: Das Maxpro 400W arbeitet bei Schwachlast ähnlich effizient wie das 300-Watt-Netzteil von Be quiet! und kostet nicht viel mehr, bietet aber mehr Reserven, längere Kabel und mehr Anschlüsse für SATA-Laufwerke und Grafikkarten.

Der Lüfter bleibt unter hoher Last schön leise, dreht bei Schwachlast aber hörbar höher als bei der Konkurrenz. Doch 0,2 Sone stören nicht – erst recht nicht in der Nachbarschaft einer Grafikkarte. Die Stützzeiten unter Last sind etwas kurz. Für den Alltag ist das unwesentlich: Das Maxpro 400W liefert solide Leistung ohne nennenswerte Schwächen.

- ↑ effizient bei Schwachlast
- ↓ hörbar schon bei Schwachlast
- ↓ kurze Stützzeiten

und je 1 Watt aus den 3,3- und 5-Volt-Schienen.

### Multi-Railing

Bei Single-Rail-Netzteilen greift die Strombegrenzung erst ein, wenn die summarische Last auf allen 12-Volt-Schienen überschritten wird. Die beiden erwähnten Netzteile mit DC-DC-Wandlern verwenden auch Multi-Rail-Technik, um den

Stromfluss auf ihren zwei beziehungsweise drei 12-Volt-Schienen 12V1, 12V2 und 12V3 separat zu begrenzen. Das soll den PC vor größeren Schäden schützen, wenn eine einzelne Komponente „abraucht“ und extreme Leistungen zieht.

In unseren Versuchen lösten die Multi-Rail-Begrenzer deutlich später aus, als die Typenschilder vermuten ließen – und das ist wohl auch gut so, denn wenn kurzzeitige

Lastspitzen schon zum Abschalten führen, drohen störende Notabschaltungen. Die Toleranz beim Abschalten verwischt jedoch den Unterschied zwischen der Multi-Rail-Begrenzung und der normalen Strombegrenzung: Beim Corsair Vengeance 400 sind in der Summe 33 Ampere zulässig, pro Schiene höchstens 25 A – das sind ohnehin nur 24 Prozent Differenz. Die theoretischen Vorzüge der Multi-Rail-Technik kommen wohl eher bei stärkeren ATX-Netzteilen zum Tragen, die in der Summe mehr als 40 oder 50 Ampere durch ihre 12-Volt-Schienen jagen können.

### Geräusch

Lüftergeräusche messen wir in unserer Schallmesskammer aus 50 Zentimetern Abstand in verschiedenen Lastsituationen. Fast alle Netzteile lagen bei geringer Last unter unserer Messgrenze von 0,1 Sone

ATX-Netzteile mit 400 Watt: Verluste					
Lastpunkt	Standby	Schwachlast	Last		
Netzteil	0,5 / 1 / 2 Watt [Watt]	10 / 30 Watt [Watt]	20 % [%]	50 % [%]	Volllast [%]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Pure Power 10 300W	0,3/0,5/0,8	6,0/7,3	16	12	13
Pure Power 10 400W	0,3/0,4/0,7	10,1/10,2	14	10	11
Vengeance 400	0,2/0,3/0,6	8,7/10,8	15	11	13
VTX400	0,3/0,4/0,7	8,4/9,8	15	13	15
Maxpro 400W	0,3/0,4/0,8	7,1/10,3	16	13	16

und man hört sie deshalb in der Praxis nicht. Die Be quiet!-Geräte machten ihrem Namen alle Ehre und blieben auch unter Volllast superleise, bei den anderen hört man die Lüfter dann mehr oder weniger deutlich. Am lautesten unter Last war das Cougar VTX400, dessen Lüfter aber erst jenseits von 230 Watt hochdreht. Anders bei Corsair und Enermax: Hier starten die Ventilatoren schon bei schwächerer Belastung, bleiben dafür jedoch unter Last leiser. Bei 400-Watt-Netzteilen, die typischerweise zusammen mit Grafikkarten im PC-Gehäuse stecken, sind 0,6 Sone unter Last meistens kein Problem. Für weniger als 0,5 Sone vergeben wir die Note „sehr gut“.

## Fazit

80-Plus-Technik hat sich etabliert: unter Last wandeln alle Prüflinge lobenswert effizient. DC-DC-Wandler scheinen die Effizienz unter Schwachlast eher zu mindern. Wer beim Stromdurst seines Desktop-Rechners aufs Watt schaut, muss das Netzteil sorgfältig auswählen und ist gut beraten, es eher knapp auszulegen. Dann jedoch kann es eng werden, wenn man später mal aufrüsten möchte, etwa mit einer starken Grafikkarte.

Das Be quiet! Pure Power 10 400W bleibt auch unter Last besonders ruhig und erreicht dann den höchsten Wirkungsgrad. Doch bei Schwachlast sind andere effizienter, hier glänzt die 300-Watt-

Verwandtschaft aus derselben Familie. Nicht viel mehr bei 10 Watt Belastung schluckt das ältere und kaum teurere Enermax Maxpro 400W; als Vorteile hat es höhere Reserven, längere Kabel und sowohl einen SATA- als auch einen PCIe-Stecker mehr. Allerdings dreht sein Lüfter früher hoch und die Stützzeiten sind kurz.

Das Corsair Vengeance 400 hat die längsten Kabel im Testfeld, das kann bei großen Tower-Gehäusen der entscheidende Vorteil sein. Sein 5-Volt-Standby-Regler arbeitet effizient und Corsair gewährt 5 Jahre Garantie. (ciw@ct.de) **ct**

**80Plus-Dokumente, Preisvergleich:**  
[ct.de/yj1n](http://ct.de/yj1n)

### 400-Watt-Netzteile: technische Daten und Messergebnisse

Marke (Hersteller)	Be quiet!	Be quiet!	Corsair	Cougar	Enermax
Name	Pure Power 10 300W	Pure Power 10 400W	Vengeance 400	VTX400	Maxpro 400W
Typencode	L10-300W / BN270	L10-400W / BN272	CP-9020106-DE	CGR BS-400/ 31TC040.0062	EMP400AGT
Web	bequiet.com	bequiet.com	corsair.com	cougargaming.com	enermax.de
<b>Anschlüsse / Daten laut Typenschild</b>					
Stecker: ATX / EPS (trennbar) / PCIe	20+4 / 4+4 / 1 × 6+2	20+4 / 4+4 / 2 × 6+2	20+4 / 4+4 / 2 × 6+2	20+4 / 4+4 / 1 × 6+2	24 / 4+4 / 2 × 6+2
Kabellänge: ATX / EPS / PCIe	47 / 56 / 52 cm	47 / 62 / 67 (52) cm	59 / 60 / 68 (60) cm	57 / 67 / 54 cm	51 / 62 / 60 (47) cm
Stecker: SATA / HDD (Molex) / Floppy	4 / 2 / 1	5 / 2 / 1	4 / 3 / 1	4 / 3 / 0	5 / 4 / 1
Belastbark. 12V1/12V2/12V3/-12V	18 / 18 / – / 0,3 A	24 / 20 / – / 0,3 A	25 / 25 / 25 / 0,8 A	18 / 15 / – / 0,3 A	15 / 15 / – / 0,3 A
Belastbark. +3,3 V / +5 V / +5 Vsb	21 / 15 / 2,5 A	24 / 15 / 3 A	24 / 15 / 3 A	20 / 20 / 3 A	16 / 16 / 2,5 A
Volllast / nur 12 V / Kombi 3,3 + 5 V	300 / 288 / 103 W	400 / 384 / 120 W	400 / 400 / 110 W	400 / 388 / 120 W	400 / 360 / 100 W
Wide-Range-Eingang / Einbautiefe	✓ / 15 cm	✓ / 15 cm	✓ / 14 cm	✓ / 14 cm	– / 14 cm
80-Plus-Zeichen / ATX-PSU-Version	Bronze / ATX 2.4	Silber / ATX 2.4	Bronze / ATX 2.3	Bronze / ATX 2.4	EU / ATX 2.3
DC-DC-Wandler / Multi-Rail	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	– / –
<b>Standby-Betrieb</b>					
Leistungsaufnahme ohne Last	0,1 W	0,2 W	0,2 W	0,1 W	0,1 W
... mit Last 0,5 / 1,0 / 2,0 W	0,8 / 1,5 / 2,8 W	0,8 / 1,4 / 2,7 W	0,7 / 1,3 / 2,6 W	0,8 / 1,4 / 2,7 W	0,8 / 1,4 / 2,8 W
Wirkungsgrad dabei	62 / 69 / 72 %	65 / 73 / 77 %	73 / 76 / 78 %	65 / 71 / 75 %	69 / 73 / 75 %
Stützzeit bei Last 2 W	2,9 s	5,4 s	0,3 s	5,4 s	4,2 s
<b>Messergebnisse bei Schwachlast (bei 10 / 30 Watt, Geräusch aus 50 Zentimetern Abstand)</b>					
Leistungsaufnahme (Wirkungsgrad)	16,4 / 37,5 W (64 / 80 %)	20,6 / 40,5 W (51 / 75 %)	19,2 / 41,2 W (55 / 74 %)	18,9 / 40,2 W (56 / 76 %)	17,6 / 40,5 W (59 / 75 %)
Geräusch (Leistungsfaktor)	< 0,1 / < 0,1 Sone (0,57 / 0,78)	< 0,1 / < 0,1 Sone (0,60 / 0,77)	< 0,1 / 0,2 Sone (0,61 / 0,81)	< 0,1 / < 0,1 Sone (0,53 / 0,75)	0,2 / 0,2 Sone (0,39 / 0,60)
<b>Messergebnisse bei 20 Prozent Last (bei 60 / 80 Watt)</b>					
Leistungsaufnahme / Wirkungsgrad	71,4 W / 84 %	94,2 W / 86 %	95,5 W / 85 %	95,0 W / 85 %	94,7 W / 84 %
Geräusch / Leistungsfaktor	< 0,1 Sone / 0,88	< 0,1 Sone / 0,90	0,2 Sone / 0,92	< 0,1 Sone / 0,90	0,2 Sone / 0,91
<b>Messergebnisse bei 50 Prozent Last (bei 150 / 200 Watt)</b>					
Leistungsaufnahme / Wirkungsgrad	171 W / 88 %	224 W / 90 %	227 W / 89 %	229 W / 87 %	230 W / 87 %
Geräusch / Leistungsfaktor	< 0,1 Sone / 0,95	< 0,1 Sone / 0,97	0,2 Sone / 0,97	0,1 Sone / 0,97	0,2 Sone / 0,98
<b>Messergebnisse bei Volllast (300/400 Watt)</b>					
Leistungsaufnahme / Wirkungsgrad	344 W / 87 %	452 W / 89 %	461 W / 87 %	467 W / 85 %	471 W / 84 %
Geräusch / Leistungsfaktor	< 0,1 Sone / 0,97	0,1 Sone / 0,99	0,6 Sone / 0,98	1,0 Sone / 0,99	0,3 Sone / 0,99
Stützzeit auf Schiene 5 V / 12 V	21,4 / 20,6 ms	33,2 / 33,8 ms	14,0 / 22,8 ms	25,2 / 24,2 ms	15,8 / 13,2 ms
Burst (Surge) 1 kV / 2 kV	✓ / ✓ <sup>1</sup> (✓ / ✓)	✓ / ✓ <sup>1</sup> (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ <sup>1</sup> (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)
<b>Bewertung</b>					
Standby-Effizienz (0,5 / 1 / 2 W)	○ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕
Effizienz bei Schwachlast	⊕	○	○	○	○
Effizienz bei 20 / 50 / 100 % Last	○ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	○ / ⊕ / ○
Störimmunität	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	○
Geräusch bei Schwachlast / 20 %	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Geräusch bei 50 % / Volllast	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕
Preis (zirka) / Garantiefrist	45 € / 3 Jahre	55 € / 3 Jahre	55 € / 5 Jahre	49 € / 3 Jahre	48 € / 3 Jahre

<sup>1</sup> bei 2000-Volt-Bursts zucken Spannungen beziehungsweise Ströme kurz



# FAQ ATX-Netzteile für Desktop-PCs

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Christof Windeck

## Das bringen 80-Plus-Netzteile

Seit Erscheinen der 80-Plus-Spezifikation vor zehn Jahren ist der Wirkungsgrad von PC-Netzteilen deutlich gestiegen. Fehlt das 80-Plus-Logo, deutet das auf ein mehr als zehn Jahre altes, ineffizientes Innenleben hin. Allerdings greifen die Effizienzvorgaben wie 80 Plus Bronze (mindestens 82 Prozent) oder 80 Plus Silber (85 Prozent) erst ab 20 Prozent der Nennlast – das sind selbst bei einem 300-Watt-Netzteil schon 60 Watt auf der Sekundärseite. Im Leerlauf brauchen moderne Rechner ohne Grafikkarte aber weniger als 10 Watt – darüber sagt 80 Plus folglich nichts aus und der Wirkungsgrad liegt hier auch weit unter 80 Prozent. Für die Leistungsaufnahme und die Stromkosten von Büro-PCs, die nur kurzzeitig mal den Leerlauf überschreiten, ist 80 Plus deshalb nahezu unerheblich.

Gaming-PCs, die im Betrieb im Durchschnitt viel mehr Leistung ziehen, profitieren deutlich stärker von hohem Wirkungsgrad unter Last. Was das aber letztlich an Energie einspart, hängt sowohl von der konkreten Ausstattung des Rechners als auch von seiner individuellen Nutzung ab.

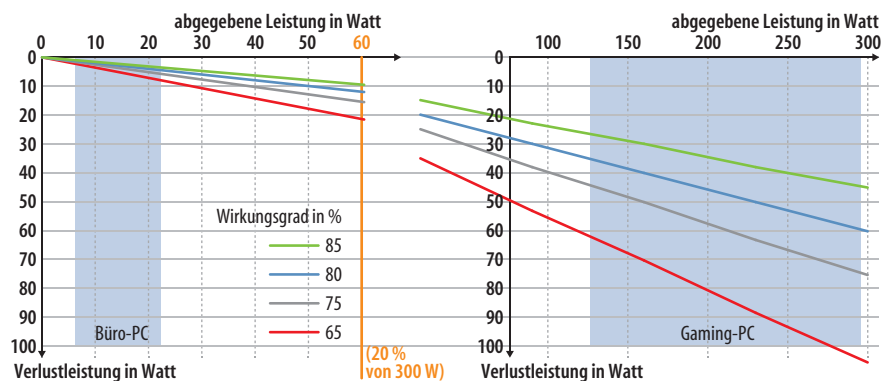
## Netzteil richtig dimensionieren

Wie hoch muss die Nennleistung des ATX-Netzteils für meine PC-Konfiguration sein?

Die wichtigsten Verbraucher im PC sind CPU und Grafikkarte. Im Vergleich dazu sind RAM, eine bis drei Festplatten, SSDs, Chipsatz, Lüfter und USB-Geräte unwesentlich, mit der Ausnahme von UBS-PD-Ladefunktionen via USB-C. Zum Abschätzen der nötigen Netzteilleistung kann man die jeweilige Thermal Design Power (TDP) von Prozessor und Grafikkarte addieren und schlägt dann 50 bis 75 Watt pauschal für die anderen Bauteile und als Reserve auf.

## Verluste bei ATX-Netzteilen

Ein schlechter Wirkungsgrad des Netzteils hat vor allem bei hoher Last Nachteile. Die 80-Plus-Vorgaben greifen erst ab 20 Prozent der Nennlast, bei einem 300-Watt-Netzteil also ab 60 Watt. Für Büro-PCs ist die Schwachlast-Effizienz wichtiger, dabei fallen allerdings keine großen Verluste an.



Für einen PC mit aktuellem AMD- oder Intel-Prozessor und darin integrierter Grafik, SSD und Festplatte würde schon ein 150-Watt-Netzteil reichen. Solche gibt es im Standard-ATX-Format aber nicht zu kaufen, hier geht es erst bei 250, eher 300 Watt los. Letzteres kann sogar für einen Gaming-PC mit relativ starker Grafikkarte genügen; doch zusätzliche Kabel mit „PCI-Express-Steckern“ mit 6 oder 8 Polen, wie sie schnelle Grafikkarten benötigen, findet man eher bei Netzteilen ab 350 Watt. Wer eine 140-Watt-CPU mit einer 200-Watt-GPU kombiniert, sollte ein Netzteil mit mindestens 450 Watt wählen.

Eine besonders knappe Dimensionierung des Netzteils kann den Wirkungsgrad verbessern, also Verluste vermeiden. Allerdings muss die Verteilung der Lasten auf die Stromschienen zur Auslegung des gewählten Netzteils passen, sonst drohen Abstürze bei Lastspitzen. Solche Feinheiten lassen sich nur durch Tests mit konkreten Konfigurationen ausarbeiten; in der Praxis empfiehlt es sich daher, lieber mit der oben genannten Reserve zu kalkulieren. Es gibt auch eine Reihe von Online-Konfiguratoren für PC-Netzteile, an denen Sie sich orientieren können.

Online-Konfigurator für ATX-Netzteile:  
[ct.de/y6t4](http://ct.de/y6t4)

## Aufpreis versus Wirkungsgrad

Über welchen Zeitraum amortisiert sich ein effizienteres Netzteil?

Ein Jahr hat 8760 Stunden; 1 Watt kontinuierliche Leistungsaufnahme summiert sich also zu einer Energiemenge von 8,8 Kilowattstunden, die rund 2,60 Euro kosten, wenn Sie 30 Cent pro kWh bezahlen. Ein Büro-PC läuft aber nur etwa zu einem Viertel der Jahreszeit, nämlich an 223 Werktagen pro Jahr jeweils 10 Stunden lang. Dann kostet jedes Watt Leistungsaufnahme im Betrieb nur 67 Cent. Dazu kommt der Energiebedarf im Standby, falls man den Rechner dabei nicht vom Stromnetz trennt; das sind pro Watt 2 Euro ( $0,75 \times 8760 \text{ h} \times 0,30 \text{ €}$ ).

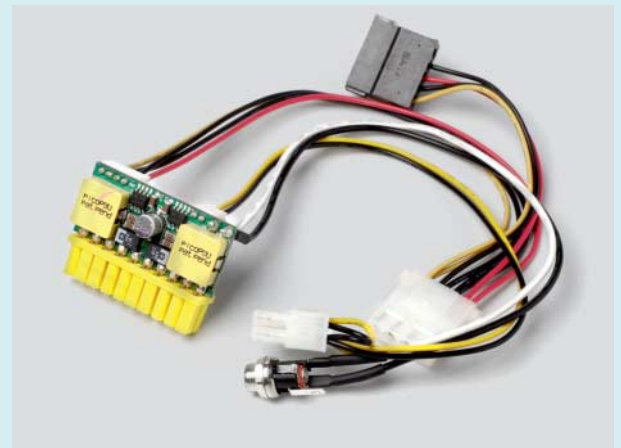
Ein typischer Bürocomputer verbringt die weitaus meiste Betriebszeit im Leerlauf, die Leistungsaufnahme dabei bestimmt also die Stromkosten. Bei 15 Watt über den oben erwähnten Zeitraum sind das 33 kWh im Jahr, also rund 10 Euro. 5 Watt mehr oder weniger kosten oder sparen in diesem Rechenmodell rund 3 Euro.

Bei 10 Watt sekundärer Last spart ein effizienterer Wandler nicht viel Geld: 70 statt 50 Prozent Wirkungsgrad bringen dann lediglich 5,7 Watt ein. Im Büro-PC-Beispiel wären das 3,80 Euro im Jahr. Bei



fünf Jahren Nutzungsdauer amortisieren sich also höchstens 19 Euro Mehrpreis für das effizientere Netzteil. Wenn der PC jedoch mehr Leistung schluckt oder rund um die Uhr läuft – etwa als Server –, fällt die Rechnung anders aus. In jedem Fall schont ein effizienteres Netzteil die Umwelt.

Die PicoPSU ist ein effizienter Wandler, der aus einer 12-Volt-Quelle 3,3 und 5 Volt für ATX-Mainboards erzeugt.



## Multi-Rail-Technik

**?** Welche Vorteile bietet Multi-Rail-Technik?

**!** Seit 2004 arbeiten PC-Mainboards mit mehreren 12-Volt-Schienen: Das Netzteil speist den Spannungswandler der CPU (Voltage Regulator Module, VRM) direkt über die vier ATX12V-Kontakte, hier liegt 12V1 an. Der 24-polige „Main Power ATX“-Stecker des Mainboards führt 12V2. Zusätzliche Kabel für Grafikkarten, die sogenannten PCI-Express-(PCIe)-Kabel, führen 12V3 und 12V4.

Die verschiedenen 12-Volt-Schienen (Rails) sind üblicherweise galvanisch verbunden. Folglich rauscht im Extremfall fast der gesamte 12-Volt-Maximalstrom durch eine einzige Schiene und richtet bei Defekten große Schäden an. Multi-Rail-Netzteile hingegen überwachen jede einzelne 12-Volt-Schiene mit einer separaten Strombegrenzung. Das hat den theoretischen Vorteil, dass das Netzteil beim Defekt einer einzelnen Komponente – Mainboard, Grafikkarte – schon früher abschaltet. Wie oft das in der Praxis eine Rolle spielt, ist aber nur schwer einzuschätzen.

## Netzteil möglichst sparsam

**?** Wie finde ich ein möglichst sparsames Netzteil?

**!** Viele PCs verbringen über 90 Prozent ihrer Betriebszeit im Leerlauf oder bei sehr geringer Last. Über den Wirkungsgrad dabei sagt die 80-Plus-Zertifizierung dummerweise nichts aus. Deshalb muss man im Einzelfall nachmessen.

Grundsätzlich wandelt ein knapp dimensioniertes Netzteil bei geringer Last meistens effizienter als ein viel kräftigeres. Wenn der PC bei Nichtgebrauch weiter am Stromnetz hängt und im Standby schläft, dann spielt auch der Wirkungsgrad des Netzteils bei der Bereitstellung der 5-Volt-Standby-Spannung eine Rolle.

**!** Solche Wandler erzeugen aus einer einzigen Gleichspannung die verschiedenen ATX-Spannungen für Standard-Mainboards. Aber nicht jedes beliebige Board läuft damit stabil – letztlich kann man das nur ausprobieren. Starke Prozessoren und Grafikkarten verursachen extreme Lastsprünge, die den PicoPSU-Wandler oder das vorgeschaltete Netzteil überfordern können.

Die PicoPSU-Wandler der Firma mini-box.com arbeiten bei geringer Last unter etwa 25 Watt deutlich effizienter als ATX-Netzteile, je nach Mainboard lassen sich netzseitig gemessene Werte von unter 10 Watt erreichen (siehe c't 8/16). Dabei kommt es aber auch stark auf das vorgeschaltete 230-Volt-Netzteil an: Effiziente und günstige Netzteile, die nicht schon ohne Last 0,5 oder gar 1 Watt verheizen, sind nicht leicht zu finden. Die Kombination aus PicoPSU und Netzteil kostet mindestens etwa 50 Euro, also 20 Euro mehr als ein billiges 300-Watt-ATX-Netzteil – das amortisiert sich nur in Sonderfällen. Im Standby-Modus sind manche ATX-Netzteile sogar sparsamer als eine PicoPSU-Versorgung. Schließlich gibt es noch das mechanische Problem, den Einbauplatz für das ATX-Netzteil im PC-Gehäuse zu schließen.

## Alternative PicoPSU

**?** Statt eines ATX-Netzteils kann man auch die Kombination aus 12-Volt-Netzteil und einem DC-DC-Wandler wie die „PicoPSU“-Platinen nehmen. Was bringt das?

MODEL / 型号 / 型号 / 모델 : RPS0042									
POWER SUPPLY / 전원 공급 장치									
PART NUMBER: CP-9020106/75-011357									
交流输入 AC 입력	AC INPUT	100V - 240V • 6A • 3A • 47Hz - 63Hz							
直流输出 DC 출력	DC OUTPUT	+5V	+3.3V	+12V1	+12V2	+12V3	-12V	+5Vsb	
最大电流 최대 부하	MAX LOAD	20A	20A	25A	25A	25A	0.8A	3A	
最大瓦特数 최대 결합 와트	MAXIMUM COMBINED WATTAGE	110W		399.6W			9.6W	15W	
		总功率 總功率		TOTAL POWER: 400W					

Dieses Netzteil liefert insgesamt maximal 33 A Strom über alle 12-Volt-Schienen zusammen (396 Watt), auf 12V1 aber höchstens 25 A (300 W).

## DC-DC-Technik

**?** Was ist mit DC-DC-Technik gemeint?

**!** Herkömmliche ATX-Netzteile erzeugen mehrere Sekundärspannungen mit einem einzigen Transformator, das nennt man Gruppenregelung. Dabei können Spannungen aus dem Toleranzbereich laufen, wenn sehr hohe Last auf

einer anderen Spannungsschiene anliegt. Wird beispielsweise die 12-Volt-Schiene sehr stark belastet, sodass ihre Spannung sinkt, schiebt die Regelung primärseitig Leistung nach. Das wiederum kann dazu führen, dass die schwach belastete 5-Volt-Schiene über 5,25 Volt hinausgeht; im Extremfall stört das eine SSD, die an dieser Leitung hängt.

Bei der DC-DC-Technik erzeugt der Hauptwandler ausschließlich 12 Volt. Diese Schiene speist dann außer Mainboard und Grafikkarte auch weitere DC-DC-Wandler im Netzteil, die 5 und 3,3 Volt mit hoher Präzision bereitstellen. Das hat aber kaum Vorteile, weil nur wenige Chips direkt an 3,3 oder 5 Volt hängen; in der Regel sitzen zusätzliche Wandler auf Mainboards, Grafikkarten und in SSDs, die aus 5 Volt noch niedrigere Spannungen erzeugen.

## ATX12V 2.4 und das „Haswell-Problem“

! Ältere ATX-Netzteile schalten kurz nach dem Start wieder automatisch ab, wenn sie nicht eine gewisse Mindestleistung abgeben können. Weil Intels Desktop-PC-Prozessoren ab der Haswell-Generation Core i-4000 im Leerlauf extrem sparsam sind, kann das zu Problemen führen. Seit etwa 2014 ausgelieferte Netzteile sind aber üblicherweise „Haswell-tauglich“, darauf verweist auch die Angabe „ATX12V 2.4“. Doch auch viele Netzteile, die angeblich nur den ATX12V Power Supply Design Guide in Version 2.3 einhalten, kommen mit Haswell-Systemen zurecht; die meisten Netzteil-Hersteller stellen Kompatibilitätslisten bereit.

## EU Lot 6 und EuP/ErP

! Der Hinweis auf EU Lot 6 bedeutet, dass das Netzteil im Standby sehr sparsam arbeitet: Es eignet sich für Desktop-PCs mit weniger als 0,5 Watt Leistungsbedarf im ACPI-Modus S5 (Soft off).

Die zusätzlichen Steckverbinder bei Netzteilen mit „Kabelmanagement“ steigern das Risiko von Kontaktfehlern.

Um dieses Ziel zu erreichen, muss aber auch das Mainboard mitspielen. Es darf im Standby nicht zu viel Strom schlucken und muss im BIOS-Setup die Option bieten, den Standby-Modus für die EU-Vorgaben für Energy-using Products (EuP/ErP) zu optimieren. Dabei werden Funktionen wie Wake-on-LAN oder das Wecken per USB-Tastatur deaktiviert.

## Kabel-Management

? Wieso testet c't so wenig ATX-Netzteile mit steckbaren Kabeln?

! Das sogenannte „Kabelmanagement“ steigert den Netzteil-Preis und fügt zusätzliche Schwachstellen in die Stromversorgung ein: Mit jedem zusätzlichen Stecker wächst das Risiko von Kontaktfehlern. Das kann bei starken Strömen zu Überhitzungen führen. Daher raten wir eher zu Netzteilen mit fest angelöteten Kabeln, von denen man die nicht benötigten sauber im PC-Gehäuse verstaut.

## OVP, OCP, SCP et cetera

? Was bedeuten Abkürzungen wie OVP, OCP und SCP?

! ATX-Netzteile dürfen sekundärseitig bestimmte Toleranzen nicht überschreiten, beispielsweise auf der 12-Volt-Schiene nicht mehr als 12,6 Volt liefern. Over-Voltage Protection (OVP) schützt davor. Over-Current Protection (OCP) schaltet bei zu hohen Strömen ab, Short-



Circuit Protection (SCP) erst bei Kurzschlüssen. Over Power Protection (OPP) schützt das Netzteil vor Überlastung und Over Temperature Protection (OTP) vor Überhitzung.

## Passivkühlung

? Ich wünsche mir einen lautlosen PC. Welches Lüfterlose Netzteil empfehlen Sie?

! Wir raten zum Kauf eines Komplettgeräts. Bei einer individuellen PC-Konfiguration ohne Lüfter besteht nämlich das Risiko, dass sich einzelne Komponenten unbemerkt überhitzen. Außerdem bedeutet Lüfterlos nicht zwangsläufig lautlos, denn elektronische Bauteile wie Spulen verursachen bei manchen Mainboards, Grafikkarten und Netzteilen Geräusche wie Brummen, Zirpen oder Pfeifen. Ein lautloser PC erfordert ausführliche Tests, mit dem bloßen Weglassen von Lüftern ist es nicht getan.

## Toleranzen

? Wie genau regeln ATX-Netzteile?

! Die Spezifikation schreibt vor, dass die drei wichtigsten Sekundärspannungen 12, 5 und 3,3 Volt auf  $\pm 5$  Prozent genau eingehalten werden müssen. Es sind also 11,4 bis 12,6 Volt, 4,75 bis 5,25 und 3,14 bis 3,47 Volt zulässig.

(ciw@ct.de)

Anzeige

# Sparmenü

## Günstige Prepaid-Angebote für den Mobilfunk

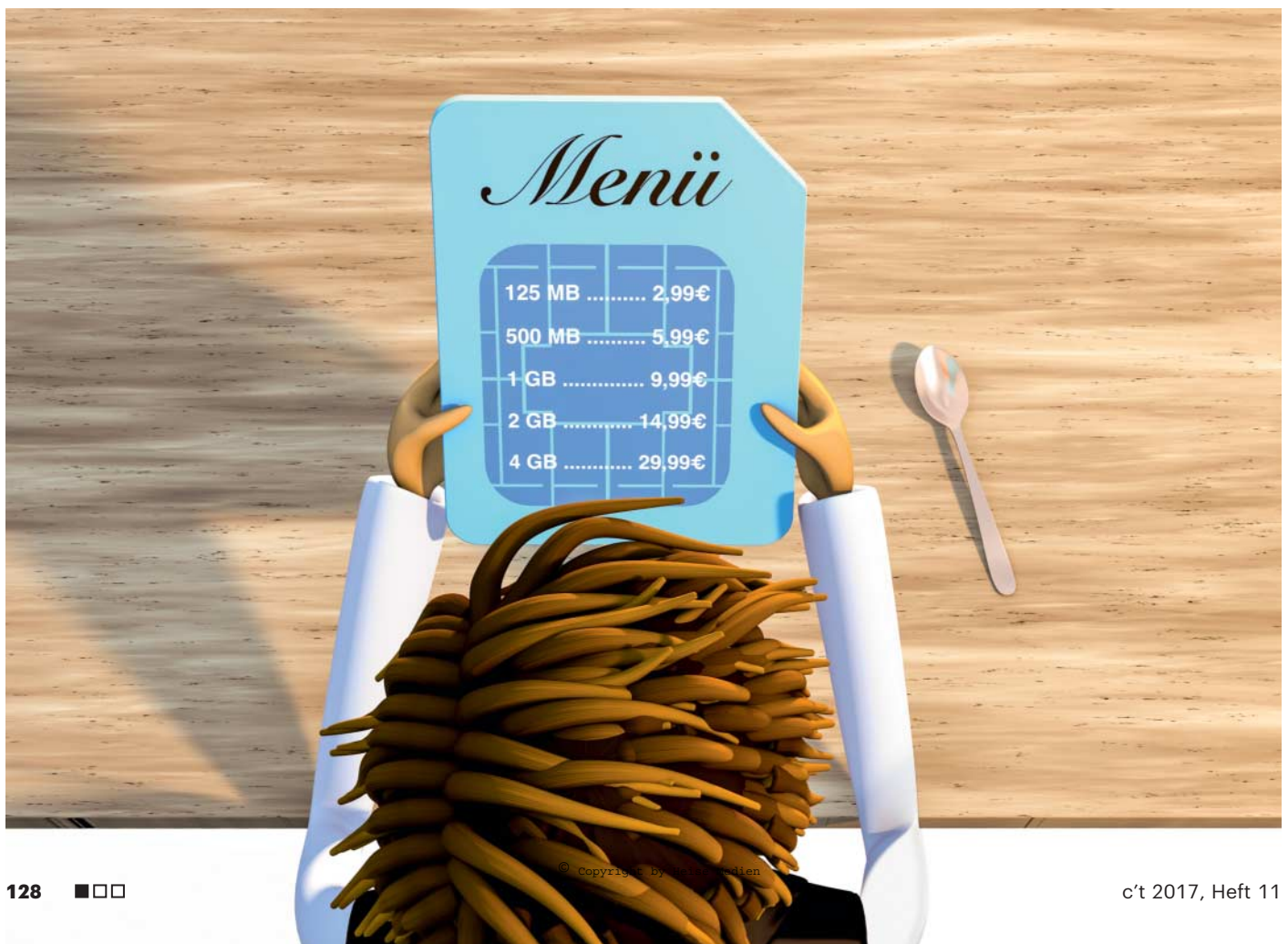
**Bei Prepaid-Angeboten kann der Kunde noch ein Schnäppchen machen, wenn er sich gelegentlich umschaut, welche Früchte im Garten anderer Tarifanbieter wachsen. Einige Tarife bieten neuerdings schnelles LTE und Urlaubstelefonate ohne horrende Aufpreise. Ohne Haken und Ösen scheint es aber wieder mal nicht zu gehen. Wir haben sie in etlichen Angeboten gefunden.**

**Von Michael Link und  
Urs Mansmann**

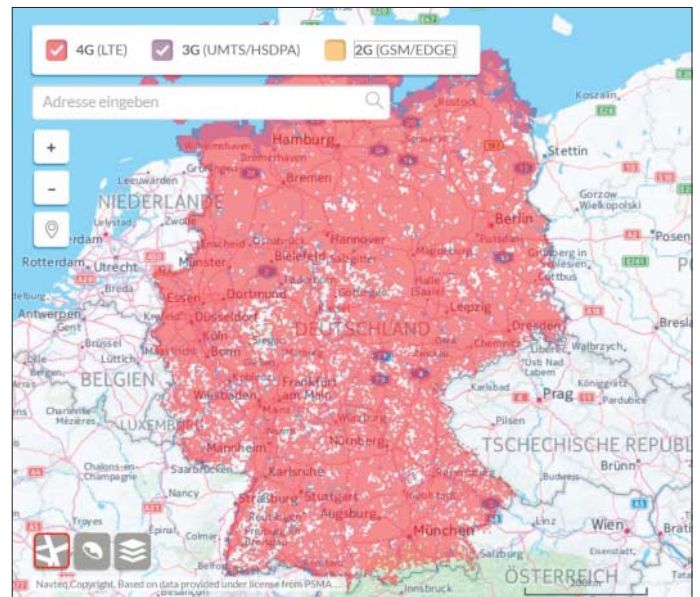
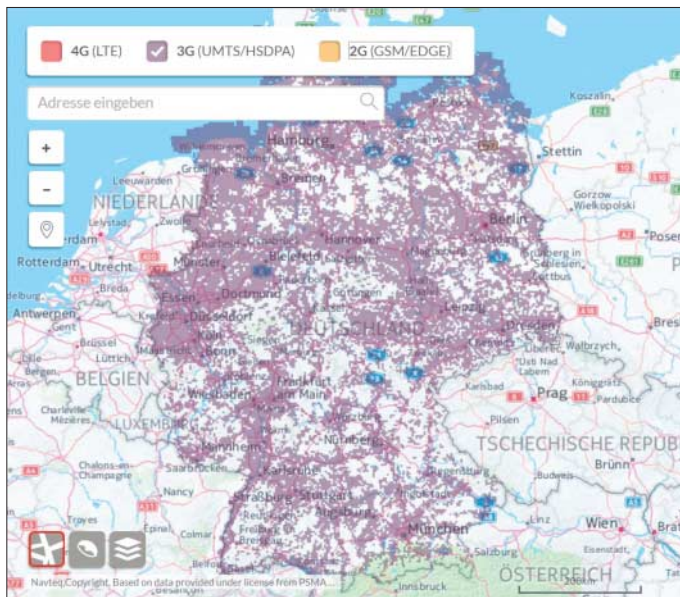
**D**er Markt für Prepaid-Tarife im Mobilfunk ist sehr lebhaft. Ständig schrauben die Anbieter an ihren Produkten herum, geben hier etwas Volumen hinzu, senken da die Preise, erhöhen dort die Datenrate. Manche Mitbewerber ziehen mit, andere lassen ihre Produkte über längere Zeiträume, wie sie sind. Und so finden sich am Markt sehr unterschiedliche Angebote.

Prepaid-Tarife haben gegenüber Laufzeittarifen, die oft mit einer Vertragsbindung von 24 Monaten einhergehen, erhebliche Vorteile. Zunächst einmal sind sie sehr günstig, jeder Kunde kann jederzeit ohne großen Aufwand wechseln.

Preissenkungen geben Prepaid-Anbieter stets sofort unaufgefordert an ihre Kunden weiter. Bei Laufzeitverträgen geht das nur auf dem Kulanzwege – und muss oft mit einer Vertragsverlängerung bezahlt werden, die wiederum einen Wechsel für weitere zwei Jahre unmöglich oder doch zumindest teuer macht. Smartphone-Anfänger finden mit Prepaid-Angeboten das für sie geeignete Volumenpaket, ohne zwei Jahre lang im Laufzeittarif zu viel zu bezahlen. Mit 500 Megabyte bis 1 Gigabyte im Monat kommt man bei nicht übermäßig verschwenderischer Nutzung gut hin – wer viel Musik oder Videos streamt, braucht mehr.







Viele Discount-Anbieter stellen den Kunden im Vorkasse-Bereich nur UMTS zur Verfügung (Abbildung links). Das schränkt die Nutzbarkeit, hier am Beispiel des Vodafone-Netzes dargestellt, spürbar ein.

Groß sind die Preisspannen bei Datenvolumen nicht. Ein Gigabyte kostet bei fast allen Anbietern rund 10 Euro; beim einen oder anderen bekommt man für dieses Geld auch 1,5 Gigabyte. Umso mehr empfiehlt es sich aber, bei den übrigen enthaltenen Leistungen ganz genau hinzuschauen. Hier gibt es große Unterschiede zwischen den Anbietern.

### D-Netz-Qualität

Einige Prepaid-Anbieter wie Bildmobil und Pennymobil werben mit bester „D-Netz-Qualität“. Das Köderwort „D-Netz-Qualität“ bedient die tradierte Überlieferung aus den Anfangstagen des Mobilfunks, in der die D-Netze auf 900 MHz eine bessere Netzversorgung boten als die E-Netze auf 1800 MHz. Das ist längst überholt, schon seit Jahren nutzen Netzbetreiber alle Frequenzbereiche, sowohl für GSM als auch für UMTS und LTE.

In Netztests schneiden Telekom und Vodafone in der Regel zwar weiterhin besser ab als O2 samt dem 2014 gekauften Betreiber E-Plus, doch das nützt einigen Prepaid-Kunden wenig (siehe auch den Kasten „Das richtige Netz“), denn bei vielen Prepaid-Angeboten steht den Kunden gar nicht die volle Leistungsfähigkeit der Netze zur Verfügung. Pennymobil nutzt beispielsweise das Telekom-Netz, schließt seine Kunden aber vom schnellen LTE-Netz aus. Der Tarif bietet mit einem Schneckentempo von 7,2 MBit pro Sekunde sogar nur knapp ein Sechstel des Tempos, welches das Telekom-Netz per UMTS

liefern könnte (42 MBit/s). Das ist eben nicht die beste Netzqualität, sondern eine deutlich eingeschränkte. Ganz dreist treibt es Edekmobil. Klickt man dort auf den Link „Netzabdeckung“, erscheint eine Karte für LTE, obwohl der Tarif nur mit dem UMTS-Netz genutzt werden kann.

