

Das neue FritzOS 7 in der Praxis

## Fritzbox optimal nutzen

Mesh, VoIP, VPN, Smart Home ohne Cloud

Mobilfunktarife ab 3 GByte: Fallen erkennen

Gaming PC günstig in der Cloud mieten

Linux für alte Rechner: So geht's

Windows: Hackerjagd mit Sysmon

Streit um Handy-Verbot an Schulen

c't deckt auf: Betrug im Online-Handel

## Gefälschte SD-Karten & Sticks



**IM  
TEST**

- GeForce RTX 2080: Teurer! Schneller?
- Schlanke, flotte Workstation-Notebooks
- Texterkennung für Android: Besser als Tippen
- Das ist neu bei Windows Server 2019
- iPhone XS und XS Max: Lohnt der Neukauf?

15 Keyboards für Schreiber, Spieler, Surfer ...

## Die beste Tastatur für Sie

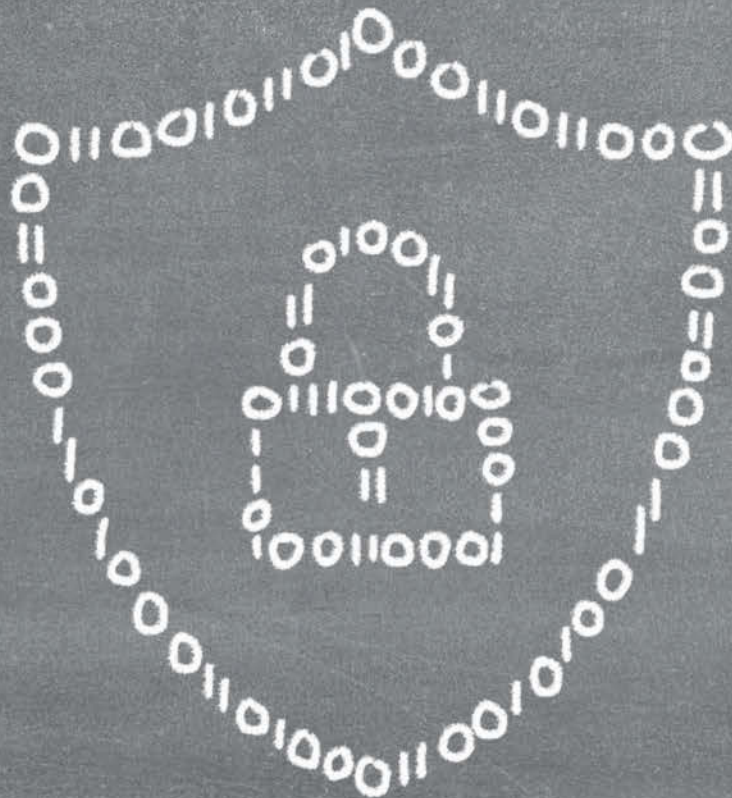
Ergonomisch • leise • mit LEDs für Gamer

€ 4,90  
AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70  
NL € 5,90 | IT, ES € 6,20  
CHF 7,10 | DKK 54,00





Sie sind  
**IT-Security Spezialist (m/w)**  
und gehen immer  
auf Nummer sicher?

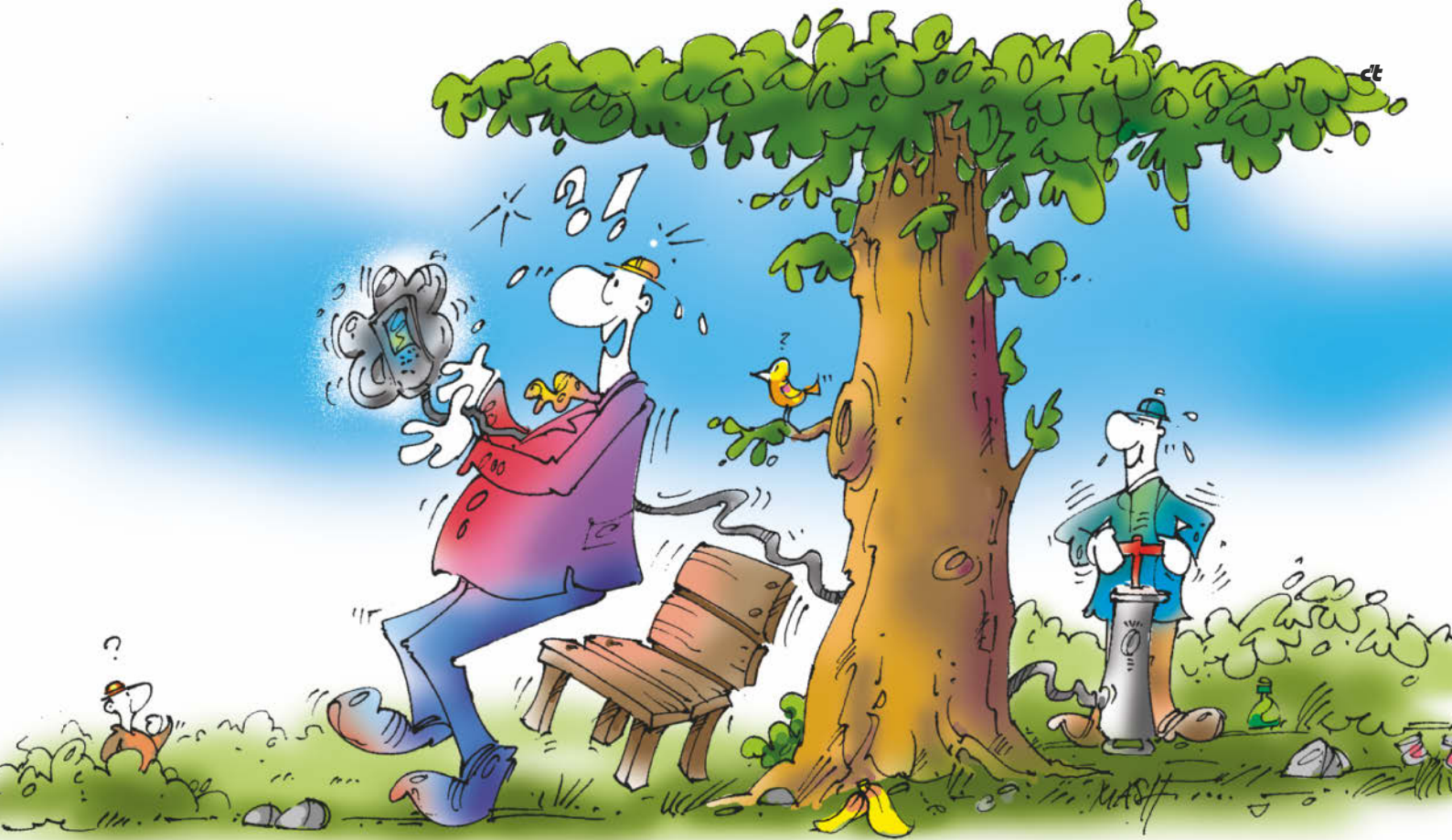


Mit der weltweiten Vernetzung von Unternehmen, Kunden und Lieferanten steigt der Bedarf an IT-Sicherheitslösungen. Als spezialisiertes Beratungsunternehmen unterstützen wir unsere Kunden dabei, ihre IT-Landschaften optimal aufzustellen.

Kommen Sie an Bord: **[www.lhind.de/karriere](http://www.lhind.de/karriere)**







## A u f g e b l a s e n

Lieber Smartphone-Hersteller,

als ich mein Handy zum ersten Mal einschaltete, traf mich fast der Schlag. Nach der Einrichtung begrüßte mich im Launcher ein ganzer Sack voll Apps, die nur eines gemeinsam haben: Ich will sie nicht. Vorinstalliert war eine bunte Auswahl Spiele, Social-Media- und Shopping-Apps. Das ist eine Frechheit und ungefähr so lästig wie Virens Scanner-Testversionen auf frisch gekauften Windows-PCs.

Die Apps fressen nicht nur Speicherplatz, sie sind zum Teil sogar aktiv, obwohl ich sie gar nicht nutze. Dabei tauschen sie fleißig Daten mit dem Internet aus. Du verstehst sicher, dass ich die unerwünschte Mitgift loswerden wollte. Doch da hatte ich die Rechnung ohne den Wirt gemacht: Die Apps ließen sich weder deinstallieren noch deaktivieren. Geht's noch?

Ich gehe davon aus, dass Du diese Apps nicht aus Nettigkeit vorinstallierst, sondern weil Dir die App-Anbieter ein paar Cent dafür zahlen. Das ist zwar nicht verwerflich - insbesondere, wenn das Smartphone dadurch etwas günstiger wird. Aber lass mir doch bitte vor dem Kauf die Wahl, ob ich mit dem Deal einverstanden bin. Auf der Produktseite machst Du uns Kunden mit vier Kameras, acht Prozessorkernen,

einem knackig scharfen Display und so weiter den Mund wässrig, über die vorinstallierte Software schweigst Du Dich jedoch aus. Du wirst schon wissen, warum.

Nimm Dir ein Beispiel an Amazon: Dort bekomme ich den billigsten Kindle "mit Spezialangeboten" für 70 Euro. Wenn mich die Werbung auf dem Sperrbildschirm stört, kaufe ich das Teil "ohne Spezialangebote" für 80 Euro - mit ansonsten identischer Ausstattung. Das ist transparent und fair. Vorinstallierte Apps sind hingegen eine Mogelpackung und in den meisten Fällen nichts anderes als Werbung.

Für ein sauberes Android würde ich Dir gern ein paar Euro mehr zahlen. Wenn ich die Wahl hätte, würde ich mir das schlanke Android One wünschen. Das macht es Dir übrigens auch leicht, Deine Geräte länger als ein paar Monate mit Sicherheits-Updates zu versorgen. Das hat in der Vergangenheit ja nicht so richtig gut geklappt.

*Ronald Eikenberg*

Ronald Eikenberg

# TERRA MOBILE 1515



**839,-\***  
Preis inkl. gesetzl. MwSt.

Beleuchtete  
Tastatur

## ERHÄLTlich BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

Indat GmbH, 10707 Berlin, Tel. 030/8933393 • IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, 14478 Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, 20097 Hamburg, Tel. 040/236220 • Computer-Service-Buchholz GmbH, 21244 Buchholz i. d. N., Tel. 04181/137373 • micro computer systemhaus Kiel GmbH, 24118 Kiel, Tel. 0431/661730 • Caligrafika, 26133 Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, 30175 Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, 31675 Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopanski, 31848 Bad Münde, Tel. 05042/933160 • KPS Systemhaus GmbH, 32120 Hiddenhausen, Tel. 05221/68370 • MBörso-Computer GmbH, 33100 Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, 33649 Bielefeld 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, 35745 Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus, GmbH 42551 Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, 42279 Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, 46395 Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbende Datentechnik GmbH, 48161 Münster, Tel. 02533/930802 • Füssner Computersysteme GmbH, 48431 Rheine, Tel. 05971/92100 • Sprung Systemhaus, 48712 Gescher, Tel. 02542/93160 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-GmbH, 50859 Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, 55124 Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE Data-Systems, 57627 Hachenburg, Tel. 02662/95830 • J.S. EDV-Systemberatung GmbH, 63843 Niedernberg, 06028/97450 • LANTech Informationstechn. GmbH, 63911 Klingenberg, Tel. 09372/94510 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, 65555 Limburg, Tel. 06431/500466 • hecom TK + IT Lösungen, 67071 Ludwigshafen, Tel. 0621/6719070 • Lehmann Elektronik, 67346 Speyer, Tel. 06232/28746 • Krieger GmbH & Co KG, 68163 Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH, 68519 Viernheim, Tel. 06204/607921 • Kai Müller GmbH, 72574 Bad Urach-Hengen, Tel. 07125/946880 • Danner IT-Systemhaus GmbH, 72760 Reulingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, 73730 Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co. KG, 79589 Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, 79664 Wehr, Tel. 07762 / 708860 • Dr. Levante GmbH & Co. KG, 79639 Grenzach Wyhlen, Tel. 07624/916710 • Schwarz Computer Systeme GmbH, 92318 Neumarkt, Tel. 09181/745590 • W&L electronics GmbH, 95466 Weidenburg, 09278/98610-0 •



Preiswertes 15 Zoll  
Allroundtalent



#### TERRA MOBILE 1515

- Intel® Core™ i5-7200U Prozessor (3M Cache, bis zu 3.10 GHz)
- Windows 10 Pro
- 39,6 cm (15.6") Non Glare FHD Display (1920x1080)
- 8 GB RAM
- 240 GB SSD
- DVD±Brenner
- Intel® HD graphics 620
- Beleuchtete Tastatur

Artikel-Nr.: 1220558

## Windows 10 Pro ist genau das Richtige für Unternehmen.

Windows 10 Pro-Geräte bieten all die leistungsstarken Komponenten, die Sie für die PCs Ihres Unternehmen benötigen und die Ihre Mitarbeiter

noch produktiver machen: mehr Sicherheitsfeatures, verbesserte Bedienung und robuste, innovative Geräte.

\* Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise in € inklusive gesetzlicher Mehrwertsteuer.  
Es gelten die AGB der Wortmann AG, zu finden unter [www.wortmann.de](http://www.wortmann.de). Solange der Vorrat reicht.  
Keine Mitnahmegarantie.

Ultrabook, Celeron, Celeron Inside, Core Inside, Intel, das Intel-Logo, Intel Atom, Intel Atom Inside, Intel Core, Intel Inside, das „Intel Inside“-Logo, Intel vPro, Itanium, Itanium Inside, Pentium, Pentium Inside, vPro Inside, Xeon, Xeon Phi, Xeon Inside und Intel Optane sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und/oder anderen Ländern.  
Personalized PDF für Andreas Lippmann aus 84085 Langquaid  
© Copyright by Heise Medien.

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

**WORTMANN AG**  
IT. MADE IN GERMANY.

# Inhalt 21/2018

## Trends & News

- 16 Schadsoftware erschleicht sich Vertrauen mit gefälschten Zertifikaten
- 18 Amazons Alexa kommt in Uhren, Steckdosen und Mikrowellen
- 20 Digitale Gesundheitsakte: Vivy-App, finanziert von 17 Krankenversicherungen
- 22 Bit-Rauschen: BIOS-Alternativen und Prozessor-Knappheit
- 23 Server: Weltmarkt wächst stark, Kritik an EU-Ökodesign-Richtlinie
- 24 Hardware: Schnellere Ryzen-Mobil-CPU's, Grafikkarten werden günstiger, Rekorder für VR-Ton
- 26 EU-Urheberrecht: Upload-Filter drohen
- 28 Elektronisches Anwaltspostfach: Es mangelt an Ergonomie und Datenschutz
- 29 Linux: Linus Torvalds nimmt Auszeit
- 30 Windows: Längerer Support – aber nicht für jeden
- 31 Netze: Backbone für Mesh-WLAN von TP-Link
- 32 Bitcoin: Wie mit riesigen Vermögen der Kurs manipuliert wird
- 34 Nanoelektronik: Tausendfach schneller mit Graphen statt Silizium
- 35 Forschung: Sympathische Roboter, Suchmaschine berücksichtigt Kontext und Semantik
- 36 Foto- und Videobearbeitung: Adobe CC für Video, Skylum Photolemur mit KI



62

### Gefälschte SD-Karten & Sticks

Die Shopping-Plattform Wish.com bewirbt haufenweise billige USB-Sticks, SD- und microSD-Speicherkarten. Unsere Testkäufe entlarven jedoch viele als Fälschungen, die Daten schreddern.

- 37 Internet: AMP mit weniger Google, VR-Browser, Facebook „War Room“, Tor-Browser für Android
- 38 **GeForce RTX 2080: Teurer! Schneller?**
- 39 Barrierefreies Gaming mit Xbox Adaptive Controller
- 40 Programmatic Advertising: Echtzeitversteigerung von Plätzen für personalisierte Werbung
- 42 Apple: Smartwatch mit Kardiograf, NFC-Funk ohne Akku, Dual-SIM erst mit Update, Safari 12
- 66 Informatik-Olympiade 2018: Deutsche Schüler erfolgreich
- 70 **Streit um Handy-Verbot an Schulen**
- 187 Web-Tipps: Lebendiges Museum, Schöne Fotos, Themenlandkarten, Gun Violence Archive

## Test & Kaufberatung

- 44 **iPhone XS und XS Max: Lohnt der Neukauf?**
- 48 Spiegellose Systemkameras: Canon EOS M50 und Fujifilm X-T100
- 50 3-in-1-Multifunktionsdrucker mit WLAN: Brother DCP-J572DW
- 50 Externes Gehäuse für PCIe-NVMe-SSDs: LM902/USB 3.1 UASP zu PCIe NVMe M.2
- 52 Fotobuch-Dienst: Google Fotos
- 54 Hybrid-Notebook mit IPS-Touchscreen von Aldi für 300 Euro: Medion Akoya E2294
- 54 Was-kommt-und-geht-bei-Netflix-App: WhatsOnFlix?
- 56 Linux-Systemmonitor gtop
- 56 Microsoft Remote Desktop: Neuer RDP-Client für macOS
- 56 Hex-Editor für die Festplatte: Active@ Disk Editor
- 58 Spiele: Marvel's Spider-Man, Shadow of the Tomb Raider, Two Point Hospital
- 86 Outdoor-Videokameras für Einsätze in Regen und Dreck
- 90 **Die beste Tastatur für Sie**
- 94 15 Keyboards für Vielschreiber und Spieler
- 104 **Mobilfunktarife ab 3 GByte: Fallen erkennen**
- 110 **Das ist neu bei Windows Server 2019**
- 114 **Schlanke, flache Workstation-Notebooks**
- 120 **Gaming PC günstig in der Cloud mieten**





## Fritzbox optimal nutzen

Mit FritzOS 7 kann man sein Netz per Mesh auch in die entlegensten Ecken erweitern – fast ohne Konfiguration. Darüber hinaus stecken in modernen Fritzboxen noch viele andere Trüffel, beispielsweise um schlauer zu telefonieren, den Netzbetrieb zu dokumentieren oder das Zuhause zu automatisieren.

### 138 **Texterkennung für Android: Besser als Tippen**

**162** Bausatz für sechsbeinigen Roboter: Conrad Robobug

**186** Bücher: Webanwendungen mit Angular, Datenbanken

## Wissen

### 60 **Vorsicht, Kunde: eBays nutzloser Käufer-schutz**

### 62 **c't deckt auf: Gefälschte SD-Karten & Sticks**

**64** USB-Sticks und SD-Karten: Fälschungen erkennen

**68** AR-Kunst: iJacking lockt durch Hannovers Innenstadt

**134** Raytracing für Spiele mit DirectX und Nvidias neuen Grafikchips

**144** Blockchain im Auto: Nonsense oder nicht

**152** Recht: Wann darf Facebook Beiträge löschen?

**166** Programmieren: KI lernt Pong zu spielen

**174** Audio-Fingerprinting: Wie Shazam Songs erkennt

**178** Speicher von Grafikkarten: DDR, GDDR und HBM

**180** Coole Hacks mit den Entwicklertools von Chrome und Firefox

## Praxis & Tipps

### 74 **Fritzbox optimal nutzen**

**76** FritzOS 7: Kniffe zu Telefonie, Mesh, VPN ...

**84** Fritzbox als Smart-Home-Zentrale

**80** Fritzbox-Monitoring: Langzeitbeobachtung mit Munin

### 122 **Linux für alte Rechner: So geht's**

**130** Mehr Sicherheit durch Sensorüberwachung unter Linux

### 148 **Windows: Hackerjagd mit Sysmon**

**154** Tipps & Tricks

**158** FAQ: Arbeiten mit GitHub

## Rubriken

**3** Editorial: Aufgeblasen

**10** Leserforum

**15** Schlagseite

**188** Story: Black Box (2) von Mario Magazin

**196** Stellenmarkt

**200** Inserentenverzeichnis

**201** Impressum

**202** Vorschau



## Die beste Tastatur für Sie

Ob zum Zocken, fürs Büro oder für Vielschreiber – unter den 15 getesteten Tastaturen finden Sie bestimmt Ihren neuen Liebling. Wir erklären, wie sie funktionieren und was Sie beim Kauf beachten sollten.

Das c't-Digital-Abo

# Genau mein Ding.

Immer und überall top informiert

Vor Kurzem habe ich meinen Master in Fahrzeugtechnik gemacht. Heute arbeite ich bereits in einer Projektgruppe für E-Mobilität. Dabei habe ich bemerkt, dass ich über meine Ingenieurkenntnisse hinaus mehr IT-Wissen brauche. Mit meinem c't Digital-Abo fühle ich mich immer und überall top informiert.

**Genau mein Ding.**





THEMEN & TESTS MIT LEIDENSCHAFT.



## Vorteile des c't-Digital-Abo

Lesen Sie Ihre Magazine Zeit und Raum unabhängig.

In 3 digitalen Formaten verfügbar:



Klassisch als PDF-Download  
[heise.de/onlineshop](http://heise.de/onlineshop)



Mobil als c't-Magazin-App  
iOS, Android oder Kindle Fire



Lesefreundlich als Browser-Magazin  
[heise.de/select](http://heise.de/select)

Geräteübergreifende Synchronisierung

**9 €**  
Rabatt

Testen Sie jetzt 6 digitale Ausgaben und freuen Sie sich auf eine **Smartwatch** als Dankeschön.