Der größte Haken ist nicht einmal die geringere Geschwindigkeit: Das LTE-Netz bietet gerade bei der Telekom und bei Vodafone eine viel größere Abdeckung als das UMTS-Netz, das in einigen Gegenden sogar bereits zurückgebaut wird.

### Prepaid mit Grundgebühren

Die variable Abrechnung nach Verbrauch gibt es hauptsächlich für Telefonie und SMS. Einige Anbieter rechnen auch den Internetzugang pro Megabyte ab, das aber zu ungünstigen Tarifen. Bei einem Megabyte-Preis von 23 Cent erhält man für 10 Euro gerade 44 Megabyte. Kauft man hingegen ein Datenpaket für einen Monat, gibt es für das gleiche Geld ein Gigabyte. Viele Anbieter schalten den Internet-Zugang nur frei, wenn der Kunde ein Datenpaket bucht.

Anders als in den Vertragstarifen gibt es bei Prepaid-Angeboten bislang keine Tarif-Automatik, die Transfervolumen automatisch nachkauft, sobald das Monatskontingent erschöpft ist. Aber bei den meisten Anbietern kann der Kunde Volumen nachordern, sofern er Guthaben auf dem Konto hat. In aller Regel kosten schon kleine Pakete einen vergleichsweise stolzen Preis. Aldi Talk verfolgt da eine andere Strategie: Der Anbieter setzt das monatlich

verbrauchte Volumen für den restlichen Abrechnungszeitraum zurück und räumt für den Neustart der Zählung gegenüber dem Monatspreis einen Rabatt ein.

Eine Automatik gibt es gleichwohl bei den meisten zubuchbaren Paketen zu beachten. Denn sie werden automatisch so lange verlängert, bis das Restguthaben dazu nicht mehr reicht. Will man nur einmal mehr Volumen buchen – etwa, weil man im Urlaub keinen WLAN-Zugang hat – sollte man also gleich nach der Buchung des Pakets für den folgenden Abrechnungszeitraum wieder auf ein günstigeres Paket umschalten.

### 13. Gehalt für den Provider

Einige Anbieter zeigen sich erfinderisch, wenn es um den Abrechnungszeitraum geht. Bei Vodafone, der Telekom und O2 beträgt er nur 28 Tage. Da alle Monate außer dem Februar um zwei bis drei Tage länger sind, wird der vermeintliche Monatspreis rechnerisch 13,035-mal im Jahr fällig – man zahlt also ein 13. Monatsgehalt an den Anbieter. Der 28-Tage-Trick hebt die Volumenzählung bei Android-Smartphones aus, die einen gesamten Monat umfasst. Hier muss man den Abrechnungszeitraum händisch zurückstellen.

Allgemein sind Prepaid-Tarife kompliziert und ändern sich häufig, weil der Markt sehr dynamisch ist. Die Provider verteilen die zur Wahl des passenden Tarifs nötigen Informationen gerne auf verschiedene Dokumente, sodass der Kunde viel Arbeit hat. Das kann auch nach

hinten losgehen: Bildmobil beispielsweise nennt auf seiner Website und in den herunterzuladenden Tarifdokumenten unterschiedliche Preise für Telefonate im Ausland. Vermutlich wird der niedrigere Preis berechnet, sicher ist das aber nicht. Unsere Anfrage dazu ließ der Provider bis zum Redaktionsschluss unbeantwortet – trotz einer automatisch generierten E-Mail, dass man Anfragen „grundsätzlich“ innerhalb 24 Stunden bearbeiten werde.

Eine Kostenfalle für Reisende ist die Schweiz. Wer dort durchfährt, braucht nicht nur eine Vignette fürs Auto, sondern muss auch genau hinschauen, ob das EU-Roaming seines Anbieters die Schweiz abdeckt. Die meisten Anbieter haben die nämlich ausgenommen. Das kann richtig teuer werden, insbesondere fürs Datenroaming.

Die SMS, die man beim ersten Einbuchten in ein Schweizer Netz erhält, sollte man immer besonders sorgfältig studieren. Denn dort werden meistens ganz andere Preise aufgerufen als im Rest Europas. Bei Rossmannmobil beispielsweise kostet ein einminütiges ankommendes Telefonat in der Schweiz 96 Cent. Abgehende Gespräche werden je nach Netz mit 1,21 oder 1,82 Euro pro Minute berechnet. Ein Gigabyte Transfervolumen, in Deutschland und dem Rest der EU für 10 Euro zu haben, kostet dort 4000 Euro. In anderen Nichtmitgliedsländern wie Norwegen, Island und Lichtenstein gelten die günstigen EU-Tarife der meisten Anbieter.

Einen Trick hat sich Vodafone einfällen lassen. Das Angebot „CallYa“ lässt sich ohne Mehrkosten innerhalb der gesamten EU nutzen. Trotzdem bietet das Unternehmen noch Tages- und Wochenpässe in seiner App an – und die Pakete lassen sich tatsächlich buchen. Wer sich davon ins

Bockshorn jagen lässt, zahlt also für eine Inklusivleistung noch einmal.

## Komfortabel aufladen

Flexibel sind die Anbieter beim Thema Aufladung. Wurden früher nur Guthabekarten in Geschäften verkauft, lässt sich die Aufladung von Prepaid-Konten inzwischen auch bequem per App oder SMS vornehmen. Voraussetzung dafür ist, dass man beim Anbieter die Daten des Girokontos, eines Bezahlendienstes (Paypal) oder einer Kreditkarte für die Abbuchung hinterlegt. Sehr einfach geht die Online-Aufladung anbieterübergreifend bei Prelado ([www.prelado.de](http://www.prelado.de)): Hier kann man per Abbuchung, Kreditkarte oder Paypal zahlen und Prepaid-Konten bei gängigen Mobilfunkanbietern in Deutschland aufladen.

Wenn das Konto auf null steht, muss man nach Vertragsende oft seinem Restguthaben hinterherrennen. Kunden von Vodafone und O2 können ihr Prepaid-Konto aber auch per Banküberweisung auffüllen, etwa die 9,99 Euro monatliche Grundgebühr für den Datentarif oder den genau passenden Betrag, um am Vertragsende die Portierungskosten auf dem Prepaid-Konto zu hinterlegen. Bei Vodafone ist das denkbar einfach: Betrag an ein Konto bei der Deutschen Bank überweisen und im Betreff die Mobilfunknummer angeben. Bei O2 ist es etwas komplizierter: Hier muss man durch eine kostenlose SMS ohne Text an die Kurzwahl 56656 die Überweisungsdaten anfordern. Der Betreff der Überweisung muss bei O2 nicht nur die Mobilfunknummer, sondern auch eine vierstellige Prüfsumme umfassen.

Problematisch werden kann es, wenn man neues Guthaben benötigt, um wieder Zugang zum Internet zu erhalten. Per App klappt die Aufladung dann nur im WLAN, und für diesen Fall muss man in der Regel für den Zugriff aufs Kundenkonto seinen Benutzernamen samt Kennwort zur Hand haben – bei Einwahl übers Mobilnetz ist das unnötig. Auch zum Versand von Auflade-SMS muss man meist noch ein Restguthaben von neun Cent auf dem Konto haben. Hat man einen Aufladecode, lässt sich das damit verbundene Guthaben aber sogar im Ausland kostenlos per USSD-Wählcode (Sternchen-Code) aufs Konto übertragen.

Unversehens ohne Guthaben dazustehen, ist fast unmöglich. Die Anbieter warnen mehrfach mit Ansagen vor Anrufen und per SMS, wenn der Kontostand auf ein kritisch niedriges Niveau fällt. Eine detaillierte Auflistung, wie sich die vom Guthaben abgebuchten Einzelposten zu-



Mit einem preiswerten Adapter lässt sich eine Nano-Karte ohne Werkzeug auf jedes gängige SIM-Karten-Format bringen.

sammensetzen – ähnlich einer Rechnung bei Vertragstarifen – bekommen Prepaid-Kunden nicht. Abbuchungen durch Abo-Betrüger bleiben deshalb oft lange unbeachtet. Deshalb sollten Sie unbedingt eine Drittanbietersperre einrichten; bei vielen Anbietern klappt das inzwischen online über das Service-Portal.

Alle Prepaid-Anbieter ermöglichen bei drohendem Guthaben-Leerstand automatische Aufladungen. Damit hebt man aber die Kostenkontrolle aus. Insbesondere Kindern und Jugendlichen sollte man keinen solchen Blankoscheck ausstellen.

## Günstig buchen

Die meisten Prepaid-Karten gibt es faktisch gratis, muss man sie kaufen, erhält man in der Regel ein Startguthaben. Die Karten können Sie im Laden erstehen oder sich als „Freikarte“ zuschicken lassen. Die Online-Bestellung ist bequemer. Im Ladengeschäft lassen sich die Netzbetreiber den Ausweis vorlegen; die online bestellte SIM hingegen kommt in einem einfachen Brief noch ohne jede Prüfung. Hier reicht dem Netzbetreiber die Tatsache, dass der Brief zugestellt wurde, als Identitätsnachweis. Das mag sich ab Juli aufgrund von gesetzlichen Vorgaben noch ändern.

Die Discounter-Karten lassen sich nur in Ladengeschäften der jeweiligen Kette erwerben; nur Aldi verschickt Prepaid-Karten kostenfrei per Post. Kauft man in den Ladengeschäften der Netzbetreiber, wird es oft teurer. Die Anbieter berechnen dann beispielsweise eine Pauschale für die Aktivierung, die für Online-Besteller kostenlos ist. Im Shop wird auch oft ein Kaufpreis berechnet, der anders als bei Bestellung im Internet kein Guthaben umfasst.

## Spartipps für Spezialfälle

Etliche Prepaid-Angebote mögen auf den ersten Blick unvorteilhaft erscheinen, sie

Min / SMS-Optionen	Community Option	Internationale/Roaming Optionen*
<p>Hol Dir zusätzliche Minuten und SMS in alle deutschen Netze - 100 Min/SMS oder 500 Min/SMS.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>100 Min/SMS für nur 4,99 Euro</li> <li>500 Min/SMS für nur 9,99 Euro</li> </ul> <p>Sende eine SMS mit *100* oder *500* an</p>	<p>Hol Dir die Vodafone-Flat - gültig für Telefonie und SMS.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vodafone-Flat für nur 2,99 Euro</li> </ul> <p>Sende eine SMS mit *Vodafone* an</p> <p>70888</p>	<p>Hol Dir zusätzliche Min/SMS in internationale Netze oder zusätzliche MB in der Türkei.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>International 400 Min/SMS für nur 9,99 Euro (INT400)</li> <li>Türkei mobil 100 Min/SMS für nur 9,99 Euro (TK100)</li> <li>Türkei 500 MB für nur 9,99 Euro (TK500)</li> </ul>

Einige Vorkasse-Anbieter haben Roaming-Optionen auch für Nicht-EU-Länder.



können sich dennoch für einige spezialgelagerte Sonderfälle lohnen. O2 ist zwar mit einer mangelhaften Netzabdeckung beleumundet, doch Prepaid-Angebote im O2-Netz bieten vergleichsweise hohes Datenvolumen und können durchweg das reaktionsschnelle LTE nutzen – wenn auch nur mit 21,6 MBit pro Sekunde.

Wer viel ins Ausland telefoniert, kann bei Lebara fündig werden – vorausgesetzt, er beißt sich durch das verwirrende Tarifwerk durch. Es enthält einige Ungereimtheiten: So ist die beim ersten Augenschein passende Allnet Flat mit 1 Gigabyte Datenvolumen genauso teuer wie der Tarif Komplett M, der nicht nur das dreifache Datenvolumen liefert, sondern obendrein 250 Telefonminuten in 48 Länder.

Congstar, Pennymobil sowie Jamobil bieten gratis eine Messaging-Option zum Texten, etwa mit WhatsApp, Facebook Messenger oder Threema. Damit lässt sich auch ohne Guthaben auf dem Kartenkonto und selbst ohne gebuchte Datenoption noch 1 Gigabyte pro Monat als Texthäppchen übertragen – allerdings nur im Kriechgang mit 32 kBit pro Sekunde.

Wer sein Smartphone nur an wenigen Tagen außerhalb von WLANs betreibt, könnte mit einem Tagespass für mobiles Internet günstig fahren. Solche Pässe gibt es mit unterschiedlichem Inklusivvolumen. Üblich sind Tagespässe mit 25 Megabyte für rund 1 Euro, doch es gibt auch Tagespässe mit 1 Gigabyte, zum Beispiel bei Aldi Talk (2 Euro). Doch Vorsicht: Sie sollten die mobile Internetnutzung am Smartphone nur für den jeweiligen Buchungszeitraum einschalten. Andernfalls sucht das Smartphone weiterhin per Mobilfunk Verbindung mit dem Internet, was automatisch den Kauf des nächsten Tagespasses veranlasst oder verbrauchsabhängig abgerechnet wird – und das kann dann teuer werden, siehe oben.

Wenn Sie eine SIM-Karte bestellen und keine Triple-SIM erhalten, sondern sich für ein Format entscheiden müssen, sollten Sie immer eine im Nano-Format ordern und anschließend falls erforderlich mit einem Adapter auf Mini- oder Mikro-Format bringen. Ein Adaptersatz kostet nur ein paar Euro, eine neue SIM hingegen meist 15 Euro. Die SIM-Karte wird länger halten als Ihr Smartphone und die Chancen sind groß, dass die Karte in Ihr nächstes Gerät passt. Gute Erfahrungen haben wir mit SIM-Adaptoren des Herstellers Wicked Chili gemacht; diese fixieren die SIM-Karte so, dass sie sich wie eine Originalkarte handhaben lässt.

Keine Angst vor einer falschen Entscheidung: Ein Wechsel ist jederzeit problemlos möglich. Falls Sie noch ein Guthaben auf der SIM-Karte haben, können Sie sich dieses auszahlen lassen. Problematisch ist nur die Portierung der Mobilfunknummer. Für die Freigabe zur Portierung wird versteckt in der Preisliste meist ein Preis von 25 bis 30 Euro aufgerufen. Im Prepaid-Bereich ist es unüblich, dass der neue Anbieter diese Kosten übernimmt, der Kunde bleibt also darauf sitzen.

Deutlich im Vorteil sind Nutzer eines Dual-SIM-Handys: Wenn Telefon- und Da-

tenkarte getrennt sind, muss man sich bei einem Wechsel des Datendienstes keine Gedanken um die Portierung der Rufnummer machen. Zudem kann man bei Auslandsaufenthalten die Datenkarte temporär durch ein günstiges Prepaid-Angebot vor Ort ersetzen. Bei den Netzbetreibern gibt es grundsätzlich keine Dual-SIM-Handys, weil der Kunde ja nicht dazu animiert werden soll, Karten von anderen Netzen zu nutzen. Im Fachhandel gibt es aber eine wachsende Auswahl an leistungsfähigen Dual-SIM-Handys.

(mil@ct.de/uma@ct.de) **ct**

## Das richtige Netz

Grundsätzlich bieten die Telekom und Vodafone die Netze mit der größten Abdeckung. Eigentlich betreiben alle Netzanbieter drei Netze: GSM zum Telefonieren, UMTS mit seinem Varianten HSDPA und HSUPA zum Telefonieren und Surfen und das schnelle LTE zum Surfen. Zum Telefonieren per LTE muss das Handy VoLTE unterstützen, was nur die neuesten Geräte tun.

Die Netzabdeckung ist in den drei Disziplinen sehr unterschiedlich. Am besten ausgebaut ist GSM, das aber für den Internetzugang nicht taugt. UMTS ist deutlich schlechter ausgebaut und besonders die Telekom baut das UMTS-Netz zugunsten von LTE sogar inzwischen kräftig zurück. Das wirkt sich unmittelbar auf Prepaid-Tarife aus, die das Telekom-Netz verwenden, aber die Nutzung von LTE ausschließen, beispielsweise von Congstar, Pennymobil und Jamobil. Solche Prepaid-Nutzer haben in vielen Fällen keinen Internetzugang, selbst wenn ein Funkmast direkt vor der Nase steht. Die Verfügbarkeit von UMTS lässt sich am Smartphone leicht selbst prüfen, indem man LTE ausschaltet.

Bei der Verschmelzung von O2 und dem 2014 aufgekauften E-Plus-Netz gab es für etliche Kunden deutlich öfter die Meldung „Kein Netz“ im Smartphone, weil das netzinterne Roaming zwischen den beiden Teilnetzen nicht richtig klappte. Inzwischen klappt es wieder, aber trotz der Verschmelzung hat O2 von allen drei Netzbetreibern die schlechteste Abdeckung.

Fazit: Nur, wo Prepaid-Angebote auch mit dem magischen Kürzel LTE werben, kann man tatsächlich mit schnellem Internetzugang per Smartphone oder Tablet rechnen. Ist hingegen nur von „Datenturbo“ (Congstar) oder – erfrischend ehrlich – von „HSDPA-Speed“ (Pennymobil) die Rede, dann ist nur UMTS drin. Selbst ein schwacher LTE-Empfang bietet aber in vielen Fällen Vorteile gegenüber einem reinen UMTS-Zugang. Der wichtigste sind die bei LTE geringeren Latenzzeiten, sie mindern die Wartezeiten und ermöglichen unter anderem flüssigeres Surfen. Die Datenrate ist dabei von untergeordneter Bedeutung, außer wenn man große Dateien lädt, was bei mobilen Geräten aber eher die Ausnahme ist.

**Der Netzausbau ist für den Kunden manchmal schwer nachvollziehbar: In Nienstedt am Deister hat man zwar UMTS-Empfang über O2, aber kein GSM-Netz.**



### Smartphone-Prepaid-Tarife (Auswahl)

Anbieter	Aldi Talk	BILDmobil	Blau	Congstar	EDEKAmobil	
Tarif	Basistarif	Basistarif	9 Cent	Prepaid wie ich will	9 Cent-Basistarif	
URL	<a href="http://www.alditalk.de">www.alditalk.de</a>	<a href="http://www.bildmobil.de">www.bildmobil.de</a>	<a href="http://www.blau.de">www.blau.de</a>	<a href="http://www.congstar.de">www.congstar.de</a>	<a href="http://www.edekamobil.de">www.edekamobil.de</a>	
Netz	02	Vodafone	02	Telekom	Vodafone	
<b>Grundkonditionen</b>						
max. Datenrate Download / LTE	21,6 MBit/s / ✓	7,2 MBit/s / —	21,6 MBit/s / ✓	7,2 MBit/s / —	21,6 MBit/s / —	
Grundvolumen ohne Aufpreis	—	—	—	1 GByte / Monat mit 32 kBit/s	—	
Grundpreis Telefon / SMS / Daten	11 / 11 Cent / 24 Cent/MByte	9 / 9 Cent / 35 Cent/MByte	9 / 9 Cent / 24 Cent/MByte	9 / 9 Cent / —	9 / 9 Cent / —	
<b>Optionen und Erweiterungen</b>						
fest zubuchbare Optionen oder Tarifpakete	1 GByte, 1,99 € / 24 Stunden 150 MByte, 3,99 € / 30 Tage 500 MByte, 6,99 € / 30 Tage 1,5 GByte, 9,99 € / 30 Tage 5 GByte, 14,99 € / 30 Tage	Alles-Drin: 300 Einheiten <sup>2</sup> , 300 MByte, 9,99 € / 30 Tage Handy-Surf-Flat: 500 MByte, 9,99 € / 30 Tage	750 MByte und 300 Min. / SMS <sup>2</sup> , 9,99 € / Monat 1,25 GByte, 9,99 € / Monat 2 GByte und Allnet-Flat Telefonie, 19,99 € / Monat	25 MByte, 0,99 € / Tag 100 MByte, 2 € / Monat 300 MByte, 4 € / Monat 500 MByte, 8 € / Monat	0,15 / 1 / 3 GByte / 30 Tage, 4,95 / 9,95 / 19,95 € 250 MByte, 200 Min. <sup>2,4</sup> , 6,95 € / 30 Tage 750 MByte, 300 Min. <sup>2,4</sup> , 8,95 € / 30 Tage 1,7 GByte, 300 Min. <sup>2,4</sup> , 14,95 € / 30 Tage	
Optionen Telefonie (alle deutsche Netze)	Flat Telefonie und SMS Aldi Talk, 2,99 € / 30 Tage 150 Minuten Telefonie in Europa, 4,99 € / 30 Tage	Festnetz-Flat, 9,99 € / 30 Tage Community-Flat <sup>2</sup> 2,99 € / 30 Tage	—	100-500 Minuten, 2-8 € / Monat	—	
Optionen SMS	—	Smart: 200 SMS u. 200 MByte / 30 Tage, 9,99 €	—	100-500 SMS, 2-8 € / Monat	—	
Standard-Roaming-Tarife EU	Standardpreis D für Telefonie, 5 Cent/MByte für Daten	kommend: 1,35 Cent/Min., gehend: 5,9 Cent/Min., Reise- Option 100 MByte / 7 Tage, 4,99 €	Standardpreis D für Telefonie, 5 Cent/MByte für Daten	1,28 Cent/Min. kommend, 5 oder 14 Cent/Min. gehend je nach Grundtarif, 23 Cent/MByte <sup>9</sup>	kommend 1,28 Cent/Min., gehend Freiminuten, danach 14,95 Cent/Min., Daten wie in D	
Schweiz / Norwegen im EU-Tarif	✓ / ✓	— / —	✓ / ✓	— / ✓	— / ✓	
weitere Leistungen (Auswahl)	—	Zugang zu Bild-Premiumdiensten	—	Daten-Turbo: 14,4 MBit/s und doppeltes Datenvolumen, 5 € / Monat	Pakete mit zusätzlichem Daten- volumen: 150 MByte bis 1 GByte für 1,95 bis 9,95 € / 14 Tage	
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>						
einmalige Gebühren	12,99 €	9,95 €	9,99 €	9,99 €	9,99 € <sup>8</sup>	
Startguthaben	10 €	5 €	10 €	10 €	10 €	
monatliche Kosten mindestens	—	—	—	—	—	

### Smartphone-Prepaid-Tarife (Auswahl)

Anbieter	Lycamobile	02	Otelo	Rossmann	Tchibo	
Tarif	Data Flat	Freikarte	Handy-Karte	Family & Friends	Smart	
URL	<a href="http://www.lycamobile.de">www.lycamobile.de</a>	<a href="http://www.o2-freikarte.de">www.o2-freikarte.de</a>	<a href="http://www.otelo.de">www.otelo.de</a>	<a href="http://www.rossmann-mobil.de">www.rossmann-mobil.de</a>	<a href="https://mobifunk.tchibo.de">https://mobifunk.tchibo.de</a>	
Netz	Vodafone (MVNO <sup>1</sup> )	02	Vodafone	Vodafone	02	
<b>Grundkonditionen</b>						
max. Datenrate Download / LTE	7,2 MBit/s / —	21,6 MBit/s / ✓	21,6 MBit/s / —	7,2 MBit/s / —	21,6 MBit/s / ✓	
Grundvolumen ohne Aufpreis	500 MByte / 30 Tage	—	—	—	—	
Grundpreis Telefon / SMS/ Daten	5+15 <sup>6</sup> / 15 / 15 Cent/MByte	9 / 9 Cent / 30 MByte, 0,99 €/Tag	9 / 9 Cent / —	11 / 11 Cent <sup>7</sup> / —	9 / 9 Cent / 24 Cent/MByte	
<b>Optionen und Erweiterungen</b>						
fest zubuchbare Optionen oder Tarifpakete	1 GByte, 9,99 € / 30 Tage 2 GByte, 12,99 € / 30 Tage 3 GByte, 14,99 € / 30 Tage 5 GByte, 19,99 € / 30 Tage 10 GByte, 29,99 € / 30 Tage	1 GByte, 200 Min. <sup>2</sup> , 9,99 € / 28 Tage All-in 1,5 GB: 1,5 GByte, Allnet- Flatrate für Telefon und SMS, 19,99 € / 28 Tage	150 MByte, 3,99 €/Monat 750 MByte, 9,99 €/Monat Smartphone 100: 100 MByte, 100 Einheiten <sup>2</sup> , 4,99 €/Monat Smartphone 800: 800 MByte, 300 Einheiten <sup>2,4</sup> , 7,99 €/Monat	150 MByte, 1,99 € / 7 Tage 500 MByte, 5,99 € / 7 Tage 1 GByte, 9,99 € / 7 Tage SmartPhone: 300 MByte, 300 Einheiten, 8,99 € / 30 Tage	500 MByte, 100 Min., 7,95 €/Monat 1 GByte, 300 Min., 9,95 €/Monat 2 GByte, Telefonflat, 19,95 €/Monat	
Optionen Telefonie (alle deutsche Netze)	Allnet-Flat und 3 GByte Transfer- volumen, 19,99 € / 30 Tage	Flatrate, 14,99 € / 28 Tage Flatrate 02-Netz, 1,99 € / 28 Tage	Festnetz-Flat, 7,99 €/Monat Community-Flat <sup>2</sup> , 2,99 €/Monat	100 Einheiten <sup>2</sup> : 4,99 € / 30 Tage	—	
Optionen SMS	150 SMS, 7,90 € / 30 Tage	—	2000 SMS, 14,99 €/Monat	—	—	
Standard-Roaming-Tarife EU	gehend: 9 bis 22 Cent/Min., kommend 1 Cent/Min., 20 Cent/MByte	kommende Anrufe 1 Cent/Min., gehend 5 Cent/Min., Daten: 5 Cent/MByte Aufschlag	kommend 1,35 Cent/Min., gehend Freiminuten, danach 14,95 Cent/Min., Daten wie in D	kommend: 1,28 Cent/Min., gehend: 14,95 Cent/Min., 24 Cent/MByte	kommend: 1 Cent/Min., gehend: 5 Cent/Min. Aufschlag, Daten: 23 Cent/MByte, mit Surfpaket 5 Cent/MByte Aufschlag	
Schweiz / Norwegen im EU-Tarif	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓	
Weitere Leistungen (Auswahl)	Pakete für Auslandsgespräche, vor allem Sri Lanka, Türkei, Russland	—	Pakete mit zusätzlichem Daten- volumen: 150 MByte bis 1 GByte für 1,99 bis 9,99 € / 7 Tage	—	Community-Flatrate <sup>2</sup> , Pakete mit zus. Datenvolumen, 100 MByte bis 1 GByte, 2,95 bis 6,95 €	
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>						
einmalige Gebühren	—	—	4,95 €	9,95 € <sup>8</sup>	7,99 €	
Startguthaben	—	1 €	5 €	10 €	—	
monatliche Kosten mindestens	8,11 €	—	—	—	—	

<sup>1</sup>MVNO: Virtueller Netzbetreiber

<sup>2</sup>Kombitarif, Einheiten als Telefonminuten oder SMS pro Abrechnungszeitraum

<sup>3</sup>bei Smart S/M / 300: ohne Datenoption automatische Buchung der Tages-Surf-Flat



	Fonic	Fyfe	Fyfe	Jamobil / Pennymobil	Jamobil / Pennymobil	Lebara
	Classic Internet	Basis-Tarif	Smart	Data	Easy	Gratis SIM
	www.fonic.de	www.fyfe.de	www.fyfe.de	www.jamobil.de, www.pennymobil.de		mobile.lebara.com
	02	Vodafone	Vodafone	Telekom	Telekom	Telekom
	21,6 Mbit/s / —	21,6 Mbit/s / —	21,6 Mbit/s / —	7,2 Mbit/s / —	7,2 Mbit/s / —	7,2 Mbit/s / —
	0,5 GByte / Monat	—	—	—	—	—
	9 / 9 Cent / 24 Cent/MByte	9 / 9 Cent / —	9 / 9 Cent / —	9 / 9 Cent / —	9 / 9 Cent / 24 Cent/MByte <sup>3</sup>	9+15 <sup>5</sup> / 9 Cent <sup>5</sup> / 19 Cent/MByte
	1 GByte und 400 Min. / SMS <sup>2</sup> , 9,95 € / Monat 1,5 GByte und 500 Min. / SMS <sup>2</sup> , 16,95 € / Monat	Surf Flatrate M: 150 MByte, 5 € / 30 Tage Surf Flatrate L: 1 GByte, 10 € / 30 Tage Surf Flatrate XXL: 3 GByte, 20 € / 30 Tage	Smart XS: 250 MByte, 200 Minuten <sup>2</sup> , 6,95 € / Monat Smart S: 750 MByte, 300 Min. <sup>2</sup> , 8,95 € / Monat Smart S: 750 MByte, 300 Min. <sup>2</sup> , 8,95 € / Monat Smart M: 900 MByte, 300 Min. <sup>2</sup> , 10,90 € / Monat Smart L: 1,7 GByte, 300 Min. <sup>2</sup> , 14,95 € / Monat	Tages-Daten-Flat: 500 MByte, 1,95 € / Tag Monats-Daten-Flat: 3 GByte 14,95 € / 30 Tage	Surf-Flat 100:100 MByte, 1,99 € / 30 Tage Surf-Flat 300: 300 MByte, 3,99 € / 30 Tage Surf-Flat 500: 500 MByte, 7,95 € / 30 Tage	unübersichtlicher Dschungel aus mehr als 20 Tarifen und Optionen
	All-Net-Flat, 9,95 € / Monat	100 Einheiten <sup>2</sup> , 2,95 € / 30 Tage 500 Einheiten <sup>2</sup> , 7,95 € / 30 Tage	100 Einheiten <sup>2</sup> , 2,95 € / 30 Tage 500 Einheiten <sup>2</sup> , 7,95 € / 30 Tage	—	100 Min., 1,99 € / 30 Tage 300 Min., 3,99 € / 30 Tage	Allnet-Flat, 14,99 € / 30 Tage
	—	s. Einheitenpakete	s. Einheitenpakete	—	100 SMS, 1,99 € / 30 Tage	—
	1 Cent/Min. kommand, 5 oder 14 Cent/Min. gehend je nach Grundtarif, 5 Cent/MByte	kommand 1,28 Cent/Min., gehend Freiminuten, danach 14,95 Cent / Min., Daten wie in D	kommande Anrufe 1,28 Cent/Min., gehend inklusive, Daten wie in D	5 Cent/MByte, Tagespässe	kommand 5 Cent/Min., gehend: 22 Cent/Min., 23 Cent/MByte, weitere Daten-Optionen	kommand: 1,3 Cent/Min. Aufpreis, gehend: 14 Cent/Min. Aufpreis, 23 Cent/MByte
	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓	— / ✓
	Kostenstopp bei 40 € / Monat, Guthaben kann zum Quartalsende überwiesen werden	Pakete mit zusätzlichem Datenvolumen (150 MByte 1,95 € bis 1 GByte: 9,95 €)	Pakete mit zusätzlichem Datenvolumen (150 MByte 1,95 € bis 1 GByte: 9,95 €)	Paket mit zus. Datenvolumen (500 MByte), 4,90 €	ohne Guthaben Messaging-Dienste nutzen	—
	9,95 €	12,50 €	Monatsentgelt zzgl. 2,50 €	9,95 € <sup>8</sup>	9,95 € <sup>8</sup>	—
	10 €	10 €	Monatsentgelt	5 €	5 €	—
	—	—	6,95 €	—	—	—

				Reine Datentarife (Auswahl)		
	Telekom	Vodafone	Vodafone	BILDmobil	Tchibo	Telekom
	MagentaMobil Start	CallYa Talk&SMS	CallYa Smartphone Special	DatenSIM	Data	MagentaMobil Data
	www.t-mobile.de	www.callya.de	www.callya.de	www.bildmobil.de	https://mobifunk.tchibo.de	www.t-mobile.de
	Telekom	Vodafone	Vodafone	Vodafone	02	Telekom
	300 Mbit/s / ✓	375 Mbit/s / ✓	375 Mbit/s / ✓	7,2 Mbit/s / —	21,6 Mbit/s / ✓	300 Mbit/s / ✓
	—	—	1 GByte	—	—	—
	9 / 9 Cent / —	9 / 9 Cent / —	9 / 9 Cent / —	nicht möglich	nicht möglich	nicht möglich
	25 MByte, 0,99 €/Tag 150 MByte, 4,95 € / 4 Wochen T1 GByte, 9,95 € / 4 Wochen 1,5 GByte, 14,95 € / 4 Wochen	150 MByte, 2,99 € / 28 Tage 500 MByte, 5,99 € / 28 Tage 1 GByte, 9,99 € / 28 Tage 2 GByte, 19,99 € / 28 Tage	Allnet-Flat für zusätzlich 12,51 € / 28 Tage 150 MByte bis 4 GByte für 2,99 bis 29,99 € / 28 Tage	1 GByte, 0,99 € / 90 Min. 300 MByte, 4,99 € / 30 Tage 1 GByte, 9,99 € / 30 Tage 3 GByte, 19,99 € / 30 Tage 9 GByte 39,99 € / 90 Tage	Tarif S: 1 GByte/Monat, 9,99 € Tarif M: 3 GByte/Monat, 14,99 € Tarif L: 5 GByte/Monat, 19,99 €	Flat S: 500 MByte, 2,95 €/Tag Flat M: 750 MByte, 9,95 € / 7 Tage Flat L: 1 GByte, 14,95 € / 30 Tage
	Flat zu einer Festnetz-Nummer und ins Telekom-Mobilnetz enthalten	100 Einheiten <sup>2</sup> , 4,99 € / 28 Tage 500 Einheiten <sup>2</sup> , 9,99 € / 28 Tage	100 Einheiten <sup>2</sup> / 28 Tage, 4,99 € 500 Einheiten <sup>2</sup> / 28 Tage, 9,99 €	—	—	—
	—	—	—	—	—	—
	netzinterne Verbindungen kostenlos, sonst 14 Cent/Min. und 7 Cent / SMS, Daten wie in D	Telefonie gehend nach Verbrauch der Freiminuten 14,95 Cent/Min., Daten wie in D	Telefonie gehend nach Verbrauch des Freivolumens 14,95 Cent/Min., Daten wie in D	9,5 Cent/MByte (im Basistarif)	23 Cent/MByte, mit Surfpaket 5 Cent/MByte	wie in D
	✓ / ✓	— / ✓	— / ✓	— / —	— / ✓	✓ / ✓
	Pakete mit zusätzlichem Datenvolumen (100 MByte 1,95 € bis 750 MByte: 9,95 €)	—	weitere 100 MByte für App-Nutzung	—	Pakete mit zusätzlichem Datenvolumen: 100 MByte bis 1 GByte, 2,95 bis 6,95 €	—
	9,95 €	—	—	9,95 €	7,99 €	9,95 €
	10 €	—	—	10 €	—	10 €
	3,20 €	—	10,85 €	—	—	—

<sup>4</sup>netzinterne Telefonate kostenlos <sup>5</sup>Festnetzanrufe Sa. / So, 1 Cent/Min. <sup>6</sup>Verbindungsgebühr 15 Cent pro Anruf <sup>7</sup>netzinterne Telefonate stark vergünstigt <sup>8</sup>Online-Bestellung nicht möglich <sup>9</sup>ab 15. 7. 2017 wie in D



# Die eigene Hausapotheke

## c't-Notfall-Windows an individuelle Wünsche anpassen

**Ausgerechnet Ihr Lieblingsprogramm fehlte in unserem Windows-basierten Notfallsystem in c't 26/16? Sie wollen enthaltene Software mit einer eigenen Lizenz ersetzen? Sie brauchen ein schlankeres System? Kein Problem: Es lässt sich schrumpfen, anpassen und erweitern.**

**Von Stephan Bäcker  
und Peter Siering**

Als Grundlage für unser Notfallsystem dient der Winbuilder und das Win10PESE-Projekt von theoven.org. Diesen Bauplan haben wir so modifiziert, dass Sie das System bequem nutzen können, ohne tief einsteigen zu müssen. Wünsche darüber hinaus können Sie sich mit kleinen Modifikationen erfüllen. An Beispielen weist das Folgende den Weg. Als Ausgangspunkt sollten Sie den aktualisierten, fehlerbereinigten Bausatz für das c't-Notfall-Windows 2017 herunterladen. Den einführenden Artikel aus c't 26/16 erhalten Sie ebenfalls kostenlos via [ct.de/ypxn](http://ct.de/ypxn).

Der Winbuilder verarbeitet zum Zusammenbau des Notfallsystems Skripte, die in einer speziellen Sprache verfasst sind. Daraus entsteht auf Basis von Windows PE (Microsofts Deployment System) eine lauffähige Umgebung mit allerlei Extras. Für jede einzelne Komponente gibt es ein solches Skript, etwa zum Einbau der enthaltenen Jahreslizenz von Drive Snapshot. Das Skript sorgt dafür, dass die Software im gebauten PE landet, im Startmenü auftaucht und ergänzt gegebenenfalls weitere Details.

Skripte können Programmdateien aus dem Internet herunterladen oder die

Datei(en) selbst speziell kodiert beherbergen, ähnlich wie E-Mail-Anhänge als Text kodiert verschickt werden. Je nach Format entpackt das Skript die Datei oder zerpfückt den enthaltenen Installer, um die Einzelteile passend in das Notfallsystem zu verteilen. Manche Skripte bedienen sich auch aus dem Dateibestand von Windows, deswegen brauchen Sie zum Bauen eine Original-Windows-Version als Ausgangsmaterial.

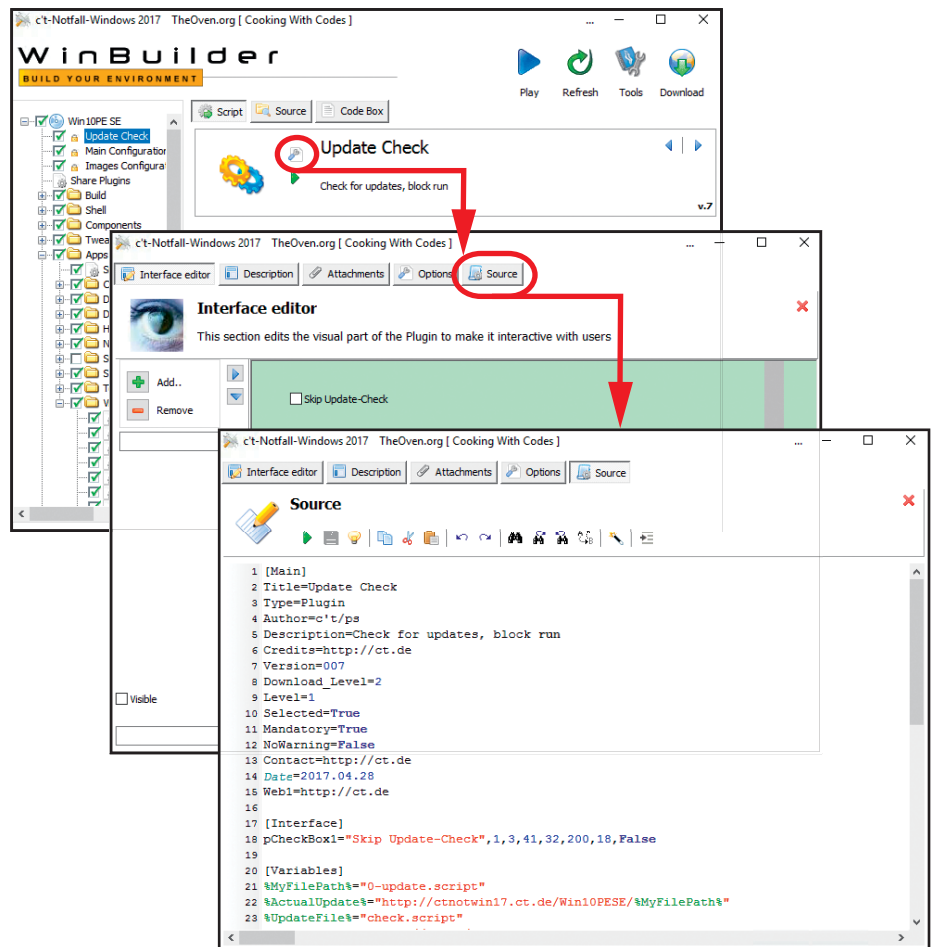
## Aufbohren

Ohne diese Zutaten wäre eine Windows-PE-Umgebung stockdoof: Sie kann nur entweder 32- oder 64-Bit-Programme ausführen und davon nicht mal alle, denn ihr fehlen viele Dinge, die andere Windows-Software erwartet, von einfachen Bibliotheken bis zur .NET-Umgebung. Nicht einmal der Einsatz von 32-Bit-Software in einer 64-Bit-PE-Umgebung ist vorgesehen. Die Community rund um die Winbuilder-Projekte hat das Kunststück vollbracht, solche Funktionen gängig zu machen.