**Zum Angebot:**  
[ct.de/digital-erleben](http://ct.de/digital-erleben)



[ct.de/digital-erleben](http://ct.de/digital-erleben)



+49 541 / 80 009 120



[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

# Leserforum

## Emotion manipuliert

Editorial: Angst, die Kontrolle zu verlieren,  
c't 20/2018, S. 3

Mit großer Begeisterung habe ich Ihr Editorial gelesen. Über Ihre „neue Erkenntnis“, dass schon minimalistische Mimik von Robotern ausreicht, uns nachhaltig zu beeinflussen, musste ich allerdings ein wenig schmunzeln. Kennen Sie die Geschwindigkeitsselbstkontrollen, die uns mit einem traurigen blinkenden Smiley auf zu hohe und mit einem fröhlichen Smiley auf die richtige Geschwindigkeit hinweisen? Schon seit einigen Jahren wird unsere biologisch nicht unterdrückbare Reaktion auf auch nur angedeutete Mimik zu gewünschter Verhaltensanpassung genutzt. Dass nun bei Robotern oder technischen Geräten diese „Programmierung“ funktioniert, wundert mich nicht – selbst erfahren habe ich sie erst vor wenigen Wochen, als bei einer Tagung eine Horde von Persönlichkeiten aus Wirtschaft und Politik entzückt gurrend um einen Roboterprototyp herumstanden, der in Zukunft im stationären Einzelhandel das Kundenherz weichklopfen soll. Kurzum: Keiner von uns ist vor Manipulation durch Emotion sicher, auch nicht im technischen Bereich. Schließlich sind wir keine Roboter.

Jeanette Kittel ✓

## Maximal dämlich

Der Kampf ums Tracking, c't 20/2018, S. 24

Ich habe nichts gegen Werbung. Aber was soll ich mit Werbung für Dinge, die ich



Ist Online-Werbung inzwischen so nervig, dass sie mehr abschreckt als einlädt?

gerade gekauft habe? Ein TV reicht mir und wenn ich Dessous gekauft habe, darf monatelang niemand mehr an meinen Rechner, weil alle Webseiten voll mit halbnackten Frauen sind. Das ist nicht maßgeschneidert, das ist maximal dämlich und gehört abgeschafft. Danke Firefox.

Jens Liedtke ✓

## Tracking erhöht Preise

Das Blockieren des Tracking ist der Tod des Online-Journalismus? Also ohne Werbung können Journalisten nicht mehr arbeiten? Werbefinanziert heißt letztlich, dass es natürlich der Endkunde bezahlt. Derjenige, der von der Werbung für das Produkt genervt den Tracking-Blocker einschaltet. Kein Tracking – keine Werbung – keine Werbekosten für den Produzenten – niedrigere Preise für den Endkunden. So würde für mich daraus der berühmte Schuh ...

MikeWS ✓

## Aufrüstungsspirale

Welche nobelpreisverdächtige Unternehmensberatung hat es geschafft, dass Firmen zu der irrigen Überzeugung gelangen, Werbung, die potenziellen Kunden derart auf die Nerven geht, dass sie alle Möglichkeiten suchen, diese abzuschalten, könne den Umsatz steigern? Es scheint hier eine „Aufrüstungsspirale“ entstanden zu sein, die immer mehr Werbepräsenz verlangt, um in der daraus resultierenden Werbeflut nicht unbemerkt unterzugehen. Dabei wird die eigentlich zu den alltäglichen Erfahrungen gehörenden Erkenntnis geflissentlich übersehen, dass man sich keine Freunde schafft, wenn man jemand täglich auf die Nerven geht.

Alexander Hans ✓

## Steinzeit

Techniken und Hardware für 8K-Auflösung,  
c't 20/2018, S. 16

Träume sind schön – ganz besonders solche in UHD, 4K, 8K, HDR und Dolby Vision auf LCD-, LED-, QLED- und OLED-Flatscreens. Aber Träume sind – das weiß der Volksmund – auch Schäume.

## Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

💬 c't Forum

📱 c't magazin

🐦 @ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwährend.

Antworten sind kursiv gesetzt.

Die mediale Wirklichkeit sieht anders aus und hört auf den Namen öffentlich-rechtliche Rundfunkanstalten, die uns Zuschauer mit der kleinsten aller HD-Auflösungen (720p) zum Besten hält. Das ist technische „Steinzeit“ in einem Land, das wie kaum ein anderes auf dieser Welt die Digitalisierung und die mit ihr verknüpften Zukunftstechnologien verpennt. Statt auf hochauflösende Flachbildschirme schauen wir in dieser Republik immer noch in die „Röhre“. Ein Graus!

Joachim Kiner ✓

## Datenmitnahme ist wichtig

Office-Programme speziell für die Teamarbeit,  
c't 20/2018, S. 134

Hat man sich mit Selbst- und Teamorganisation auseinandergesetzt, findet man sich in den Ansätzen der im Artikel vorgestellten Portale sofort wieder: Aufgabenverwaltung, Notizen und Wissensspeicherung sowie -weitergabe funktionieren hier einfach besser als mit Dokumenten und Mail. Die Entscheidung für ein Portal (z. B. eines der vorgestellten) bedeutet jedoch auch eine längerfristige Kopplung der persönlichen und/oder Team-Produktivität daran. Vor einer Entscheidung für ein Werkzeug sollte neben den bereitgestellten Funktionen daher unbedingt „Freedom-to-leave“ abgeklärt werden, das heißt, wie kann der Online-Service unter strukturierter Mitnahme aller erfassten persönlichen/Unternehmens-Daten, Aufgaben und Referenzinformationen wieder verlassen werden? Was,



**bluechip**

CREATING COMPUTERS.

**Business zum Anfassen.****bluechip BUSINESSline All-in-One  
mit Intel® Core™ i5 Prozessor****Integrierte  
Webcam****POS  
Büro  
Empfang  
Homeoffice****bluechip BUSINESSline  
AIO 2310T**

Die bluechip All-in-One PCs sind ideale Komplettlösungen, wenn es darum geht, Platz am Büro- oder Heimarbeitsplatz zu schaffen. In den Komplett-PCs sind bereits Display und Laufwerk integriert, die dazugehörige Hardware ist unmittelbar hinter dem Bildschirm verbaut. Die All-in-One PCs sind stets mit neuester Technik ausgestattet und überzeugen durch einen niedrigen Energieverbrauch sowie eine äußerst geringe Geräuschkulisse.



Besticht durch sein modernes und elegantes Design – der bluechip BUSINESSline AIO mit Multi-Touch.

**Display\*:** 23.6" (60 cm) Full HD LED Multi-Touch-Display**Prozessor:** Intel® Core™ i5-7400 Prozessor (4x 3.00 GHz)**Speicher:** 16 GB DDR4 (max. 16 GB)**SSD/HDD:** 256 GB Intel® 545s SSD**Grafik:** Intel® HD Grafik**Kommunikation:** Gigabit-LAN, WLAN 802.11 ac, Bluetooth 4.2**Anschlüsse:** 4x USB 3.1, 2x USB 2.0, 1x HDMI-out, 1x VGA, Kopfhörer, Mikrofon, 1x LAN, 4-in-1 Cardreader**Laufwerk:** DVD-Brenner**Betriebssystem:** Windows 10 ProArt.-Nr.:  
AN6017652**Preis auf Anfrage**

\*Alternativ auch als 21,5 Zoll-Variante mit Touch-Display erhältlich.

**bluechip Computer AG**

Geschwister-Scholl-Str. 11a · 04610 Meuselwitz

Die Angebote sind freibleibend. Druckfehler und Irrtümer vorbehalten. Intel, das Intel-Logo, Intel Inside, Intel Core und Core Inside sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und/oder anderen Ländern.



Tel.: 03448 755-190

<https://ct.bluechip.de>

wenn der Service wieder geschlossen wird oder sich der Zahlungsplan auf einmal unmoralisch ändert oder eine Alternative einfach besser ist? Dieser Aspekt fehlt mir im Artikel, ist aber eine kritische Funktion, die bei der Open-Source-basierten Konkurrenz (die vielleicht nicht so ausgefeilt und schick ist) geboten werden kann.

Immanuel Wilhelmy ✉

## Lebensgefährlich

*Kleinst-E-Mobilität in den USA – ein Selbstversuch, c't 20/2018, S. 62*



**E-Tretroller machen Spaß und sind praktisch. Aber sind sie auch sicher?**

Dieses Spielzeug-Elektro-Scooter sind lebensgefährlich, da sie viel zu kleine Räder haben. Kommt man damit in ein Schlagloch, ist ein Sturz unvermeidlich. Ich kann das beurteilen, denn ich fahre selbst seit fünf Jahren einen selbstgebauten E-Tretroller. Er hat viel größere Räder, Scheibenbremsen und einen 1,5-kW-Hinterrad-Antrieb. Leider darf ich damit nur auf privaten Waldwegen fahren.

Jörg von Roos ✉

## WLAN statt USB

*Tipps & Tricks: Fotos vom Android-Phone auf den PC übertragen, c't 20/2018, S. 144*

Daten und Bilder übertragen geht auch sehr einfach und komfortabel per WLAN. Ich nutze die App „Wi-Fi File Transfer“. Sie leistet mir gute Dienste. Wenn man viele Dateien überträgt, sollte man die Option „komprimiert übertragen“ wählen.

OttoZ

## Geht auch mit SMBFS

Schon seit Jahren nutze ich den Total Commander für Android mit dem dazugehörigen LAN-Plug-in zur Übertragung jeglicher Dateien zwischen Android-Smartphone und Windows-Welt per SMBFS. Ob nun direkt auf einen Windows-Computer oder auf ein NAS.

DS66

## Cloud-Speicher vs. Backup

*Sicherheits-Checkliste Backup, c't 20/2018, S. 90*

Beim Backup ist mir eins aufgefallen: Irgendwann in den letzten Windows-Updates haben es Dropbox, OneDrive & Co. geschafft, dass die dort gespeicherten Dateien zwar lokal angezeigt werden, aber in Wirklichkeit nur in der Cloud gespeichert sind, also keinen Speicherplatz auf der lokalen Festplatte belegen. Dies wird erst beim ersten Zugriff nachgeholt, da wird die Datei nämlich heruntergeladen und lokal gespeichert.

Das ist halt blöd beim Backup, wenn man sein ganzes Userverzeichnis auf eine USB-Platte schieben möchte und dadurch die Cloud-Speicherdienste dazu bringt, alles auf die Festplatte zu schaufeln ... Aber ich befürchte, das ist effektiv nicht anders lösbar.

Sebastian Wasl ✉

## DSGVO falsch verstanden

*100 Tage DSGVO – eine erste Bilanz, c't 19/2018, S. 162*

Man muss den Eindruck gewinnen, dass diejenigen, die sich so fürchterlich über die DSGVO aufregen, schlichtweg keine Ahnung von der Sache haben: Viel Meinung, aber wenig Wissen. Die DSGVO ist durchdacht, richtig und wichtig! Sie tut das, was sie soll, nämlich unsere europäische Vorstellung von Datenhoheit sicherstellen: „Ich bin Herr meiner Daten und niemand darf sie ohne mein Einverständnis sammeln oder sogar damit Geschäfte machen – Punkt.“ Das ist natürlich eine Breitseite gegen die amerikanischen Datenkraken und auch all die europäischen Firmen, die damit liebäugeln, mit Big Data den großen Reibach zu machen – und schlussendlich uns Menschen zu manipulieren. Die Folgen des „Datenzeitalters“ werden unseren Kindern genauso um die Ohren fliegen wie uns heute der Klimawandel.



**c't-Leser Roland Mainka verteidigt die DSGVO: Behörden und Verbände hätten geschlampt, nicht der Gesetzgeber.**

Die aktuellen Probleme mit der DSGVO sind allesamt hausgemacht. Alle Verantwortlichen hatten zwei Jahre Zeit, sich in Ruhe damit auseinanderzusetzen. Es wäre genügend Zeit gewesen für die Verbände, um neue Software, Vorlagen und Handreichungen für ihre Vereine zu erstellen. Es haben alle einfach verpennt und jetzt werden diejenigen, die die Umsetzung der DSGVO nicht aus eigener Kraft wuppen können, im Regen stehen gelassen. Noch nicht einmal die Landesdatenschutzstellen waren so wirklich vorbereitet. Sie hätten schon 2016 Aufklärung betreiben und Druck machen müssen – das ist der Skandal!

Roland Mainka ✉

## Ergänzungen & Berichtigungen

### TRIM unter Linux und macOS

*Daten auf Computern richtig löschen, c't 20/2018, S. 122*

Unter Linux wird das TRIM aus Performancegründen nicht unmittelbar abgesetzt. Stattdessen räumen moderne Distributionen das System regelmäßig mit dem Befehl `fstrim --all` auf. Apple aktiviert bei macOS das TRIM standardmäßig nur für die eigene Hardware.

### Falsche ISBN

*Buchkritik: Die Kunst der Scheinangriffe, c't 20/2018, S. 184*

Die korrekte ISBN des Buches „Penetration Testing mit Metasploit“ lautet: 978-3-95845-595-5.



# SIEMENS

*Ingenuity for life*



## Darf's auch ein bisschen weniger sein?

**SIMATIC Basic IPC für industrielle Standardanwendungen**

Aufwändige Konfiguration, dicke Kataloge, lange Lieferzeiten: Auf all das können Sie bei unseren SIMATIC Basic IPC verzichten. Was Sie aber in jedem Fall bekommen, sind Performance, Flexibilität, Funktionalität und Robustheit für die kostengünstige Realisierung Ihrer Anwendungen im industriellen Umfeld. Dank ihres industriegerechten, durchdachten Designs sind die SIMATIC Basic IPC das ideale Paket für vielfältige Visualisierungs- und SCADA-Aufgaben sowie Mess- und Prüfprozesse. Lassen Sie sich von einer der vielen ab Lager verfügbaren Konfigurationen überzeugen. SIMATIC Basic IPC: mehr Industrie-PC, weniger Aufwand.

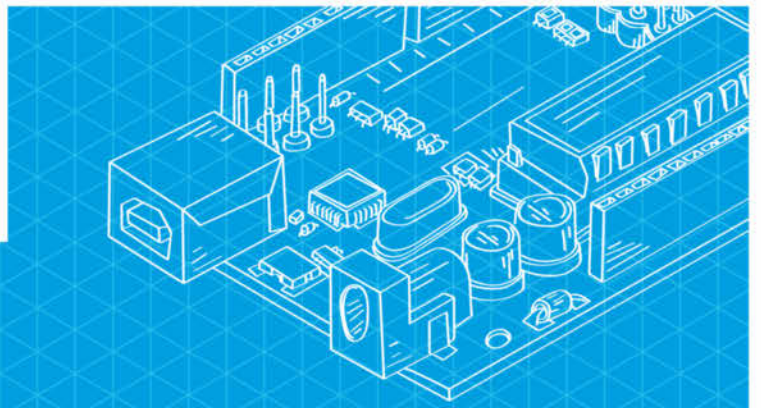


**DESIGN  
AWARD  
2018**

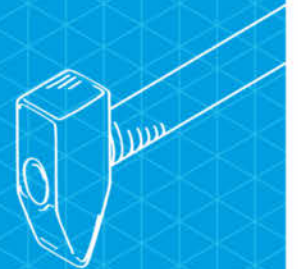
[siemens.de/basic-ipc](https://www.siemens.de/basic-ipc)



# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



**GRATIS!**



## 2× Make testen und 6 € sparen!

**Ihre Vorteile:**

- ✓ Neu: Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen
- ✓ Versandkostenfrei

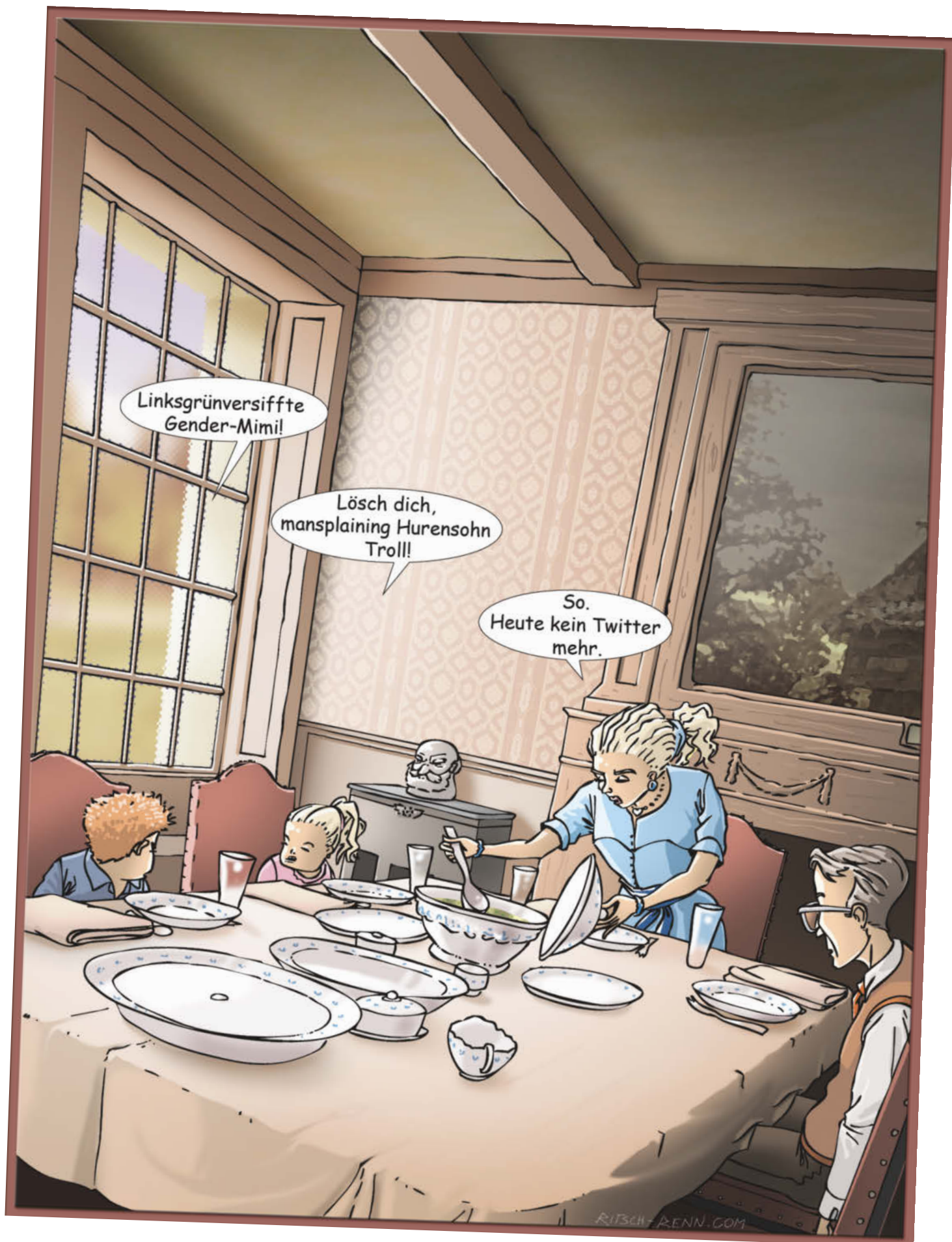
**Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.**

\*Für die Laufzeit des Angebotes.

**Jetzt bestellen: [make-magazin.de/miniabo](http://make-magazin.de/miniabo)**

Persönliches PDF für Andreas Lippmann aus 84085 Langquaid  
© Copyright by Heise Medien.





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



# Vertraue mir!

## Digital signierte Schädlinge auf dem Vormarsch

**Online-Ganoven missbrauchen Zertifikate namhafter Unternehmen, um Malware zu signieren und das Vertrauen der Virens Scanner zu erkaufen. Das kostet die Täter nur eine Handvoll Dollar.**

Von Uli Ries

Wie die Schlange Kaa aus dem Dschungelbuch versucht ein Schädling den Virens Scanner zu bezirzen, um auf dem Rechner des Opfers in spe ausgeführt zu werden. Die Schadsoftware greift mitunter zu allerhand Tricks, um sich das Vertrauen zu erschleichen. Dazu zählen auch gültige digitale Signaturen, die etwa von etablierten Hard- oder Softwareherstellern stammen.

Ein prominenter Fall ist die fortschrittliche Cyber-Waffe Stuxnet, die im Jahr 2010 das iranische Atomprogramm

sabotierte. Sie wurde mit einem digitalen Zertifikat des Chipherstellers Realtek signiert. Im Sommer 2018 tauchte eine Malware namens Plead auf, die zum Ausspionieren von ostasiatischen Organisationen losgeschickt wurde – mit einer digitalen Signatur des Netzwerkausrüsters D-Link. Die Virenforscher von Kaspersky Lab berichten, dass der Code von gut einhundert Malware-Familien aus dem Umfeld solcher gezielten APT-Angriffe (Advanced Persistent Threat) signiert ist.

Digital signierte Malware kommt jedoch längst nicht mehr nur bei gezielten Angriffen zum Einsatz, sondern wird zum Massenphänomen: Die Virenforscher von Kaspersky Lab zählen in ihrer Datenbank inzwischen rund zehn Millionen signierte Malware-Samples, die circa 2000 verschiedenen Schädlingsfamilien angehören.

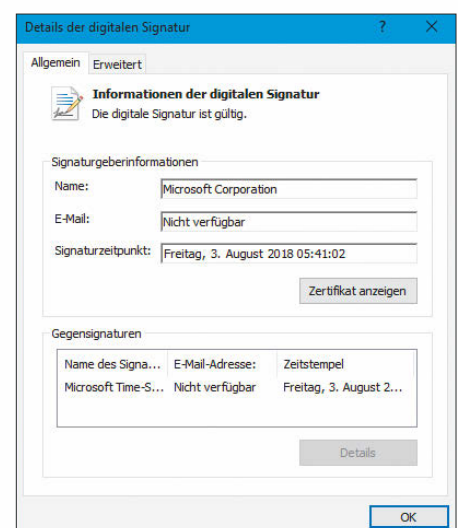
### Digitales Vertrauen

Das sogenannte Codesigning erfüllt eigentlich eine sinnvolle Aufgabe: Softwarehersteller signieren ihre fertigen Program-

me mit einem kryptografischen Schlüssel, um den Ersteller der Software klar kenntlich zu machen. Zudem ist so garantiert, dass der Code nach dem Signieren nicht manipuliert wurde. Die Angabe, wer die Datei signiert hat, steht in einem digitalen Zertifikat, das Teil der Datei ist. Dieses erhält der Softwarehersteller von einer Zertifizierungsstelle (CA), deren Aufgabe es ist, die im Zertifikat anzugebenden Daten wie den Firmennamen zu überprüfen – etwa durch Gewerbeschein oder Personalausweis. Stimmt alles, signiert die CA des Zertifikat.