Mit dem gezielten Hin- und Herkopieren von Dateien ist der Zusammenbau des Notfallsystems nicht getan: Die Skripte erzeugen außerdem eine eigene Registry für die PE-Umgebung (Grund für die peinliche Panne – siehe Kasten auf Seite 136). Ferner müssen die Dateien in einem speziellen Format gepackt werden, in Form einer WIM-Datei (Windows Imaging). Dazu hantieren die Skripte mit den DISM-Werkzeugen (Deployment Image Servicing and Management), die dieses Format erzeugen, aus dem ein Boot-Loader Windows starten kann.

Die nötigen Werkzeuge stecken in Microsofts Deployment-Werkzeugen, die als Assessment and Deployment Kit (ADK) bekannt sind. Ein Skript lädt diese selbstständig herunter. Der ganze Vorgang ist recht filigran und erfordert in der Regel sehr konkrete Versionen der verschiedenen Komponenten. Schon wenn man die falsche Windows-Version als Ausgangsmaterial nutzt, startet das fehlerfrei gebaute Notfallsystem womöglich noch ohne Fehlermeldung, aber es läuft kein Programm darin. Nehmen Sie deshalb als Basis stets die 1607-LTS-Version.

Angesichts der Entstehung ist es kaum erstaunlich, dass das erzeugte PE-System selbst nicht für Updates empfäng-



Der Winbuilder führt nicht nur Skripte aus, sondern bietet auch diverse Bearbeitungsfunktionen. Die sind etwas versteckt.

lich ist. Die enthaltenen Antivirus- und Antimalware-Software kann ihre Signaturen aktualisieren, aber schon das Update auf eine neue Version des Programms selbst scheitert. Zum Aktualisieren des Notfallsystems müssen Sie es erneut bauen und manchmal sogar die betroffenen Skripte anpassen, wenn der Hersteller zwischenzeitlich grundsätzliche Änderungen an einzubauender Software vorgenommen hat.

Es gibt eine Ausnahme von dieser Regel: Software, die nicht in der WIM-Datei, sondern im Ordner „Programs“ auf einem beschreibbaren Notfall-Medium wie einem USB-Stick landet, lässt sich ersetzen. Sie sollten sich aber darüber im Klaren sein, dass derart ins Notfallsystem geflickte Dinge beim nächsten Baulauf verloren gehen.

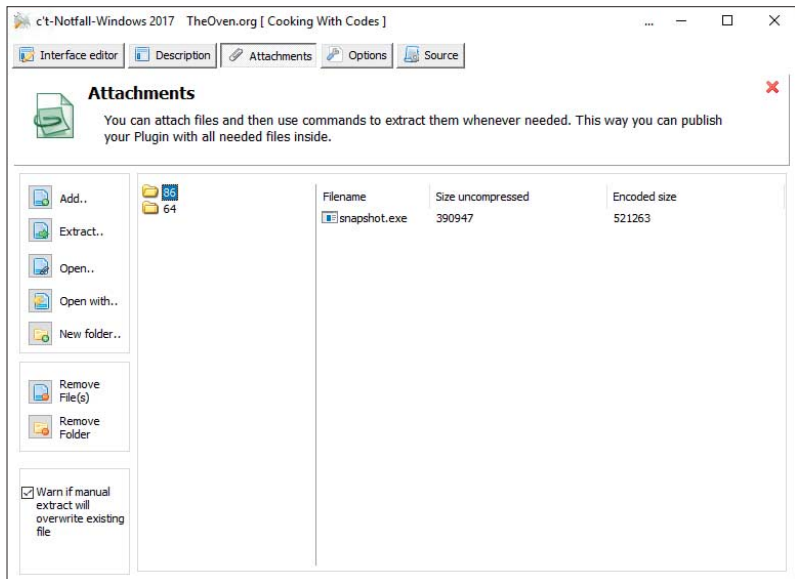
Achten Sie beim manuellen Einbau darauf, die richtige Variante der Software herzunehmen, also passend zum Notfallsystem eine 32- oder 64-Bit-Version (eine 64-Bit-Version läuft in der 32-Bit-Umgebung nicht). Prüfen Sie, ob sie alle Dateien

erwischt, also auch zugehörige Bibliotheken ausgetauscht haben.

## Aktualisieren

Für eine dauerhafte Integration oder für schwierigere Fälle müssen Sie an die Skripte ran. Wählen Sie im Winbuilder links das gewünschte Programm aus und klicken dann im rechten Bereich auf das kleine Symbol mit dem Schraubenschlüssel. Es öffnet sich der Interface-Editor. Klicken Sie oben auf den Knopf „Attachments“. Hier sehen Sie, welche Dateien der Winbuilder beim Bauen hinzufügt. In der mittleren Spalte erscheinen die Ordner und nach einem Mausklick auf einen Ordner im rechten Teil der Inhalt. Die Namen der Ordner und der Dateien müssen gleich bleiben.

Zunächst laden Sie die aktuelle Version des Programms von der Herstellerseite herunter. Eine Liste der Downloadseiten vieler Programme finden Sie über den c't-Link am Ende des Artikels. Wenn der Hersteller eine Setup-Datei zur Installation und eine Zip-Datei oder Portable



Die Programme des Notfall-Windows hängen an den einzelnen Skripten. Wie Attachments an einer E-Mail lassen sich Dateien austauschen, löschen oder hinzufügen.

anbietet, wählen Sie bitte die Zip-Datei beziehungsweise die portable Version und entpacken Sie die Datei. Wenn es auf der Download-Seite des Herstellers nur ein Installationspaket gibt, dann laden Sie dieses herunter. Manchmal kommen Sie bei diesen Dateien mit einem Entpacker wie 7-Zip an die eigentlichen Programmdateien heran.

Zeigt 7-Zip jedoch unter anderem einen Ordner „rsr“, aber keine Exe-Datei an, dann nutzen Sie zum Entpacken das Kommandozeilenwerkzeug innounp. Kopieren Sie die Datei innounp.exe aus dem Unterordner „Projects\Tools\Win10PESE“ des ctnotwin17b.zip-Archivs in den Ordner, wo die Setup-Datei liegt. Anschließend öffnen Sie die Eingabeaufforderung, navigieren dort zum selben Ordner und geben den folgenden Befehl ein. Dabei ersetzen Sie „Setup.exe“ durch den Namen der heruntergeladenen Datei.

```
innounp.exe -x setup.exe
```

Danach finden Sie die benötigten Dateien im Unterordner {App}. Im Falle von CPU-Z sind zum Beispiel folgende Schritte notwendig: In seinem Zip-Archiv befinden sich außer einer Ini- und Readme-Datei auch zwei Programmdateien. Die Datei cpuz\_x32.exe benötigen Sie für die 32-Bit-Version des Notfall-Windows und die cpuz\_x64.exe für die 64-Bit-Version. Ändern Sie den Namen der richtigen Exe-Datei so, dass er mit dem im Winbuilder übereinstimmt – bei CPU-Z also zu cpuz.exe.

Zurück im Winbuilder klicken Sie erst auf den CPU-Z-Ordner mit der richtigen Architekturbezeichnung, dann im rechten Fensterbereich auf cpuz.exe und anschließend auf den Button „Remove File(s)“. Um die neue Version hinzuzufügen, klicken Sie auf „Add“ und im neuen Fenster noch einmal auf „Add“. Navigieren Sie dann zum gerade entpackten CPU-Z-Ordner, öffnen Sie cpuz.exe und wählen Sie dann „Start“. Anschließend wiederholen Sie den kompletten Vorgang für die CPU-Z-Version der anderen Architektur.

Manche Programme, wie zum Beispiel Testdisk oder Notepad++, liegen als

Zip-Archiv im Anhang des Skripts. Diese Programme lassen sich ähnlich einfach aktualisieren. Hier ist ebenfalls wichtig, dass das Zip-Archiv denselben Namen trägt, wie das alte im Skript. Zusätzlich muss die Ordnerstruktur übereinstimmen.

Die Programmdateien und -Ordner dürfen also nicht in einem zusätzlichen Unterordner in der Zip-Datei vorliegen. Um in die original Zip-Datei zu schauen, reicht es, die Datei im Skriptbereich „Attachments“ doppelt anzuklicken. Das Ersetzen der Zip-Datei erfolgt dann auf dem gleichen Wege, wie für cpu-z.exe erklärt.

## Verschlinken

Wenn Ihnen das Notfallsystem zu groß ist, können Sie es durch Weglassen unerwünschter Programme einer Diät unterziehen. Einzelne Programme schließen Sie vom Bau-Prozess aus, indem Sie den Haken bei dem wegzulassenden Skript entfernen. Aber Vorsicht: Unbedacht entfernte Haken können dazu führen, dass der Bau misslingt oder das erstellte System unbrauchbar ist.

Änderungen sollten Sie nur in den Bereichen „Components“ oder „Apps“ vornehmen. Am ungefährlichsten sind Apps. Um zum Beispiel auf das Emsisoft Emergency Kit zu verzichten, genügt es, über das Plus-Zeichen den Ordner „Virensuche“ zu öffnen und mit der linken Maustaste auf den grünen Haken vor „Emsisoft

## Peinliche Panne: Bauen ruiniert .NET

Die ursprünglich als Heft-DVD in c't 26/16 beiliegende Fassung des Notfallsystembausatzes war fehlerhaft: Wenn der Bauprozess mit dem Original gestartet wurde und nicht vorher die seit dem 16.12.16 verfügbaren Updates installiert waren, beschädigte der Vorgang die .NET-Umgebung. Ein Skript trug Pfade fälschlicherweise in die Registry des Bau-PCs und nicht in die des zukünftigen Notfallsystems ein. Dadurch startete ausgewählte .NET-Software auf dem Bau-PC nicht mehr, unter anderem Intels Werkzeuge zur Konfiguration der Grafikkarte. Es gab recht unspezifische Fehlermeldungen.

Dieser Fehler ist zwischenzeitlich beseitigt. Die aktuellen Fassungen (siehe Kasten am Ende des Artikels „c't-Notfall-Windows 2017 zum Download“) lassen die Registry des Bau-PCs unversehrt. Sie bringen zusätzlich zwei unterschiedliche Ansätze zur Reparatur der falschen Pfade mit: Die ursprünglich von uns am 21. 12. 16 veröffentlichte Variante und eine vom aktiven Foristen Fredo61 vorgeschlagene Methode, die etwas sanfter vorgeht. Hinweise zur Reparatur finden Sie unter anderem in der FAQ zum c't-Notfall-Windows 2017, auf den Projektseiten und im Forum via ct.de/ypxn.



Anzeige

```
[Main]
Title=Update Check
Type=Plugin
Author=c't/ps
Description=Check for updates, block run
Credits=http://ct.de
Version=007
Download_Level=1
Level=1
Selected=True
Mandatory=True
NoWarning=False
Contact=http://ct.de
Date=2017.04.28
Web1=http://ct.de
[Interface]
pCheckBox1="Skip Update-Check",1,3,41,32,200,18,False
[Variables]
%MyFilePath%="0-update.script"
%ActualUpdate%="http://ctnotwin17.ct.de/Win10PESE/%MyFilePath%"
%UpdateFile%="check.script"
%ProjectUrl%="https://ct.de/-3467556"
[Process]
Echo,"Processing %ScriptTitle%..."
If,%pCheckBox1%,Equal,False,Begin
Run,%ScriptFile%,CheckForUpdates
End
[CheckForUpdates]
System,ERROROFF
WebGet,%ActualUpdate%,%projectdir%\%UpdateFile%
If,ExistFile,%projectdir%\%UpdateFile%,Begin
IniRead,%projectdir%\%UpdateFile%,Main,Version,%CurrentVersion%
IniRead,%projectdir%\%MyFilePath%,Main,Version,%MyVersion%
FileDelete,%projectdir%\%UpdateFile%
Echo,"%ScriptTitle% current %MyVersion% available %CurrentVersion%"
If,%CurrentVersion%,Equal,"0",Begin
Message,"Akutes technisches Problem. Bitte besuchen Sie %ProjectUrl%.",,
↳ Error
Halt,"Something is miserably broken, take a look at: %ProjectUrl% for ,
↳ further info"
End
If,%CurrentVersion%,Bigger,%MyVersion%,Begin
Message,"Aktuellere Version erhältlich %CurrentVersion% (bisher ,
↳ %MyVersion%).#$xUpdate-Download empfohlen.",Information
End
End
Else,Begin
Echo,"%ScriptTitle% webget failed"
Message,"Update Prüfung fehlgeschlagen",Error
End
```

Dieses Minimal-Skript gibt Hinweise auf erhältliche Updates und kann als Notbremse wirken, die hoffentlich nicht zum Einsatz kommen muss ...

Emergency Kit“ zu klicken. Das spart 280 MByte.

Bei den meisten Programmen fällt die Ersparnis kleiner aus. Die größeren Brocken sind Minitool Partition Wizzard mit 55 MByte und Agent Ransack mit 40 MByte. Firefox belegt zwar mit 88 MByte ebenfalls viel, es gibt aber keinen weiteren Browser, sodass es wenig Sinn macht, ihn wegzulassen. Auf Notepad und Wordpad kann verzichten, wem Notepad++ genügt. Wer mit Everything nach Dateien sucht, kann eventuell Agent Ransack entbehren.

Mehr lässt sich durch das Weglassen von .NET Framework oder DirectX11 einsparen. Allerdings benötigen einige Programme diese Komponenten. Der Shadow Explorer braucht die Maximalausstattung von .NET. Den anderen enthaltenen Programmen genügt die kleine .NET-Garnitur: Öffnen Sie den Bereich „Components“, klicken Sie auf „.NET Framework“ und oben in der Mitte auf den Knopf „Script“. In der Auswahlliste unter „File Copy“ wählen Sie „DotNet 2.0 Core“ und bestätigen anschließend das Hinweisfenster mit „ok“. Auf diese Weise verschlankt sich das Notfall-Windows um etwas mehr als 400 MByte.

## Erweitern

Um selbst Komponenten zu ergänzen, ist es sinnvoll, vorhandene Skripte zu studieren – idealerweise ähnelt deren Aufgabenstellung der für die zu ergänzende Komponente. Die Skripte sind immer gleich aufgebaut und bestehen ähnlich wie altbekannte Windows-INI-Dateien aus mindestens den folgenden Abschnitten:

```
[Main]
[Variables]
[Process]
```

Dabei beschreibt [Main] das Skript, [Variables] führt Variablen auf und in [Process] stehen die eigentlichen Anweisungen. Weitere Abschnitte definieren Unterfunktionen oder hängen die erwähnten (Binär-)Dateien in kodierter Form an das Skript an. Der Abschnitt [Interface], den viele Skripte enthalten, verbindet das im Interface-Editor des Winbuilder gestaltbare GUI mit Variablen, auf die das Skript dann zurückgreifen kann.

Das folgende Skriptbeispiel ergänzt eine Funktion, die zu Beginn eines jeden

Baulaufs prüft, ob Updates vorliegen, und einen entsprechenden Hinweis ausgibt, sollte das der Fall sein. Es lässt sich zusätzlich als Notbremse einsetzen, falls technische Probleme im Projekt stecken, die es geboten scheinen lassen, eine weitere Ausführung zu verhindern: Erhält das Skript die Information, dass die aktuelle Versionsnummer 0 ist, stoppt es alles.

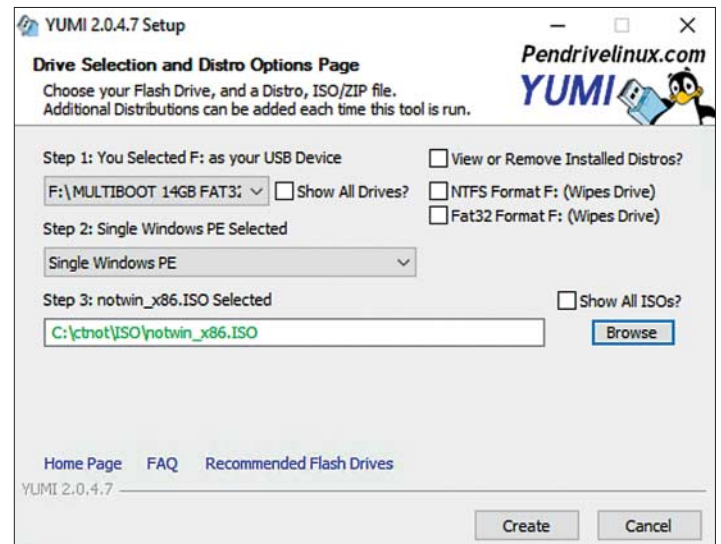
Die meisten Einträge in „Main“ sollten selbsterklärend sein. Zwei haben eine besondere Funktion: `Level=1` definiert, dass das Skript sehr früh ausgeführt wird; reguläre Skripte haben in der Regel `Level=5`. Das zweite Ordnungskriterium ist der Dateiname, der mit „0-“ beginnt und das Skript in der Ausführungsreihenfolge an den Beginn hebt. Der `Download_Level=1` ist wichtig, damit dieses Skript über den Update-Download-Prozess erfasst und bei Bedarf auch aktualisiert wird; ein Wert von „2“ würde es davon ausschließen.

### c't-Notfall-Windows 2017 zum Download

Für all diejenigen, die erst jetzt in das Thema einsteigen oder diejenigen, die ohne Umweg über ein Update das Notfallsystem bauen wollen, haben wir uns entschieden, das aktualisierte Komplettpaket zum Download zugänglich zu machen. Über [ct.de/ypxn](http://ct.de/ypxn) finden Sie das ZIP-Archiv, den einführenden Artikel und zahlreiche Hinweise auf weitere Informationen. Wir nennen diese Fassung c't-Notfall-Windows 2017b. Sie enthält unter anderem folgende Änderungen gegenüber dem Original:

- alle Fehlerkorrekturen (bis einschließlich Update 6),
- zusätzlich die von Fredo proklamierte Reparaturmethode für den „NET-Fehler“,
- leider ein deaktiviertes Anti-Malware-Skript, da die neue Version zu umfangreiche Eingriffe erfordert,
- einen Update-Warner und eine Notbremse, die es uns bei schwerwiegenden Bugs erlaubt, den Bauprozess frühzeitig zu stoppen.

**Mit YUMI lassen sich Notfall-Windows und Desinfec't auf einem Stick vereinen.**



Der Update-Check lässt sich mit einer Checkbox übersteuern. Im Winbuilder-Baum kann der Nutzer es nicht einfach wegschalten, weil in [Main] die Option `Mandatory=True` gesetzt ist. In [Process] prüft das Skript die Checkbox und ruft sonst die Prüfung im Abschnitt [CheckForUpdates] auf. Die lädt von der Projekt-Website die dort abgelegte aktuelle Fassung des Skripts herunter. Klappt das nicht, geht es nach einer Warnung trotzdem weiter.

Sollte die heruntergeladene Skriptdatei eine höhere Versionsnummer zieren, weist das Skript darauf hin, dass es Updates gibt. Den eigentlichen Update-Prozess, wie für c't-Notfall-Windows dokumentiert, muss der Nutzer selbst anstoßen – das kann das Skript nicht erledigen. Wenn es als Versionsnummer eine Null vorfindet, beendet es den ganzen Bauprozess. [CheckForUpdates] zeigt unter anderem auch, wie man fehlschlagene Operationen abfangen kann, ohne dass ein solcher Fehler den ganzen Bauprozess stoppt (System.ERROROFF schaltet die Fehlerauswertung für die Folgezeile ab).

Die Fehlersuche in solchen Skripten ist mühsam. Im Winbuilder können Sie, wenn das Skript selektiert ist, auf der Skript-Seite den kleinen grünen Play-Knopf betätigen. Dann wird nur dieses Skript ausgeführt. Die häufigste Fehlermeldung bei ersten Gehversuchen ist wohl „Array out of bounds“. Ein Spicken mit Anweisungen à la `echo,%myVariable%` hilft zu verfolgen, wie weit die Ausführung gelingt. Lassen Sie sich nach dem Ausführen die Log-Datei im Browser anzeigen, sie ist am aufschlussreichsten. Eine umfassende Referenz für die Befehle, Sprache und Optionen finden Sie in [2] verlinkt auch über [ct.de/ypxn](http://ct.de/ypxn).

### Kombinieren

Im Win10PESE-Projekt finden sich Ansätze, vorhandene ISO-Dateien beim Bauen des Notfallsystems zu integrieren. Das ist nützlich, um mehrere Notfallmedien auf einem Stick zu vereinen. Wir haben sie durchgespielt, aber keine gefunden, die unmittelbar funktioniert. Zwar gelingt die Integration der Dateien, etwa eines Desinfec't, aber die eigentliche Tücke liegt beim Einbinden in den Boot-Prozess: Gängige Loader erwarten Dateien unmittelbar auf dem Medium, der Rückgriff auf eine ISO-Datei zum Booten misslingt. Das Zusammenkopieren erledigen die Skripte leider nicht. Das würde allerlei Gebastel erfordern.

Einfacher und schneller geht es mit separater Software. Die gibt es in verschiedenen Ausführungen. Wir haben mit YUMI gute Erfahrungen gesammelt. Man verfüttert Schritt für Schritt ISO-Dateien an das Windows-Programm, es fummelt sie auseinander und baut sie in ein gemeinsames Boot-Menü ein. Beim ersten Start erfragt es, auf welchen Stick die Daten geschoben werden sollen, formatiert den auf Wunsch und legt dann mit dem ersten System los. Bei den folgenden Läufen darf die Formatier-Option nicht aktiv sein. (ps@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Stephan Bäcker, Peter Siering, Zweithelfer, Bootfähiges Notfallsystem für Windows bauen, c't 26/16, S. 84 ff.
- [2] Winbuilder-Doku: <http://wb.paraglidernc.com/Help/default.html>

**c't-Notfall-Windows 2017b und weitere Informationen:** [ct.de/ypxn](http://ct.de/ypxn)



# Repariert und flexibler

## c't-WIMage: Neuerungen dank Creators Update

**Unser Skript c't-WIMage erzeugt mit nur einem Doppelklick ein Abbild Ihrer Windows-Partition, welches sich leicht auf quasi beliebiger Hardware wiederherstellen lässt. Seit wir das Skript 2014 veröffentlicht haben, fragen uns Leser bei jeder neuen Windows-Version, ob es damit auch funktioniert. Beim gerade erschienenen Windows 10 Version 1703 lautet die Antwort: Ja, jetzt sogar mit USB-Sticks.**

Von Axel Vahldiek

Um die naheliegenden Fragen gleich vorweg zu beantworten: Nein, es gibt keine neue Version von c't-WIMage, und wenn Sie das Skript bereits im Einsatz haben, können Sie es weiterhin wie gewohnt verwenden – nun auch unter Windows 10 Version 1703. Sollten Sie c't-WIMage noch nicht kennen, finden Sie eine erste Einführung im Kasten.

Neu ist, dass Microsoft im Creators Update einen Schönheitsfehler behoben hat. Denn in dessen Vorgängerversion, dem Anniversary Update, das Windows 10 im vergangenen Jahr auf die Versionsnummer 1607 hob, hatte Microsoft einen kleinen Bug eingebaut. Der steckte im

bordeigenen Programm `dism.exe`, das c't-WIMage unter der Haube zum Sichern der Dateien nutzt. Unter 1607 erstellte Images wurden deshalb beim Wiederherstellen vom Setup-Programm zwar zusammen mit allen anderen angeboten, allerdings ohne Name und Beschreibung. Bei allen anderen Images von Windows 8.1 bis Windows 10 Version 1511 erschien beides weiterhin. Der Bug machte die Abbilder zwar nicht unbrauchbar, weil das Datum des Images noch angezeigt wurde und man das gesuchte Image notfalls mit der von c't-WIMage bei jedem Sichern aktualisierten Datei `Backupliste.txt` identifizieren konnte, unschön und lästig war es aber natürlich trotzdem [3].

Diesen Schönheitsfehler hat Microsoft in Windows 10 Version 1703 stillschweigend repariert: Die Beschreibungen tauchen wieder korrekt auf. Sie selbst brauchen dafür nichts zu tun, als eben das Creators Update einzuspielen. Ob Sie `ctwimage2.bat` oder `ctwimage2a.bat` einsetzen, ist egal, da beide dank des behobenen Bugs nun gleich funktionieren.

### Nun auch für Sticks

Bislang galt bis inklusive 1607 für alle Windows-Versionen: Auf USB-Sticks, die sich als Wechsellaufwerk melden, lässt sich unter Windows seit jeher nur eine Partition erzeugen und anzeigen. Will man ein USB-Laufwerk zum Sichern mit c't-WIMage verwenden, sind aber zwei Partitionen notwendig: Eine FAT32-Partition, damit man von dem Laufwerk auch im UEFI-Modus booten kann, sowie eine NTFS-Partition für die Container-Datei, weil diese schnell größer als 4 GByte wird und damit die maximale Dateigröße von FAT32 überschreitet. Das bedeutete bislang, dass als USB-Laufwerk nur eine USB-Festplatte taugte oder einer der wenigen Sticks, die sich dank spezieller Firmware als Festplatte melden. Das ist nun vorbei: Ab Version 1703 kann Windows auch auf USB-Sticks, die sich als Wechselmedium ausgeben, mit mehreren Partitionen umgehen.

Als Folge können Sie nun auch Sticks zum Sichern mit c't-WIMage nutzen, allerdings gibt es dabei etwas zu beachten: Der Stick muss unter 1703 eingerichtet werden und mit ihm können Sie derzeit auch nur 1703-Installationen sichern und



wiederherstellen. Für Windows 8.1 bis Windows 10 Version 1607 ist also weiterhin eine USB-Platte erforderlich.

## Stick einrichten

Das Einrichten von c't-WIMage auf einem USB-Stick ähnelt sehr dem Einrichten auf einer USB-Platte. Das Folgende beschreibt den Vorgang. Bitte setzen Sie den fertigen Stick aber nicht ein, ohne vorher die ausführliche Anleitung zu c't-WIMage in [1] gelesen zu haben.

Für den Einsatz mit c't-WIMage kommen im Prinzip alle USB-Sticks infrage, die ausreichend Platz für die Aufnahme der Images bieten. Kleinere als 16 GByte sind also eher ungeeignet.

Außerdem brauchen Sie ein ISO-Abbild des Installationsmediums von Windows 10 Version 1703. Das können Sie mit dem Media Creation Tool herunterladen. Öffnen Sie dazu den Link [ct.de/y6ev](http://ct.de/y6ev) im Browser, klicken Sie dort auf „Media Creation Tool“ und auf der sich dann öffnenden Microsoft-Webseite auf „Tool jetzt herunterladen“. Starten Sie das Programm und wählen dann „Installationsmedien für einen anderen PC erstellen“. Vorausgewählt ist ein zur gerade laufenden Windows-Installation passendes Medium. Wenn Sie diese Installation sichern wollen, ist das das Richtige. Wählen Sie im nächsten Dialog „ISO-Datei“ – die Behauptung, Sie müssten sie später auf eine DVD brennen, stimmt nicht, ignorieren Sie sie einfach.

Der Stick wird beim nächsten Schritt komplett gelöscht, stellen Sie also sicher, dass nichts Wichtiges darauf ist. Außer dem Stick selbst sollten keine anderen USB-Laufwerke angeschlossen sein. Drücken Sie die Windows-Taste und tippen Sie „Wiederherstellungslaufwerk erstellen“, bis der gleichnamige Suchtreffer erscheint. Ein Klick drauf startet den entsprechenden Assistenten. Entfernen Sie das Häkchen vor „Sichert die Systemdateien ...“ und klicken Sie auf „Weiter“. Achten Sie darauf, dass auch wirklich der Stick ausgewählt ist und lassen Sie den Assistenten dann seine Arbeit verrichten. Sollte der Explorer zwischendurch nachfragen, ob er die neu eingerichtete Partition formatieren soll: Bloß nicht, sonst löscht er genau die Daten wieder, die der Assistent gerade auf den Stick kopiert hat.

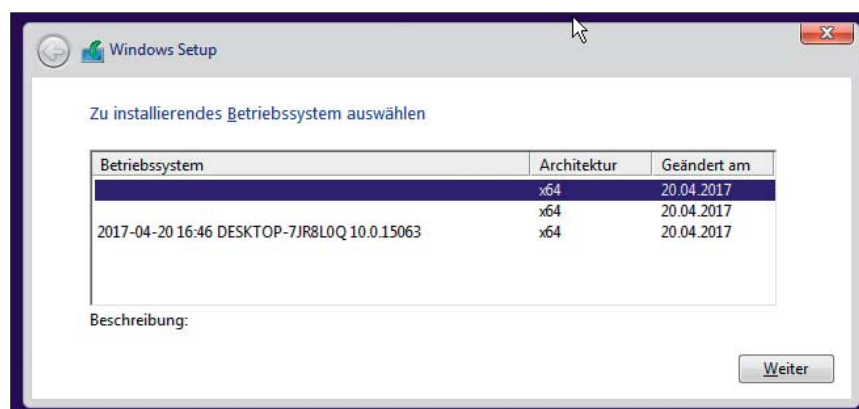
Bei unseren Tests kam es gelegentlich vor, dass der Assistent abbrach, was aber kein Problem war: Zwar war der Stick dann komplett leer, doch nachdem wir in der Datenträgerverwaltung (Windows+X drücken und entsprechenden Menüpunkt auswählen) eine neue Partition auf dem Stick erzeugt hatten, gelang dem Assistenten im zweiten Anlauf dann doch stets das korrekte Einrichten des Sticks.

## Partitionieren und füllen

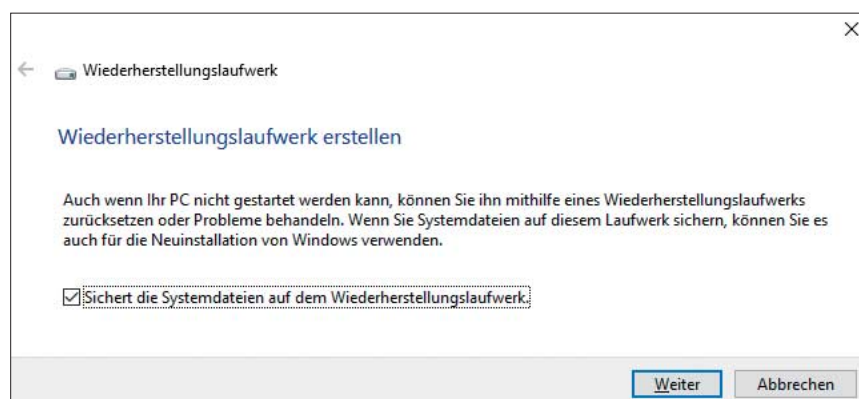
Der Stick ist nun bootfähig und enthält eine maximal 32 GByte große FAT32-Partition, die in den meisten Fällen viel zu viel Platz verschwenden dürfte. Da Windows die Partition nicht verkleinern kann, kopieren Sie kurzerhand alle Dateien und Ordner vom Stick in einen beliebigen Ord-

ner. Anschließend löschen Sie in der Datenträgerverwaltung die Partition („Volume löschen“ aus dem Kontextmenü) und erzeugen eine neue, die nur 1000 MByte klein ist („Neues einfaches Volume“). Achten Sie auf das Dateisystem, denn vorausgewählt ist „FAT“, es muss aber „FAT32“ sein. Als „Volumebezeichnung“ vergeben Sie „USB-Boot“, das wird der Name der Partition, wie er später im Explorer zu sehen ist. Wichtig: Direkt nach dem Erzeugen der Partition wählen Sie aus deren Kontextmenü „Partition als aktiv markieren“.

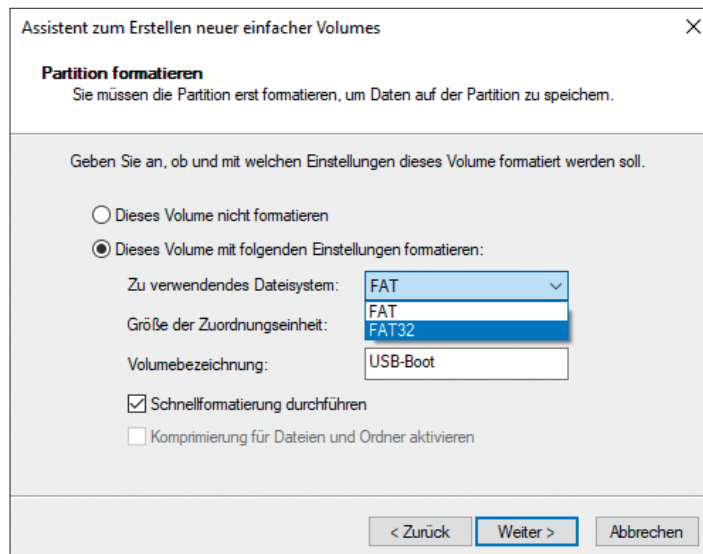
Den freien Platz dahinter füllen Sie nun komplett mit einer weiteren Partition. Als Name vergeben Sie „USB-Daten“. Das Dateisystem lässt sich an dieser Stelle nicht ändern, doch das macht nichts, las-



Das Creators Update hat den Bug repariert, der dazu führte, dass Images beim Wiederherstellen im Auswahl-dialog ohne Name und Beschreibung erschienen: Die beiden oberen Images wurden noch unter 1607 erstellt, das untere unter 1703.



c't-WIMage lässt sich nun auch mit USB-Sticks nutzen, ein Assistent erledigt die ersten Schritte beim Einrichten des Sticks. Das Häkchen entfernen Sie besser, um Platz zu sparen.



sen Sie den Assistenten seine Arbeit trotzdem beenden. Falls anschließend vom Explorer wieder die Nachfrage kommt, ob er die Partition formatieren soll, nutzen Sie das und klicken dieses Mal auf „ja“; Sonst wählen Sie im Kontextmenü der neuen Partition „formatieren“. Wählen Sie dieses Mal „NTFS“ als Dateisystem.

Nun können Sie die beiden Partitionen im Explorer befüllen. Auf USB-Boot kommt alles, was Sie zuvor vom Stick he-

runterkopiert haben, Ausnahme ist der versteckte Ordner „System Volume Information“, den brauchen Sie nicht mitzukopieren. Auf „USB-Daten“ landet der Inhalt der gerade heruntergeladenen ISO-Datei. Doppelklicken Sie sie dazu, woraufhin der Explorer sie als virtuelles DVD-Laufwerk einbindet. Kopieren Sie den gesamten Inhalt auf „USB-Daten“, und zwar direkt ins Wurzelverzeichnis, also nicht in irgendeinen Unterordner. Löschen Sie anschlie-

**Beim Neu-  
erzeugen der  
Boot-Partition  
hilft ein weiterer  
Assistent, der  
aber das falsche  
Dateisystem  
vorschlägt. Es  
muss FAT32  
statt FAT sein.**

ßend auf USB-Daten im Ordner „sources“ die Datei Install.wim beziehungsweise Install.esd; es ist nur eine davon vorhanden, Sie erkennen sie auch daran, dass sie mehrere GByte groß ist.

Nun laden Sie via [ct.de/y6ev](http://ct.de/y6ev) das ZIP-Paket mit c't-WIMage herunter – Obacht, es gibt eines für 64 Bit und eines für 32 Bit, wählen Sie das für Ihren PC Passende. Entpacken Sie es nach „USB-Daten“, und zwar ebenfalls direkt ins Wurzelverzeichnis. Nun starten Sie `ctwimage2-bootmaker64.bat`, damit es den Bootcode auf „USB-Boot“ anpassen kann. Anschließend ist der Stick einsatzbereit – aber wie bereits erwähnt, lesen Sie vorher bitte unbedingt die dazugehörige Anleitung. Plus-Abonnenten können sie wie gewohnt auch kostenlos als PDF herunterladen (siehe [ct.de/y6ev](http://ct.de/y6ev)). (axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Rettungsring Version 2, c't-WIMage erzeugt Sicherungskopien von Windows 8.1 und Windows 10, c't 5/16, S. 126
- [2] Axel Vahldiek, FAQ c't-WIMage, Antworten auf die häufigsten Fragen, c't 2/15, S. 110
- [3] Axel Vahldiek, c't-WIMage und Windows 10 Anniversary Update, c't 19/16, S. 160

**Skripte und Programme:** [ct.de/y6ev](http://ct.de/y6ev)

## c't-WIMage

Falls Sie sich mit c't-WIMage noch nicht beschäftigt haben: hier eine Einführung in Kurzform zum Neugierigmachen. c't-WIMage sichert die Windows-Partition mitsamt aller Programme, Einstellungen und Daten sowie aller NTFS-Besonderheiten wie Zugriffsrechte, EFS-Dateiverschlüsselung, Reparse Points und so weiter. Allerdings sichert es nicht wie ein herkömmlicher Imager sektor-, sondern dateibasiert, und zwar in Form eines Images in einer Container-Datei. Diese Datei kann mehrere Images auch unterschiedlicher Windows-Versionen enthalten, wobei platzsparend in quasi inkrementeller Form gespeichert wird. Das Ganze funktioniert mit allen Windows-Versionen und -Editionen ab 8.1.

Zum Wiederherstellen kommt ein auf den ersten Blick überraschendes Programm zum Einsatz: das Windows-Setup-

Programm. Das macht heutzutage nämlich ohnehin nichts anderes mehr, als ein Image einer sauberen Windows-Installation auf die Festplatte zu schreiben und mit einem Bootloader zu versehen. Der wesentliche Trick von c't-WIMage besteht darin, dem Windows-Setup-Programm ein selbst erzeugtes Image unterzuschieben: eines Ihrer Windows-Systempartition mit allem, was dazu gehört. Das ist kein böser Hack, sondern von Microsoft so vorgesehen, auch wenn es eigentlich für PC-Hersteller gedacht ist. Deren Recovery-Medien sind heutzutage auch bloß Windows-DVDs, bei denen das Original-Image ausgetauscht wurde gegen ein angepasstes, inklusive vorinstallierten Treibern, Programmen, Werbung und so weiter.