Der Aufwand lohnt sich, denn Betriebssysteme räumen signierter Software gewisse Privilegien ein: Der SmartScreen-Filter von Windows etwa, der heruntergeladene Software auf Gefahren abklopft, stuft mit einem Extended-Validation-Zertifikat signierten Code ohne Weiteres als vertrauenswürdig ein. Bei Apples iOS ist ein gültiges Entwicklerzertifikat gar die Voraussetzung dafür, dass eine App installiert werden kann. Aufgrund dieser Vorteile haben auch Autoren von Malware Interesse daran, ihre Werke digital zu signieren – am besten mit dem Zertifikat eines großen, bekannten Unternehmens, dem Anwender und Betriebssystem vertrauen.

Typischerweise signieren Kriminelle nur den Teil einer Malware-Attacke, der zuerst auf dem Rechner des Opfers landet, also beispielsweise Dropper, die den eigentlichen Schadcode nachladen. Weil die digital signierte Vorhut bereits den Viren-

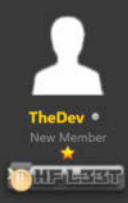


Die digitale Signatur gibt an, wer eine Datei herausgegeben hat – oder zumindest Zugriff auf das entsprechende Zertifikat hatte.



**[SELLING] Code Signing Certificates for just 100\$**

11-26-2017, 12:08 PM (This post was last modified: 12-11-2017, 03:34 PM by TheDev)



I'm selling Comodo Code Signing certificates which have the company or individual name of your choice. Please note that if it's a company name the company must not really exist.

PAYMENT VIA BITCOIN, MONERO OR ETHEREUM.

Please note that it can take a few days (up to a week) for the certificate to be issued.

All certificates are valid for one year.

Prices:

- Code Signing Certificate with random identity - 100\$
- Code Signing Certificate with custom individual name - 125\$
- Code Signing Certificate with custom company name - 150\$

### Codesigning-Zertifikate von Comodo sind 100 US-Dollar wert.

schutz ausknipsen kann, können sich die Malware-Entwickler die Kosten und Mühen sparen, den nachgelagerten Schadcode zu signieren.

### Woher nehmen?

Im Fall der D-Link- und Realtek-Zertifikate liegt der Verdacht nahe, dass die zum Signieren nötigen Dateien während eines Einbruchs in die jeweiligen Firmennetze erbeutet wurden. Ein Angreifer muss sich jedoch nicht selbst die Hände schmutzig machen, er kann Zertifikate auch einfach online bestellen: Im Cyber-Untergrund verlangen Verkäufer 100 US-Dollar für ein Comodo-Zertifikat – zahlbar per Bitcoin, Ethereum oder Monero und ausgestellt auf einen zufällig erzeugten Inhaber. Mutmaßlich nutzen die Anbieter gefälschte Dokumente, um die Verifizierung durch die Zertifizierungsstellen erfolgreich zu durchlaufen.

Je nach Anbieter sind 150 bis 200 US-Dollar fällig, wenn der Käufer auf einen bestimmten Unternehmensnamen besteht. Ein Zertifikat, das laut Verkäufer „bestbuy“ auch Microsofts SmartScreen-Filter austrickst, kostet 800 US-Dollar. Am teuersten sind Extended-Validation-Zertifikate: Ein User namens Codsigning.guru verlangt 2500 US-Dollar dafür. Sollte das Angebot tatsächlich echt sein – und nicht nur ein Abzockversuch –, können Käufer laut dem Anbieter mit einem solchen Zertifikat die Warnmeldungen durch Google Chromes Safe Browsing, Microsofts SmartScreen-Filter und die Benutzerkontensteuerung (UAC) von Windows umgehen.

Digital Shadows, ein britischer Dienstleister, der sich auf Recherchen im Untergrund spezialisiert hat, berichtet, dass einer der Verkäufer auf den inzwischen von Strafverfolgern abgeschalteten Darkweb-Marktplätzen Hansa Markt und Alpha

Bay aktiv war. Laut dem Dienstleister finden sich derzeit aber keine Verkäufer von Codesigning-Zertifikaten auf Hidden Services im Tor-Netzwerk. Der Handel finde auf mehr oder weniger leicht zugänglichen Plattformen im Clearweb statt.

Einem Report von Trend Micro zufolge sind es vor allem die Zertifizierungsstellen von Comodo und Certum, die im Zusammenhang mit falschen Zertifikaten auffallen. 14 Prozent der untersuchten Dateien, die mit einem Comodo-Zertifikat signiert wurden, sind demnach bösartig, im Fall von Cerum sind es 12 Prozent. In Einzelfällen stießen die Forscher von Trend Micro auch auf Zertifikate von Digicert, Symantec und VeriSign. Unter [www.signedmalware.org](http://www.signedmalware.org) hat eine Gruppe von Wissenschaftlern der Universität Maryland eine lange Liste solcher falschen Zertifikate online gestellt.


### Einfluss auf Virens Scanner

Neben Betriebssystemen und Browsern beziehen auch Antivirenprogramme digitale Signaturen bei der Bewertung unbekannter Dateien ein – inzwischen jedoch nur als einen von verschiedenen Faktoren. Neben dem Codesigning wird etwa auch

die Reputation der Datei ausgewertet und eine verhaltensbasierte Analyse durchgeführt, so Candid Wueest, Senior Threat Researcher bei Symantec. Außerdem überprüft beispielsweise Trend Micro, ob das Zertifikat zurückgezogen wurde.

Laut den Forschern der Uni Maryland werden allerdings nur 20 Prozent aller zum Signieren von Malware verwendeten Zertifikate jemals zurückgezogen. Die Forscher stießen darüber hinaus auf ein erhebliches Problem bei der Überprüfung digitaler Signaturen durch Virens Scanner. Sie führten ein einfaches Experiment durch und kopierten echte digitale Signaturen von Dateien unter fünf bereits bekannte, unsignierte Krypto-Trojaner. Für diesen simplen Angriff ist kein Zugriff auf den geheimen Schlüssel des Zertifikatinhabers nötig.

Dabei sind Malware-Samples herausgekommen, deren Signatur einer Überprüfung nicht standhalten dürfte – schließlich passen die Datei-Hashes der Trojaner nicht zu den Hashes der ursprünglich signierten Dateien. Anschließend ließen die Forscher über 50 Virens Scanner auf die Dateien los. Das Ergebnis überraschte: 34 der Scanner schlugen nach dem primitiven Eingriff nicht mehr an. Insgesamt sank die Erkennungsrate im Schnitt um 20 Prozent. Die Forscher glauben, dass dies an der potenziellen Überlastung der Antiviren-Software liegen kann: Um beim Analysieren von unbekannten Dateien besser priorisieren zu können und den Rechner des Kunden weniger zu belasten, stellen die Scanner signierte Dateien hinten an.

Offensichtlich ist das Konzept digitaler Signaturen bei Software problembehaftet und nur mit Vorsicht zu genießen. Alleine der Umstand, dass eine Software digital signiert ist, sagt nichts über ihre Vertrauenswürdigkeit aus. ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)) 

Für Extended-Validation-Zertifikate, die eigentlich nur nach einer aufwendigen Prüfung herausgegeben werden, müssen Interessierte deutlich tiefer in die Tasche greifen.

**Advantages of using EV certificate**

- EV certificates are the only type that you can use for signing drivers for Win10
- immediately removes SmartScreen warnings (non-EV cert must gain a "positive reputation" first)
- immediately removes malicious file and not commonly downloaded browser warnings

**What you get**

- unique and never used before Code Signing certificate from trusted Certificate Authority, valid for 1 year.
- free code signing tool with GUI (if needed)

**Disclaimer**

- I DO NOT resell certificates from other sellers.
- I guarantee that your certificate is unique.
- I DO NOT offer one-time signing with my own certs
- All certificates are issued for real companies

**Pricing**

- Comodo (most common): \$350 (\$300 if order 3 or more).
- Thawte (more trusted than Comodo): \$450 (\$400 if order 3 or more)
- EV code signing certs: \$2500 (\$2200 if order 3 or more)
- Free exchange: if your cert becomes blacklisted by AVs, you can get one re-issue for free.
- Escrow accepted
- All payments by Bitcoin only.
- All payments by Bitcoin only.
- All payments by Bitcoin only.



# Alexa allgegenwärtig

## Amazons Sprachassistentin kommt in Fernseher, Steckdosen und Mikrowellen

**Jetzt kann man sein Küchenradio und seine HiFi-Anlage mit Alexa ausstatten und TVs oder gar eine Mikrowelle mit Amazons Sprachassistentin kaufen. Die Smart-Home-Integration treibt Amazon ebenfalls voran und bringt neue Versionen der bekannten Echo-Geräte – sowie einen Subwoofer.**

Von Nico Juran

Amazon hat bereits vor einiger Zeit erklärt, dass seine digitale Assistentin den Nutzer durch den ganzen Tag begleiten soll. Doch alleine mit den bisher erhältlichen vernetzten Lautsprechern der Echo-Serie lässt sich der Plan nicht erfolgreich umsetzen – es müssen also neue Gerätekategorien und Anschlussmöglichkeiten her.

So bringt der Adapter Echo Input für knapp 40 Euro Alexa auf vorhandene Lautsprecher. Das Kästchen wird mittels 3,5-mm-Audiokabel oder Bluetooth mit Stereoanlage, Küchenradio, Radiowecker, Bluetooth-Box oder anderen Geräten verbunden. Drin stecken vier Mikrofone, sodass man vom ganzen Raum aus mit Alexa sprechen können soll. Die Audiowieder-

gabe erfolgt über die angebundenen Lautsprecher, die sich auch in eine Multi-Room-Gruppe integrieren lassen.

Andere Hersteller sollen Alexa einfacher in ihre Geräte integrieren können, wozu Amazon ein „Smart-Screen“-SDK herausgebracht hat. Lenovo will das für eine neue Reihe von Android-Tablets nutzen, Sony Anfang nächsten Jahres Smart-TVs mit Alexa herausbringen – allerdings zunächst nur zur Steuerung der Musikwiedergabe und zur Anzeige von Videobildern von einer Smart-Home-Kamera. Passend dazu bringt Amazons neue Tochter Ring zwei Kameras (kabelgebunden und drahtlos mit Akkubetrieb) mit Alexa-Anbindung.

Darüber hinaus können Hersteller mit dem „Alexa Connect Kit“ (ACK) ihre eige-

nen Produkte billiger mit Alexa verbinden: Ein kleines Modul mit Bluetooth- und WLAN-Funkchip sorgt für die Anbindung an Echo-Lautsprecher und stellt Befehlsätze zur Sprachsteuerung bereit, die der Hersteller mit nur 300 Byte Code in seine Firmware integrieren kann. Laufende Kosten für die Cloud-Anbindung fallen für die Firmen nicht an, sie zahlen nur eine einmalige Gebühr an Amazon, die sich nach der Zahl der produzierten Geräte richtet.