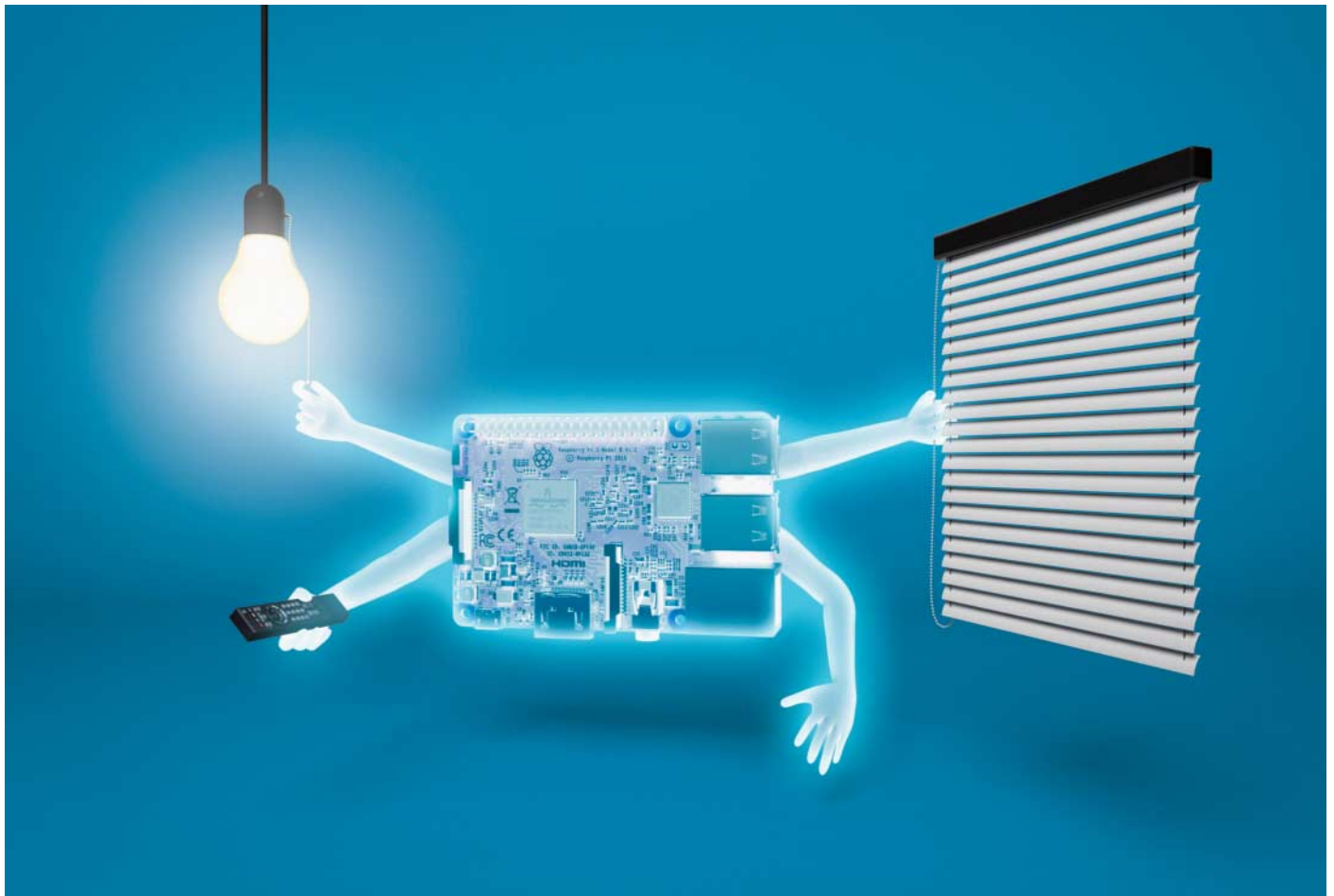
Das Wiederherstellen Ihres Images klappt dank Windows-Setup-Programm

nicht nur auf dem PC, von dem das Image erstellt wurde, sondern auch auf jedem anderen, sofern nur ausreichend Festplattenplatz vorhanden ist. Wenn sich also auf einem PC ein 64-bittiges Windows 8.1 oder 10 sauber neu installieren lässt, können Sie darauf auch ein Image Ihres 64-bittigen Windows 8.1 oder 10 wiederherstellen; für 32 Bit gilt das Gleiche.

Als Sicherungsmedium nutzt man am einfachsten ein USB-Laufwerk. Wenn Sie unseren Anleitungen folgen, dient dieses dann auch als bootfähiges Wiederherstellungsmedium.

Eine ausführliche Beschreibung finden Sie in [1], beachten Sie bitte unbedingt auch die dazugehörige und weiterhin für Windows 8.1 und 10 gültige FAQ [2]. Ohne die Lektüre beider Artikel sollten Sie c't-WIMage nicht einsetzen.

Anzeige



# Wie von Geisterhand

## Erste Schritte mit der kostenlosen Smart-Home-Software openHAB 2

**Von der Fritzbox übers Smart-TV bis zu smarten Lampen – openHAB 2 steuert nahezu jede beliebige Smart-Home-Hardware. Wir zeigen, welche Handgriffe dafür nötig sind.**

**Von Stefan Porteck**

Nachts schaltet sich das Flurlicht beim Zubettgehen sanft gedimmt ein. Tagsüber fahren augenblicklich die Jalousien herunter, sobald die pralle Mittagssonne das Wohnzimmer aufheizt. Was nach Smart-Home-Zukunft klingt,

würde schon heute in vielen Haushalten funktionieren, denn in den meisten finden sich bereits vernetzte Elektronik-Komponenten. Doch meistens werkeln alle als Insel-Lösung völlig aneinander vorbei. Eine App auf dem Handy steuert die Funk-Lampen, eine andere auf dem Tablet reguliert die Raumtemperatur am smarten Heizungsthermostat. Das Smart-TV will mit der Fernbedienung kontrolliert werden. Interaktionen zwischen den Komponenten oder intelligente Abläufe? Fehlanzeige. Fertige Smart-Home-Zentralen versprechen Abhilfe, sind aber meist teuer – und einige davon arbeiten nur

mit Bausteinen desselben Herstellers zusammen.

Die Macher der kostenlosen Software openHAB 2 haben sich auf die Fahnen geschrieben, möglichst viele vernetzte Geräte unter einem Dach zu vereinen und so das eigene Heim in ein Smart Home zu verwandeln. Das Reizvolle daran: openHAB 2 ist quelloffen und wird von einer ansehnlichen Community betreut. Zudem läuft es als Java-Applikation auf nahezu jeder Hardware. Für die Konfiguration und die Steuerung des Smart Home bringt es gleich mehrere Web-Oberflächen mit.



Für die ersten Gehversuche reicht es, openHAB 2 am PC in einen beliebigen Ordner zu unpacken. Für den Dauerbetrieb ist ein Raspberry Pi der zweiten oder dritten Generation die beste Wahl. Für unter 150 Euro und mit einem Nachmittag Zeitaufwand lässt sich das eigene Zuhause deutlich smarter machen.

## Erste Schritte

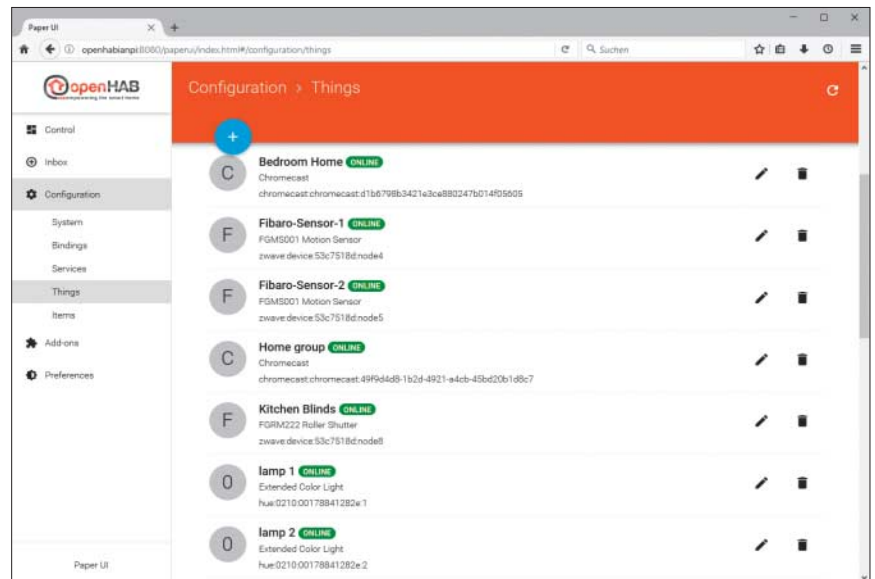
Erst vor einigen Monaten wurde openHAB 2 einer umfangreichen Frischzellenkur unterzogen und in der Version 2 veröffentlicht. Neu ist unter anderem die Web-Oberfläche Paper UI, in der sich ein Großteil der grundlegenden Konfiguration mit wenigen Mausklicks erledigen lässt. Für anspruchsvollere Aufgaben besteht in openHAB 2 weiterhin die Möglichkeit, in Konfigurationsdateien jedes gewünschte Verhalten mit einem Texteditor an eigene Wünsche anzupassen.

Wir haben openHAB 2 auf einem Raspi3 installiert, um damit exemplarisch Hue-Lampen von Philips sowie elektrische Außenrollen zu automatisieren. Das Beispielprojekt zeigt, wie man eigene Vorhaben umsetzen kann.

Auf welcher Hardware Sie openHAB 2 betreiben, ist für das Verständnis des Artikels egal. Die eigentliche Installation klammern wir hier deshalb aus. Sie wird auf der Webseite des Projektes für alle gängigen Systeme sehr ausführlich beschrieben.

Nach der Installation von openHAB 2 ruft man als erstes die Konfigurationsoberfläche Paper UI auf, die man im Browser unter <http://localhost:8080/start> oder <http://openhabianpi:8080/start> erreicht. Dort lassen sich nahezu alle Smart-Home-Gegenstände einrichten. Dabei folgt openHAB 2 intern einer logischen Hierarchie, um Schnittstellen, Komponenten, Protokolle sowie einzelne Geräte und Zustände übersichtlich zu verwalten.

Die Einteilung erfolgt nach drei Kategorien: Bindings, Things und Items. Für jedes Gerät, jedes Protokoll und jeden Webdienst benötigt openHAB 2 ein eigenes Add-On, bezeichnet als Binding. Es sorgt dafür, dass die Software mit einzelnen Geräten kommunizieren kann, ist also vergleichbar mit einem Gerätetreiber. So bindet beispielsweise das Hue-Binding alle Philips-Hue-Lampen ein. Im Alltag



openHAB 2 listet jede Smart-Home-Hardware als „Thing“ auf.

beschäftigt man sich mit den einzelnen Bindings üblicherweise nur einmal – nämlich beim Einrichten neuer Smart-Home-Hardware.

Da viele Bindings mehrere physische Dinge steuern, führt openHAB 2 alle Geräte eines Bindings als sogenannte Things – also Dinge. Diese besitzen ihrerseits oft mehrere Funktionen oder unterschiedliche Zustände. So messen beispielsweise viele Bewegungsmelder auch die Temperatur oder die Helligkeit. Um diese Eigenschaften übersichtlich zu verwalten, ordnet openHAB 2 jedem Thing ein oder mehrere Items (Elemente) zu. Items können Schalter, Dimmer, Zahlen, Zustände oder Gruppen sein.

Bindet man beispielsweise über das Z-Wave-Binding einen Bewegungssensor der Firma Fibaro ein, taucht er in openHAB 2 zunächst als Thing Fibaro-Sensor-1 auf. Als Unterklasse besitzt er die Items `FibaroSensor1_SensorTemperature(Nummer)`, `FibaroSensor1_SensorLuminance(Nummer)` und `FibaroSensor1_MotionAlarm(Zustand)`. Anschließend bietet openHAB 2 an, eine oder mehrere dieser Items zu übernehmen. Fortan lassen sie sich abfragen, als Schalter benutzen oder ihre gelieferten Werte als Auslöser für automatisierte Regeln und Abläufe verwenden.

Der Clou an diesem Konzept: Items können auch virtuell sein. Stecken beispielsweise in einer Zimmerlampe zwei smarte Glühlampen, die man gemeinsam schalten möchte, legt man in openHAB 2 einfach ein neues Item mit einem gewünschten Namen an und ordnet ihm beide Glühlampen zu. Der so erstellte

virtuelle Schalter knipst nun beide Leuchtmittel ein und aus.

## Erste Schritte

Die für die vorhandenen Smart-Home-Komponenten benötigten Bindings lassen sich im Paper UI unter Add-Ons mit einem Mausklick installieren. Für unsere Heimautomations-Beispiele haben wir zunächst das Hue-Binding und das Z-Wave-Binding aktiviert.

Sobald das Binding aktiv ist, informiert die Web-Oberfläche von openHAB 2, dass neue Geräte gefunden wurden. In unserem Beispiel tauchen dort nach dem Hinzufügen des Hue-Bindings die dazugehörigen Glühlampen auf, die sich nun mit einem Mausklick als Things speichern lassen. Unter „Konfiguration/Things“ lässt sich nun analog zum Beispiel mit dem Bewegungssensor auswählen, für welches Thing ein oder mehrere Items angelegt werden sollen, beispielsweise eine Farblampe oder eine dimmbare Lampe. Bei dieser Gelegenheit erzeugt man über die blaue Schaltfläche mit dem Pluszeichen auch gleich Gruppenschalter für Wohnzimmer, Flur oder Badezimmer und ordnet ihnen die passenden Leuchtmittel zu. Der Bewegungsmelder wird nach dem gleichen Schema eingerichtet.

Danach lassen sich die Lampen über Paper UI ein- und ausschalten sowie die Temperatur des Sensors ablesen. Für die Bedienung des Smart Home eignet sich Paper UI nur bedingt. openHAB 2 stellt aber eine für Smartphones und Tablets geeignete Oberfläche sowie Apps für Android und iOS bereit, die beliebige

Schalter und Informationen in einem selbst gewählten Layout präsentieren.

Eine Textdatei bestimmt Inhalt und Layout der Oberfläche. Diese sogenannte Sitemap liegt ausgehend vom Installationsverzeichnis unter `/conf/sitemaps` und hat in unserem Beispiel folgenden Aufbau:

```
sitemap my label="Hauptmenü" {
  Frame label="Lampen" {
    Text label="Lampen" icon="light" {
      Switch item=Lights
      mappings=[OFF="All Off"]
      Switch item=Livingroom_Lights
      Switch item=Bathroom_Lights
      Switch item=Corridor_Lights
    }
  }
  Frame label="Temperatur" {
    Text item=FibaroSensor1_Sensor1
    Temperature
    valuecolor=[
      >35="red",
      >25="orange",
      >15="green",
      >5="blue",
      <=5="navy"]
  }
}
```

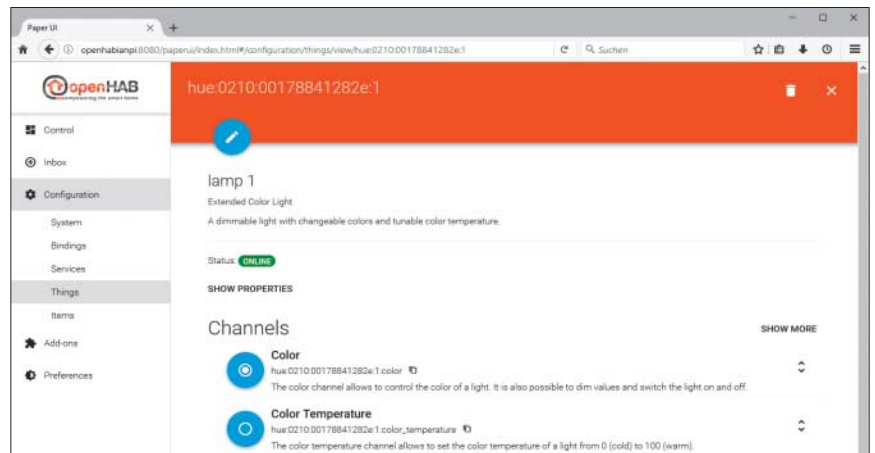
Frames teilen die Oberfläche in Bereiche. Ein Frame kann eine Überschrift nebst Icon sowie Schalter und Werte anzeigen. Die Schriftfarbe wählt openHAB 2 in unserem Beispiel dynamisch je nach Wert: Hohe Temperaturwerte zeigt es in roten Ziffern, niedrige blau.

## Wie von Geisterhand

Eine Web-Oberfläche alleine macht das Zuhause noch nicht smart. Idealerweise nimmt ein Smart Home seinen Bewohnern lästige Routineaufgaben ab und reagiert automatisch auf bestimmte Ereignisse.

Hierfür bietet openHAB 2 sogenannte Regeln, die bei bestimmten Zuständen aktiv werden und dann beispielsweise Schalter betätigen. Einfache Regeln lassen sich im Paper UI per Mausklick anlegen. Komplexen Bedingungen bringen die optische Oberfläche aber schnell an ihre Grenzen.

Aus diesem Grund haben wir uns für textbasierte Regeln entschieden. Wie bei der Sitemap handelt es sich auch hierbei um einfache Textdateien. Sie werden unter `/conf/rules` mit der Dateiendung `*.rules` gespeichert. Für deren Bearbeitung



Eine Smart-Home-Komponente kann openHAB 2 als verschiedene Items speichern – beispielsweise als Farblampe oder dimmbare Lampe.

reicht ein Texteditor wie Notepad++ mit Syntaxhervorhebung. Die bessere Wahl ist aber Eclipse, das zusätzlich eine Syntax- und Plausibilitätskontrolle mitbringt.

Alle Regeln folgen einer simplen Wenn-Dann-Logik. Mehrere Trigger lassen sich mit einem logischen ODER verknüpfen. Die Operatoren UND und UND/ODER unterstützt openHAB 2 bei diesen Triggern bislang nicht. Wenige Zeilen Code genügen, um mit Hilfe des Bewegungssensors das Licht im Badezimmer einzuschalten:

```
rule "Licht bei Bewegung im Bad"
when
  Item FibaroSensor1_MotionAlarm
  changed from OFF to ON
then
  sendCommand(Lamp6, 100)
end
```

Sobald man das Bad betritt, löst der Bewegungssensor aus. Der Zustand des Item `FibaroSensor1_MotionAlarm` ändert sich dabei von OFF zu ON. Erkennt openHAB 2 diesen Trigger, sendet die Regel das Kommando „100“ (die gewünschte Helligkeit in Prozent) an die Lampe Nummer 6.

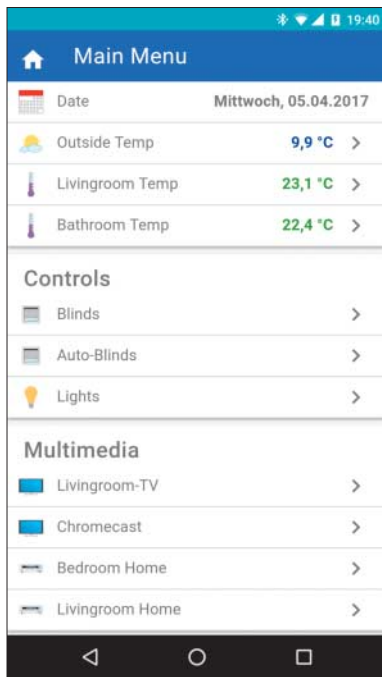
Diese simple Regel hat den Schönheitsfehler, dass sie das Licht auch tagsüber einschaltet. Da der verwendete Sensor auch die Helligkeit misst, bietet es sich an, die Regel so zu verfeinern, dass sie die Lampe nur bei Dunkelheit aktiviert. Dafür reicht eine einfache If-then-Abfrage, die zunächst den Helligkeitswert des Sensors abfragt. Liegt er über 24 Lux, bleibt die Lampe aus.

```
rule "Licht bei Bewegung im Bad"
when
  Item FibaroSensor1_MotionAlarm
  changed from OFF to ON
then
  if (FibaroSensor1_
    SensorLuminance.state < 24) {
    sendCommand(Lamp6, 100)
  }
end
```

Oft ist volle Beleuchtung aber gar nicht nötig – beispielsweise wenn man nachts nur kurz das Stille Örtchen aufsucht. Das lässt sich mit einer weiteren If-then-Bedingung umsetzen. Sie prüft in unserem Beispiel, ob die Stunde größer als null und kleiner als sieben ist. In der Zeit von Mitternacht bis sieben Uhr morgens wird die Lampe lediglich auf eine dezente Helligkeit von fünf Prozent geschaltet. So lautet die fertige Regel:

```
rule "Licht bei Bewegung im Bad"
when
  Item FibaroSensor1_MotionAlarm
  changed from OFF to ON
then
  if (FibaroSensor1_
    SensorLuminance.state < 24) {
    if (now.getHourOfDay() > 0 &&
        now.getHourOfDay() < 7) {
      sendCommand(Lamp6, 5)
    }
  }
  else
    sendCommand(Lamp6, 100)
  }
end
```

Anzeige



Mit wenig Aufwand kann man das Aussehen und die angezeigten Bedienelemente der App- und Web-Ansicht selbst bestimmen.

Jetzt fehlt eine zweite Regel, die das Licht automatisch wieder abschaltet. Die gängigen Bewegungssensoren haben ein einstellbares Timeout und setzen ihren Status zurück auf „OFF“, wenn sie über diese Zeitspanne keine weiteren Bewegungen erkennen. Entsprechend leicht lässt sich eine passende Abschaltregel programmieren:

```
rule "Licht nach Bewegung"
    when
        Item FibaroSensor1_MotionAlarm
            changed from ON to OFF
    then
        sendCommand(Lamp6, OFF)
    end
```

Beide Regeln lassen sich in einer gemeinsamen Textdatei beispielsweise mit dem Namen Bad-Beleuchtung.rules speichern. Zugunsten der Übersichtlichkeit empfiehlt es sich, für jeden zusammengehörenden Regelsatz eine gesonderte Textdatei anzulegen.

Für eine Spiegelleuchte im Badezimmer mag diese Regel funktionieren, doch bei der Deckenlampe im Wohnzimmer führt sie dazu, dass ständig das Licht ausgeht, wenn man einige Minuten still mit einem Buch auf dem Sofa sitzt. Das Problem lässt sich mit Variablen lösen. So kann die Einschaltregel mittels

```
if (Livingroom_Lights.state == OFF)
```

zunächst erfragen, ob die Lampe vorher wirklich ausgeschaltet war. Falls ja, setzt sie die Variable aktiviert auf 1.

Nun wird die Abschaltregel um `if (aktiviert == 1)` erweitert, damit das Licht nicht ausgeht, wenn es zuvor manuell eingeschaltet wurde.

## Schön schattig

Auch vermeintlich aufwendige und komplexe Projekte wie eine automatische Rollosteuering lassen sich mit openHAB 2 schnell umsetzen. Als Hardware haben wir die Rollershutter-Aktoren von Fibaro eingesetzt. Sie werden in die Kabelwege der vorhandenen Rollo- oder Jalousien-schalter eingeschliffen und verschwinden hinter diesem in der Unterputzdose. Da dort Netzstrom anliegt, sollte den Einbau ein qualifizierter Elektriker vornehmen.

Die Aktoren unterstützen das Z-Wave-Protokoll und lassen sich genauso komfortabel als Thing einbinden wie oben beschrieben. Sie unterstützen die Befehle UP, DOWN und STOP und erlauben im Zusammenspiel mit einem geeigneten Rollomotor auch ein prozentuales Herunterlassen.

Für die Bedienung vom Smartphone oder Tablet muss lediglich die Sitemap um die Passage

```
Frame label="Rollos" {
    Text label="Wohnzimmer"
```

```
icon="rollershutter" {
    Switch
        item=BlindsControl_Livingroom
        label="Wohnzimmer-Rollo[%d]"
        mappings=[UP="Hoch", STOP="X",
            DOWN="Runter"]
    }
}
```

erweitert werden. Fortan reicht ein Fingertipp auf das Mobilgerät, um den Raum zu verdunkeln.

Gegenüber einem Wandschalter ist das nur ein kleiner Komfortgewinn. Doch openHAB 2 punktet bei der Automatisierung von Routineaufgaben wie der täglichen Rollosteuering. Damit sich das Rollo abends automatisch schließt und morgens wieder öffnet, haben wir zunächst das Astro-Binding installiert, anhand dessen openHAB 2 täglich die Sonnenauf- und Untergangszeiten aus dem Internet bezieht. Diese dienen dann als Trigger. Abends startet openHAB 2 zunächst einen 30-minütigen Timer, damit das restliche Tageslicht noch ausgenutzt wird:

```
var Timer timer1 = null
rule "Morgens hoch"
    when
        Channel
            'astro:sun:home:daylight#event'
            triggered START
    then
```

```
rule "Rollos im Sommer runter"
    when
        Time cron "0 30 11 * 6-9 ?" // von Juni bis September um 11:30
    then
        if (Windgeschwindigkeit.state < 15) {
            if (Wolken_Vh.state <= 40 ) {
                sendCommand(RollerShutter_BlindsControl_Livingroom, 80)
            }
            if (Wolken_Vh.state > 40 && Wolken_Vh.state < 60 ) {
                sendCommand(RollerShutter_BlindsControl_Livingroom, 60)
            }
            if (Wolken_Vh.state >= 60
                && FibaroSensor1_SensorTemperature.state > 25) {
                sendCommand(RollerShutter_BlindsControl_Livingroom, 40)
            }
        }
    end
```

Eine einfache Regel sorgt dafür, dass openHAB 2 im Sommer die Rollos anhand der Temperatur und der Sonneneinstrahlung steuert.



```

sendCommand( ↵
    ↵BlindsControl_Livingroom, UP)
end
rule "Abends runter"
when
    Channel
        'astro:sun:home:daylight#event'
        triggered END
then
    timer1=createTimer(
        now.plusMinutes(30)) [|
        sendCommand( ↵
            ↵BlindsControl_Livingroom,
            DOWN)]
end

```

Damit openHAB 2 die Sonne auch über die Mittagstunden aussperrt, ist etwas Handarbeit erforderlich: Schließlich sollen die Rollos nur herunterfahren, wenn wirklich die Sonne scheint. Dafür benötigt openHAB 2 ein Weather-Binding, das aktuelle Daten von verschiedenen Wetter-Providern abfragt.

Es zählt zu den älteren Bindings, die noch für openHAB 1 entwickelt wurden und erfordert deshalb die händische Anpassung einer Textdatei. Glücklicherweise haben Legacy-Add-ons eine umfassende Dokumentation, sodass man sie trotzdem leicht in Betrieb nehmen kann: Hierfür trägt man in die Datei Weather.cfg unter conf/services von Hand die Geokoordinaten, den Namen des Standorts, den Anbieter der Wetterdaten und dessen API-Key ein. Wir haben uns für OpenwatherMaps entschieden, das nach einer anonymen Registrierung kostenlosen API-Zugang zum Abfrage der Wetterdaten anbietet.

Die Items mit den Wetterdaten müssen ebenfalls von Hand in einer Textdatei angelegt werden. Hierfür haben wir eine

Datei mit dem Namen `wetter.items` angelegt und nach `conf/items` kopiert. Dort werden Items nach dem Schema Typ, Bezeichnung, Beschriftung, Icon (optional) und Gerät beziehungsweise Datenquelle angelegt.

Für eine Rollo- oder Jalousiesteuerung sind vor allem der Bewölkungsgrad und die Windgeschwindigkeit relevant. Die selbst erstellte Datei mit den Wetter-Items enthält somit die beiden Zeilen:

```

Number Windgeschwindigkeit
    "Windgeschwindigkeit [%.2f m/s]"
{
    weather="locationId=hannover, ↵
    ↵type=wind, property=speed"
}
Number Wolken "Bewölkung [%.0f %]"
{
    weather="locationId=hannover, ↵
    ↵type=clouds, property=percent"
}

```

Sofern die App- oder Web-Oberfläche zusätzliche Wetterdaten anzeigen soll, muss man weitere Items anlegen, etwa die Temperatur oder Vorhersagen, und anschließend in die Sitemap-Datei einfügen.

Bei der Regel für die mittägliche Verschattung haben wir uns für eine Zeitsteuerung als Trigger entschieden. Dafür nutzt openHAB 2 dieselbe Syntax wie Cron-Jobs unter Linux.

In unserem Beispiel wird die morgendliche Regel in den Monaten Juni bis September um 11:30 Uhr gestartet. Sie prüft zunächst, ob die Windgeschwindigkeit unter 15 m/s (rund 50 km/h) liegt. Bei stärkerem Wind bleiben die Rollos oben. Drei darauf folgende If-Abfragen lassen in Abhängigkeit der Bewölkung und der Raumtemperatur die Rollos zu 80, 60 oder 40 Prozent herab. Das abendliche

Hochfahren übernimmt ebenfalls eine zeitgesteuerte Regel.

Je nach Lage der Fenster lohnt sich das Experimentieren mit verschiedenen Rollostellungen und Bewölkungsgraden. Hat man für die eigenen vier Wände passende Parameter gefunden, braucht man die mechanischen Jalousie-Schalter praktisch überhaupt nicht mehr.

Bevor openHAB 2 komplett die Kontrolle übernimmt, sollte sichergestellt werden, dass bei Sturm mit Windgeschwindigkeiten über 15 m/s alle Rolläden oder Jalousien automatisch hochfahren (siehe Listing unten).

Damit die Regel bei zunehmender Windgeschwindigkeit sofort greift, nutzen wir deren Änderung als Trigger. Das Problem dabei: Die Windgeschwindigkeit ändert sich täglich etliche Male – und liegt an stürmischen Tagen dann jeweils oberhalb des Schwellenwertes. Die Regel würde somit immer wieder feuern, selbst wenn die Verschattung längst hochgefahren wurde. Um die Motoren und Aktoren nicht ständig zu belasten, fragt man zunächst die Position der Rolläden ab und sendet den Funkbefehl nur an die Aktoren, wenn die Jalousien noch nicht hochgefahren sind.

## Ausblick

Mit dem Wechsel zu openHAB 2 sind die Entwickler dem Ziel einer leicht zu bedienenden Smart-Home-Zentrale ein ganzes Stück näher gekommen – auch wenn manche Bindings und komplexere Regeln nur nach manueller Konfiguration in Textdateien funktionieren.

Dennoch macht das Experimentieren mit openHAB 2 Spaß: Dank unzähliger Bindings sind der Fantasie beim Entwickeln eigener Automatisierungen kaum Grenzen gesetzt. So lässt sich beispielsweise in wenigen Minuten mit Hilfe des FritzBox-Bindings umsetzen, dass die Videowiedergabe pausiert und sich der Fernseher stumm schaltet, wenn das Telefon klingelt.

Wem es an Ideen mangelt oder wer Hilfe beim Programmieren eigener Regeln benötigt, bekommt in den Foren der regen Community reichlich Input. Anders als kommerzielle Lösungen fördert openHAB 2 den Spieltrieb, erlaubt viele flexible Lösungen und kostet deutlich weniger.

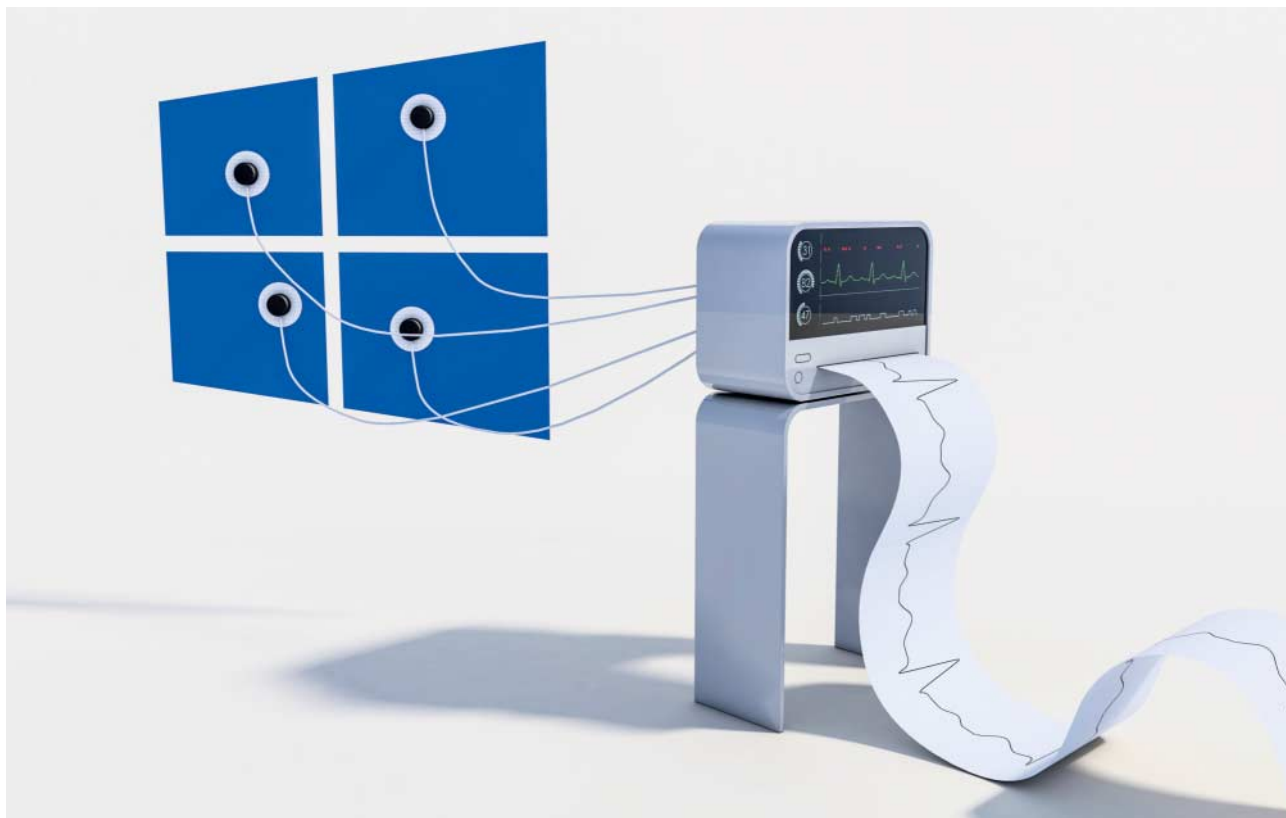
(spo@ct.de) **ct**

```

rule "Rollos bei Sturm hoch"
when
    Item Windgeschwindigkeit changed
then
    if (Windgeschwindigkeit.state > 15 &&
        RollerShutter_BlindsControl_Livingroom.state > 0 ) {
        sendCommand(RollerShutter_BlindsControl_Livingroom, UP)
    }
end

```

Eine weitere Regel fährt bei starkem Wind die Außenrollos nach oben.



# Introspektion

## Systemdiagnose mit dem Windows Task-Manager

**Mit dem Task-Manager hat Windows ein für viele Zwecke ausreichendes Tool zur Systemdiagnose an Bord. Trotzdem wird er gerne unterschätzt – nicht zuletzt deswegen, weil sich so manche seiner Funktionen erst auf den zweiten Blick erschließen.**

**Von Hajo Schulz**

**W**arum reagiert mein Rechner auf meine Klicks so langsam? Was treibt Windows da im Hintergrund auf der Festplatte, dass ihr Lämpchen ständig blinkt? Wieso dreht der Lüfter auf Hochtour, obwohl ich doch gerade nur Mail

lese? Um diesen und ähnlichen Fragen nachzuspüren, braucht es keine teure Diagnose-Software: Die Antworten gibt Windows selbst – wenn man weiß, wo man nachsehen muss.

Das Programm, das in solchen Fällen zum Einsatz kommt, ist der Task-Manager. Er hat in den letzten Windows-Ausgaben einiges dazugelernt, versteckt sein Wissen aber zunächst vor dem Anwender. Grund genug, sich mit aktuellen Stand mal etwas eingehender zu beschäftigen.

### Erster Eindruck

Gestartet wird der Task-Manager am schnellsten mit der Tastenkombination Strg+Umschalt+Esc. Wer sich die nicht

merken mag, findet ihn auch im Kontextmenü der Taskleiste und der Uhr sowie in dem Menü, das sich seit Windows 8 mit einem Rechtsklick auf das Windows-Logo links unten auf dem Bildschirm oder mit Win+X öffnen lässt. Außerdem ist er eine der Optionen auf der Seite, die der klassische „Klammergriff“ Strg+Alt+Entf anzeigt.

In der Grundeinstellung besteht der Task-Manager lediglich aus einer minimalistischen Liste der gerade geöffneten Programme und Apps. Nicht einmal vollständig ist sie – Explorer-Fenster fehlen zum Beispiel. Über die Schaltfläche „Task beenden“ kann man Programme schließen; ein Kontextmenü bietet ein paar zusätzliche Funktionen.

Seine Leistungsfähigkeit offenbart der Task-Manager erst, wenn man unten auf „Mehr Details“ klickt: Dann erscheint seine vollständige Oberfläche mit Hauptmenü und insgesamt sieben Seiten, zwischen denen man über Karteireiter am oberen Rand wechseln kann.

Die erste – „Prozesse“ – zeigt im oberen Abschnitt dieselbe Liste wie zuvor, hier aber vollständig und mit einigen Zusatzinformationen: Zu jeder Anwendung informiert der Task-Manager darüber, wie stark sie gerade die CPU belastet, wie viel Arbeitsspeicher sie belegt und mit welcher Geschwindigkeit sie aktuell Daten mit lokalen Datenträgern und dem Netzwerk austauscht. Oft reicht schon ein Blick auf diese Liste, um zu sehen, weshalb ein bestimmtes Programm gerade träge reagiert: Ein besonders hoher Wert in der Spalte „Datenträger“ identifiziert etwa die Festplatte als den Flaschenhals.

Die laufenden Prozesse sortiert der Task-Manager in dieser Ansicht zunächst in drei Kategorien ein: Unter „Apps“ stehen alle Programme, die als Fenster auf dem Desktop in Erscheinung treten. Alles, was Windows sonst noch so im Verborgenen ausführt, steckt in den Kategorien „Hintergrundprozesse“ und „Windows-Prozesse“, wobei nicht so recht klar wird, worauf die Unterteilung beruht. Mit einem Klick auf einen der anderen Spaltenköpfe als „Name“ lässt sich diese Kategorisierung aufheben und die Liste stattdessen nach der gewählten Spalte sortieren. So identifiziert man schnell diejenigen Prozesse, die gerade die CPU, den Hauptspeicher, die Festplatte oder die Netzwerkschnittstelle besonders stark beanspruchen.

Auf eine Spaltenüberschrift zu klicken, um die angezeigten Daten nach dieser Spalte zu sortieren, funktioniert in allen tabellarischen Ansichten des Task-Managers. Außerdem besitzen alle Spaltenköpfe ein Rechtsklick-Menü, über das sich entweder direkt oder mit Hilfe des Befehls „Spalten auswählen“ weitere Details ein- und überflüssige Angaben ausblenden lassen.

Eine Eigentümlichkeit ist bei der optionalen Spalte „Status“ der Prozesse-Seite zu beachten: Sie füllt sich erst mit Leben, wenn man im Menü die Option „Ansicht/Statuswerte/Anhaltstatus an-

zeigen“ aktiviert. Dann zeigt sie bei minimierten oder in den Hintergrund geklickten Apps gegebenenfalls „Angehalten“ an; für herkömmliche Windows-Anwendungen hat sie keine Bedeutung.

Eine zweite Besonderheit teilt sich das Spalten-Kontextmenü der Seite „Prozesse“ mit dem auf der Seite „Benutzer“: Die Angaben in den Spalten Arbeitsspeicher, Datenträger und Netzwerk lassen sich hier im Untermenü „Ressourcenerweiterung“ bei Bedarf von absoluten auf Prozentwerte umschalten.

## Überblick

Ist die Seite „Prozesse“ eher dazu gedacht, den Ressourcenverbrauch einzelner Programme zu begutachten, findet sich eine übersichtliche Darstellung der Gesamtauslastung des Systems auf der Seite „Leistung“. Auf der linken Seite zeigen kleine Diagramme die Auslastung der wichtigsten Ressourcen im zeitlichen Verlauf, ihre Beschriftungen geben den aktuellen Wert wieder. Durch einen Klick auf eine Ressource ruft man weitere Details auf.

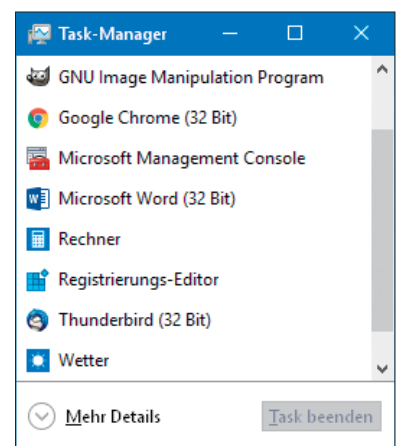
Auf einigen der Detail-Seiten verbergen sich weitere Informationen in Kontextmenüs. So kann man die Grafik der CPU-Auslastung per Rechtsklick in Einzeldiagramme ändern, die jeweils den Durchsatz eines logischen Prozessorkerns darstellen. Besonders aussagekräftig ist das heutzutage aber nicht mehr: Auf modernen CPUs verschiebt Windows die Last sehr dynamisch zwischen den verfügbaren Kernen hin und her, unter anderem um möglichst viel Rechenpower pro Watt verheizter elektrischer Leistung zu erreichen. Dass sich eine Single-Thread-Anwendung in eine Endlosschleife verrannt hat, erkennt man also nicht mehr unbedingt daran, dass ein Kern unter Volllast läuft. Auf einer Quad-Core-CPU sorgt sie vielmehr für eine mehr oder weniger gleichmäßige Auslastung aller vier Kerne zu etwa 25 Prozent; kommt noch Hyperthreading ins Spiel, dreht sich die acht logischen Kerne mit je circa 12,5 Prozent.

Eine Besonderheit gilt es bei der Interpretation der Auslastung von Netzwerkanschlüssen zu beachten: Diese Diagramme ändern ihren Maßstab dynamisch. Wenn eine Zeitlang kein nennenswerter Netzwerkverkehr stattfindet,

sorgen bereits durch die Leitung tropfende 100 KBit/s für Vollausschlag. Um zu beurteilen, ob die Netzwerkkarte wirklich am Anschlag arbeitet, muss man also immer den Maximalwert im Blick haben, der rechts oben am Diagramm steht.

Im Kontextmenü von Netzwerk-Diagrammen verbirgt sich übrigens noch der Befehl „Netzwerkdetails anzeigen“, der eine nicht gerade hübsche, aber sehr detaillierte Statistik der gesendeten und empfangenen Daten auf den Schirm ruft. Die Summen geben dabei die Werte seit dem Start der aktuellen Task-Managersitzung an.

Jede der Detail-Grafiken lässt sich per Doppelklick oder über den Kontextmenübefehl „Diagrammübersichtsansicht“ auf eine kompakte Darstellung reduzieren, die das gesamte Drumherum des Task-Managers ausblendet. Das Fenster lässt sich dann beispielsweise platzsparend in eine Ecke des Bildschirms verschieben. Das ist recht praktisch, wenn man eine Grafik im Blick behalten will, während man ein neues Programm oder eine Eigenentwicklung testet. Ähnlich kompakt ist die „Zusammenfassungsansicht“, die sich mit dem gleichnamigen Befehl aus dem Kontextmenü der linken Spalte oder einem Doppelklick dorthin anzeigen lässt.



Beim ersten Aufruf präsentiert sich der Task-Manager als ziemlich unspektakuläre Liste der laufenden Programme. Erst ein Klick auf „Mehr Details“ schaltet seinen vollen Funktionsumfang frei.

## Brot und Butter

Die Seiten „App-Verlauf“, „Autostart“ und „Benutzer“ bergen keine großen Geheimnisse. Bei ersterer verwendet Microsoft den Begriff „App“ ausnahmsweise mal konsequent: Die Seite listet nur den Ressourcenverbrauch von Store-Apps und ignoriert den der klassischen Windows-Anwendungen.

Bei den Autostarts ist der interessanteste Befehl im Kontextmenü der Einträge „Online suchen“: Er öffnet den als Standard eingerichteten Browser und sendet eine Anfrage an die Microsoftsche Suchmaschine Bing. Als Schlagwörter werden die Namen des Autostart-Eintrags und der EXE-Datei übergeben. Die Antworten sollen dabei helfen, unbekannte Einträge einer Anwendung oder einem Hersteller zuzuordnen. Meist finden sich unter den ersten paar Suchergebnissen auch ein oder mehrere Links zu Seiten mit Beurteilungen, ob die angefragte Datei harmlos oder womöglich ein Virus ist. Sehr vertrauenswürdig sind solche Aussagen allerdings oft nicht, vor allem dann nicht, wenn sie aus einem Diskussionsforum stammen. Wer bei unbekannten Autostarts sicher gehen will, dass sich keine

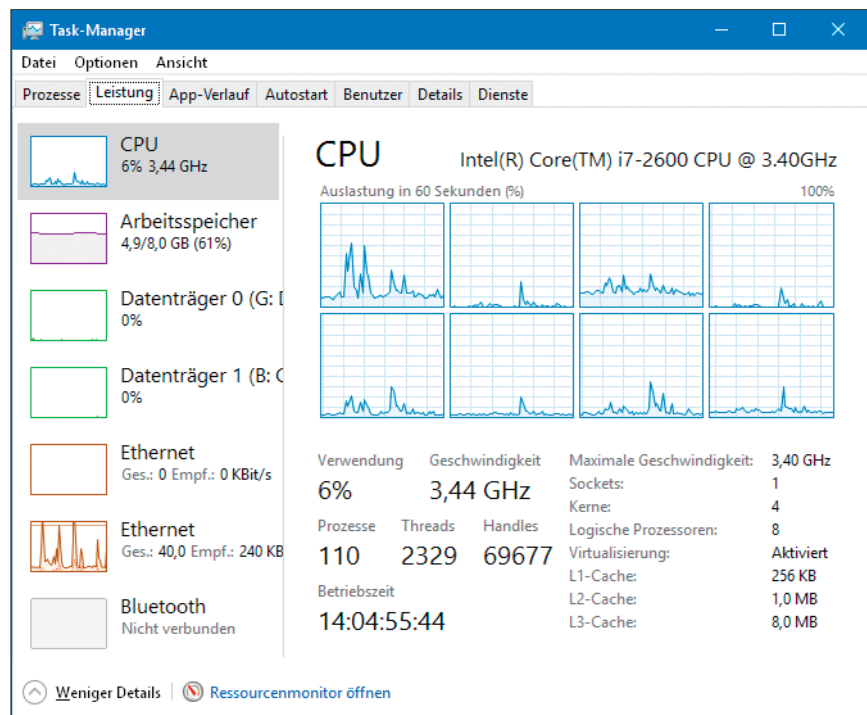
Malware eingenistet hat, verwendet besser den Kontextmenübefehl „Dateipfad öffnen“ und schickt die ausführbare Datei an die Internetseite [www.virustotal.com](http://www.virustotal.com): Hier scannen sie bis zu 60 Virens Scanner und stellen so ein ziemlich zuverlässiges Zeugnis aus.

Die Seite „Benutzer“ zeigt dieselben Einträge und Zusatzinformationen wie „Prozesse“, ordnet und summiert sie aber nach den beteiligten Benutzerkonten. Im Kontextmenü von Konten sind vielleicht noch die Befehle erwähnenswert, die den dazugehörigen Benutzer abmelden, seine Sitzung trennen oder ihm eine Nachricht senden.

## Mikroskop

Die Task-Manager-Seite, die unbedarften Benutzern wahrscheinlich am meisten Respekt einflößt, ist „Details“. Relativ schmucklos präsentiert sie eine tabellarische Liste aller laufenden Prozesse mit ihren wichtigsten Eigenschaften. Der spröde Charme dieser Liste lässt ihre Mächtigkeit kaum erahnen.

Über den Befehl „Spalten auswählen“ aus dem Kontextmenü der Spaltenköpfe lassen sich bis zu 38 Informationshäpp-



Wie stark verschiedene Ressourcen des Rechners im Verlauf der letzten Minute ausgelastet waren, zeigt der Task-Manager auf der Seite „Leistung“.

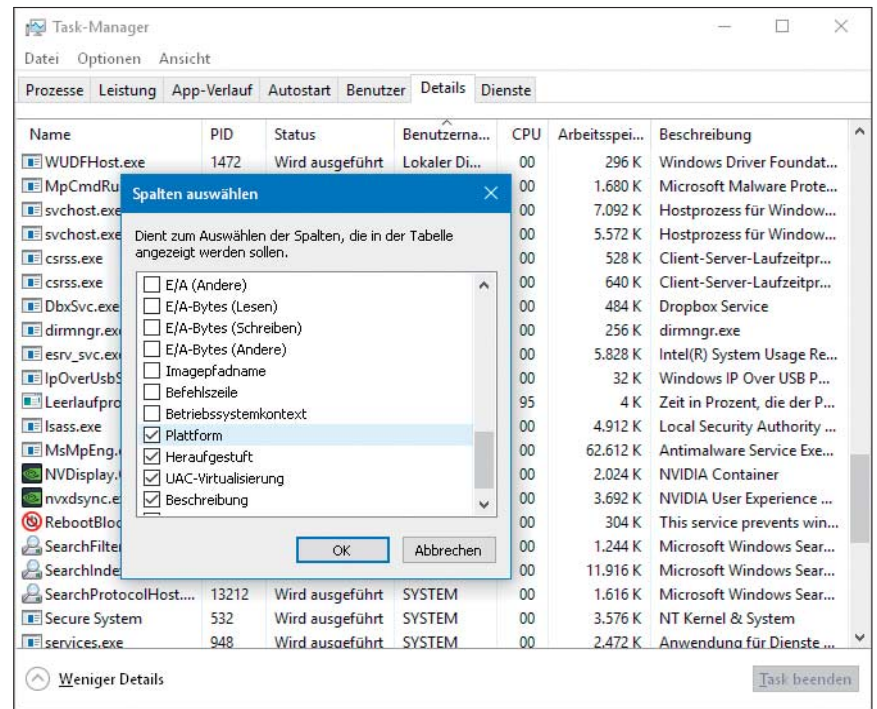


chen pro Prozess anzeigen. Etliche davon sind selbsterklärend, andere so exotisch, dass selbst Power-User sie wohl nur selten brauchen. Einige verdienen aber ein paar Erläuterungen.

Zur letzten Kategorie gehören die Spalten „Seitenfehler“ und „Ändern der Seitenfehler“: Anders, als man vielleicht meinen könnte, handelt es sich dabei nicht um Fehlfunktionen von Programmen. Vielmehr bedeutet ein Seitenfehler, dass ein Prozess versucht hat, auf eine Speicheradresse zuzugreifen, der zu diesem Zeitpunkt kein physisches RAM zugeordnet war. Windows musste den Speicherinhalt zunächst aus der Auslagerungsdatei oder dem ausführbaren Code – etwa einer EXE- oder DLL-Datei – laden. Eine große Zahl an Seitenfehlern ist also zunächst kein Grund zur Panik: Wenn ein großes Programm lange läuft und intensiv genutzt wird, muss es währenddessen eben auch viel Code nachladen. Besorgniserregend ist allerdings, wenn „Ändern der Seitenfehler“ dauerhaft und bei mehreren Programmen einen hohen Wert – deutlich über 500 – anzeigt. Dann treten nämlich ständig Seitenfehler auf. Das ist ein sicheres Zeichen dafür, dass der Rechner für die gerade anstehenden Aufgaben zu wenig RAM besitzt und mehr mit dem Ein- und Auslagern von Daten als mit dem Abarbeiten von Benutzercode beschäftigt ist. Abhilfe schaffen zusätzliche RAM-Riegel oder der Verzicht auf den gleichzeitigen Betrieb mehrerer speicherhungriger Anwendungen.

Interessant sind auch die Spalten „Heraufgestuft“ und – auf 64-bittigen Windows-Installationen – „Plattform“: Erstere enthält ein „Ja“ bei allen Prozessen, denen die Benutzerkontensteuerung Administratorrechte verliehen hat; diese Prozesse haben also unter anderem Schreibzugriff im Systemordner und im Schlüssel HKEY\_LOCAL\_MACHINE in der Registry. Unter „Plattform“ steht, ob es sich bei dem Prozess um ein 32- oder ein 64-Bit-Programm handelt.

Im Kontextmenü der Prozess-Einträge selbst finden sich etliche Befehle, die Entwicklern beim Testen ihrer Anwendungen helfen, in Einzelfällen aber auch zum Optimieren des Systems dienen können. So kann man etwa über „Priorität festlegen“ weniger wichtigen Prozessen CPU-Zeit entziehen, die dann Anwendungen im Vordergrund zugutekommt; mit



Auf der Seite „Details“ lassen sich bis zu 38 Eigenschaften der laufenden Prozesse übersichtlich auflisten. Ein Klick auf einen Spaltenkopf sortiert nach jeder beliebigen.

ein bisschen Glück lassen sich ruckelnde Spiele oder Mediaplayer damit noch um ein paar Prozent beschleunigen. Auch wild gewordene Programme, die die CPU auslasten und den Rechner unbedienbar machen, kann man so einbremsen. Andersherum kann man versuchen, über „Zugehörigkeit festlegen“ die Rechenzeit fressenden Hintergrundaktivitäten auf einen CPU-Kern zu konzentrieren, und hoffen, dass die anderen Kerne dadurch mehr Zeit für die Programme im Vordergrund haben. Allerdings beziehen sich beide Befehle immer nur auf die laufenden Prozesse und werden nicht gespeichert. Startet man die Programme neu, erhalten sie wieder ihre Standardwerte zugewiesen.

Ähnlich schmucklos wie die Liste der Prozesse kommt die Seite „Dienste“ daher. Praktisch ist sie dennoch, erspart ihr Kontextmenü dem Anwender doch für einfache Aufgaben wie das Starten und Anhalten von Diensten, die Computerverwaltung zu öffnen und sich zur Dienstverwaltung durchzuklicken. Wer beide Werkzeuge im Wechsel benutzt, sollte wissen, dass die Spalte, die die Computerverwaltung „Name“ nennt, im Task-Manager „Beschreibung“ heißt.

Die Spalte „PID“ enthält die Prozess-IDs laufender Programme, mehr oder we-

niger nichtssagende Zahlen. Ihren Sinn bekommen sie, wenn man über die Seite „Details“ herausgefunden hat, dass eine der Instanzen von svchost.exe die CPU unter Dauerlast hält: Dann sucht man deren PID bei den Diensten und kann damit den Kreis der verdächtigen Aktivitäten schon ziemlich eingrenzen. Bei Windows 10 ab Version 1703 („Creators Update“) läuft sogar jeder Dienst in seiner eigenen svchost-Instanz und hat damit eine eigene Prozess-ID.

## Wie weiter

Der Task-Manager ist ein ziemlich ernst zu nehmendes Diagnose-Tool, das allen Windows-Anwendern mit wenigen Mausklicks oder Tastendrücken zur Verfügung steht. Allerdings hat er seine Grenzen: Abhängigkeiten von Prozessen untereinander verrät er ebenso wenig wie die Namen von Dateien, die ein bestimmter Prozess gerade geöffnet hat. Wer Antworten auf diese Fragen braucht, muss sich dann doch ein erweitertes Tool besorgen. Als besonders praxistauglich hat sich dabei der Process Explorer von Microsoft Sysinternals erwiesen. Über [ct.de/yn98](http://ct.de/yn98) gelangen Sie an den kostenlosen Download.

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

**Alternative Task-Manager:** [ct.de/yn98](http://ct.de/yn98)

# Bewegter Hintergrund

## Video-Hintergrund für KDE Plasma

**Mit ein paar Handgriffen spielt der KDE-Plasma-Desktop im Hintergrund auch Bewegtbilder ab. Dazu brauchen Sie nur ein paar Zeilen Shell-Skript, einen Mediaplayer wie mpv und einige Einstellungen in der KDE-Fensterverwaltung.**

Von Kai Wasserbäch

Wem ein statischer Hintergrund auf dem Linux-Desktop zu langweilig ist, der kann mit KDE Plasma auch ein Video, einen Live-Stream oder eine hübsche Animation in Endlosschleife verwenden.

Entscheiden Sie zuerst, ob Sie ein statisches Video oder einen Live-Stream, beispielsweise von Twitch, abspielen wollen. Für einen einfachen Video-Hintergrund erstellen Sie zunächst eine Textdatei, beispielsweise `video_wallpaper.sh`. In diese Datei fügen Sie Folgendes ein:

```
#!/bin/sh
mpv --fs --ao=null --loop=inf \
--title="video_bg" --no-osc \
/home/user/Videos/video.mp4
```

Das sorgt später dafür, dass ein Video ohne Ton (`--ao=null`) in Endlosschleife (`--loop=inf`) und Vollbild (`--fs`) abgespielt wird. Damit keine lästigen Videosteuer-

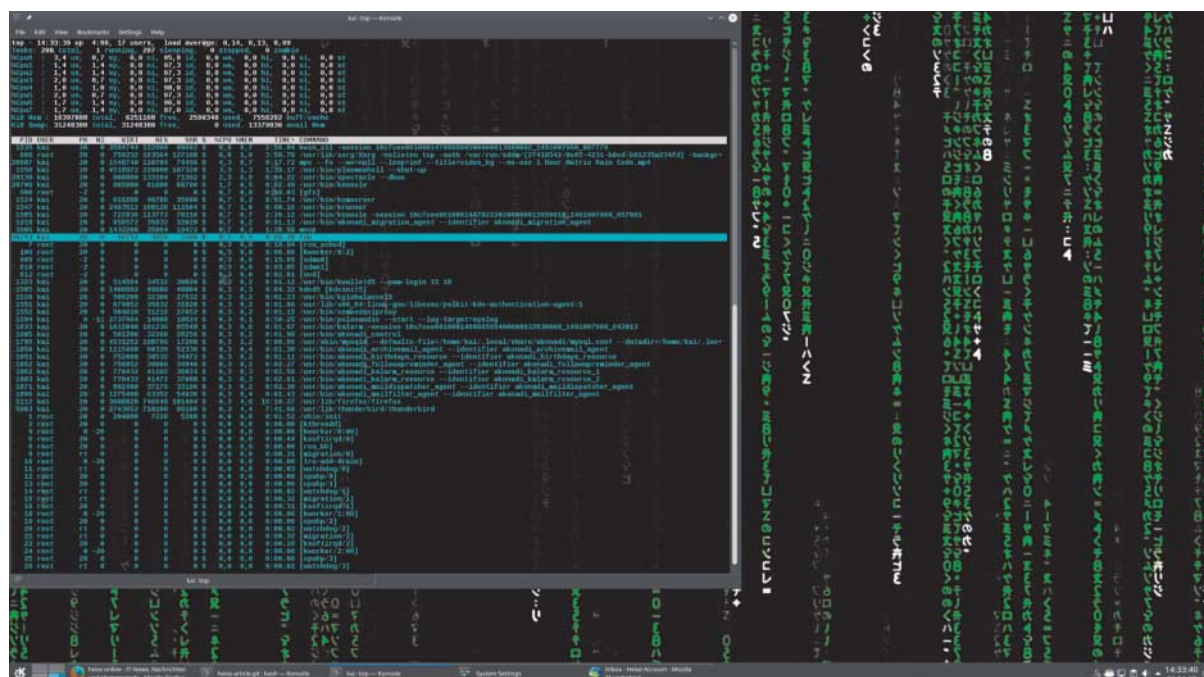
ungsoverlays den Hintergrund verschandeln oder man gar versehentlich im Video spult, übergibt man noch `--no-osc`. Der `title`-Parameter ist wichtig, damit die Fensterverwaltung von KDE das Video-player-Fenster auch wiederfindet.

Speichern Sie das Skript und machen Sie es mit

```
chmod +x video_wallpaper.sh
```

ausführbar. Öffnen Sie nun die Systemeinstellungen von KDE, rufen Sie den Punkt „Fensterverwaltung“ auf und öffnen Sie den Reiter „Fensterregeln“. Legen Sie mit einem Klick auf „Neu“ einen neuen Eintrag an. Im sich öffnenden Dialog vergeben Sie einen beliebigen Namen für die Regel und wählen in der Auswahlliste neben „Fenstertitel“ den Eintrag „Exakte Übereinstimmung“. Ins Feld daneben tippen Sie den im Skript vergebenen Titel `„video_bg“`. Im Reiter „Größe & Position“ setzen Sie einen Haken bei „Arbeitsfläche“, stellen die Anwendungsregel auf „Erzwingen“ und die Option auf „Alle Arbeitsflächen“.

Im Reiter „Anordnung & Zugriff“ aktivieren Sie „Im Hintergrund halten“, wählen rechts daneben „Erzwingen“ und „Ja“. Das Gleiche tun Sie bei den Optionen „Nicht in Kontrollleiste“, „Nicht in Arbeitsflächen-Umschalter“, „Nicht in Anwendungsumschalter“. Im letzten



Videos aus dem Film *Matrix* gibt es bei YouTube zuhauf. Heruntergeladen lassen sie sich im Hintergrund in Dauerschleife abspielen.



Reiter sollten Sie den Video-Hintergrund noch davon ausnehmen, jemals den Fokus von einem anderen Fenster zu stehlen. Speichern Sie Ihre Einstellungen mit „OK“ und „Anwenden“.

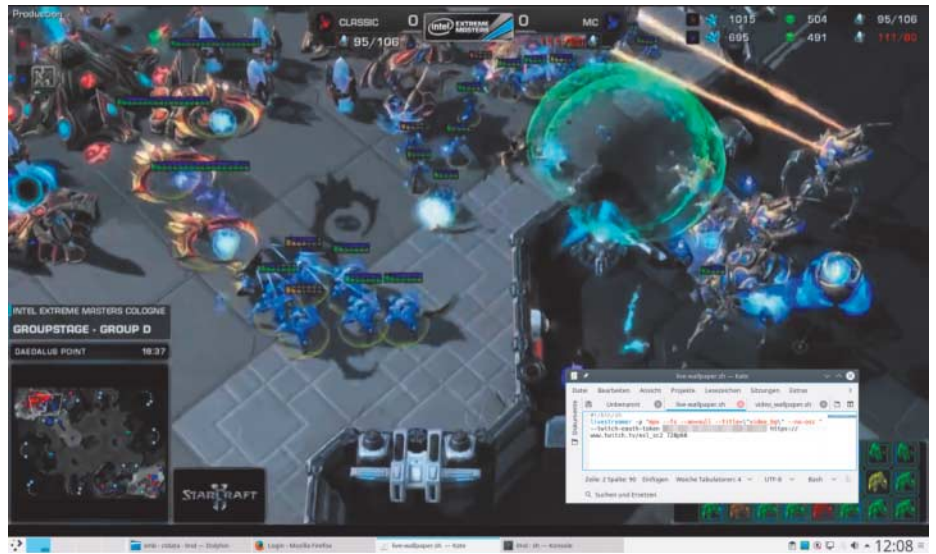
Ab sofort läuft jedes Mal, wenn das Skript `video_wallpaper.sh` ausgeführt wird, auf allen Desktops im Hintergrund das im Skript hinterlegte Video. Damit das automatisch beim Login geschieht, legen Sie in den Systemeinstellungen unter „Starten und Beenden“ eine entsprechende Autostart-Regel an.

## Passende Videos wählen

Am besten eignen sich als Videohintergrund Animationen, die einen perfekten Loop bilden, also mit dem selben Bildinhalt starten und enden. Das kann etwa eine Matrix-Animation sein oder eine Horde Zombies, die sich gegen eine Milchglasscheibe pressen. Wenn Sie mit dem System noch arbeiten wollen, sollten Sie besser sanfte Animationen nehmen, denn zu viel Bewegung lenkt ab. Bedenken Sie außerdem, dass das Abspielen eines hochauflösten Videos System-Ressourcen verbraucht, die Sie eventuell lieber für andere Zwecke einsetzen möchten.

Der Verbrauch lässt sich etwas begrenzen, wenn Sie hardwarebeschleunigte Dekodierung über VDPAU oder VA-API verwenden. Am besten gelingt das mit den Open-Source-Treibern für Radeon- und Intel-GPUs; die meisten Distributionen richten diese automatisch ein oder bieten sie zumindest in ihren Repositories zur Installation an. Für Intel-GPUs kommt nur VA-API infrage. Dazu installieren Sie das Paket `i965-va-driver` und übergeben `--hwdec=vaapi` an `mpv`. Alle von Mesa unterstützten Radeon-GPUs ab der R300-Serie unterstützen VDPAU (Paket: `mesa-udpau-drivers`). `mpv` rufen Sie dann mit der Option `--hwdec=vdpa` auf. Neuere Radeon-GPUs ab der R600-Serie lassen sich auch über die VA-API ansprechen. Dazu installieren Sie das Paket `mesa-va-drivers` und übergeben `mpv` die gleiche Option wie bei Intel-GPUs.

Bei Nvidia-GPUs gilt es zu unterscheiden: Setzen Sie die Open-Source-Treiber aus dem Mesa-Projekt ein, dann haben Sie die gleiche Wahl wie bei neueren Radeon-GPUs von AMD. Nutzen Sie dagegen



Auch Live-Streams beispielsweise von Twitch.tv lassen sich im Hintergrund abspielen. Konzentriert arbeiten dürfte da allerdings schwierig sein.

die proprietären Treiber von Nvidia, steht Ihnen nur die von Nvidia entwickelte Schnittstelle VDPAU zur Beschleunigung zur Verfügung.

## Live-Video als Hintergrund

Wollen Sie im Hintergrund lieber einen Livestream abspielen, brauchen Sie zusätzlich zum Media-Player ein Werkzeug wie `livestreamer`, das die meisten Distributionen in ihren Paketquellen bereitstellen. Außerdem sind einige kleine Änderungen am Skript erforderlich. Um etwa den Twitch-Kanal `ESL_SC2` anzuzeigen, passen Sie das Skript folgendermaßen an:

```
#!/bin/sh
livestreamer -p "mpv --fs --ao=null \
--title=\"video_bg\" --no-osc " \
https://www.twitch.tv/esl_sc2 720p60
```

Welche Qualitätsstufen (hier 720p60) verfügbar sind oder ob das automatische best funktioniert, hängt dabei vom jeweiligen Kanal und den unterstützten Streaming-Plattformen ab. Dabei sind Live-Streams deutlich wackeliger, als eine von der lokalen Festplatte abgespielte Video-datei.

Damit das Abspielen eines Twitch-Streams klappt, müssen Sie `livestreamer` zunächst einmalig autorisieren. Tippen Sie dazu in einem Terminalfenster

```
livestreamer --twitch-oauth-
authenticate
```

Daraufhin öffnet sich ein Browser-Fenster, in dem Sie sich bei Twitch mit Ihrem Account einloggen und den Abruf autorisieren. Daraufhin werden Sie auf eine nicht existierende Seite weitergeleitet. In deren URL finden Sie einen Teil, der mit „access\_token=“ beginnt. Kopieren Sie die Zeichen zwischen „=“ und „&“.

Dieses Token müssen Sie `livestreamer` mit auf den Weg geben. Das geht mithilfe des zusätzlichen Parameters `--twitch-oauth-token` im Skript, besser aber hinterlegen Sie diesen in der Konfigurationsdatei von `livestreamer`. Diese liegt im Verzeichnis `~/config/livestreamer` und trägt den simplen Namen `config`. Fehlt sie, können Sie sie einfach samt Verzeichnis neu anlegen. Fügen Sie dort folgende neue Zeile ein:

```
twitch-oauth-token=TOKEN
```

Ersetzen Sie den Platzhalter `TOKEN` durch die kopierte Zeichenfolge. Beim nächsten Aufruf findet `livestreamer` das hinterlegte Zugriffs-Token.

Da die meisten Streaming-Dienste eine API anbieten, können Sie mit etwas Aufwand auch einen zufälligen Kanal aus einem Themenbereich abspielen. Dann lohnt es sich aber, auf eine mächtigere Skriptsprache wie Perl umzusteigen, um die API-Antworten leichter verarbeiten zu können. (lmd@ct.de) **ct**

**Mehr über mögliche Optionen:**  
[ct.de/yk7g](https://ct.de/yk7g)



Bild: Katharina Berndt

# Habenwollen! Zahlenmüssen?

## Rechtslage bei Internetkäufen Minderjähriger

**Wenn Kinder und Jugendliche im Internet unkontrolliert auf Shopping-Tour gehen, ist nicht nur der Haussegen in Gefahr; unter Umständen droht auch rechtlicher Ärger. Eltern sind daher gut beraten, sich mit den Konsequenzen von Vertragsschlüssen ihrer Sprösslinge auseinanderzusetzen.**

**Von Nicolas Maekeler  
und Brian Scheuch**

Viele Kinder wachsen als Digital Natives auf: Für sie ist es gelebter Alltag, dass Käufe schnell und unkompliziert übers Netz abgewickelt werden. Spendieren die Eltern den WLAN-Zugang daheim und die Mobilnetz-Flatrate für unterwegs, stehen den Kids überall und jederzeit nahezu unbegrenzte Shopping-Möglichkeiten offen.

Was früher der Kiosk von nebenan war, sind heute App-Stores und Online-Shops von Apple bis Amazon. Unterstützt durch Social-Media-Accounts und ausgeklügeltes Nutzer-Tracking gelingt es den Betreibern, auch sehr junge Kunden mit

genau passenden Angeboten anzusprechen und zum spontanen Kauf mit wenigen Klicks zu verleiten. Aber sind Geschäfte, die Kinder und Jugendliche auf diese Weise abschließen, rechtlich verbindlich?

Das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) regelt im dritten Abschnitt, wie sich die Rechtslage bei Verträgen mit Minderjährigen darstellt. Grundsätzlich gilt: Verträge kann nur derjenige selbstständig abschließen, der unbeschränkt geschäftsfähig ist – also mindestens 18 Jahre alt. Nach § 106 BGB gelten Minderjährige zwischen sieben und siebzehn Jahren als „beschränkt geschäftsfähig“: Sie können wirksam Ver-



träge schließen, wenn das Rechtsgeschäft einseitig vorteilhaft für sie ist, wie etwa beim Empfang einer Schenkung. Wenn sie eine Gegenleistung erbringen müssen – etwa einen Kaufpreis zahlen –, benötigen sie die Zustimmung der Eltern.

Entweder willigen die Eltern vor Vertragsschluss ein oder sie genehmigen den Vertrag nachträglich. Bis zur Genehmigung gilt ein Vertrag, den ein beschränkt Geschäftsfähiger geschlossen hat, als „schwebend unwirksam“. Kinder unter sieben Jahren sind gar nicht geschäftsfähig. Sie können rechtlich gesehen keine Willenserklärung abgeben und daher keine Verträge eingehen. Das gilt sogar für kleine Bargeschäfte des täglichen Lebens wie den Kauf einer bunten Tüte beim Kiosk nebenan.

### Taschengeldparagraf

Doch keine Regel ohne Ausnahme: Der sogenannte Taschengeldparagraf (§ 110 BGB) ermöglicht Verträge ohne Einwilligung der Eltern, falls das Kind nur eigene Mittel verwendet – also etwa sein Taschengeld oder das Geburtstagsgeld der Großeltern. Gestohlenes Geld fällt ebenso wenig unter diese Regelung wie Mittel, die man sich durch den Einsatz von heimlich abgegriffenen Bankdaten der Eltern verschafft.

Außerdem muss das Geschäft sofort abgewickelt sein; Ratenzahlungen etwa zählen nicht. Auch ein Kauf auf Rechnung oder eine geplatzte Lastschrift „bewirken“ im juristischen Sinne keinen Vertrag. Er kann stets widerrufen werden, wenn die Leistung noch nicht komplett bezahlt wurde.

Meist beschränken Eltern die Mittel ihrer Sprösslinge auf bestimmte Zwecke. Ein „Mach mit dem Geld, was du willst“ hören Kinder eher selten. Ob der genannte Paragraf greift, ist deshalb immer eine Einzelfallentscheidung. Den Beweis dafür, dass er Anwendung findet, muss stets die Person erbringen, die sich darauf beruft. Das wird bei einem Widerspruch der Eltern üblicherweise der Händler sein.

Allerdings dürfte dieser in den meisten Fällen kaum nachweisen können, dass das Taschengeld tatsächlich für den Zweck freigegeben wurde, für den das Kind es ausgegeben hat. Im Streitfall wird ein Richter ihm allenfalls glauben, wenn das Kind bereits mehrere Verträge mit dem Händler geschlossen hat und die Eltern diese genehmigt haben. Eine Einwilligung der Eltern zur freien Verfügung wird man bei bestimmten Käufen jedenfalls nicht geltend machen können. Das gilt beispiels-

weise für den Fall, dass Kinder gewaltverherrlichende Artikel erwerben.

### Pflichten von Online-Shops

Die großen Online-Kaufhäuser machen den Zugang zu ihrer Warenwelt extrem leicht. Die allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) von eBay und Amazon verbieten zwar Minderjährigen, die Angebote zu nutzen. Dieses Verbot setzen die Unternehmen aber nicht aktiv durch. Mehr noch: Weder Amazon noch eBay verlangen überhaupt eine Angabe des Alters. Abgesehen davon können Minderjährige ohne Zustimmung der Eltern nicht einmal wirksam in AGBs einwilligen.

Eine rechtliche Verpflichtung der Händler, das Alter des Vertragspartners zu kontrollieren, besteht für Kaufverträge allgemein nicht. Die Anbieter setzen sich dem Risiko aus, dass die gesetzlichen Vertreter im Nachhinein das vom Minderjährigen abgeschlossene Geschäft widerrufen.

Eine Ausnahme bildet der Verkauf von Produkten, für deren Abgabe an Kinder oder Jugendliche gesetzliche Einschränkungen bestehen. So finden sich im Jugendschutzgesetz (JuSchG) Regelungen für den Verkauf von Filmen, Computerspielen, Alkohol und Tabak. Trägermedien müssen beispielsweise von einer Organisation der freiwilligen Selbstkontrolle freigegeben und entsprechend gekennzeichnet sein. Bei Produkten ohne Jugendfreigabe bedarf es im Versandhandel technischer oder sonstiger Vorkehrungen, um sicherzustellen, dass die Ware nicht an Kinder und Jugendliche verschickt wird.

So bietet etwa DHL an, gegen Aufpreis das Alter bei der Zustellung zu prüfen: Der

DHL-Bote übergibt das Paket nur persönlich an den Empfänger oder an volljährige Personen im selben Haushalt. Wenn er „auf Sicht“ nicht sicher sein kann, dass der Empfänger das geforderte Mindestalter erreicht hat, muss der Ausweis her.

Bei Alkohol und Tabak ist die Gesetzeslage bezüglich der Altersverifikation nicht eindeutig, da anders als bei Trägermedien keine explizite Vorschrift für den Versandhandel existiert. Das Landgericht Koblenz entschied daher, dass ein Online-Verkauf auch ohne Altersprüfung zulässig sei [1].

### Teure In-App-Käufe

Gerade virtuelle Güter können bei manchem Kind die Kauflust steigern. In App-Stores locken kostenpflichtige Spiele ebenso wie „Freemium“-Games, deren Download kostenlos ist, die aber mit In-App-Verkäufen arbeiten. Eine Altersprüfung findet kaum statt: Bei Google beispielsweise muss man in Deutschland zwar mindestens 13 Jahre alt sein, um ein Konto anzulegen. Aber diese Beschränkung lässt sich durch schlichtes Lügen umgehen.

Die App-Stores bieten unzählige Zahlungsmethoden an. Außer mit Kreditkarte, PayPal & Co. lässt sich auch mit Guthabekarten und manchmal sogar über die Handyrechnung bezahlen. Gerade letztere Methode birgt für Minderjährige das Risiko, mit wenigen Klicks die Handyrechnung zu belasten und dabei den Überblick über die Kosten zu verlieren.

Vor allem bei Browser-Games nach dem sogenannten Free-to-Play-Konzept lockt das Pay-by-Call-Verfahren: Über den Anruf einer teuren 0900-Nummer zahlt

### Musterbrief zur Rückabwicklung

(Absender) (Anschrift Vertragspartner) (Datum)

Unberechtigte Forderung (Kundennummer, Vertragsnummer)

Sehr geehrte Damen und Herren,

Sie machen gegenüber meiner/meinem Tochter/Sohn einen Betrag in Höhe von (Summe) Euro für (Vertragsgegenstand) geltend. Ich darf Sie darüber informieren, dass mein/e Sohn/Tochter minderjährig ist. Ich habe als Erziehungsberechtigte/r in das vorliegende Rechtsgeschäft nicht eingewilligt und werde dieses auch nachträglich nicht genehmigen. Auch der sogenannte Taschengeldparagraf (§ 110 BGB) findet keine Anwendung. Der Vertragsschluss ist somit unwirksam. Die bereits bei Ihnen eingegangene Zahlung bitte ich bis zum (Datum) zurückzuerstatten. Bitte veranlassen Sie auch die sonstige Rückabwicklung des Vertrags.

Mit freundlichen Grüßen  
(Unterschrift)

Beim Anlegen eines Accounts erzwingt Google zwar die Eingabe eines Geburtsdatums, überprüft diese Angaben aber nicht weiter.

man über die Telefonrechnung etwa für Erleichterungen oder Gegenstände im Spiel. Solche Zahlungen können Minderjährige über den elterlichen Telefonanschluss erledigen. Nach § 45i des Telekommunikationsgesetzes (TKG) haftet der Anschlussinhaber zwar für alle über seinen Anschluss in Anspruch genommenen Leistungen. Das gilt aber nur für die Nutzung der Telekommunikationsdienste selbst.

Nach Ansicht des Bundesgerichtshofs (BGH) handelt es sich beim Pay-by-Call-Verfahren um einen Zahlungsdienst. In einem solchen Fall ist es nach § 675u BGB der Anbieter dieses Dienstes, der das Risiko einer nicht autorisierten Zahlung trägt. Mit einem aktuellen Urteil [2] hat der BGH so eine Mutter vor einer Zahlung in Höhe von 1250 Euro bewahrt. Diese Summe hatte ihr Sohn für Items in einem Online-Spiel ausgegeben.

## Rechtliche Abwehr

Wenn Ihr Kind ohne Ihre Einwilligung einen unerwünschten Kaufvertrag abgeschlossen hat und dieser nicht unter den Taschengeldparagrafen fällt, sollten Sie den Händler kontaktieren und ihm mitteilen, dass Sie die Genehmigung verweigern. Der Vertrag ist als von Anfang an nichtig anzusehen. Falls bereits Geld geflossen ist, besteht ein Anspruch auf Erstattung des Kaufpreises und der eventuell angefallenen Versandkosten. Im Gegenzug müssen Sie die Ware zurückgeben.

In seltenen Fällen bleiben Eltern jedoch auf den Kosten sitzen. Ein Klassiker und zugleich eine Ausnahme in der Rechtsprechung ist der sogenannte Flugreisefall aus dem Jahr 1971: Ein fast volljähriger Jugendlicher flog als blinder Passagier nach New York, wo ihm die Einreise verweigert wurde. Die Fluggesellschaft ließ ihn eine Zahlungsverpflichtungserklärung unterschreiben und beförderte ihn zurück nach Deutschland. Die Mutter verweigerte allerdings die Genehmigung des Rechtsgeschäfts mit der Fluggesellschaft.

Der BGH verneinte zwar einen Anspruch aus dem (unwirksamen) Vertrag [3]. Dennoch mussten die Flugkosten beglichen werden: Das Gericht befand, der Minderjährige habe die Leistung durch eine vorsätzliche unerlaubte Handlung erlangt und gewusst, dass er nicht berechtigt war, den Dienst der Fluggesellschaft kostenlos in Anspruch zu nehmen. Diese Ausnahme führte dazu, dass er für den Wert der in Anspruch genommenen Leistung haften musste.

Der vom BGH entschiedene Flugreisefall stellt daher ausdrücklich klar, dass Minderjährige keinen „Freifahrtsschein“ haben, wenn sie böswillig Leistungen in Anspruch nehmen und die nötige Einsichtsfähigkeit besitzen. Für Online-Verträge kann dies bedeuten: Wenn ein Minderjähriger beispielsweise böswillig fünfmal dasselbe Produkt bestellt, um einen Händler zu schädigen, ist es gut möglich, dass er ausnahmsweise und trotz verweigerter Genehmigung der Eltern auf den Kosten sitzenbleibt.

## Auf fremde Rechnung

Wie sieht es rechtlich aus, wenn die Kinder nicht mit eigenen Accounts agieren, sondern die Accounts der Eltern benutzen oder gar die Kreditkarte der Eltern für eigene Zahlungen verwenden? Das Amtsgericht Frankfurt/Main hat 2010 die Haftung der Eltern für die Benutzung ihres eBay-Accounts durch ihr Kind bejaht [4]. In dem zu entscheidenden Fall hatte ein 16-Jähriger über den Account seiner Eltern erfolgreich auf ein iPhone 3G geboten.