Um den Einsatz von ACK zu demonstrieren, bringt Amazon eine Mikrowelle auf den Markt, die über Alexa steuerbar ist und die mit einem Druck auf einen dedizierten Knopf den verbundenen Echo-Lautsprecher direkt aktiviert. Zu kaufen gibt es das Gerät allerdings vorerst nur in den USA.

**Der Funktionsumfang des Echo Input (hier vor dem neuen Echo Plus) entspricht dem eines Echo Dot. Ohne eigene Lautsprecher ist er gerade einmal 12,5 mm hoch und kostet lediglich 40 Euro.**





Der hiesige Verkaufsstart der 30 Euro teuren Alexa-Steckdose Amazon Smart Plug als erstes eigenes Smart-Home-Gerät des Unternehmens ist bereits auf den 17. Oktober terminiert. Nutzer können Routinen einrichten, mit denen beispielsweise um 6 Uhr morgens die Lichter angehen und abends um 22 wieder aus. Mehrere Amazon Smart Plugs lassen sich parallel nutzen, um verschiedene Geräte zu steuern.

Für die Nutzung in beliebigen Fahrzeugen ist Echo Auto gedacht. Der kleine Adapter enthält acht Fernfeldmikrofone und wird mit dem vorhandenen Entertainment-System verbunden. Zusammen mit dem Smart Home ist Alexa dann beispielsweise in der Lage, vernetzte Lampen abzuschalten und die Haustür abzuschließen, wenn man wegfährt. Für Europa ist Echo Auto noch nicht angekündigt.

## Display-Alexa runderneuert

Den Echo Show, das Alexa-Gerät mit eingebautem Display, stattet Amazon in der neuen Version für 230 Euro mit einem 10-Zoll-Bildschirm aus statt bisher 7 Zoll. Als Lautsprecher kommen zwei seitlich abstrahlende 50-mm-Neodymium-Stereotreiber zum Einsatz, ergänzt von einem passiven Bassradiator. Musik lässt sich darauf beispielsweise über Amazon Music, Spotify oder TuneIn Musik abspielen.

Der Show hat zusätzlich eine 5-M-Pixel-Kamera für Video-Telefonate. Damit lassen sich freihändige Gespräche mit Freunden oder Familienmitgliedern führen, die Echo Spot, Echo Show oder die Alexa App nutzen. Künftig sind auch Videotelefonate per Skype möglich. Für die Integration ins Smart Home bringt der Show nun das Funkprotokoll ZigBee mit. Wer seine Haustür mit einem Videoschließsystem von Ring ausstattet, soll Besucher sehen und die Türe öffnen können.

Auch die Modelle Echo Plus und Echo Dot hat Amazon überarbeitet. Beide be-

kommen bessere Lautsprecher, der Plus darunter einen 63,5-mm-Neodymium-Woofer. Wieder dabei ist die ZigBee-Anbindung. Eine Offline-Funktion ermöglicht es nun aber, ZigBee-Funktionen auch dann per Sprache auszulösen, wenn keine Internetverbindung besteht. Ebenfalls neu ist der integrierte Temperatursensor, der beim Über- oder Unterschreiten einstellbarer Temperaturen gewisse Aktionen auslöst. Wer mit dem Klang seiner Echo-Lautsprecher nicht zufrieden ist, kann nun den Bass für 130 Euro verstärken – Echo Sub ist ein Subwoofer, der sich per Funk mit einem oder zwei kompatiblen Echo-Geräten zu einem 1.1- beziehungsweise 2.1-System für Stereosound verbindet. Darüber hinaus können mithilfe der Equalizer-Funktion der Bass, die Mitten und die Höhen per Sprache angepasst werden – zum Beispiel mit dem Befehl „Alexa, dreh den Bass auf.“

## Alexa lernt hinzu

Abseits der neuen Hardware lernt Alexa neue Fähigkeiten, Amazon spricht gar von einer Persönlichkeit. Sie reagiert etwa darauf, ob die Person, die sie anspricht, flüstert – um beispielsweise ein nebenan schlafendes Kind nicht zu wecken. Dann spricht auch Alexa leiser. Weiterhin beantwortet Alexa nun Folgefragen, sodass man nicht immer wieder neu ansetzen muss – eine Funktion, die der Konkurrent Google Assistant schon lange bietet. Zudem will Amazon die Nutzung von Skills vereinfachen. Stellt ein Nutzer eine Frage, auf die Alexa keine Antwort hat, soll die Assistentin selbst erkennen, ob ein externer Skill einspringen kann, und diesen automatisch nutzen. Eine Aktivierung oder Deaktivierung nach Nutzung soll nicht mehr nötig sein. (nij@ct.de) **ct**

*Offenlegung: Amazon hat die Reisekosten des Autors zur Presseveranstaltung bezahlt.*



Amazon präsentiert mit dem Echo Link für 200 US-Dollar und dem Echo Link Amp für 300 US-Dollar zwei (Vor-)Verstärker, um ein HiFi-Stereosystem mit Alexa-Anbindung aufzubauen. Ein hiesiges Startdatum gibt es noch nicht.

## Jetzt anmelden: Aktuelles Seminarprogramm für Praktiker



**AI verstehen und  
Trends erkennen**  
Grundlagen

**Künstliche Intelligenz, Neuronale Netze und Maschinenlernen**

Nürnberg, 03.12. – 04.12.18

Nürnberg, 24.01. – 25.01.19

Nürnberg, 18.02. – 19.02.19

Seminarpreis 980,00 EUR



**Frontend-Prototypen  
mit Auxure\***  
Grundlagen

**Interaktive Prototypen entwerfen  
und visualisieren**

Nürnberg, 17.01. – 18.01.19

Nürnberg, 04.03. – 05.03.19

Seminarpreis 980,00 EUR



**Noch professioneller  
mit Axure\***  
Aufbauseminar

**Prototypen mit Geschäftslogiken,  
Responsive Design, komplexe  
Interaktionen professionell  
erstellen**

Stuttgart, 26.11. – 27.11.18

Nürnberg, 07.02. – 08.02.19

Seminarpreis 980,00 EUR



**Prozessmodellierung  
mit BPMN 2.0**  
Grundlagen

**Arbeiten mit dem internationalen  
Standard anhand anschaulicher  
Fallbeispiele**

Nürnberg, 04.02. – 05.02.19

Nürnberg, 14.03. – 15.03.19

Seminarpreis 980,00 EUR

**Anmeldung und Infos:**  
[www.infofeld.de](http://www.infofeld.de)  
**Beratung: 0178-6010166**

Alle Seminare auch als  
Inhouse-Schulung buchbar.

\*Axure ist eine Marke der Software Solutions, Inc. Die von uns angebotene Schulung wird nicht im Auftrag des Herstellers durchgeführt.

# Digitale Gesundheitsakte

## Datenschützer kritisieren die Gesundheits-App Vivy

**Vivy soll 13,5 Millionen Kranken- versicherten die Verwaltung ihrer Gesundheitsdaten erleichtern. Doch die App lässt noch einige Fragen offen, nicht nur beim Datenschutz.**

Von Markus Montz

Mit der App Vivy können 13,5 Millionen gesetzlich oder privat Krankenversicherte seit Mitte September ihre persönlichen Gesundheitsdaten zusammenführen, einsehen und weitergeben – auf freiwilliger Basis. Die App des gleichnamigen Start-ups, einer 70-prozentigen Allianz-Tochter, speichert auf Wunsch des Versicherten ausgewählte Befunde, Laborwerte und Röntgenbilder sowie Impf- und notfallrelevante Daten in einer Cloud.

Derzeit unterstützen 14 gesetzliche und zwei private Krankenversicherungen Vivy, darunter die DAK-Gesundheit, drei Innungskrankenkassen und eine Reihe kleinerer Betriebskrankenkassen. Von den privaten Versicherern sind die Allianz und die Barmenia dabei. Versicherten steht das komplette Angebot der App kostenlos zur Verfügung.

Vivy soll mithilfe der eingestellten Informationen an Impftermine und Vorsorgeuntersuchungen erinnern; ein Medikamentencheck zeigt mögliche Wechselwirkungen an. Auch Überweisungen, Kinderuntersuchungshefte („U-Hefte“) oder der Mutterpass können laut Vivy in der App gebündelt werden. Die Nutzer erhalten zudem die Möglichkeit, Gesundheits-Checks durchzuführen. Dafür bietet Vivy auf Wunsch auch Schnittstellen zu Fitness-Trackern an.

Wer möchte, kann die Dokumente, Bilder und Checks an Ärzte weitergeben oder mit Familie und Freunden teilen. „Vivy wird im Praxisalltag vieles einfacher machen, Doppeluntersuchungen vermeiden helfen und mehr Transparenz für Behandler und Patienten schaffen“, sagt der Vorstandschef der DAK-Gesundheit, Andreas Storm.

### Bedarf und Nutzung

Zum Start der App haben die beteiligten Kassen laut Vivy-Pressemitteilung bei Forsa eine Umfrage in Auftrag gegeben, die den möglichen Bedarf ermitteln sollte. Mehr als zwei Drittel der Bundesbürger, 69 Prozent, wüssten demnach nicht, wann ihr nächster Impftermin ist. 43 Prozent würden die für sie empfohlenen Vorsorgeuntersuchungen nicht kennen.

Von Mehrfachuntersuchungen aufgrund fehlender Kommunikation mit anderen Praxen und Kliniken habe ein Viertel berichtet und ein Fünftel hat angegeben, deshalb sogar mehrfach geröntgt worden zu sein. 38 Prozent der Befragten wollten laut der zitierten Umfrage eine elektronische Gesundheitsakte „auf jeden

Fall“ nutzen, 36 Prozent könnten sich dies „vorstellen“.

Der Funktionsumfang der App ist derzeit noch eingeschränkt, unter anderem, weil die Ärzte denselben Starttermin hatten wie die Versicherten. Die elektronische Terminvereinbarung etwa unterstützten bei unseren Stichproben die meisten Mediziner bisher nicht.

Eine Reihe von Daten – etwa aus dem Impfpass oder für Vorsorgeuntersuchungen und Notfälle – muss der Nutzer zudem händisch eingeben, ohne dass eine weitere Instanz diese auf Richtigkeit oder Plausibilität prüft. Immerhin hilft die App bei Fragen mit weiterführenden Informationen, wie Art und Umfang einzelner Vorsorgeuntersuchungen.

Nicht nur die Versicherten, auch die Ärzte nehmen nach Auskunft der Kassenärztlichen Vereinigung Niedersachsen (KVN) freiwillig teil – zumal sie keine Ansprüche nach der kassenärztlichen Gebührenordnung geltend machen können, wenn sie Dokumente für die App bereitstellen. Die Kommunikation mit Vivy erfolgt derzeit mit speziellen Weblinks, die Vivy den Ärzten für jeden einzelnen Übertragungsvorgang in die Cloud generiert.