Diese Rechtsprechung dürfte jedoch mittlerweile überholt sein. Im Jahr 2011 hat nämlich der BGH entschieden, dass selbst ein Ehemann nicht für die Nutzung seines eBay-Accounts durch die Ehefrau haftet [5]. Das muss erst recht für die Nutzung des Accounts durch minderjährige Kinder gelten.

Eine Haftung der Eltern käme demnach nur in Betracht, wenn eine Dul-

dungs- oder Anscheinsvollmacht vorliegt. Das ist beispielsweise der Fall, wenn die Eltern von der Benutzung ihrer Accounts wissen und dies dulden – oder wenn sie es bei pflichtgemäßer Sorgfalt hätten erkennen können.

Bei unberechtigter Kreditkartennutzung sieht es mit der Haftung ähnlich aus. Die Eltern haben bei einem unwirksamen Vertrag grundsätzlich einen Anspruch auf Rückzahlung des Kaufpreises gegen den Verkäufer. Wenn allerdings erst einmal Streit über die Wirksamkeit eines Vertrags ausgebrochen ist, kann es sein, dass eine Erstattung durch den Verkäufer lange auf sich warten lässt.

Dann stellt sich die Frage, ob auch ein Anspruch gegen das Kreditkarteninstitut besteht. Bei unautorisierter Nutzung ist der Zahlungsdienstleister grundsätzlich zur Rückzahlung verpflichtet, sofern die missbräuchliche Nutzung nicht auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit beruht. Allerdings regeln die AGBs der Banken meist, dass Kunden ihre Kreditkarten sicher aufbewahren müssen, um einen Missbrauch durch Dritte zu verhindern. Wenn die Kreditkarte nicht wirklich kindersicher untergebracht war, werden Eltern nach unbefugten Einkäufen des Nachwuchses nur schwer einen Anspruch gegen den Zahlungsdienstleister durchsetzen können.

Aus pädagogischer Sicht ist es empfehlenswert, Kindern einen gewissen Handlungsspielraum im Umgang mit Geld einzuräumen. Schließlich sollen sie lernen, verantwortungsbewusst Rechtsgeschäfte einzugehen. Hierzu gehören aber auch verbindliche Regeln darüber, wozu das Taschengeld verwendet werden darf und in welchen Fällen die Eltern vorher gefragt werden sollten. Wenn es doch einmal schief geht, ist das Recht glücklicherweise oft auf Seiten der Eltern. Falls es dann bei der Durchsetzung des Rechts mit dem Vertragspartner Streit gibt, empfiehlt sich der Weg zur Verbraucherzentrale oder zu einem Rechtsanwalt. (psz@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Landgericht Koblenz, Beschluss vom 13.8.2007, Az. HK o 120/07
- [2] Bundesgerichtshof, Urteil vom 06.4.2017, Az. III ZR 368/16
- [3] Bundesgerichtshof, Urteil vom 07.1.1971, Az. VII ZR 9/70
- [4] Amtsgericht Frankfurt/Main, Urteil vom 15.1.2010, Az. 32 C 2689/09-48
- [5] Bundesgerichtshof, Urteil vom 11.5.2011, Az. VIII ZR 289/09

**Gerichtsentscheidungen:** [ct.de/yrrs](http://ct.de/yrrs)

Anzeige

# Tipps & Tricks

## Wir beantworten Ihre Fragen

Fragen zu Beiträgen in der c't richten Sie bitte an

### unsere Kontaktmöglichkeiten:

 [hotline@ct.de](mailto:hotline@ct.de)

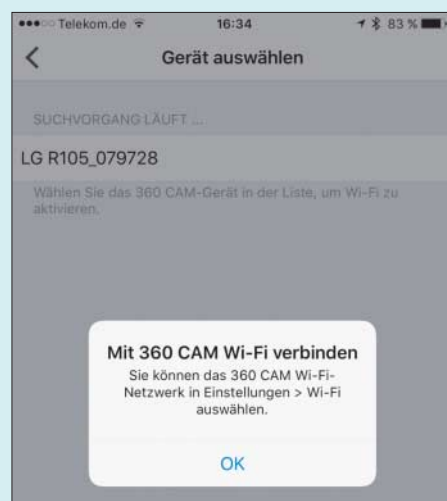
  c't magazin

 @ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

## LG-Kamera verbindet sich nicht mit iPhone

**?** Ich habe die 360-Grad-Kamera LG360 gekauft, aber sie verbindet sich nicht mit dem iPhone. Das WLAN der Kamera ist eingeschaltet, aber die WLAN-SSID taucht nicht in der WLAN-Liste meines Smartphones auf. Was kann ich tun?



Die LG-Kamera lässt sich nur über eine Bluetooth-Suche finden. Erst danach ist eine WLAN-Verbindung zwischen Smartphone und Kamera per WLAN möglich.

**!** Zum Verbinden ist bei der LG-Kamera ein ungewöhnlicher zweistufiger Prozess nötig. Sie senden ihre WLAN-SSID nämlich erst, nachdem dieser Prozess via Bluetooth initiiert wurde. Gehen Sie am besten so vor: Starten Sie die LG360Cam-App auf dem Smartphone und drücken Sie an der Kamera den Einschaltknopf. Warten Sie, bis die Einschaltmelodie ertönt und wechseln Sie in der App rechts oben auf die Kamerasuche. Tippen Sie auf die Zeile mit dem Kameranamen und wechseln Sie beim Smartphone auf „Einstellungen/WLAN“. Wählen Sie das WLAN mit dem Namen der Kamera. Beim erstmaligen Einrichten der Verbindung ist die Eingabe des Passworts nötig (LGR105, gefolgt von zwei Nullen und der Seriennummer). Nach dem Quit-Button für den geglückten Aufbau der Verbindung wechseln Sie zur LG360Cam-App. Damit ist die Kamera bereit.

Taucht die Kamera (Bezeichnung lautet auf LGR105\_ plus Seriennummer) bei der Suche in der LG-App nicht auf, schalten Sie kurz die Bluetooth-Funktion am Smartphone aus und wieder ein, ebenso die Kamera. Daraufhin sollte die Kamerasuche die LG-Kamera finden. Verliert die Kamera die Verbindung, ist jedes Mal die erneute Suche der Kamera in der App nötig. (mil@ct.de)

## Windows 10: OneDrive entfernen

**?** Ich will unter Windows 10 Microsofts Cloud-Speicher-App OneDrive weder verwenden noch im Datei-Explorer sehen. Wie werde ich sie los?

**!** OneDrive lässt sich in der aktuellen Version wie andere Programme über den Dialog „Apps & Features“ in den Windows-10-Einstellungen oder über „Programme und Features“ der klassischen Systemsteuerung deinstallieren. Falls ein entsprechender Eintrag fehlt, können Sie die Deinstallation auch von Hand aufrufen. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf den Startknopf unten links und wählen Sie „Eingabe-

aufforderung (Administrator)“ oder „Windows PowerShell (Administrator)“. Auf 32-Bit-Systemen deinstalliert der Befehl

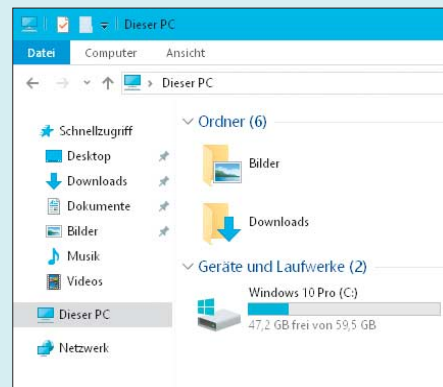
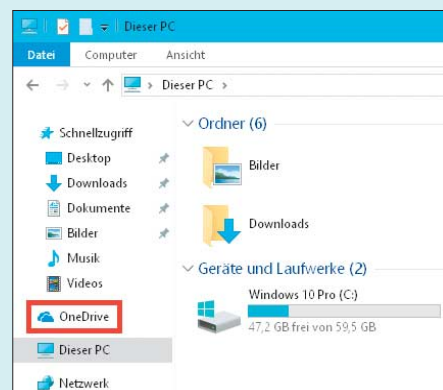
```
C:\Windows\System32\cmd.exe /c OneDriveSetup.exe -uninstall
```

den OneDrive-Client; wenn Sie ein 64-Bit-System verwenden, lautet der Befehl

```
C:\Windows\SysWOW64\cmd.exe /c OneDriveSetup.exe -uninstall
```

Möchten Sie OneDrive auf dem PC behalten, um es später nicht neu installieren zu müssen, können Sie auch einstellen, dass es nicht mit Windows gestartet wird. Klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf das OneDrive-Symbol im Infobereich der Taskleiste und wählen Sie „Einstellungen“. Wechseln Sie dann wiederum zur Registerkarte „Einstellungen“, entfernen Sie das Häkchen vor „OneDrive beim Anmelden bei Windows automatisch starten“ und bestätigen Sie mit OK.

Nun bleibt noch die OneDrive-Verknüpfung im Navigationsbereich des Datei-Explorers, die Sie mit einem Eingriff in die Registry entfernen können. Öffnen Sie dazu den Registry-Editor, indem Sie die Windows-Taste drücken, „regedit.exe“ eingeben und mit der Eingabetaste bestätigen. Navigieren Sie zum Schlüssel



Um den OneDrive-Link im Explorer loszuwerden, ist ein Eingriff in die Registry nötig.



HKEY\_CLASSES\_ROOT\CLSID\{018D5C66-4533-4307-9B53-224DE2ED1FE6}

und doppelklicken Sie auf den darin enthaltenen DWORD-Eintrag `System.IsPinnedToNameSpaceTree`. Ändern Sie den Wert von 1 auf 0 und bestätigen Sie mit OK. Auf 64-Bit-Installationen wiederholen Sie im Schlüssel

HKEY\_CLASSES\_ROOT\Wow6432Node\CLSID\{018D5C66-4533-4307-9B53-224DE2ED1FE6}

diesen Vorgang, damit die OneDrive-Verknüpfung auch aus den Öffnen- und Speichern-Dialogen aller 64-Bit-Programme verschwindet. (jss@ct.de)

## Mehrere Druckerprofile unter Windows 10

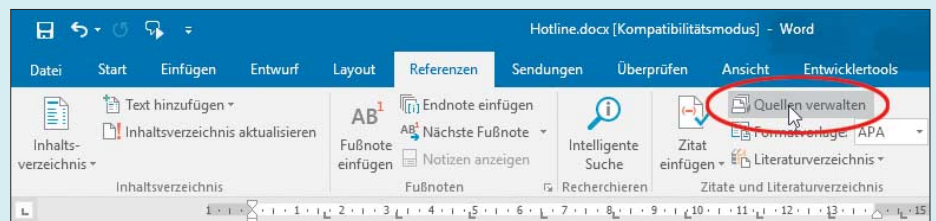
**?** Will man bei einem Drucker verschiedene Features wie einseitigen oder zweiseitigen Druck oder unterschiedliche Fächer abwechselnd nutzen, konnte man in früheren Windows-Versionen denselben Druckertreiber mehrfach installieren. So war es möglich, sich verschiedene Profile zurechtzulegen. Unter Windows 10 ist mir das bislang nicht gelungen.

**!** Sie können auch unter Windows 10 mehrere Instanzen desselben Druckertreibers oder auch verschiedene Treiber für denselben Drucker installieren. Das klappt wie üblich über „Drucker oder Scanner hinzufügen“.

Wenn der Drucker nicht automatisch gefunden wird, klicken Sie auf „Der gewünschte Drucker ist nicht aufgelistet.“ Dann bekommen Sie die Auswahloptionen, um Drucker anhand von Freigabennamen, IP-Adresse oder Hostnamen auszuwählen und danach einen passenden



Auch unter Windows 10 kann man mehrere Instanzen eines Druckers mit unterschiedlichen Einstellungen anlegen.



Im Reiter „Referenzen“ des Menübands von Word kann man über „Quellen verwalten“ ein beliebiges Verzeichnis für die Bibliographie auswählen.

Treiber aus dem Windows-Fundus oder von einer wählbaren Quelle zu installieren.

Nutzt man unter Windows 10 den bereits installierten Treiber, wird die neue Instanz nur nicht unter „Drucker & Scanner“ angezeigt, sondern unter dem Drucker (auf „Verwalten“ klicken). Gibt es mehrere Instanzen, erscheint ein Auswahlmenü. Über das können Sie „Drucker XY (Kopie 1,2,n)“ selektieren und über Druckereinstellungen Ihre Druckvorgaben im Treiber auswählen. In den Druckmenüs der Anwendungen tauchen die Instanzen wie gewohnt separat auf. (rop@ct.de)

## Excel-Datei wird immer größer

**?** Ich bearbeite seit längerer Zeit eine Tabelle, in der ich vor allem bestehende Daten editiere und verhältnismäßig wenig neue Zeilen oder Spalten hinzufüge. Trotzdem wird die Datei immer größer: Von ursprünglich 19 KByte ist sie mittlerweile auf über 50 MByte angewachsen, obwohl ich kaum Daten hinzugefügt habe.

**!** Wahrscheinlich haben Sie weit entfernt von den eigentlichen Daten irgendetwas eingegeben, das Excel ebenfalls als Daten interpretiert und deshalb den gesamten Bereich bis dorthin mitspeichert. Das können auch nicht sichtbare Zeichen oder andere Zelleninhalte sein.

Um die Tabelle auf den tatsächlichen Inhalt zu reduzieren, markieren Sie die Zeile unterhalb der Daten und drücken Sie Strg+Shift+Cursor-unten. Mit einem Rechtsklick öffnen Sie dann das Kontextmenü und wählen Sie „Zellen löschen“. Wiederholen Sie das für die Spalten mit dem Unterschied, dass Sie dann Strg+Shift+Cursor-rechts drücken. Wenn Sie die Datei danach speichern, sollte sie wesentlich weniger Platz belegen. (db@ct.de)

## Speicherort für Word-Bibliographie ändern

**?** Ich schreibe auf unterschiedlichen PCs eine längere Arbeit und habe die Datei deshalb auf OneDrive gespeichert. Die Daten fürs Literaturverzeichnis legt Word aber lokal im Verzeichnis „C:\Users\Benutzername\AppData\Roaming\Microsoft\Bibliography“ ab. Wie kann ich den Speicherort auf OneDrive umstellen? In den Optionen von Word 2016 habe ich nichts gefunden.

**!** Den Pfad können Sie an einer anderen Stelle anpassen. Wählen Sie im Menü „Referenzen“ und klicken Sie dann im Menü-Band auf „Quellen verwalten“. Es öffnet sich ein Auswahlmenü, in dem Sie mit einem Klick auf „Durchsuchen“ das Verzeichnis einstellen und den Dateinamen eingeben können. Das Verzeichnis darf auch auf einem Cloud-Speicher wie OneDrive oder im LAN liegen. (db@ct.de)

## Bildschirmausschnitte an OneNote senden

**?** Bisher konnte ich in Windows 10 mit der Tastenkombination Win+Shift+S einen Screenshot von einem Bildschirmausschnitt machen und wahlweise in die Zwischenablage oder an eine OneNote-Notizseite senden. Seit dem Update auf Windows 10 Build 1703 passiert nach dem Selektieren des Ausschnitts gar nichts mehr.

**!** Das ist Absicht. Screenshots landen jetzt automatisch in der Zwischenablage. Das Senden an OneNote klappt nur noch, wenn Sie statt des Tastenkürzels das OneNote-Systray-Icon verwenden und den Befehl „Bildschirmausschnitt erstellen“ wählen.

Sie können das neue Tastenkürzel aber auch deaktivieren und die immer noch darunterliegende alte Funktion

wieder zum Vorschein bringen. Führen Sie dazu mit Win+R folgenden Befehl aus:

```
reg.exe add HKEY_CURRENT_USER\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Explorer\Advanced /v DisabledHotkeys § /t REG_SZ /d S /f
```

Nach einem Neustart oder einer Windows-Neuanmeldung klappen Screenshots an OneNote wieder wie früher mit Win+S oder wahlweise mit Win+Shift+S. Die Cortana-Suche lässt sich so zwar nicht mehr aufrufen, das klappt aber auch mit Win+Q. (Stefan Wischner/dwi@ct.de)

## Funktionsvergleich von Tabellenkalkulationen

**?** Ich tausche häufig in Excel erstellte Tabellen mit vielen Formeln mit anderen Nutzern aus, die zum Teil aber andere Programme benutzen. Da ich meine Excel-Datei so halten möchte, dass alle Formeln korrekt berechnet werden, möchte ich nur solche Rechenfunktionen einsetzen, die auch die anderen Kalkulationsprogramme kennen. Wo finde ich eine solche Übersicht?

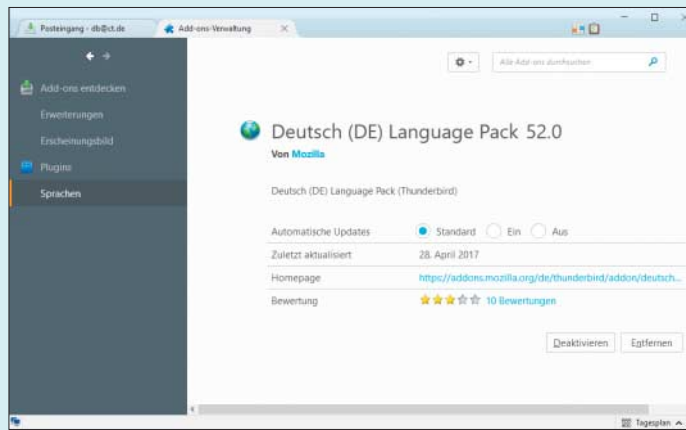
**!** Unsere Kollegen von der Mac & i haben in Heft 2/17 einen Vergleichstest veröffentlicht, zu dem sie eine Übersicht über alle Formelfunktionen von Excel, Numbers, LibreOffice Calc und Google Tabellen zum Download anbieten. Die Übersicht enthält 533 Funktionen nach Gruppen sortiert und zeigt, welche davon in den Programmen verfügbar sind. Die Übersicht ist nicht Mac-spezifisch, sondern auch für Windows- oder Linux-Anwender, die zum Beispiel Calc und Google Tabellen nutzen, sehr nützlich. (db@ct.de)

Vergleich Formelfunktionen: [ct.de/yzyz](http://ct.de/yzyz)

## Rechtschreibprüfung für Thunderbird

**?** In Thunderbird funktioniert die Rechtschreibprüfung nicht, obwohl im Menü unter „Add-ons/Sprache“ das richtige Sprachpaket angezeigt wird. Warum bekomme ich dennoch keine Korrekturvorschläge angezeigt?

**!** Vermutlich ist kein oder das falsche Wörterbuch installiert. Am schnellsten fügen Sie es über das Menü unter „Einstellungen/Verfassen/Rechtschreibung/Wei-



Damit die Rechtschreibprüfung in Thunderbird funktioniert, muss zusätzlich zum Sprachpaket das passende Wörterbuch installiert sein.

tere Wörterbücher herunterladen“ hinzu. Im sich öffnenden Fenster wählen Sie die gewünschten Wörterbücher aus. Achtung, diese befinden sich in der Spalte „Wörterbücher“. Der oberste Eintrag installiert nur das Sprachpaket für Thunderbird, nicht aber das Wörterbuch. Das finden Sie weiter unten in der Liste, zum Beispiel „German(Germany)“. (apoi@ct.de)

## Lightning läuft nicht mehr in Thunderbird

**?** Seit dem Update auf Thunderbird 52 funktioniert Mozillas Kalender-Erweiterung Lightning nicht mehr. Laut Thunderbird ist sie nur bis Version 45 kompatibel. Wie komme ich wieder an einen funktionstüchtigen Kalender?

**!** Vermutlich ist Thunderbird bei Ihnen etwas durcheinandergeraten. Seit einiger Zeit ist Lightning ein fester Bestandteil von Thunderbird. Um Lightning wieder nutzen zu können, müssen Sie das Add-on deinstallieren. Danach deinstallieren Sie Thunderbird und installieren anschließend die aktuelle Version neu. Anschließend sollte Lightning wieder verfügbar sein und korrekt arbeiten. (mls@ct.de)

## Neue Anwendung startet nicht unter macOS

**?** Ich habe den Benchmark Cinebench aus dem Internet heruntergeladen, um die Performance meines Macs einzuordnen. Doch nach einem Doppelklick will die Anwendung nicht starten. Stattdessen erscheint die Fehlermeldung „Das Programm ‚CINEBENCH OSX‘ kann

nicht geöffnet werden“. Ich habe schon mehrere Download-Quellen probiert, immer mit demselben Ergebnis.

**!** Diese Fehlermeldung tritt auf, wenn eine Anwendung nicht als startfähig markiert ist. Um dies nachzuholen, öffnen Sie ein Terminal-Fenster und schreiben dort

```
chmod +x /Applications/App-Name/Contents/MacOS/*
```

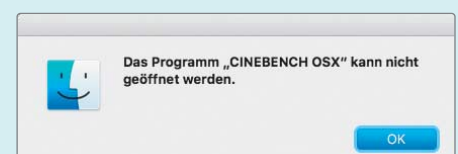
wobei Sie „App-Name“ durch den Namen der Anwendung ersetzen. Achten Sie dabei auf die Groß- und Kleinschreibung sowie Leerzeichen, die im Mac-Terminal durch einen vorangestellten Backslash eingeleitet werden, also etwa /CINEBENCH\ OSX.app.

Liegt das Programm noch im Downloads-Ordner, müssen Sie auch diesen Teil des Pfades anpassen. Er beginnt dann mit /Users/Username/Downloads/; hier ersetzen Sie „Username“ durch Ihren Benutzernamen.

Wenn es zu umständlich ist, den vollständigen Pfad einzutippen, schreiben Sie zunächst nur chmod +x gefolgt von einem Leerzeichen, ziehen dann das App-Symbol in die Kommandozeile und ergänzen hinter dem abschließenden „app“ noch /Contents/MacOS/\*.

Nachdem Sie den Befehl ausgeführt haben, sollte die Anwendung beim nächsten Doppelklick wie gewohnt starten.

(bkr@ct.de)



Lässt sich eine heruntergeladene Anwendung nicht starten, hilft man per Kommandozeile nach.

Anzeige

# Grundlagen Drahtlos-Lader

## Die Technik hinter dem drahtlosen Laden von Smartphones

**Fast alles läuft inzwischen drahtlos beim Smartphone, nur für die Energiezufuhr zum Akku muss man meistens noch ein Kabel stecken. Die Drahtlos-Ladetechnik Qi erledigt das komfortabler – doch wie funktioniert das?**

Von Lutz Labs

Die Drahtlos-Ladetechnik Qi (gesprochen Tschì) hat sich bei Smartphones aus der Oberklasse schon recht weit verbreitet, andere lassen sich mit Qi-Hüllen oder Adaptern aufrüsten. Qi-Sender gibt es in vielen unterschiedlichen Bauformen, manche verschwinden sogar unsichtbar im Schreibtisch oder der Auto-Mittelkonsole. Kompatibilitätsprobleme sind nicht zu befürchten, denn die Technik funktioniert dank Zertifizierung durch das Wireless Power Consortium (WPC) herstellerübergreifend. Das Consortium definiert drei Leistungsklassen: Low Power mit typischerweise 5 Watt, Medium Power mit

120 Watt und High Power mit bis zu 1 Kilowatt – verbreitet sind vor allem Ladegeräte der kleinsten Leistungsklasse.

Die offizielle Qi-Datenbank listet derzeit knapp 600 Produkte, darunter diverse Smartphones und Hüllen [1]. Viele Smartphones lassen sich mit Nachrüstsets für die Drahtlos-Ladung aufrüsten. Auch Apple hat sich dem Qi-Konsortium angeschlossen – möglicherweise wird also das nächste iPhone drahtlos geladen. Auf der anderen Seite findet man diverse Drahtlos-Lader auf eBay und Alibaba, die sich einfach als „Wireless Charger“ bezeichnen – diese tragen kein Qi-Logo.

### Altes Prinzip

Die Funktionsweise der drahtlosen Energieübertragung dürfte manchem noch aus dem Physik-Unterricht bekannt sein – und von elektrischen Zahnbürsten. Qi arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie Transformatoren mit Magnetkern: Eine mit Wechselstrom erregte Spule erzeugt ein Magnetfeld, dieses induziert in einer zweiten Spule einen Strom.

Etwas komplizierter ist es aber doch: Qi arbeitet nicht mit der Netzfrequenz von 50 Hertz, sondern mit Frequenzen zwischen 110 und 205 kHz – das ermöglicht eine effektivere Energieübertragung. Da die Strecke zwischen Sender- und Empfängerspule nicht von magnetisch leitendem Material überbrückt wird, ist der Wirkungsgrad jedoch geringer.

Nur wenn Sende- und Empfängerspule direkt übereinander platziert sind, kann eine Energieübertragung stattfinden. Die Spulen dürfen maximal 40 Mil-

limeter Abstand haben, typisch sind nur 5 Millimeter. Daher sind die Spulen meistens flach auf eine Folie aufgeklebt. Multi-Lader können mehrere Spulen enthalten, damit ist eine freiere Positionierung des Mobilgerätes möglich. Aber auch bei optimaler Ausrichtung liegt der Wirkungsgrad einer Qi-Ladung unter dem einer Kabelverbindung, das Aufladen des Smartphones dauert auch deshalb um bis zu 50 Prozent länger.

Ein weiterer Unterschied zu einfachen Transformatoren besteht in der Fähigkeit zur Datenübertragung zwischen Sender und Empfänger. Will der Sender dem Empfänger eine Nachricht schicken, moduliert er seine Ausgangsleistung; damit bestätigt er etwa Anforderungen des Empfängers. Diese formuliert der Empfänger durch kurzzeitige Störungen des magnetischen Feldes. Beispielsweise erfährt der Sender so, dass sich überhaupt ein zu ladendes Smartphone in der Nähe befindet.

### Details zum Sender ...

Die meisten Qi-Sender lassen sich mit einem üblichen Micro-USB-Ladegerät betreiben. Wichtigster Baustein ist der Controller, dessen von einer Leistungsstufe verstärktes Wechselspannungsausgangssignal die Sendespule antreibt. Er ist zudem für die Signalisierung zum Empfänger sowie die Auswertung der Empfängerdaten zuständig.

### ... und Empfänger

Die auf der Sekundärseite erzeugte Spannung wird mittels Gleichrichter und Kondensatoren zu einer Gleichspannung umgeformt, ein Spannungsregler sorgt für eine Ausgangsspannung im Rahmen der USB-Spezifikationen ( $5\text{ V} \pm 5\text{ Prozent}$ ). Der Controller überwacht diese Spannung und kann über die Rückleitung zum Sender mehr oder weniger Leistung anfordern. Auch die Umschaltung der Akku-Ladeelektronik auf Erhaltungsladung bemerkt der Controller. Eine eigene Energieversorgung benötigt der Empfänger nicht.

(ll@ct.de) ct

### Literatur

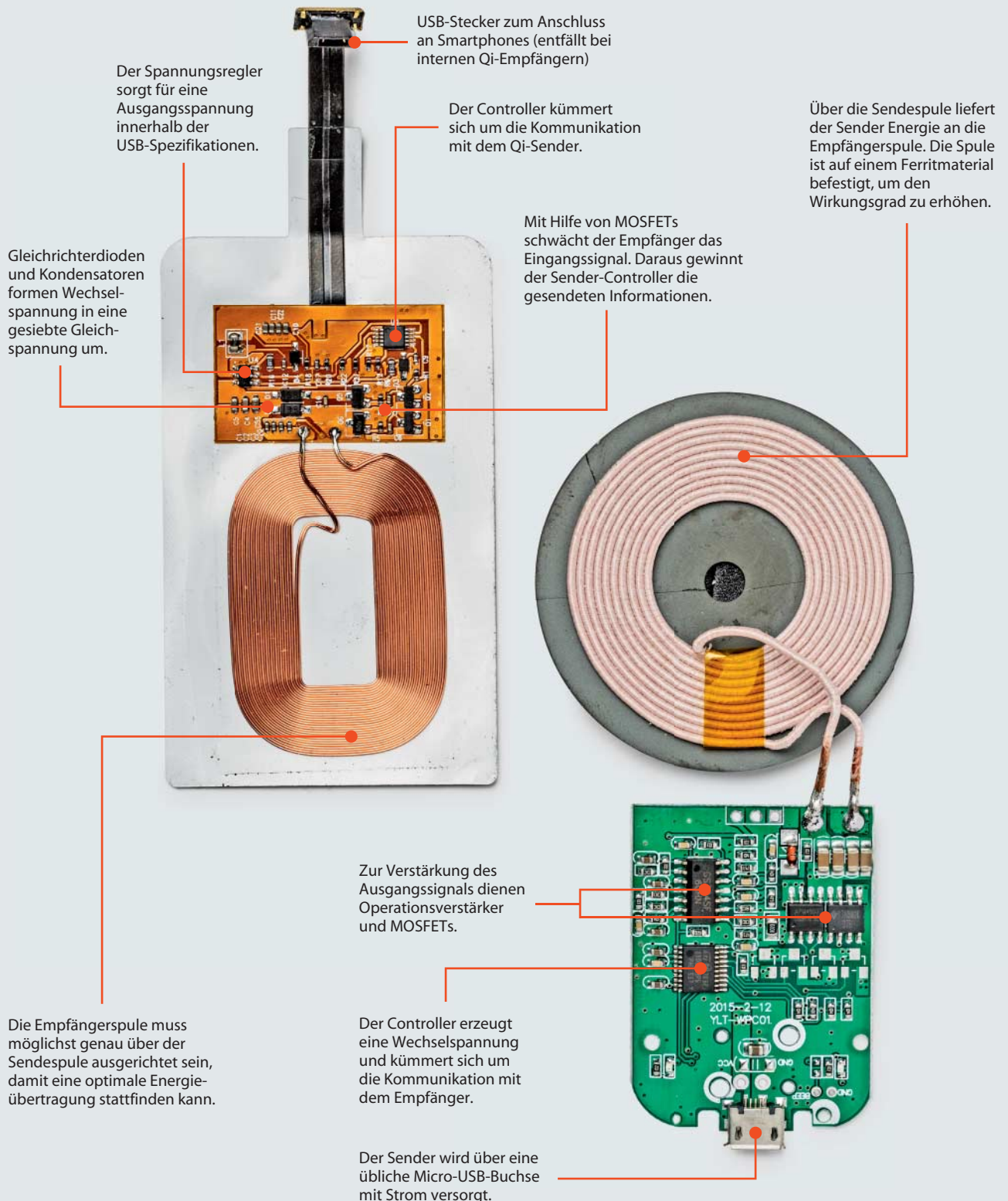
- [1] Datenbank zertifizierter Qi-Produkte, <https://www.wirelesspowerconsortium.com/products>
- [2] Florian Schäffer, Drahtlose Energieübertragung mit Qi, Make 2/17, S. 66



Nur Ladegeräte mit dem Qi-Logo sind vom Wireless Power Consortium zertifiziert.



## Qi-Empfänger und -Sender



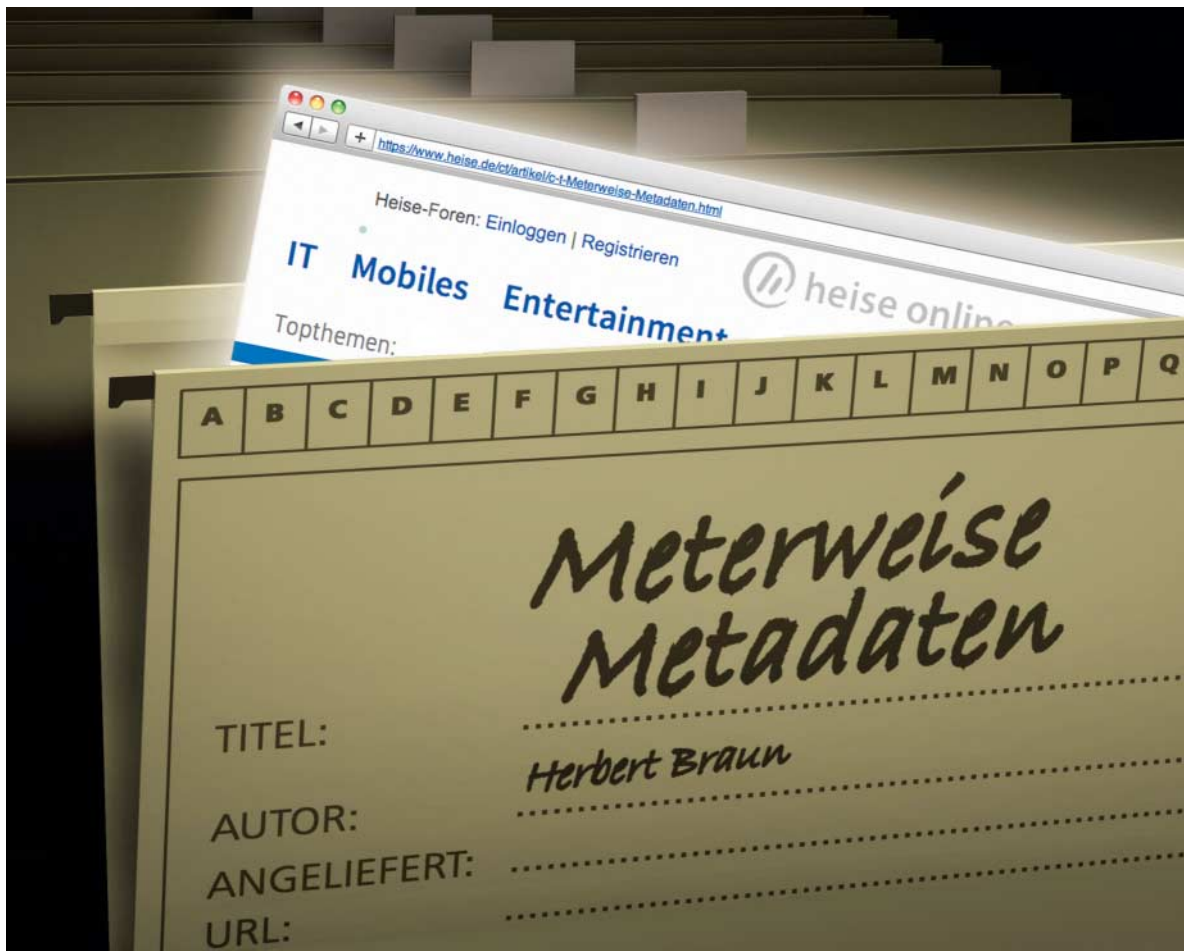


Bild: Jörg Niehage

# SEO statt Voodoo

## Website-Optimierung mit Metadaten

**In der Google-Suche mit Rich Snippets erscheinen, in Facebook, Twitter und Windows besser aussehen: Metadaten in Webseiten können viel – wenn man sich erst einmal durch den Dschungel von Formaten gekämpft hat.**

**Von Herbert Braun**

**M**etadaten sind keine akademischen Fingerübungen, sondern praxisrelevant für die Darstellung der Seite in Suchmaschinen, im Browser und in vielen weiteren Anwendungsbereichen. Die vor-

teilhafte Darstellung in Googles Rich Snippets oder den neuen Rich Cards lässt die Zugriffe auf die Seiten in die Höhe schnellen – doch es gibt noch viel mehr, das man mit Metadaten beeinflusst.

Setzt man sich erst einmal näher mit dem Thema auseinander, kann es ganz schön verwirrend werden. Metainformationen auf Webseiten lassen sich mit einer Vielzahl von Techniken formulieren. Manche von ihnen ergänzen sich, andere konkurrieren miteinander: Schema.org, Open Graph, RDFa, JSON-LD, Microdata, Microformats ... Ohne Orientierung in diesem Dschungel betreibt man kein SEO, sondern Voodoo.

Metaangaben für Webseiten sind bereits mit dem HTML-Standard entstanden. Das `<meta>`-Element ist die älteste Technik, um einem Dokument Meta-Informationen zuzuschreiben. In seiner gängigsten Form steht es im HTML-Head und besitzt ein `name`- und ein `content`-Attribut:

```
<meta name="description"
      content="Beschreibungstext ...">
```

Standardisierte `name`-Werte sind "description", "keywords", "author" und "generator". Für Suchmaschinen relevant ist davon nur `description` – nicht fürs Ranking, aber für die Präsentation in der Trefferliste. `keywords` ignorieren die großen

Suchmaschinen dagegen. Viele Webseitenentwickler schenken HTML-Metadaten daher wenig Aufmerksamkeit, sondern vertrauen Google, die relevanten Inhalte einer Seite herauszuprobeln – und lassen sich dabei viele Möglichkeiten entgehen.

<meta>-Tags dienen noch vielen anderen Zwecken, da name einen beliebigen Wert annehmen darf. Nützlich und gängig sind zum Beispiel viewport (Zoomstufe für Mobilgeräte), robots (Regeln für Suchmaschinen-Indexierung) und diverse Hersteller-spezifische Angaben. An Stelle von name kann auch http-equiv (nachgereichte HTTP-Header), charset (Kodierung), property (RDFa) oder itemprop (Microdata) stehen.

## Dublin Core

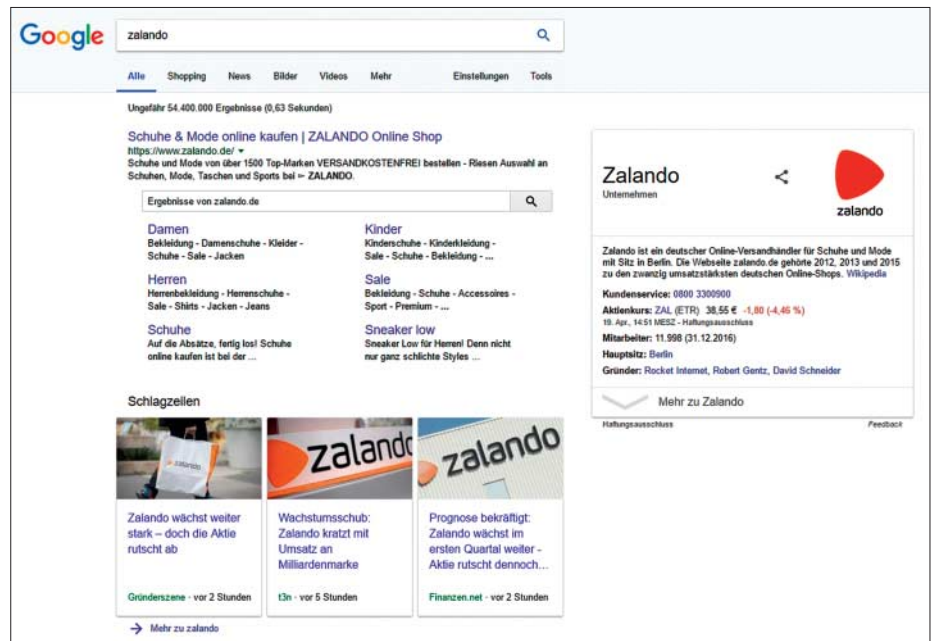
Der erste Versuch, bei der Selbstbeschreibung einer Seite über description und keywords hinauszukommen, reicht über zwanzig Jahre zurück: die Dublin Core Metadata Initiative (DCMI) – benannt übrigens nach einem Vorort von Columbus/Ohio, nicht nach der Hauptstadt Irlands.

Die erste und bekannteste Inkarnation des als RFC 5013 und ISO 15836 festgeschriebenen Standards heißt „Simple DC“ und umfasst 15 Elemente: eine ID (identifiziert, zum Beispiel ISBN oder URL), technische Daten (format, type, language), Inhaltliches (title, subject, coverage, description), Personen und Rechte (creator, publisher, contributor, rights), Vernetzungsinformationen (source, relation) sowie das Datum (date). Der aktuelle Stand von Dublin Core nennt sich „Terms“ und fügt diesem Wortschatz 40 weitere Begriffe hinzu.

In HTML sieht das so aus:

```
<meta name="dc.subject"
content="Metadaten">
```

Oft sieht man auch Großschreibung („DC.creator“). Der Einfluss von Dublin



Der Online-Shop Zalando hat eine Sitelinks Search Box in seinem Google-Suchtreffer untergebracht. Die Schlagzeilen unten und den Knowledge Graph rechts steuert Google selbst bei.

Core wirkt vielerorts nach – etwa in RDF oder Schema.org –, aber in der Web-Praxis hat es an Relevanz verloren: Für die Suchmaschinenoptimierung gibt es Besseres. In diversen Nischen lebt DC weiter, etwa in Bibliotheken oder Unternehmensnetzwerken.

## Schema.org

Schema.org hat die Nachfolge von Dublin Core angetreten und ist heute das relevanteste Metadaten-Vokabular. Es geht auf eine Initiative von Google, Yahoo, Bing und Yandex zurück, hat also die Unterstützung der vier (außerhalb Ostasiens) relevantesten Suchmaschinen.

Schema.org dürfen Sie wahlweise in Microdata, RDFa oder JSON-LD schreiben; Beispiele dafür finden Sie im Kasten auf Seite 170. Sie können es also in den

Body oder in den Head setzen. Google bevorzugt JSON-LD, aber die anderen beiden Schreibweisen funktionieren ebenso, was Sie mit einem Testwerkzeug von Google überprüfen können (alle weiterführenden Links zu diesem Artikel siehe [ct.de/yua7](http://ct.de/yua7)).

Das Vokabular ist hierarchisch aufgebaut. Wurzel von allem ist Thing, das allen Kindern und Enkeln Eigenschaften wie url, identifiziert, name und image vererbt. Eine Ebene höher verzweigt sich der Baum in acht Äste: Action (zum Beispiel Like, Vote oder Reply), CreativeWork (Texte, Musik, Filme etc.), Event, Intangible (ein Sammelurium, zum Beispiel Flüge, Rechnungen, Angebote), Organization, Person, Place und Product. Ein Blog-Posting etwa ist ein SocialMediaPosting, mithin ein Article, welcher wiederum von CreativeWork abstammt. Manchmal wachsen die Vererbungslinien wieder zusammen: Ein LocalBusiness (zum Beispiel ein Restaurant oder ein Blumenladen) ist sowohl Place als auch Organization.

Durch diese bis zu sechs Ebenen tiefe Hierarchie sind für manche Dinge fast hundert verschiedene Attribute zulässig. Knapp 600 Dinge kennt das Basisvokabular; dazu kommen noch knapp 200 von offiziellen Erweiterungen. Wer etwa seine Abschlussarbeit korrekt kennzeichnen möchte, verwendet dafür Thesis, das in <http://bib.schema.org> definiert ist. Alle Begriffe aus dem Kern und den offiziellen



Rich Snippets fallen in den Suchergebnissen beispielsweise durch ein Foto und eine Bewertung auf.



Erweiterungen haben eine kanonische URL, die im Wurzelpfad von schema.org liegt, zum Beispiel <http://schema.org/Restaurant>. Trotz dieses umfassenden Vokabulars fällt es nicht schwer, Lücken zu finden – zum Beispiel kann eine Yoga-Lehrerin oder ein Modellbahnladen ihr Angebot damit nur grob beschreiben.

## Google-Schema

Die Google-Suche verführt mit einigen Zuckerln zur Nutzung von Schema.org. So hat eine derart ausgezeichnete Seite die Chance, in der Suchergebnisliste als „Rich Snippet“ zu erscheinen. Normalerweise enthalten Suchtreffer nur Titel, URL und kurzen Beschreibungstext; ein Rich Snippet reichert diese Inhalte um zusätzliche Features an, etwa um eine Breadcrumb-Navigation, ein Foto oder um Preise und Termine.

Die Details hängen teilweise von der jeweiligen Inhaltskategorie ab. Besondere Privilegien darf man sich bei Rezepten, Events, Produkten, Besprechungen oder Kursen ausrechnen. Doch auch Blogger, Ladengeschäfte und Unternehmen können auf Sonderbehandlung für Artikel, Buchvorstellungen, Musik, Videos, Podcasts, Adressdaten und vieles mehr hoffen.

Die Trefferanzeige kann sogar eine Suchbox enthalten; Voraussetzung für so eine „Sitelinks Search Box“ ist natürlich eine Suchmaschine für die eigenen Web-

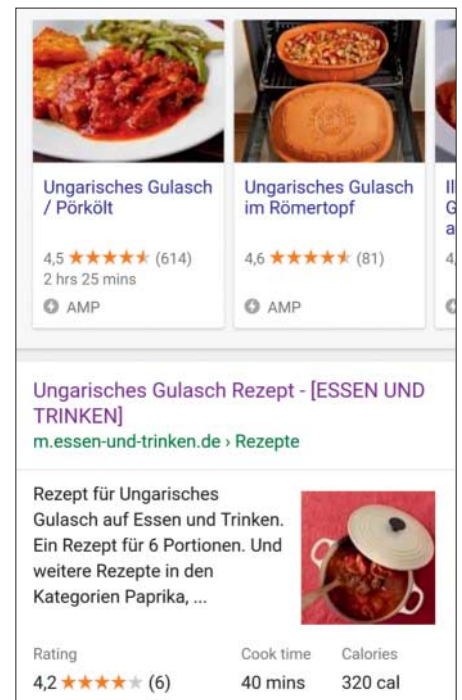
site-Inhalte. Und wer es in die Königsklasse der Google-Suchtreffer geschafft hat – in den „Knowledge Graph“ –, kann mit dem richtigen Markup seine „Knowledge Graph Card“ um wichtige Daten anreichern. Diese ähnelt einem komprimierten Wikipedia-Eintrag und erscheint auf dem Desktop neben, auf dem Smartphone über der Suchtrefferliste.

Kürzlich setzte Google einen weiteren Anreiz für Schema.org. Seit März stellt es die Inhalte eines Rich Snippets auf Mobilgeräten besonders auffällig dar: Eine „Rich Card“ kann den Smartphone-Bildschirm füllen und ähnelt eher einer Produktdarstellung oder einem Pinterest-Post als einem schmucklosen Google-Treffer. Setzt man zusätzlich AMP ein, kann die Seite im „Top Stories“-Karussell erscheinen.

Übrigens ist Schema.org nicht nur für SEO relevant: Über das Knowledge Graph Search API beantwortet Google auch Suchanfragen Dritter mit strukturierten Daten in JSON-LD-formatiertem Schema.org. Diese Daten lassen sich dann programmatisch weiterverarbeiten.

## Open Graph

Was Schema.org für Suchmaschinen leistet, erledigt Open Graph für Social Media – insbesondere in Facebook, das diese Spezifikation verantwortet, aber auch in



Auf dem Mobilgerät hebt Google manche Suchtreffer als Rich Cards besonders hervor. Ein Platz in dem Karussell oben ist aber AMP-Seiten vorbehalten.

Pinterest, LinkedIn oder Google+. Der Name „Open Graph“ steht für die Erweiterung des „Social Graph“, des Beziehungsgeflechts in Social Networks, auf beliebige Objekte im Web. Eine einfache Webseiten-Beschreibung sieht so aus:

```
<meta property="og:title"
  content="Titel">
<meta property="og:type"
  content="article">
<meta property="og:url"
  content="...">
<meta property="og:image"
  content="...">
```

Open-Graph-Tags müssen im Head stehen und nutzen RDFa-Syntax. Die vier obigen Tags für Titel, Inhaltstyp, kanonische URL und Bild-URL sind erforderlich. Zusätzlich müssen Sie im RDFa-Stil den og-Namensraum definieren:

```
<html prefix="og: http://ogp.me/ns#">
```

Für og:type stellt Open Graph eine Reihe von vorgegebenen Werten zur Wahl: "website", "article", "book", "profile", "video" und "audio"; die beiden Letzteren lassen sich weiter präzisieren, zum Beispiel in "music.song" oder "video.movie".

Optionale Eigenschaften sind zum Beispiel og:description (Beschreibungstext), og:locale (zum Beispiel "de\_DE"),

Mit Open Graph lässt sich die Darstellung einer URL auf Facebook komplett anpassen. Ein Testwerkzeug hilft dabei.



Anzeige

# Metadaten-Syntaxen: XML, RDFa, Microdata, Microformats und JSON-LD

Einige ältere Metadaten-Vokabulare benötigen oder bevorzugen als Syntax **XML**, etwa Dublin Core, OpenSearch oder auch RDF. HTML5 sieht nicht vor, XML direkt in den Code einzubetten (mit Ausnahme von `<svg>` und `<math>`). Um XML-Inhalte standardkonform und ohne Umweg über Skripte zu nutzen, bleibt nur die Verlinkung.

```
<link rel="search"
type="..." href="...">
```

Die Werte für `rel` sind nicht frei wählbar, aber außer den 14 aus der HTML5-Spezifikation sind Dutzende weitere gültig (siehe c't-Link). Arbeitet man intensiver mit XML, empfiehlt sich die Umstellung der Webseiten auf XHTML, was nur sehr alten Internet Explorern Probleme bereitet.

Das Resource Description Framework (RDF) war und ist eine der Tragsäulen des Semantischen Webs. RDF schafft eine themen- und sprachunabhängige Grammatik, um Wissen in Tripel aus Subjekt, Prädikat und Objekt zu strukturieren. Häufig kommt es in XML-Form, aber das muss nicht so sein: Mit dem W3C-spezifizierten **RDFa** (genauer: RDFa Lite) ist eine minimalistische Version des Beschreibungs-Frameworks in HTML eingegangen. „RDF in Attributes“ erweitert den HTML-Wortschatz um einige Attribute.

```
<div vocab="http://schema.org/"
resource="#Zeta" typeof="Person">
  <p property="name">Zeta Zetee</p>
  <p property="jobTitle">
    Web-Entwicklerin</p>
  <address property="address"
typeof="PostalAddress">
    <p property="streetAddress">
      KWA 10</p>
    <p property="addressLocality">
      Hannover</p>
  </address>
</div>
```

`typeof` bestimmt den relevanten Abschnitt der in `vocab` definierten Regeln; die betreffende Eigenschaft bezeichnet

`property`. Das optionale `resource` referenziert diese Informationen über eine URL. Namensräume für zusätzliche Vokabulare ließen sich mit `prefix` integrieren. `<meta>`- und `<link>`-Elemente mit `property` können im Head oder im Body stehen.

**Microdata** ähneln vom Konzept her RDFa – auch hier handelt es sich um ein paar allgemeine Attribute, die Content semantisch auszeichnen. `itemscope` definiert ein Element, `itemtype` bestimmt Vokabular und Typ durch Verweis auf eine URL, `itemprop` die dazu passenden Eigenschaften:

```
<section itemscope
itemtype="http://schema.org/Person">
  <p itemprop="name">Zeta Zetee</p>
  <p itemprop="jobTitle">
    Web-Entwicklerin</p>
  <div itemprop="address" itemscope
itemtype=
"http://schema.org/PostalAddress">
    <p itemprop="streetAddress">
      KWA 10</p>
    <p itemprop="addressLocality">
      Hannover</p>
  </div>
</section>
```

Das Microdata-Format entstand bei der WHATWG zusammen mit vielen anderen Ideen, aus denen später HTML5 wurde. Allerdings reifte es nie zu einem offiziellen Standard heran.

**Microformats** waren einer der ersten Versuche, Metadaten vom Kopf in den Body zu holen: Statt Informationen zentral im Header zu platzieren, sollten diese direkt im Content semantisch ausgezeichnet werden. Dabei kommen ausschließlich HTML-Standardattribute zum Einsatz, insbesondere `class` – eine Besonderheit der Microformats.

```
<div class="h-card">
  <p class="p-name">Zeta Zetee</p>
  <p class="p-job-title">
    Web-Entwicklerin</p>
  <address class="p-adr">
    <p class="p-street-address">
```

```
KWA 10</p>
  <p class="p-locality">
    Hannover</p>
</address>
</div>
```

Das Microformat h-card orientiert sich am Visitenkartenstandard vCard. In der aktuellen Fassung Microformats2 existiert ein Dutzend solcher Formate, zum Beispiel für Produkte, geografische Angaben oder Termine. Aktuelle Browser und Suchmaschinen scheinen nicht von Microformats zu profitieren, aber es gibt Browser-Erweiterungen und Tools dafür.

Statt XML ist heute JSON im Web-Frontend das Datenformat der Wahl. Allerdings weiß JSON nichts über die Bedeutung seiner Daten. **JSON-LD** füllt diese Lücke: Es ist gültiges JSON, erweitert dieses aber um ein Dutzend festgelegter Eigenschaftsnamen, die alle mit `@` beginnen:

```
{
  "@context": "http://schema.org/",
  "@type": "Person",
  "name": "Zeta Zetee",
  "jobTitle": "Webentwicklerin",
  "address": [{
    "@type": "PostalAddress",
    "streetAddress": "KWA 10",
    "addressLocality": "Hannover"
  }]
}
```

`@context` legt die Terminologie fest, `@type` den jeweiligen Begriff, den die dazugehörigen Eigenschaften beschreiben. Mit `@id` lassen sich Objekte per URL identifizieren. In komplexeren Szenarien kann man über `@base` und `@vocab` URLs abkürzen und Begriffe zuordnen. Das JSON muss direkt im HTML stehen, umschlossen von dem Tag:

```
<script type="application/ld+json">
```

Externe Dateien funktionieren nicht. Das W3C-spezifizierte JSON-LD ist neben RDFa das derzeit relevanteste Metadaten-Format.

og:video und og:audio für ergänzende Multimedia-Inhalte. Letztere lassen sich noch weiter differenzieren, wie dieses gekürzte Beispiel von YouTube zeigt:

```
<meta property="og:type"
  content="video">
<meta property="og:video:url"
  content="...">
<meta property="og:video:type"
  content="text/html">
<meta property="og:video:url"
  content="...">
<meta property="og:video:type"
  content=
    "application/x-shockwave-flash">
```

Dieser Code definiert ein HTML5-Video und eine Flash-Alternative; Open Graph bevorzugt im Zweifelsfall die erste Angabe. <meta>-Tags sind für gruppierte Inhalte denkbar ungeeignet, aber Open-Graph-Parser fassen diese Angaben anhand ihrer Reihenfolge korrekt in zwei Gruppen zusammen, wie Facebooks Testwerkzeug beweist.

Für jeden Inhaltstyp außer dem Default "website" steht außerdem ein zweiter Namensraum zur Verfügung, der so heißt wie der jeweilige Typ (z. B. "video", "article") und weitere Detailangaben ermöglicht.

## Twitter Cards

Für die Verlinkung auf seiner Plattform hat Twitter die Spezifikation Twitter Cards entworfen, die sich eng an Open Graph anlehnt – so eng, dass og-Angaben als Fallback dafür dienen können. Man muss also nicht alles zweimal in die Seite schreiben, aber man kann, falls die Seite in Twitters erweiterter Ansicht anders als bei Facebook und Co. aussehen sollen.

```
<meta name="twitter:card"
  content="summary">
<meta name="twitter:site"
  content="@wortwart">
```

Der Card-Typ "summary" bezieht sich auf eine gewöhnliche Webseite; die Alternative ist "summary\_large\_image" mit großem Vorschaubild. Auch Audio/Video-Player ("player") und App-Links ("app") lassen sich mit Twitter Cards beschreiben. Weitere wichtige Felder sind wie bei Open Graph title, description und image. Anders als Open Graph setzt Twitter auf gewöhnliche <meta>-Tags ohne RDFa.

## Kilometa

Mit Schema.org, Open Graph und Twitter Cards sind die Möglichkeiten von Meta-

## Glossar: OpenSearch, App Link und Angeheftete Sites

**OpenSearch** ist eine Technik, mit der Websites ihre Suchfunktion beschreiben. Browser können diese dann als Suchmaschinen hinzufügen und direkt über die Adresszeile ansprechen. Kernstück ist eine in XML formulierte Beschreibung mit Informationen wie:

```
<Url type="text/html" method="get"
  template="https://twitter.com/
  ↵search?q={searchTerms}"/>
```

Dieser von A9 (Amazon) entwickelte Standard kommt bei vielen großen Websites wie Facebook oder Twitter zum Einsatz.

**App Links** ist ein von Facebook entworfener Standard, mit dem Webseiten auf Apps verweisen können. Der Standard-Anwendungsfall: Ein Facebook-Nutzer teilt einen Inhalt, zum Beispiel ein YouTube-Video. Ein anderer Nutzer tippt dieses Video in der mobilen Facebook-App an – daraufhin öffnet es sich in der YouTube-App. Ist diese nicht installiert, übernimmt stattdessen das in die Facebook-App integrierte WebView.

In Sachen Syntax gelten für App Link die gleichen Regeln wie für Open Graph – <meta> mit RDFa:

```
<meta property="al:ios:app_name"
  content="Vimeo">
<meta property="al:ios:app_store_id"
  content="425194759">
<meta property="al:ios:url"
  content="vimeo://app.vimeo.com/...">
<meta property="al:android:app_name"
  content="Vimeo">
<meta property="al:android:package"
  content="com.vimeo.android.videoapp">
<meta property="al:android:url"
  content="vimeo://app.vimeo.com/...">
```

daten noch längst nicht ausgeschöpft: Mit Microsoft Pinned Sites (Angeheftete Sites) lassen sich Webseiten in die Windows-Oberfläche integrieren. Facebook App Links stellen Bezüge zwischen Webseiten und Apps her. Und mit OpenSearch ausgezeichnete Suchfunktionen integrieren sich ganz einfach in die Browser-Adresszeile (siehe Kasten oben).

Über allen unterschiedlichen Arten, einer Webseite Semantik hinzuzufügen,

```
<meta property="al:web:
  should_fallback" content="true">
```

Diese Metadaten von Vimeo verweisen auf die iOS- und die Android-App. app\_name und url sind jeweils gleich, aber zur Identifikation zieht iOS die app\_store\_id heran, Android den package-Namen. al:web:should\_fallback erlaubt ausdrücklich, das Video mangels App auch im Browser oder WebView abzuspielen. Ein false an dieser Stelle würde den Nutzer gegebenenfalls zum AppStore umleiten. Auch die App muss App Link unterstützen, wofür es diverse Bibliotheken gibt.

Mit dem Internet Explorer 9 führte Microsoft **Angeheftete Sites** (Pinned Sites) ein, die in der Taskleiste oder als Kachel im Startmenü des Betriebssystems abgelegt werden. Die Funktion geht weit über die eines Bookmarks hinaus – zum Beispiel lassen sich nicht nur Icons verschiedener Größe festlegen, sondern auch die zu öffnende URL. Als Syntax verwendet Microsoft <meta>-Eigenschaften, die allesamt mit msapplication- beginnen.

In Edge ist dieses Feature auf Windows-10-Kacheln ausgerichtet, die etwa mit msapplication-TileImage ein Icon erhalten oder mit msapplication-notification nach Updates pollen können. In Internet Explorer 11 heißt ein ähnliches Feature „Live Tiles“. Außer über <meta>-Tags steht hier auch ein Weg über ein XML-definiertes „Browser configuration schema“ zur Verfügung.

Eine verwandte Technik ist „Add to Homescreen“, eine Funktion von Progressive Web Apps. Dieses derzeit nur in Chromium-Browsern verfügbare Feature erfordert eine JSON-Datei, die per <link rel="manifest"> eingebunden wird.

sollten Sie allerdings die einfachste nicht vergessen: präzises HTML, das nicht nur aus <div> und <span> besteht. Die HTML5-Spezifikation umfasst über 100 verschiedene Elemente: Überschriften, Zitate, Adressen, Definitionen, Code et cetera. Darüber hinaus verdeutlichen oder korrigieren ARIA-Attribute die Bedeutung einzelner Elemente. (jo@ct.de) **ct**

**Weiterführende Links:** [ct.de/yua7](https://ct.de/yua7)

## Techsprech per Beispiel erklärt

<https://sidewaysdictionary.com>

Haben Sie auch schon mal versucht, Ihrer Oma, die nichts von Technik versteht, einen Begriff aus der IT zu erklären? Vielleicht schauen Sie beim nächsten Mal zunächst im **Sideways Dictionary** nach. Das englischsprachige Wörterbuch versucht gar nicht erst eine technisch korrekte Beschreibung, sondern umschreibt mehr als 100 Fachbegriffe mit einleuchtenden und oft auch lustigen Analogien – meist sogar mit mehreren.

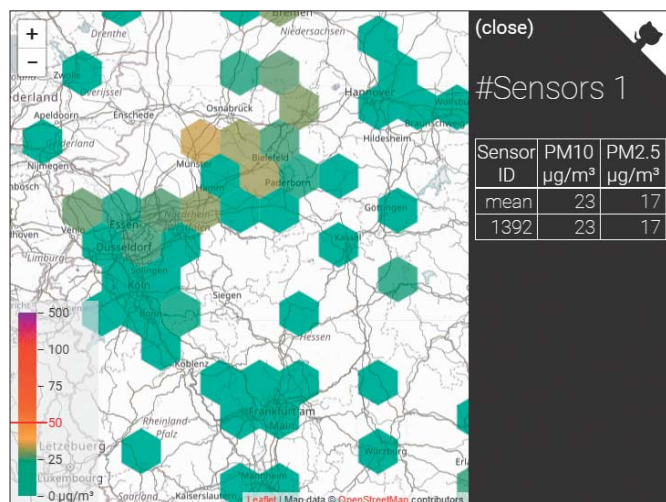
„Cache“ etwa erklärt die Site so: „It’s like your fridge. You don’t go to the store to buy milk for your coffee, go back later for some butter for your toast, then go back for some milk for your cereal. Your fridge is the cache and your store is the web server.“ Wer mag, kann weitere Analogien hinzufügen.

(jo@ct.de)

## Feinstaubmessung mit der Crowd

<http://luftdaten.info>

<http://deutschland.maps.luftdaten.info>



2015 startete das Stuttgarter OK Lab die Initiative **luftdaten.info**, um mit selbst entwickelten Feinstaubsensoren die Luftverschmutzung in der Stadt zu messen. Das Projekt ist längst über Stuttgart hinausgewachsen. Die Karte mit den gemessenen Werten zeigt Daten aus vielen anderen deutschen Städten und der ganzen Welt. Das hat auch damit zu tun, dass es recht einfach und billig ist – etwa 30 Euro –, einen Feinstaubsensor zu bauen, der Daten an das Projekt übermittelt. Die Website erklärt ausführlich, wie das geht.

(jo@ct.de)

Alle Links dieser Seite  
unter [ct.de/ybah](http://ct.de/ybah)



Preisangebote							
Hannover Hbf → München Hbf							
mit BahnCard 50. Anfrage ändern...							
Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag	
24 Apr	25	26	27	28	29	30	
				58 <sup>75</sup> ⌚ 5h	57 <sup>00</sup> ⌚ 5h	44 <sup>90</sup> ⌚ 5h	
1 May	2	3	4	5	6	7	
50 <sup>90</sup> ⌚ 5h	56 <sup>90</sup> ⌚ 5h	28 <sup>40</sup> ⌚ 5h	28 <sup>40</sup> ⌚ 5h	44 <sup>90</sup> ⌚ 5h	40 <sup>40</sup> ⌚ 5h	26 <sup>90</sup> ⌚ 5h	
8	9	10	11	12	13	14	
40 <sup>40</sup> ⌚ 5h	21 <sup>75</sup> ⌚ 5h	21 <sup>75</sup> ⌚ 5h	26 <sup>90</sup> ⌚ 5h	34 <sup>40</sup> ⌚ 5h	21 <sup>75</sup> ⌚ 5h	21 <sup>75</sup> ⌚ 5h	
15	16	17	18	19	20	21	
14 <sup>25</sup> ⌚ 10h	14 <sup>25</sup> ⌚ 5h	21 <sup>75</sup> ⌚ 5h	21 <sup>75</sup> ⌚ 5h	26 <sup>90</sup> ⌚ 5h	21 <sup>75</sup> ⌚ 5h	18 <sup>00</sup> ⌚ 5h	

## Bahnpreissuchmaschine

<https://bahn.guru>

Sie möchten mit der Bahn von A nach B fahren und sind nicht auf einen Termin festgelegt, sondern suchen den günstigsten Preis? Dann hilft Ihnen der **DB Preiskalender** von Julius Tens weiter. Nach der Eingabe von Start- und Zielbahnhof spuckt die Website für jeden Tag den günstigsten Tarif aus. Die Suche lässt sich noch durch die Angabe der BahnCard, einen frühest möglichen Start- und einen spätest möglichen Ankunftszeitpunkt sowie eine maximale Fahrzeit einschränken. Die Preisunterschiede sind schon beachtlich. Für eine einfache Fahrt von Hannover nach München zahlt man mit einer BahnCard 50 am selben Tag 58,75 Euro, zweieinhalb Wochen später nur noch 14,25 Euro.

(jo@ct.de)

## Überraschungstrip ins Netz

<https://urlroulette.net>

Bei **UrlRoulette** geben Sie eine URL in ein Formularfeld ein, klicken auf „Submit“ – und werden auf die Site geleitet, die der Besucher vor Ihnen in das Feld eingegeben hat. Der Ihnen nachfolgende Besucher wird entsprechend auf Ihre Adresse weitergeleitet. Es liegt in der Natur der Site, nicht für Kinder geeignet zu sein: Vielleicht will der Vorbesucher Sie ja zu seiner Lieblings-Pornosite leiten.

(jo@ct.de)

### Hype-Videos

Wurde iOS 7 mit Microsoft Word gestaltet? Sehr unwahrscheinlich – aber nicht völlig unmöglich, wie dieser **Crashkurs** von Vaclav Krejci in die Gestaltungsmöglichkeiten mit Microsofts Textverarbeitung demonstriert.

<https://youtu.be/RZp7BvQJnU8> (englisch, 9:55)

Statt eines Aprilscherzes hat die Plattform Reddit am 1. April ein Experiment namens **Place** gestartet: Jeder Nutzer konnte auf einer Bildfläche alle fünf Minuten jeweils ein Pixel setzen. Das Video zeigt eine Zeitrafferaufnahme des Ergebnisses.

<https://youtu.be/XnRCZK3KjUY> (4:31)



Anzeige

Anzeige

Anzeige

Nicht nur die Cockpits, sondern auch die Landschaften sind bei X-Plane 11 angenehm detailreich gestaltet. Man erkennt einzelne Bäume und Büsche, auch Strommasten.



# Über den digitalen Wolken

**B**remsen lösen, Schub auf die Triebwerke und los gehts! Immer schneller rast der Asphalt der Startbahn unter den Reifen vorbei, bis der metallene Vogel sanft abhebt. **X-Plane 11** ermöglicht es Bildschirmpiloten, eine frische Auflage eines hochdetaillierten Flugsimulators anzuwerfen.

Die neun DVDs im Paket stellen richtig viel Material zur Installation bereit. Wer will, kann Flugbahnen auf allen fünf Kontinenten auf den Rechner aufspielen. Elf Flugzeugtypen stehen startbereit im virtuellen Hangar, vom leichten Segelflieger über große Passagiermaschinen bis zum Bomber. Sogar ein Hubschrauber ist vertreten. Auch Modelle aus älteren Programmversionen lassen sich zuschalten. Jedes Fluggerät steuert sich auf seine eigene Weise, und jedes hat seine Tücken.

Die Grafik beeindruckt durch hohen Detailgrad, was Außenwelt und Cockpit gleichermaßen betrifft. Die Anzeigen in den Kabinen sind aktiv und geben optische wie akustische Rückmeldung. Auch die Umgebung ist lebendig, mit leichtem Straßenverkehr und – wenn man will – anderen Flugzeugen. Bis zu 20 computergesteuerte Flieger beleben den Himmel.

Ein hochkarätiger Flugsimulator ist klassischerweise nichts für Gelegenheits-

spieler. Bei X-Plane 11 haben jedoch auch Neulinge eine Chance: Sieben Szenarien führen in die Grundlagen von Start, Landung und Navigation ein. Dabei kommen leider keine beliebigen Flugzeugtypen zum Einsatz; die Tutorials beschränken sich auf kleine Zweisitzer und den Hubschrauber. Anders als die übrigen Fluggeräte erlaubt dieser keine Maussteuerung. Er benötigt einen Controller mit Joystick oder ein anderes simulations-taugliches Steuergerät. Dergleichen ist für dieses Programm jedoch ohnehin zu empfehlen.

Fluglaien stehen auch nach dem Absolvieren der Tutorials bisweilen ratlos vor der Unzahl von Einstellungen und Wahlmöglichkeiten. Die umfangreichen Menüs sind nicht unbedingt selbsterklärend; als hilfreich erweist sich die Lektüre der Spieldokumentation. Anders als Spieler es vielfach gewohnt sind, hat eine solche Simulation keine definierten Spielziele. Um die Flugeinsätze aufzulockern, kann man gezielt Ausfälle vorsehen, auf die es dann beim Flug zu reagieren gilt. Auch hier macht Übung den Meister, wenn es etwa heißt, eine trudelnde Maschine wieder abzufangen.

Vor jedem Flug wählt man Startort, Uhrzeit und Wetter. Ob man im Morgen-grauen mit einer kleinen Cessna über ma-

lerische Inseln brummt oder sich im Kampffjet über einer Metropole durch ein Gewitter fräst – X-Plane 11 bringt die Atmosphäre gut herüber. Gelegentlich zeigen sich noch Bugs, sie schmälern den Simulationsgenuss jedoch nicht.

Wie bei den Vorgängern sollen Fans per Open-Source-Editor eigene Landschaften und Flieger entwerfen. Die neue Version des Editors ist jedoch noch nicht fertig.

Insgesamt verdient X-Plane 11 viel Lob. Bildschirmpiloten setzen vielfach noch Microsofts Flight Simulator X von 2006 ein – angesichts dessen empfiehlt sich das neue Programm umso deutlicher. Dass in puncto Nutzerfreundlichkeit noch einige Luft nach oben bleibt, wird Simulationskenner nicht verwundern. Von der Website [x-plane.com](http://x-plane.com) lässt sich eine Demoversion herunterladen.

(Stephan Greitemeier/psz)

X-Plane 11	
Vertrieb	Aerosoft, <a href="http://www.x-plane.com">www.x-plane.com</a>
System	Windows (getestet), Mac, Linux
Hardwareanforderungen	Mehrkernsystem ab 3 GHz, 12 GByte RAM, 1-GByte-Grafik
Kopierschutz	keiner
Idee ⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ○
1 Spieler • Deutsch • USK 0 • 65 €	



# Hier Wolf, wer da?

Die Bürger des kleinen Bergdorfs Galgenstein leben in Furcht: Werwölfe hausen unerkannt unter ihnen! In kleiner Runde versuchen Bauern, Fährtensucher und Astrologen, die verborgenen Teilzeiträuber zu entlarven. Diese jedoch säen gezielt Misstrauen und falsche Verdächtigungen, um von sich abzulenken. Denn bei der Abstimmung, wer schließlich zum Tode verurteilt wird, zählt jede Stimme.

**Werewolves Within** ist die VR-Adaption des Partyspiels „Die Werwölfe von Dusterwald“. Fünf bis acht Spieler können plattformübergreifend anklagen und verteidigen. Oculus Rift, HTC Vive und PlayStation VR werden unterstützt. Das Spiel bleibt nah am Vorbild: Das VR-Headset katapultiert den Spieler in die Haut einer der acht Figuren, die versammelt beieinander sitzen.

Den Kern der Spielhandlung bilden Gespräche, insofern ist das Mikrofon das zentrale Steuerungselement: Man befragt Mitspieler, diskutiert, klagt an und verteidigt sich. Werwölfe können sich untereinander an Symbolen über den Köpfen der Avatare erkennen. So haben sie Gelegenheit, einander in den Debatten zu unterstützen.

Bei den unverwölfen Menschen wiederum gibt es verschiedene Charakter-

klassen mit besonderen Talenten und Zielen: Der Fährtensucher kann seine Sitznachbarn überprüfen, indem er sich für ein Privatgespräch zu ihnen beugt. Der Astrologe darf sich mit einer beliebigen anwesenden Person befassen, erhält über diese aber zwei widersprüchliche Informationen. Eine besondere Figur ist der Außenseiter: Er gewinnt das Spiel, falls man ihn anstelle eines tatsächlichen Werwolfs tötet. Der Verräter schließlich arbeitet für die Monster.

Per Knopfdruck kann man während des Spiels einen dicken Folianten aufschlagen, der Aufschluss über die aktuell vertretenen Klassen und die Anzahl der Wölfe gibt. Außerdem liefert er Tipps. Dort lässt sich zudem das Touchpad des Controllers mit Gesten belegen, um in den Debatten auch ohne Worte zu agieren.

Jeder Spieler kann Verdächtige markieren, was für alle außer dem Betroffenen sichtbar ist. Nachdem der Sand in einer virtuellen Sanduhr durchgelaufen ist, geben alle Anwesenden ihre Stimme für eine Person ab, die wahrscheinlich ein Werwolf ist. Wer die meisten Stimmen bekommt, wird eliminiert. Das bedeutet das Ende der fünf- bis zehnminütigen Spielrunde. Die Wölfe werden dann ebenso enthüllt wie die Klassen der Menschen. Jede Runde wartet mit einem Ortswechsel

auf: Mal findet das Ganze auf dem Dorfplatz statt, mal auf einem Berggipfel, mal in einem alten Schloss.

„Werewolves Within“ erzeugt eine stimmige Atmosphäre. Die Comic-artige Grafik mit ihren überzeichneten Figuren passt gut zum lustigen Gruselspiel. Die Übersetzung von Bewegung in die virtuelle Realität ist erstaunlich gut gelungen. Automatisierte Gesten begleiten jede Wortmeldung, sodass man sehen kann, wer spricht.

Leider ist das Spiel vor allem im deutschen Raum noch nicht weit verbreitet. Darum haben sich Facebook-Gruppen von Fans gebildet, bei denen man sich zum Monsterraten verabreden kann. Der Spielspaß hängt hier nämlich mehr als bei anderen Spielen von den Teilnehmern ab.

(Stephan Greitemeier/psz)

## Werewolves Within

Vertrieb	Ubisoft, <a href="http://www.ubisoft.com/de-DE/game/werewolves-within">www.ubisoft.com/de-DE/game/werewolves-within</a>
System	Windows mit HTC Vive(getestet) oder Oculus Rift; PS4 mit PlayStation VR
Hardwareanforderungen	Mehrkernsystem ab 4 GHz, 4 GByte RAM, 4-GByte-Grafik
Kopierschutz	Uplay
Idee ⊕⊕	Umsetzung ⊕
Spaß ⊕⊕	Dauermotivation ⊕
8 Spieler online • Deutsch • USK 6 • 30 €	

In hitzigen Diskussionen müssen die Dörfler bei „Werewolves Within“ herausfinden, wer unter ihnen zu spontanem Fellwachstum neigt.



Gefährlicher noch als Wölfe und Bären sind in Kona Eis und Schnee: Weilt der Detektiv zu lange im Wald, stirbt er den Kältetod.



# Ein eiskalter Fall

**A**m Morgen ist die Welt des Survival-Adventures **Kona** noch in Ordnung: Im Herbst des Jahres 1970 fährt Privatdetektiv Carl Faubert mit seinem Chevy-Pick-up in den Norden der frankokanadischen Provinz Quebec. Dort soll er den Industriellen Hamilton treffen. Bei einer Reihe von Einbrüchen wurden dessen Fabriken verwüstet, Faubert soll die Täter ermitteln. Doch unterwegs kommt es zu einem Unfall. Als Faubert im Wagen wieder zu sich kommt, tobt ein Blizzard und überzieht die Wälder mit Eis und Schnee.

Die Kälte setzt dem Helden zu: Findet er nicht binnen weniger Minuten eine Hütte mit einem Holzofen, wird er unweigerlich erfrieren. Mit letzter Kraft sammelt er Holzscheite und entfacht ein Feuer, das seine Gesundheit wieder herstellt. Fortan muss der Spieler aufpassen, dass der Detektiv nicht unterkühlt, was auf den Exkursionen in den verschneiten Wäldern leichter gesagt ist als getan.

Auch vor Wölfen muss sich Faubert in Acht nehmen. Rotten sie sich im Rudel zusammen, muss Faubert sie mit einer Axt abwehren. Die Kämpfe sind leicht zu gewinnen, wirken aber technisch ungelentk. Die ständig latente Gefahr versetzt den Spieler in permanente Alarmstimmung und zieht ihn tiefer in die Geschichte.

Bald entdeckt Faubert die Leiche von Hamilton in einem Tante-Emma-Laden: Was ist geschehen? Um Hinweise auf den oder die Mörder zu sammeln, klappert er mit seinem Chevy die Umgebung ab.

Kona führt den Spieler mit dezenten Hinweisen äußerst geschickt zum nächsten Ziel. Zwischendurch muss er Adventure-typische Kombinationsrätsel lösen. Bevor Faubert beispielsweise auftanken kann, muss er eine Zapfsäule reparieren und dazu einen Stromgenerator in Gang bringen. Ein Zausel verlangt von ihm eine Flasche Schnaps, bevor er ihm seine warme Jacke überlässt, doch den Fusel muss der Detektiv erst einmal destillieren.

Die Rätsel sind logisch aufgebaut und bestens ins Geschehen eingebettet, sodass man nie lange nach einer Lösung suchen muss. Das Inventar ist jedoch unübersichtlich; allzu umständlich muss man dort nach Gegenständen wühlen.

Je länger Faubert den Fall untersucht, desto mehr Hintergründe erfährt er über den Toten: Hamilton war ein herrischer Patriarch und machte sich viele Feinde; besonders hart traf es die Ureinwohner. Um seine Geschichte zu erzählen, verzichtet Kona jedoch auf Gesprächspartner. Faubert reist durch verlassene Orte und erlebt dort traumatische Rückblenden. Ähnlich wie im Adventure „Everybody’s Gone to

the Rapture“ wird die nüchterne Detektivarbeit immer wieder von wirkungsvollen Psycho-Schauern unterbrochen.

Die gespenstische Szenerie in der Einöde wird von einem minimalistischen Gitarren-Soundtrack untermalt. Ein englische Sprecher trägt Carls Gedanken nüchtern vor. Zuweilen werden sie nur als Texte eingeblendet, was weitaus weniger elegant gelöst ist als im Adventure-Hit „Firewatch“ aus dem Vorjahr.

Die Mischung aus Detektivarbeit und Überlebenskampf ist den Entwicklern gut gelungen. Die etwa sechs Spielstunden dauernde Reise durchs vereiste Kanada überzeugt mit ihrer Story und dem kurzweiligen Spielfluss. Die von uns getestete PS4-Variante unterscheidet sich kaum von der fertigen PC-Version. Einzig die Ladezeiten fallen auf der Konsole etwas länger aus. (Peter Kusenbergh/hag@ct.de)

Kona	
Vertrieb	Parable, <a href="http://www.konagame.com">www.konagame.com</a>
System	Windows, macOS, Linux, PS4, Xbox One
Hardwareanforderungen	i5 mit 2 GHz, 4 GByte RAM, GeForce GTX 460 oder ATI Radeon 6850
Kopierschutz	Steam
Idee ⊕	Umsetzung ○
Spaß ⊕	Dauermotivation ⊕
1 Spieler • Englisch/ Deutsch (Sprache / Text) • keine USK-Einstufung • 20 €	

Anzeige



# Schiff des Grauens

**E**in mauskleines Mädchen namens Six trippelt im Horror-Schleichspiel **Little Nightmares** durch den Bauch eines gigantischen Dampfers, um dem Grauen unter Deck zu entfliehen.

Six erwacht in einem dunklen und sanft schwankenden Raum voller haus hoher Möbel und bedrohlicher Schatten. Sie trägt einen gelben Anorak; auf bloßen Füßen läuft sie los, um den Ausgang zu finden. Hilfsmittel, Waffen und besondere Fähigkeiten besitzt sie nicht, nur ein Feuerzeug dient ihr dazu, die düsteren Räume zu erhellen. Entsprechend braucht sie einen starken Überlebenswillen und die Hilfe des Spielers, um Aktenschränke zu erklettern, Meere aus Puppenschuhen zu durchschwimmen und den grotesken Bewohnern zu entkommen.