Ende 2018 soll laut Vivy die Schnittstelle KV-Connect der Kassenärztlichen Vereinigungen den Ärzten kostenfrei den verschlüsselten Datenaustausch ermöglichen, ab Anfang 2019 will auch der zweitgrößte Praxissoftware-Anbieter medatixx eine Schnittstelle integrieren. Wie praktikabel diese Methoden sind und wie viele Ärzte sich überhaupt aktiv beteiligen, muss sich aber noch zeigen.

### Und der Datenschutz?

Die Daten der Patienten seien sicher; nur die Nutzer würden über die Verwendung entscheiden, betonen die Verantwortli-

**Vivy-Gründer und -Geschäftsführer Christian Rebernik: „Die Bereitstellung aller Gesundheitsdaten in einer App ist eine der größten Veränderungen im Gesundheitssystem seit vielen Jahren.“**



Bild: Michael Kappeler/dpa



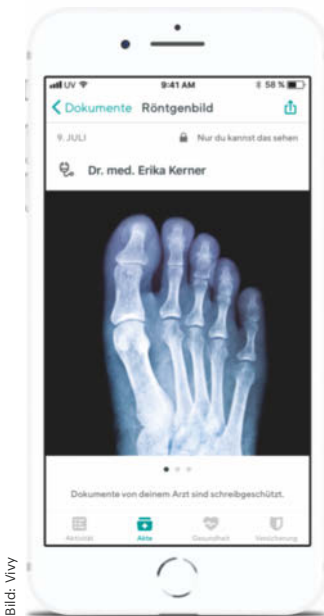


Bild: Vivy

**Die Gesundheitsakte von Vivy nimmt unter anderem Röntgenbilder auf.**

chen von Vivy. Die Versicherer, der beteiligte IT-Dienstleister Bitmarck oder die Vivy GmbH hätten keinen Zugriff darauf. Bei jeder Datenübertragung gebe es mehrstufige Sicherheitsprozesse und eine Verschlüsselung, für die nur der Versicherte den Schlüssel habe.

Da die Daten in der Cloud liegen und nur über ein einziges registriertes Mobilgerät zugänglich seien, habe auch ein Dieb ohne Passwort keinen Zugriff. Nach der Einrichtung auf einem anderen Mobilgerät mittels eines Wiederherstellungsschlüssels soll der ursprüngliche Zugang nicht mehr funktionieren. Vivy sei durch den TÜV Rheinland und ePrivacy als sichere Plattform zertifiziert.

Datenschützer und Datensicherheitsexperten äußerten sich hingegen skeptisch. Der IT-Sicherheitsexperte Mike Kuketz nennt in seinem Blog mehrere Tracking- und Analytik-Module in Vivy, die bei fehlerhafter Anbindung innerhalb der App ungewollt auch sensible Daten mitsenden könnten. Die Datenschutzerklärung führte diese Tracker zunächst nicht auf. Vivy hat kurz vor Redaktionsschluss aber auf die Kritik reagiert, die Anzahl der Tracker reduziert und die verbliebenen Tracker von Mixpanel und Crashlytics in die Datenschutzerklärung mit aufgenommen.

Ein erster Blick von c't in die APK ergab, dass die Grundanforderungen an die Sicherheit wohl umgesetzt sind. Allerdings nutzt die APK auch viele Bibliotheken, die aktuell gehalten werden müssen. Die Schnittstelle für die Fitness-Tracker stellt ein weiteres grundsätzliches Risiko dar.

Die Cloud-Server von Vivy stehen in Frankfurt, Betreiber ist aber Amazon Web Services. Zwar greift hier das Privacy-Shield-Abkommen zwischen EU und USA, ein abschließendes Urteil des Supreme Court in Washington über den Vertrag steht jedoch noch aus.

Der Verein Digitalcourage äußerte auf Nachfrage generelle Bedenken. Sprecher Padeluun kritisierte, dass die Beteiligten für einen sensiblen Vorgang wie den Zugriff auf Gesundheitsdaten das Smartphone als Medium nutzen. Habe man Schadsoftware auf dem Gerät, nütze die Absicherung einer App wie Vivy nichts mehr.

Ähnlich äußerte sich die Datenschutzbeauftragte für Berlin gegenüber c't. Während ihre Pressesprecherin wegen der noch laufenden Prüfung keine Stellungnahme zu Vivy selbst abgeben wollte, verwies auch sie auf grundsätzliche Risiken von Smartphones. So sei der Sicherheitszustand des Geräts ebenso entscheidend wie die Frage, „welche Daten im Zuge der Nutzung der App für welche Zwecke welcher Akteure genutzt oder übermittelt werden“.

Padeluun ging noch einen Schritt weiter und warnte, dass Versicherer und Arbeitgeber Gesundheitsapps mit letztlich zweifelhaftem Nutzen über „Gamification“ zu einem Instrument sozialer Kontrolle machen könnten. Langfristig führe dies zum Ende des Solidarprinzips in der Sozialversicherung.

## Die Konkurrenz

Die AOK und die TK haben bereits eigene Apps für elektronische Gesundheitsakten vorgestellt, die sich in einigen Punkten konzeptionell von Vivy unterscheiden. In puncto Freiwilligkeit und Datenhoheit des Versicherten gibt es aber keine Unterschiede. Die Betaversion von TK-Safe nutzten bereits mehr als 30.000 Versicherte, die Resonanz ist laut TK positiv. Anders als bei Vivy können hier Abrechnungsdaten der Krankenkasse eingespielt werden.

Die AOK hat für ihr Digitales Gesundheitsnetzwerk Pilotprojekte in Mecklenburg-Vorpommern und Berlin gestartet, setzt aber momentan vor allem auf eine dezentrale Vernetzung der Leistungserbringer: Die Befunde bleiben auf den Rechnern der Ärzte und können über spezielle Links von ihren Kollegen abgerufen werden.

Sowohl TK als auch AOK wollen ihre Lösungen für andere Kassen öffnen; die AOK betonte gegenüber c't zudem, dass sie gemeinsame Standards für sinnvoll halte. Nicht alle Kassen setzen bereits auf eine elektronische Gesundheitsakte: Die Barmer etwa schrieb auf Nachfrage, dass sie übergreifende Lösungen und eine breite Akzeptanz bei allen Akteuren abwarten will, um Insellösungen zu vermeiden.

Die Apps sollten übrigens nicht mit der elektronischen Patientenakte verwechselt werden, dem immer wieder verschoben und derzeit für 2021 angekündigten Projekt verschiedener Gesundheitsminister. Eines hat Vivy mit ihr gemeinsam: Es sind noch einige Fragen offen.

(mon@ct.de) **ct**

## Die neue VPN Gateway-Serie G3000



## Sicherheit durch BSI-Zertifizierung



„Als Entwickler und Hersteller von mobilen Routern und Gateway-Systemen legen wir Wert auf höchste technische Standards, Zuverlässigkeit und Sicherheit. Dazu kommt unser ausgeprägtes Servicebewusstsein und die gelebte Nähe zum Kunden.“

Michael Pickhardt  
Vorstandsvorsitzender der TDT AG



Weitere Infos unter [www.tdt.de](http://www.tdt.de)

# Bit-Rauschen

## BIOS-Alternativen und Prozessor-Knappheit

**LinuxBIOS- und Coreboot-Urgestein Ron Minnich tüftelt an freier Firmware – und ein bisschen hilft Intel jetzt mit. Dort kämpft man derzeit mit Engpässen bei der Produktion aktueller Prozessoren, und die haben Folgen für den PC-Markt: Manches wird billiger.**

Von Christof Windeck

Gerade erst musste Intel mit dem Security Advisory SA-00125 eine weitere Sicherheitslücke in der hauseigenen Management Engine (ME) melden, neuerdings Converged Security and Management Engine (CSME) genannt. Die ersten BIOS-Updates sind schon draußen, wieder hatten die russischen Tüftler von Positive Technologies (PTE) das Loch entdeckt – das eigentlich schon die Updates zur Lücke SA-00086 Ende 2017 stopfen sollten.

Solche Firmware-Bugs sind Wasser auf die Mühlen von Ron Minnich, der 1999 beim US-Atomwaffenlabor in Los Alamos (LANL) LinuxBIOS für Cluster aus der Taufe hob: Eine Alternative zum schon damals löchrigen, lahmen und fehleranfälligen BIOS. Aus LinuxBIOS wurde Coreboot, das Google in Chromebooks einsetzt – und dort arbeitet Minnich seit Jahren auch. Auf der Open Source Firmware Conference in Erlangen bekräftigte er, dass Intel, AMD und Microsoft seiner Meinung nach komplett falsch herum an die Sache herangehen: Statt immer mehr Funktionen ins UEFI-BIOS zu stopfen, sollten sie dieses vielmehr abspecken. Dadurch würde sich die Angriffsfläche reduzieren und das Betriebssystem übernimmt so früh wie möglich die Kontrolle. Leider, so Minnich gegenüber c't, sind Coreboot und neuere Entwicklungen wie LinuxBoot aber weiterhin auf proprietäre, binäre Code-„Blobs“ wie Intels Firmware Support Package angewiesen, in dem etwa auch der (CS)ME-Code steckt – und der Coreboot-Anteil macht nur einen Bruchteil des gesamten Firmware-Codes aus.

Minnich kämpft trotzdem weiter für freie Firmware, nun auch beim Open Compute Project (OCP) als Co-Chef der Initiative für Open Source Firmware (OSF).

### Intels Slim Bootloader

In Erlangen stellte Intel auch eine neue Firmware-Idee für Embedded Systems mit Atom-Chips ab der Generation Apollo Lake vor. Der Slim Bootloader (SBL) verbindet Teile des Open-Source-UEFI-BIOS TianoCore EDK2 mit dem Firmware Support Package FSP2, soll aber schlank und schnell sein. Bisher gibts das Projekt aber nur für wenige Entwicklerboards mit Atom x5 E3900 sowie für das UP Squared mit Celeron N3000.

Die Geschäfte bei Intel laufen prächtig, trotz aller Bugs und wachsender Konkurrenz von AMD. Server-Verkäufe legten im Jahresverlauf um 44 Prozent zu (siehe S. 23) und sogar die Verkaufszahlen von PCs und Notebooks sind zuletzt leicht gestiegen, so die Marktforscher von Gartner.

Doch schon gibt es neue Probleme, nämlich Lieferschwierigkeiten bei 14-nm-Prozessoren. Eigentlich wollte Intel ja längst schon Millionen von 10-nm-Chips produzieren. Das klappt aber nicht, daher fehlen Fertigungskapazitäten, wie Intel bei der Präsentation der letzten Quartalszahlen bestätigte. Das Gerücht, dass man 14-nm-Chipsätze nun sogar bei TSMC produzieren lasse, wies Intel jedoch zurück. Vielleicht trägt auch die aktuelle Knappheit bei MLCC-Kondensatoren zu den Lieferschwierigkeiten bei, denn von diesen Winzlingen sitzen einige Dutzend auf der Unterseite jedes Prozessors. Schlecht lieferbare MLCC-Kondensatoren und SMD-Widerstände treffen aber auch Mainboard- und PC-Hersteller.