Kaum aus den langen Armen eines schaurigen Hausmeisters entkommen, muss sich Six vor einem schwabbeligen Koch verstecken, der Fleischstücke klein hackt und hysterisch schreit, sobald er das Mädchen über den Küchenboden huschen sieht. Also muss Six vorsichtig von Versteck zu Versteck schleichen, um einen Schlüssel zu stibitzen. Manche Verfolgungsszenen verlangen ein unverschämt genaues Timing. Ein einziger Patzer während der Flucht führt dazu, dass Six scheitert. Immerhin braucht man nach einem erneuten Bildschirmtod nur kurze Passagen zu wiederholen, da das Spiel in kurzen

Abständen automatisch speichert und die Ladezeiten nur wenige Sekunden dauern. Daher ist man kaum schockiert, wenn die Heldin zum wiederholten Male stirbt.

Gruselig ist die Reise dennoch, etwa wenn man mit ansieht, wie Schauergestalten Fleischberge verarbeiten, die andere Fieslinge vertilgen. Six nutzt Würste als Wurfgeschosse und schwingt an einer Wurstkette zum rettenden Lüftungsschacht. Die Rätsel sind logisch und zugänglich aufgebaut, was orientierungsloses Herumirren vermeidet und dem Spieler das Gefühl gibt, rasch voranzukommen. Schwieriger sind einige der hektischen Verfolgungsszenen, die dem Spieler so manche Gänsehaut bescheren.

Den Entwicklern der Tarsier Studios ist das gruselige Design hervorragend gelungen. Sie schufen ein anheimelndes Ambiente mit expressionistischen Schattenspielen und einer stimmungsvollen Geräuschkulisse. Es brodeln und zischt, Dielen knarzen und Tropfen fallen auf Steinfußböden. Die Level sind nicht allzu vertrackt, meist findet man rasch einen Weg durch die Mauselöcher, über Regale und Tellerstapel. Exkurse in die Tiefe des Raumes stiften Verwirrung, weil die Kamera in ihrer Position verharrt und man Six auf Distanz schlecht steuern kann, sodass sie häufig stecken bleibt. Immerhin funktioniert die Steuerung angenehm simpel, mit fünf Tasten und

einem Analogstick bewältigt der Spieler alle Aktionen.

Eine Hintergrund-Story fehlt jedoch. Fragen wie „Wer ist diese Six?“ und „Welche Rolle spielen die Fresssäcke, die Köche und die seltsame Hexe?“ bleiben unbeantwortet. Mitunter schwant einem jedoch, dass sich etwas Böses unter dem gelben Anorak verbergen könnte und Six nicht so unschuldig ist, wie man zunächst glaubt.

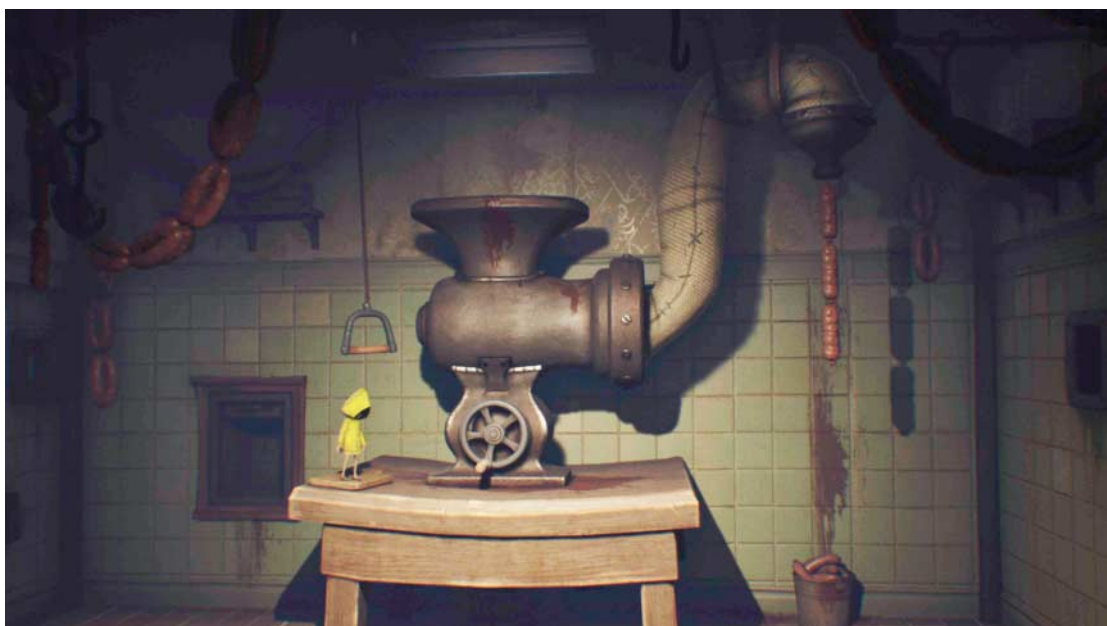
Die Entwickler gaben sich mit ihren Rätseln und Kulissen sichtlich Mühe, eine packende Atmosphäre aufzubauen. Doch wenn man nach fünf Stunden zum Finale kommt, erlebt der Spieler keine Auflösung des Mysteriums. So hinterlässt die Grusel-Odyssee einen schalen Nachgeschmack. Der anfänglichen Euphorie über die schauerlichen Figuren und pfiffigen Rätsel folgt Ernüchterung, weil sich die Entwickler zu sehr auf die schockierende Wirkung ihrer Horror-Inszenierung verlassen.

(Peter Kusenberghag@ct.de)

## Little Nightmares

Vertrieb	Little Nightmares, little-nightmares.com
System	Windows, PS4, Xbox One
Hardwareanforderungen	Intel-Core-i3, 4 GByte RAM, Nvidia GTX 460
Kopierschutz	Steam
Idee ⊕	Umsetzung ○
Spaß ⊕	Dauermotivation ⊖

1 Spieler • Deutsch • USK 12 • 20 €



Gelbkäppchen und der böse Koch: Die Schleichpassagen von Little Nightmares erfordern gutes Timing, denn bei Alarm ergehts der Heldin schlecht.



Anzeige

# Die Guten ins Töpfchen ...

Ein schlecht gewarteter Router kann zum Einfallstor für Unbefugte werden. Sicherheitslücken in der Router-Software verdienen es, schnell gestopft zu werden. Was aber, wenn es – etwa bei älterer Hardware – keine hinreichende Versorgung mit Software-Aktualisierungen gibt? Spätestens dann ist eine zuverlässige Paketfilter-Firewall auf alternativer Software-Grundlage interessant. Ein geeignetes Betriebssystem auf Linux-Basis, das auf vielen Routern läuft, ist OpenWrt. Es bringt einen eigenen Paketmanager mit. Somit ist es ein Leichtes, neue Software auf einem modifizierten Router zu installieren und auch eigene Programme dafür zu schreiben.

Weidners Buch versteht sich als Leitfaden fürs Aufsetzen einer Paketfilter-Firewall mit OpenWrt, unterstützt aber auch vergleichbare Arbeiten mit anderen



Betriebssystemen, bevorzugt der Linux-Welt.

Bevor er in puncto Konfiguration konkret wird, holt der Autor weit aus und beschreibt die wichtigsten Protokolle für IPv4 und IPv6. Dabei geht er bis auf die Bit-Ebene hinunter und verweist auf zahlreiche RFC-Dokumente. Anschließend wendet er sich den Grundlagen der Paketfilterung zu und erklärt detailliert, welche Datenpakete überhaupt gefiltert werden müssen.

Da OpenWrt auf Linux beruht, nutzt es dessen Netzwerkfunktionen. Daher beschreibt Weidner unter anderem die Kernel-Komponenten iptables, ebtables und arptables einschließlich ihrer Userspace-Programme. Besonderes Augenmerk richtet er auf die Filterregeln und deren Abhängigkeiten. Dabei bleibt er allerdings abstrakt und lässt konkrete Beispiele vermissen.

Erst danach zeigt er die Web- und Kommandozeilen-Schnittstellen von OpenWrt, wobei er nicht besonders tief geht. Für genauere Informationen verweist er in fast allen Fällen auf die Wiki-Seiten des OpenWrt-Projekts. Das Gleiche gilt auch für andere Themen, etwa die Absicherung des Systems gegen unbefugte Zugriffe. Das Buch endet mit allgemeinen Ausführungen zum Testen und zur Dokumentation eines Firewall-Systems.

Insgesamt bietet Weidner eine solide Einführung in die Grundlagen der Paketfilterung. Er setzt dabei gute Netzwerkkenntnisse voraus. Die konkrete Anwendung und Konfiguration von OpenWrt kommt leider viel zu kurz. Auf diese Weise kann die Lektüre des Buchs ein intensives Studium der Online-Dokumentation nicht ersetzen. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Der Paketfilter bei OpenWrt

Autor	Mathias Weidner
Erscheinungsort, -jahr	North Charleston, SC (USA), 2017
Verlag	CreateSpace
ISBN	978-1-5426-9064-5
224 Seiten • 20 € (Epub-, Kindle-, PDF-E-Book: 10 €)	

# Naives Genie

Der britische Mathematiker Alan Turing legte die theoretische Basis für die Computertechnik, wobei die Kommunikation von Mensch und Maschine das wohl bekannteste Thema seiner Arbeiten war: Der Turing-Test gehört zum Basiswissen von IT-Interessierten.

Der von Robert Deutsch getextete und gestaltete Comic zeigt schlaglichtartig Schlüsselszenen aus Turings Leben; die genialen Arbeiten zur Computertheorie und das Knacken des Enigma-Codes werden dabei eher knapp abgehandelt.

Als Turing einen Diebstahl meldet und nebenbei seine Beziehung zu einem Mann erwähnt, setzt er die Räder der britischen Justiz der 1950er-Jahre in Gang:

Homosexualität stand damals unter Strafe – Kriegsheld hin oder her. Eine Östrogentherapie mit schlimmen Nebenwirkungen bewahrt ihn vor einer Haftstrafe, trägt aber zu seinem seelischen Niedergang bei. 1954 setzt der 41-jährige Turing mittels eines vergifteten Apfels seinem Leben ein Ende; erst im Dezember 2013 wird er symbolisch rehabilitiert.

Das Erstlingswerk des Comic-Künstlers Robert Deutsch vollzieht einen grafischen Kreativtrip: Farben, Panel-Formen, die Umsetzung von Gedanken in Bildern sowie Einzelheiten wie zwei grinssende einander zuprostende Biergläser machen stets neugierig darauf, welche Überraschung die nächste Doppelseite bieten wird. Trotz seines grafischen Könnens gelingt es Deutsch jedoch nicht, der Tragik von Turings Leben gerecht zu werden. Er hätte gut daran getan, einen



Szenaristen für das überzeugende grafische Erzählen einer Geschichte zu beschäftigen.

Im Gedächtnis bleiben dem Leser die Bilder mit ihrem eigenwilligen künstlerischen Stil. Dort findet sich eine Fülle von Details, auch symbolischer Art, die Stoff für langes Nachdenken liefern. (jr@ct.de)

Turing	
Autor	Robert Deutsch
Erscheinungsort, -jahr	Berlin 2017
Verlag	avant
ISBN	978-3-9450-3455-2
192 Seiten • 30 €	

Anzeige





# LUFTHOHEIT

VON CHRISTIAN ENDRES

Die Ermittler betrachten die Drohne, die vor ihnen auf der rissigen Teerdecke liegt. Der Quadcopter hat eine vorschriftsmäßige Vorrichtung zum Transport kleinerer Pakete – vom Päckchen fehlt allerdings jede Spur. Die Drohne selbst sieht ziemlich mitgenommen aus, besonders die eingedrückten, verbogenen Ausleger.

„Was hältst du davon?“, fragt Detective Maria Delago ihren Partner.

Detective Zacharias Shalvey, der in seinem grauen Anzug von der hoch über dem Parkplatz stehenden Sonne förmlich gebraten wird, überlegt kurz. „Sieht kaputt aus“, antwortet er dann.

„Wieder die halbe Nacht Sherlock Holmes gelesen und auf deinem Tablet eingepennt, was?“

„In letzter Zeit lese ich hauptsächlich Comics“, erwidert Shalvey ernst. „Scans von altem DC-Zeug. Batman war damals noch richtig cool.“

Delago runzelt die Stirn. „Wann hattest du dein letztes Date, Zach?“

Der Officer, der als Erster am Tatort gewesen war, räuspert sich. „Haben Sie dann so weit alles, Detectives?“

„Klar“, sagt Delago, der nicht entgangen ist, dass der Streifenbeamte mehrmals in den Ausschnitt ihres Tops geguckt hat. „Alles, außer einem Zeugen und einer Spur. Vielen Dank auch.“ Sie wendet sich wieder ihrem Partner zu. „Jetzt kannst du mal zeigen, was du heute Nacht vom Mann aus Stahl gelernt hast.“

„Batman ist der Mitternachtsdetektiv“, entgegnet Shalvey abwesend, während er seinen Blick über den leeren Parkplatz und den wolkenlosen Himmel schweifen lässt.

\* \* \*

Wenn sich die Öffentlichkeit bedroht fühlt und die Umfragewerte in den Keller gehen, wird die Politik plötzlich aktiv. Aus diesem Grund hat jedes Revier ein eigenes Drohnen-Dezernat bekommen. Eine glänzende neue Abteilung, furchtlos durch die Mühlen der Bürokratie gepeitscht, was so viel heißt wie: ohne Plan und ohne Konzept, aber mit wirksamer Medienkampagne.

Mit *Chaos gegen das Drohnen-Chaos* hat Delago auf ihren Monitor geklebt.

Früher haben sich Detectives wie Shalvey und Delago um Morde, Drogen-Delikte, Gang-Verbrechen und Prostitution gekümmert. Jetzt befassen sie und die anderen abgeschobenen schwarzen Schafe sich mit Drohnen und allem, was dazu gehört; bewaffnet mit ihrer häufig nutzlosen Erfahrung auf anderen Gebieten und ausgestattet mit Handbüchern und Leitfäden, an denen sich schon so mancher zu Tode gescrollt hat. Wer Glück hat, kennt einen Kollegen aus der Abteilung für Cyber-Kriminalität, der ihm noch einen Gefallen schuldet, und kann ihm ein paar Fragen stellen.

Die Probleme und Verbrechen, mit denen es das Drohnen-Dezernat zu tun hat, sind vielfältig. Dealer, die auf Rotoren umgestiegen und noch schwerer zu fassen sind als vorher, stellen ein mindestens so großes Problem dar wie Kids, die Messer, Bratspieße oder zurechtgefeilte Schraubenzieher an ihre Copter schrauben und Jagd auf Vögel machen – wenn ihr Umfeld und die Nachbarskatze Glück haben und nicht selbst zum Ziel werden. Nicht zu vergessen die Voyeure und Paparazzi mit ihren winzigen Kamera-Drohnen, die keine noch so hohe Grundstücksmauer oder hoch gelegene Penthouse-Suite aufhält. Oder die Adrenalin-Junkies in ihren aufgemotzten Schlitten, die ihre waghalsigen Straßenrennen mithilfe flinker Multicopter streamen.

Auf der anderen Seite stehen militante Umweltschützer und aufgebrachte Vogelbeobachter; oder auch schon mal ein arbeitslos gewordener Fahrradkurier, der sich eine Schrotflinte schnappt und auf jede Drohne ballert, die er sieht – bis er von einem Spezialkommando überwältigt wird.

Drohnen in der Großstadt – ein bunter Strauß alltäglichen Wahnsinns für alle, die im jungen Dezernat Schicht um Schicht schieben und Überstunden ansammeln, die reichen dürften, bis die Polkappen abgeschmolzen sind.

Und jetzt haben Shalvey und Delago auch noch diese Serie von Raubüberfällen am Hals, bei denen GPS-gesteuerte Lieferdrohnen von Apotheken, Elektro-Versandhändlern und Online-Schmuckbörsen irgendwie vom Himmel geholt werden. Entbehrt nicht einer gewissen Ironie, dass just die Läden, die dem Risiko eines Überfalls auf der Straße entgehen wollten, nun in der Luft ausgeraubt werden.

Auch eine Art von Evolution, denkt Shalvey.

Er und seine Partnerin sitzen einander an ihrer Schreibtisch-Insel gegenüber. Er checkt seine Mails; sie süßt ihren Kaffee, bis der Löffel fast in der Tasse stehen bleibt.

„Wie würdest du’s mit dem Runterholen machen?“, fragt Delago plötzlich.

„Führ mich erst mal zum Essen aus, bevor du solche Fragen stellst“, sagt Shalvey und klickt sich Spam-Mail für Spam-Mail von der super günstigen Krankenversicherung zu den super geilen russischen Nymphomaninnen durch, die nie aus der Mode kommen.

„Witzig.“

„Immer“, erwidert Shalvey und starrt die kurvenreiche Anzeigenkunst an. Schließlich loggt er sich aus, streicht seine Krawatte glatt, lehnt sich zurück und blickt zu Delago rüber, die einen Schluck ihrer süßen Plörre nimmt und ihn beobachtet.

„Aber mal im Ernst“, sagt sie und packt jetzt auch noch eine der Zimtschnecken aus, auf die sie so abfährt – Shalvey hat keine Ahnung, wie Delago es schafft, trotz der Unmenge an klebrigem Kram ihre erstklassige Figur zu wahren. „Mal im Ernst“, wiederholt Delago nach dem ersten Bissen mit

vollem Mund. „Ich würd auch eine Drohne nehmen. Scheint mir logisch, wenn man sich vorstellt, wie ...“

Der akustische Alarm, der auf ihren Smartphones ein neues, dringliches Fall-Ticket anzeigt, beendet das Gespräch.

„Fuck“, flucht Delago und greift nach ihrem Waffenholster in der Schublade. „Diesmal ist einer draufgegangen.“

\* \* \*

Das Opfer heißt Carl Kidby und starb vermutlich an einem plötzlichen Herzstillstand, weil sein Insulin nicht rechtzeitig kam. Die Drohne, die es zu ihm bringen sollte, wurde unterwegs abgefangen.

„Verkettung unglücklicher Umstände“, sagt Shalvey und sieht sich in der kleinen, muffigen Wohnung um. „Kidby hatte ...“

„... neunzig Kilo Übergewicht“, fällt ihm Delago ins Wort.

„Hast du schon seinen Vorrat an Zimtschnecken in der Küche entdeckt?“

„Penner“, sagt Delago. Trotzdem marschiert sie los, um die Küche zu inspizieren.

Shalvey wendet sich zur Wohnungstür und fragt die dort wartenden Polizisten, was sie bisher in Erfahrung bringen konnten.

„Kidby hatte so viel Phobien, dass er jeden Tag zu zehn verschiedenen Selbsthilfegruppen gekonnt hätte, wäre da nicht seine Selbsthilfegruppen-Phobie gewesen“, antwortet der Dienstältre.

„Er verließ seine Wohnung nie“, fährt sein jüngerer Kollege fort. „Ließ sich alles liefern. Türklappe für die Pizza, Fenster für die Drohnenlieferungen. Außerdem war er Diabetiker. Irgendwie ist er wohl mit seinem Insulin-Vorrat durcheinandergekommen. Hat zu spät gemerkt, dass es alle ist, und sich heute morgen bei der Apotheke Nachschub per Express bestellt. Doch der kam nie ...“

„... hier an“, fällt ihm der Ältere mit missbilligendem Blick ins Wort. „Die Apothekerin ist skeptisch geworden, weil kein Zahlungseingang als Quittierung verbucht wurde. Kidby hat immer dort bestellt, sie kannte ihn und wusste, dass es dringend war. Sie rief bei ihm an, er ging nicht ran. Dann hat sie die Drohne geortet, die sich ein Stück abseits des Ziels nicht mehr bewegte. Da rief sie uns an.“

Shalvey nickt und blickt auf die Leiche des fetten Mannes, über der sich die graue Folie wölbt. „Du weißt, was das heißt, oder?“, ruft Shalvey und sieht in Richtung Küchentür, wo Delago auftaucht.

„Keine Zimtschnecken mehr?“

\* \* \*

Beim Abtransport der Leiche schwirren bereits überall die manuell via Smartphone oder Tablet gesteuerten Kamera-Drohnen der Journalisten umher, die ihre Fotos wahrlich „on the fly“ zur Bebilderung ihrer Blog-Einträge hochladen. Reporter haben in der Regel illegale Software aufgespielt, um die selektive Netz-Blockade an und über einem Tatort zu umgehen.

Die weiß-rote, GPS-gesteuerte Drohne der Apotheke liegt hinter einem verlassenen Fabrikgebäude gegenüber dem Mietshaus, in dem Kidby gewohnt hat. Hier kreisen wiederum die halbautomatischen Drohnen des Departments, deren Störsender den Luftraum für andere Flugkör-

per sperren. Shalvey findet es bezeichnend, dass eine kaputte Drohne mehr Privatsphäre bekommt als ein toter Mensch.

Delago bespricht sich mit der Verstärkung, denn seit es Mord oder Totschlag oder was für eine juristische Abstufung auch immer ist, genießt der Fall vorübergehend den Status eines Red Ball, was im Klartext heißt: So lange wie möglich so viel Personal wie möglich.

Shalvey hält sich im Hintergrund. Er mag es nicht, wenn ein Tatort zur lärmenden Maschinerie übereifriger Cops wird, wo Egos und Zynismus florieren. Er bezieht sich die Schaulustigen hinter der Absperrung. Schließlich schlendert er zu einer Gruppe Kinder, vier Jungs und ein Mädchen, alle unter zehn. Sie sind als Cowboys und Indianer verkleidet, Hüte, Haarband, Gewehre und Pistolen inklusive. Der Detective versucht sich vorzustellen, wie es sein mag, so jung zu sein und nichts anderes als das permanente Surren über den Köpfen zu kennen. Manchmal fällt es ihm schwer, sich daran zu erinnern, wie es ohne war.

Er konzentriert sich auf die Kleinen. Er will das Eis brechen, denn Kinder sehen oft mehr als Erwachsene, und wenn sie hier die ganze Zeit gespielt haben ... nun, einen Versuch ist es wert.

Shalvey geht in die Hocke. „Cowboys und Indianer kommen nie aus der Mode, was?“

„Nö“, antwortet einer der Jungen mit einem schwarzen Hut. „Dürfen wir mal den Revolver sehen?“

„Das ist kein Revolver“, sagt Shalvey. Um das Gespräch von der Waffe weg zu lenken, pickt er sich das Mädchen heraus. „Hi. Musst du wegen deiner langen Haare den Indianer spielen?“

„Ich mag Indianer“, erwidert das Mädchen verwundert. „Du nicht?“

„Was? Ich ... doch, doch. Indianer sind cool.“

„Indianer sind toll!“, fährt die Kleine enthusiastisch fort. „Sie verstehen die Natur. Die Pflanzen und die Tiere. Sie ...“ Und so geht es weiter. In einer Tour. Ohne Luftholen.

Shalvey braucht drei Anläufe, sie zu stoppen. „Wenn du so ein guter Indianer bist ... hast du mit deinen scharfen Indianer Augen irgendwas Ungewöhnliches hier gesehen?“

Das Mädchen schüttelt so heftig den Kopf, dass die Feder ihres Kopfschmucks herunterfällt. Sie fängt sie auf, um sie wieder zwischen Kopf und Stirnband zu stecken. Und schon geht's weiter, wie eine Wort-Stampede. Shalvey mimt nickend den Aufmerksamen und fragt sich, wie er aus der Nummer rauskommen soll, als ein Schatten auf ihn und das Indianer-verrückte Mädchen fällt.

„Na, Partner? Eine heiße Spur oder dein neuer Fanclub?“

Shalvey atmet erleichtert auf und fällt dem Mädchen ins Wort.

„Sorry, Kleine. Das ist meine Kollegin. Ich muss los.“ Shalvey richtet sich auf und folgt Delago. Nach einigen Schritten zögert er, bleibt stehen: „Fahr mal mit den anderen zurück“, sagt er wie aus weiter Ferne zu Delago. „Ich möchte etwas herumfahren und nachdenken.“

\* \* \*

„Bestätige Sichtkontakt“, sagt Henrichon, als wäre er in einem militärischen Einsatz. Seine obere Gesichtshälfte ist von einer schwarzen VR-Brille bedeckt.

Drei Tage und doppelt so viele neue Drohnenüberfälle sind vergangen seit dem Raub mit Todesfolge. Shalvey sitzt

seit Sonnenaufgang neben dem Operator, der eine kleine, wendige Polizei-Drohne in luftiger Höhe durch eine Gegend steuert, in der Lieferdrohnen besonders häufig attackiert wurden. Delago und ein Einsatz-Team halten sich am Boden in einem Transporter bereit und folgen dem Signal der Drohne.

Der militärische Tonfall des Operators kommt nicht von ungefähr: Henrichon und seine Stealth-Drohne stammen aus einem militärischen Entwicklungsprogramm. Sie ist leise, an der Grenze zur Lautlosigkeit, während irgendeine state-of-the-art Camouflage-Technologie sie für den Betrachter vom Boden aus zu einem flirrenden Nichts vor dem Himmel macht. Im zivilen Raum und im Polizeieinsatz ist die Drohne, die via VR-Brille und -Handschuhen bedient wird, nicht erlaubt. Doch sie alle sind bereit, ein Auge zuzudrücken; im Bericht wird später von einem anonymen Tipp die Rede sein.

„Ist er das, Detective?“, fragt Henrichon, der durch die Brille und die ruhigen Handbewegungen wie ein Medium wirkt, das in seiner eigenen Welt lebt, was ja nicht ganz falsch ist.

## DIESE GROSS GEWACHSENE, SCHLANKE FRAU, AN DEREN ATTRAKTIVITÄT NICHT EINMAL DIE WEITE GRÜNE LATZHOSE, DIE KLOBIGEN GUMMISTIEFEL ODER DER EIMER VOLLER Toter KÜKEN ETWAS ÄNDERN KONNTEN.

„Zoomen Sie mal näher ran“, sagt Shalvey und fixiert den großen Flachbildmonitor mit dem Live-Feed der Drohne, auf dem ihr vermeintliches Zielobjekt langsam größer wird.

Shalvey lässt sich langsam ein „Yeahhhh“ auf der Zunge zergehen. „Das ist mein alter Freund Illja Anisimov. Kopf einer aktenkundigen russischen Bande; seine Wurzeln liegen in der Mongolei. Was er wohl mit seinem Kumpan da mitten auf dem Platz zwischen den Lagerhallen macht ...“

„Sein Begleiter hält eine Fernsteuerung in den Händen“, berichtet Henrichon. „Einen Moment ... und da ist sie schon. Das muss die von ihm gesteuerte Drohne sein.“

„Ok, zoomen Sie wieder in die Totale zurück, dann haben wir alles im Blick und erwischen sie in flagranti.“

\*\*\*

Während sie die Verdächtigen weiter beobachten und darauf warten, dass diese aktiv werden, muss Shalvey plötzlich an sein Treffen mit Natalie denken.

Er war durch den Zoo geschlendert, ohne so recht zu wissen, warum er ausgerechnet hier hatte über den Fall nachdenken wollen. Hinter der Anlage mit den geklonten Elefanten war er dann Natalie förmlich in die Arme gelaufen.

Sie waren beide abrupt stehengeblieben, und er hatte sie zunächst nur ansehen können: diese hoch gewachsene, schlanke Frau, an deren Attraktivität nicht einmal die weite grüne Latzhose, die klobigen Gummistiefel oder der Eimer voller toter Küken etwas ändern konnten.

„Hi, Natalie“, hatte er schließlich hervorgebracht.

„Hallo, Zach.“ Sie hatte den Eimer abgestellt und Shalvey war der Gedanke gekommen, dass die gelb-blutigen Dinger darin von allen Dingen im Zoo am ehesten wie Klone aussahen, doch ausgerechnet sie ironischerweise keine waren. „Was machst du hier? Hätte nicht gedacht, dich noch mal wiederzusehen.“

„Deswegen bin ich hier. Ich weiß, ich hab mich nicht mehr gemeldet. Wir hatten da diesen wichtigen Fall ...“

„Du hast immer einen Fall. Das ist dein Job.“

„Es tut mir wirklich ...“

„Lass gut sein, Zach. Ich wette, du bist auch jetzt beruflich hier.“

„Nein, eigentlich nicht ...“, hatte er sagen wollen, was zumindest die halbe Wahrheit gewesen wäre, denn er wollte die Sache mit ihr wirklich wieder ins Lot bringen.

Doch dann war ihm dieser eine Gedanke gekommen und er hatte Natalie ein weiteres Mal versetzen müssen.

\*\*\*

Kurze Zeit darauf hatte er mit Delago im Büro gesessen und ihr seine Rechercheergebnisse gezeigt. Sie hatte abwechselnd in die Akte über Anisimovs Bande und auf den Monitor geschaut, auf dem Shalvey seiner Partnerin die Familie Anisimov vorstellte.

Shalvey ruft sich noch einmal das Foto des hutzeligen Mannes ins Gedächtnis, der stolz auf seinem Pferd sitzt, die Kapuze mit Fellrand nach hinten geschlagen, den Arm mit dem verzierten Lederhandschuh gebeugt, im Hintergrund die Gipfel des Altai-Gebirges.

Genau in dem Augenblick ruft Henrichon laut: „Da ist er!“

Shalvey weiß nicht, ob der Operator damit den Quadrocopter meint, der einige Meter über den Dächern entlangfliegt, oder den Adler, der sich wie aus dem Nichts auf die Lieferdrohne stürzt. Die Wucht, mit der er Krallen voran den Copter trifft, ist immens. Der Adler rammt die Lieferdrohne mit dem gelben Päckchen scheinbar mühelos in Richtung Boden, wo ihr ein harter Aufschlag den Rest gibt.

Noch während die beiden Männer auf dem Platz dabei sind, Adler und Beute zu trennen, ist das Einsatzteam unter Delagos Führung zur Stelle und nimmt sie fest. Wohlweislich hatte Shalvey einen Falkner aus einer Auffangstation für den Einsatz angefordert, der sich des Raubvogels annimmt.

„Das war ziemlich beeindruckend“, erzählt Shalvey seiner Partnerin später. Er hebt beide Hände. Eine Faust, eine Klaue. „Der Adler schlägt schräg von oben zu. Schnell und hart. Im toten Winkel der langsamen Drohnensensoren.“

Shalvey wirkt nachdenklich und fährt schließlich dozierend fort: „Ergibt echt Sinn. Was haben wir da? Auf der einen Seite: etwas Plastik, ein bisschen anfällige Elektronik und ein Betriebssystem voller Bugs. Und auf der anderen Seite: ein paar Millionen Jahre Evolution. Fünf Kilo Muskeln. Krallen, die Knochen zermalmen und durch Stahl schneiden können, dazu der Schnabel und die Augen – und das Gefieder ist besser als jeder Stabilisator. So ein Adler kann sogar einen ausgewachsenen Wolf schlagen.“

„Geht dir gerade einer ab?“

„Willst du meine Hand halten?“

„Heute nicht.“ Delago lässt sich in ihren Drehstuhl fallen. Als sie Shalvey fixiert, sieht sie selbst ein bisschen wie ein Adler aus. „Jetzt erzähl mir alles über diese Natalie ...“

(bb@ct.de)

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, E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „KI macht Ihre Fotos schön“: Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*), „Netzwerk-Probleme lösen“: Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink (*jr@ct.de*) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteure:** Achim Barczok (*ach@ct.de*), Axel Kossel (*ad@ct.de*), Jürgen Kuri (*jk@ct.de*), Georg Schnurer (*gs@ct.de*)

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Gerald Himmelein (*ghi@ct.de*), Oliver Lau (*ola@ct.de*), Ingo T. Storm (*it@ct.de*)

### Ressort Software & Internet

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand (*dwi@ct.de*), Jo Bager (*jo@ct.de*)

**Redaktion:** Bernd Behr (*bb@ct.de*), Holger Bleich (*hob@ct.de*), Dieter Brors (*db@ct.de*), André Kramer (*akr@ct.de*), Lea Lang (*lel@ct.de*), Anke Poimann (*apoi@ct.de*), Martin Reche (*mre@ct.de*), Peter Schmitz (*ps@ct.de*), Dr. Hans-Peter Schüler (*hps@ct.de*), Andrea Trinkwalder (*atr@ct.de*), Peter-Michael Ziegler (*pmz@ct.de*)

### Ressort Systeme & Sicherheit

**Leitende Redakteure:** Peter Siering (*ps@ct.de*), Jürgen Schmidt (*ju@ct.de*)

**Redaktion:** Mirko Dölle (*mid@ct.de*), Liane M. Dubowy (*lmd@ct.de*), Ronald Eikenberg (*rei@ct.de*), Thorsten Leemhuis (*thl@ct.de*), Jan Mahn (*jam@ct.de*), Johannes Merkert (*jme@ct.de*), Dennis Schirmacher (*des@ct.de*), Hajo Schulz (*hos@ct.de*), Merlin Schumacher (*mls@ct.de*), Jan Schüßler (*jss@ct.de*), Axel Vahldiek (*avx@ct.de*)

### Ressort Hardware

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck (*cwi@ct.de*), Ulrike Kuhlmann (*uk@ct.de*), Andreas Stiller (*as@ct.de*), Dušan Živadinović (*dz@ct.de*)

**Redaktion:** Ernst Ahlers (*ea@ct.de*), Tim Gerber (*tig@ct.de*), Christian Hirsch (*chh@ct.de*), Benjamin Kraft (*bkr@ct.de*), Lutz Labs (*ll@ct.de*), Andrijan Möcker (*amo@ct.de*), Florian Müssig (*mue@ct.de*), Rudolf Opitz (*rop@ct.de*)

### Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen (*jow@ct.de*), Jan-Keno Janssen (*jkj@ct.de*)

**Redaktion:** Hannes A. Czerulla (*hcz@ct.de*), Hartmut Gieselmann (*hag@ct.de*), Sven Hansen (*sha@ct.de*), Ulrich Hilgefort (*uh@ct.de*), Nico Jurrán (*nij@ct.de*), Michael Link (*mil@ct.de*), Urs Mansmann (*uma@ct.de*), Stefan Porteck (*spo@ct.de*), Alexander Spier (*asp@ct.de*)

### heise online

**Stellv. Chefredakteure:** Jürgen Kuri (*jk@ct.de*), Dr. Volker Zota (*vza@ct.de*)

**Redaktion:** Kristina Beer (*kbe@ct.de*), Daniel Berger (*dbe@ct.de*), Volker Briegleb (*vbr@ct.de*), Martin Fischer (*mfi@ct.de*), Daniel Herbig (*dah@ct.de*), Martin Holland (*mho@ct.de*), Axel Kannenberg (*axk@ct.de*), Fabian A. Scherschel (*fab@ct.de*), Andreas Wilkens (*anw@ct.de*)

**c't online:** Ulrike Kuhlmann (*Ltg.*, *uk@ct.de*)

**Koordination News-Teil:** André Kramer (*akr@ct.de*)

**Koordination Social Media:** Martin Fischer (*mfi@ct.de*), Dr. Volker Zota (*vza@ct.de*)

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan (*mat@ct.de*)

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle (*suc@ct.de*), Christopher Tränkmann (*cht@ct.de*)

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch (*kaw@ct.de*)

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider (*Ltg.*, *rs@ct.de*), Hans-Jürgen Berndt (*hjb@ct.de*), Denis Fröhlich (*dfr@ct.de*), Christoph Hoppe (*cho@ct.de*), Stefan Labusga (*sla@ct.de*), Arne Mertins (*ame@ct.de*), Jens Nohl (*jno@ct.de*), Wolfram Tege (*te@ct.de*)

**Dokumentation:** Thomas Masur (*tm@ct.de*)

**Korrespondenten Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar, Tel.: 0 89/427 86-0, Fax: 0 89/427 86-10

**Frankfurt:** Volker Weber (*vowe@ct.de*), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8, 64285 Darmstadt, Tel.: 0 61 51/2 26 18

**Nordamerika:** Daniel AJ Sokolov (*ds@ct.de*), 91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +177 83 00 06 37

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker (*lbe@ct.de*), Harald Bögeholz (*bo@ct.de*), Detlef Borchers, Herbert Braun (*heb@ct.de*), Tobias Engler, Monika Ermert, Prof. Dr. Noogie C. Kaufmann, Dr. M. Michael König, Stefan Krempf, Prof. Dr. Jörn Loviscach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peeck, Prof. Dr. Thomas J. Schult, Ben Schwan (*bsc@ct.de*), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Wolfgang Otto (Ltg.), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Jörg Gottschalk, Birgit Graff, Angela Hilberg, Anja Kreft, Martin Kreft, Astrid Seifert, Edith Tötsches, Dieter Wahner, Dirk Wollschläger, Brigitta Zurhieden

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns, Hea-Kyoung Kim

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Maurer

**Tablet-Producerin:** Melanie Seewig

### Illustrationen

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **Story:** Susanne Wustmann und Michael Thiele, Dortmund, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Tippgeber:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/tippgeber>  
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

**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)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

### c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,70 €; Österreich 5,00 €; Schweiz 6,90 CHF;

Belgien, Luxemburg 5,50 €; Niederlande 5,70 €, Italien, Spanien 6,00 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 107,90 €, Österreich 111,80 €, Europa 126,10 €, restl. Ausland 152,10 € (Schweiz 150,80 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,30 €, Österreich 83,20 €, Europa 97,50 €, restl. Ausland 123,50 € (Schweiz 128,70 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,20 € (Schweiz 22,10 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BdWV e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 81,90 €, Österreich 85,80 €, Europa 100,10 €, restl. Ausland 126,10 € (Schweiz 114,40 CHF).  
Luftpost auf Anfrage.

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chloroffreiem Papier.

© Copyright 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA



# Vorschau 12/17

Ab 27. Mai 2017 am Kiosk und auf ct.de



## Auf der Heft-DVD: Desinfec't 2017

Das c't-Sicherheitstool geht in die nächste Runde und hat neue Viren-Scanner von Avira, Eset, F-Secure und Sophos an Bord. Desinfec't 2017 startet wie gewohnt von DVD und USB-Stick. Dank aktueller Ubuntu-Version und Feintuning unter der Haube ist das Tool mit noch mehr Computern kompatibel.

## Steuerabzug fürs Arbeitszimmer

Das häusliche PC-Arbeitszimmer ist bei vielen ein Thema für die jährliche Steuererklärung. Oft nutzt nicht nur einer allein diesen Raum. Der Bundesfinanzhof hat seine bisherige Haltung gegenüber solchen Fällen geändert: Jetzt geht manches, was zuvor nicht möglich war.



Bild: Curt Vendel/Montage: Peter Schmitz

### Außerdem:

## Bauvorschlag: PC mit Ryzen-CPU

Der von uns zusammengestellte Desktop-PC eignet sich dank Ryzen-Prozessor mit 8 Kernen für Profi-Anwendungen wie Videoschnitt und mehrere virtuelle Maschinen. Gamer kommen mit passenden Grafikkarten ebenfalls auf ihre Kosten. Zudem geben wir Tipps zur Einrichtung von Windows und Linux sowie des BIOS-Setups.

## Smartphones für 70 Euro

Bereits für 50 Euro sind neue Smartphones zu haben – mit umfangreicher Ausstattung und aktuellem Android. Für 70 Euro bringen sie sogar schon LTE und Fingerabdruckscanner mit. Wir haben uns angeschaut, was die Billigheimer taugen und ob man mit ihnen frustfrei durch den Alltag kommt.

## Monitore für Profis

Beim Publishing und bei der Bildbearbeitung muss ein Monitor aus jedem Blickwinkel satte und verbindliche Farben darstellen und sich für verlässliche Ergebnisse kalibrieren lassen. Wir haben vier Profi-Schirme mit 27 bis 32 Zoll von Asus, BenQ, Eizo und NEC getestet.

## Noch mehr Heise-Know-how:



c't Wissen Linux 2017  
jetzt im Handel



Make 2/2017  
jetzt im Handel



ix 5/2017  
jetzt im Handel