Von den CPU-Engpässen sind angeblich auch Intels neueste Mobilchips „Whiskey Lake“ betroffen, weshalb die Notebook-Hersteller weniger verkaufen können als erhofft. Das wiederum wirkt sich auf die Preise für Arbeitsspeicher aus: Sie fallen derzeit. Besonders stark sind unterdessen die SSD-Preise gesunken: 240 GByte bekommt man schon ab 39 Euro.

Auch USB-Sticks und (Micro-)SD-Karten gibts quasi für 'n Appel und 'n Ei – eigentlich verwunderlich, dass weiterhin viele Fälschungen auf den Markt kommen (siehe S. 62).

Ob AMD die Lücke bei den Mobilprozessoren stopfen kann, ist ungewiss. In den vergangenen Monaten wurden jedenfalls nicht viele neue Ryzen-Notebooks angekündigt, der Heise-Preisvergleich findet nur rund 20 Modelle in 50 Varianten mit Ryzen 5. Nun brachte AMD auch stärkere 45-Watt-Neulinge Ryzen 5 2600H und Ryzen 7 2800H, aber in Notebooks tauchen die bisher nicht auf. Die unter Last sparsameren Ryzen-APUs mit 35 Watt für Desktop-PCs sind ebenfalls kaum zu finden, jedenfalls nicht im Einzelhandel – aber auch nicht in Mini-PCs für den privaten Einsatz.

Doch auch wenn AMD bei sparsamen Prozessoren langsamer vorankommt als erhofft: Insgesamt läuft es gut. Man sieht sich auf gutem Weg, mit den Epycs bis zum Jahresende einen Server-Marktanteil von 5 Prozent zu ergattern. Unter anderem will Dropbox auf AMD setzen.

### Raytracing-GeForce

Auf den letzten Drücker schafften die Kollegen auch noch die nagelneue Nvidia GeForce RTX 2080 ins Labor (siehe S. 38): Nach langer Durststrecke endlich wieder eine komplett überarbeitete GPU-Architektur. Die Raytracing-Einheiten der Nvidia-Turing-GPU sollen Spiele mit fotorealistischen Schatten und Reflexionen bringen – wenn die Programmierer auch mitziehen. Was Raytracing in Spielen bringen soll, erklären wir auf Seite 134. (ciw@ct.de) **ct**



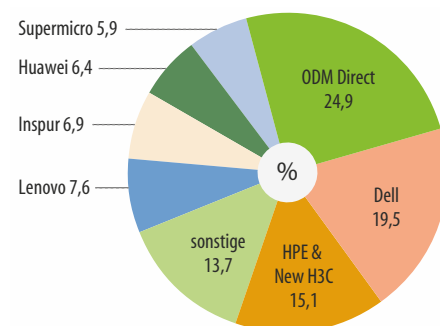
**LinuxBIOS- und Coreboot-Mastermind**  
Ron Minnich sieht Intel und AMD auf dem falschen Firmware-Pfad.



## Server-Weltmarkt wächst stark

Vor allem der Leistungsdurst der großen Cloud-Rechenzentren und KI-Anwendungen treiben die **Nachfrage nach Servern** an. Marktforscher von IDC schätzen für das zweite Quartal 2018 ein Umsatzanstieg von 44 Prozent im Jahresvergleich auf 22,5 Milliarden US-Dollar. Die Stückzahlen wuchsen dabei laut IDC nur um 20,5 Prozent auf rund 2,9 Millionen Maschinen – der Durchschnittspreis stieg also an. Dell ist Umsatz-Marktführer vor HPE;

bei HPE rechnet IDC den chinesischen Partner H3C Group mit. IBM und Lenovo liegen nahezu gleichauf, dann folgen wiederum mit ähnlichen Umsätzen Inspur, Cisco und Huawei. Beim Blick auf die Stückzahlen ist bemerkenswert, dass ein Viertel aller Server von „ODM Direct“-Zulieferern wie Quanta Cloud, Wiyynn und Foxconn kommt: Hier kaufen Cloud-„Hyperscaler“ wie Google, Amazon und Facebook ein. (ciw@ct.de)



Ein Viertel aller Server liefern ODM-Hersteller wie Quanta direkt an riesige Cloud-Rechenzentren (IDC, Q2/18).

Anzeige

## Vertrauenswürdige IT-Sicherheit made in Germany

Wir sind immer da aktiv, wo viel auf dem Spiel steht. Wo sensible Daten und Identitäten elementare Werte von Behörden und Unternehmen sind. Wo Kunden in Sicherheitsfragen vor komplexen Herausforderungen stehen.

Unsere Spezialisten schützen Staat, Gesellschaft und Wirtschaft zuverlässig vor Cyberbedrohungen. Wir haben die IT-Sicherheitslösungen für digitale und vernetzte Infrastrukturen – und das bis zu höchsten Anforderungen an die Vertraulichkeit.

[www.secunet.com](http://www.secunet.com)

**secunet**

IT-Sicherheitspartner der Bundesrepublik Deutschland

## Kritik an EU-Richtlinie für Server

Die EU überarbeitet derzeit die **Öko-design-Richtlinie für Server und Storage-Systeme**. Geräte dieser Kategorien müssen laut Entwurf ab März 2020 schärfere Anforderungen erfüllen: Sie brauchen dann unter anderem effizientere Netzteile und eine Dokumentation bestimmter Wertstoffe, um letztere nach der Entsorgung besser wiedergewinnen zu können.

Industrieverbände kritisieren die Beschränkung der Leistungsaufnahme im Leerlauf: Das sei praxisfern und würde die Effizienz von Servern eher mindern als

steigern. Denn der Trend gehe zu immer stärkeren Systemen, die unter Last effizienter arbeiteten, etwa durch Virtualisierung oder sehr viele Kerne. Manche davon dürften ab März 2020 jedoch nicht mehr in der EU verkauft werden, wenn die Vorschriften wie geplant kommen. Der europäische Verband der Cloud-Dienstleister CISPE wiederum verlangt Ausnahmen von der erwähnten Dokumentationspflicht für Server, die ODM-Hersteller speziell für einzelne Kunden fertigen. Dann sei eine öffentliche Dokumentation sinnlos. (ciw@ct.de)

## Dell PowerEdge vs. HPE Synergy

Mit der „modularen Infrastruktur“ PowerEdge MX bringt Dell ein **Server-/Storage-/Switch-Paket** auf den Markt, das gegen HPE Synergy antritt. HPE spricht bei Synergy von „composable Infrastructure“ und meint ebenfalls Server-, Storage- und Netzwerkmodule, die die Software OneView flexibel und automatisierbar zu anwendungsspezifischen Systemen verschaltet. In Zukunft will HPE dabei auf die Speicher- und Storage-Schnittstelle Gen-Z setzen. (ciw@ct.de)

Unsere Helden  
liefern passende  
Antworten, weil  
sie zuhören!



## Rebecca Stockinger

Unsere Berater-Heldin

Guter Service fängt schon bei der Beratung an. So haben unsere Vertriebs-Mitarbeiter immer ein offenes Ohr für Ihr Anliegen. Denn nur wer Ihnen wirklich zuhört, kann auch richtig auf Ihre Bedürfnisse eingehen. Vertrauen Sie deshalb auf die Beratung unserer Heldin Rebecca. Sie findet immer das passende Server-System für Ihre Anforderungen. Zusammen mit ihren Kollegen freut sie sich schon auf Ihren nächsten Anruf.

**THOMAS  
KRENN®**

+49 (0) 8551.9150-300

[thomas-krenn.com/rebecca](http://thomas-krenn.com/rebecca)

## Ryzen: AMDs Mobil-CPUs jetzt mit höherem Takt

**Die mobilen Hochleistungs-vierkerner Ryzen 7 2800H und Ryzen 5 2600H von AMD nehmen bis zu 45 Watt auf und eignen sich für High-End-Notebooks.**

Die gegenüber den schon angebotenen U-Prozessoren von 15 auf 45 Watt erhöhte TDP erlaubt dem Ryzen 7 2800H und dem Ryzen 5 2600H primär höhere Basistaktraten. Während die Turbo-Frequenz von bis zu 3,8 GHz nicht höher als beim U-Spitzenmodell ist, liegt der Basistakt, auf den die H-Prozessoren bei Höchstlast zurückfallen, bei 3,3 beziehungsweise 3,2 statt 2,2 GHz. Die **H-Prozessoren bieten also primär höhere Reserven unter Last.** Das gilt speziell dann, wenn zugleich die integrierte Vega-Grafik gefordert ist. Diese hat nun beim Topmodell 11 statt 10 Compute-Units, beim Ryzen 5 2600H sind es wie beim 2500U nur 8. Das entspricht 704 Shader-Rechenkernen beim 2800H und 512 beim 2600H. Für die integrierte Grafikeinheit gibt AMD nur einen maximalen Turbo-Takt an, der bei

1300 MHz für den 2800H und 1100 MHz für den 2600H liegt. Das ist zwar nicht mehr als bei den entsprechenden U-Modellen, aber auch hier gilt: Wegen des höheren Leistungsbudgets können AMD-Prozessoren die werbewirksamen Turbo-Taktraten längere Zeit oder sogar dauerhaft halten. AMD nutzt die Extra-Watt außerdem, um erstmals DDR4-3200 für den Regelbetrieb zu erlauben. Die normalen Ryzen-Mobilprozessoren dürfen nur DDR4-2400 nutzen. Mehr als vier Kerne plus Simultaneous Multithreading (SMT) sieht AMD auch in der H-Reihe nicht vor.

Mit der hohen Rechenleistung der Ryzen-H-Modelle ließe sich ein formidables Notebook zusammenstellen. Das würde unter anderem wegen des schnellen DDR4-Speichers und der integrierten Vega-Grafik für verbreitete E-Sport-Titel ausreichen, sofern man sich auf Full-HD-Auflösung ohne Kantenglättung beschränkt und die Detailregler nicht ans Maximum schiebt. Modell-Ankündigungen seitens der Hersteller gibt es bislang jedoch nicht. (csp@ct.de)

## AMDs Ryzen-Prozessoren für Notebooks

Prozessormodell	Kerne / Threads	CPU-Takt	L3-Cache	GPU	Speicher	TDP	Business-Funktionen
Neu: Ryzen 7 2800H	4 / 8	3,3 GHz (Turbo bis 3,8 GHz)	4 MByte	11 Vega-CUs	2 × DDR4-3200	45 Watt <sup>1</sup>	—
Neu: Ryzen 5 2600H	4 / 8	3,2 GHz (Turbo bis 3,6 GHz)	4 MByte	8 Vega-CUs	2 × DDR4-3200	45 Watt <sup>1</sup>	—
Ryzen 7 2700U	4 / 8	2,2 GHz (Turbo bis 3,8 GHz)	4 MByte	10 Vega-CUs	2 × DDR4-2933	15 Watt	—
Ryzen 7 Pro 2700U	4 / 8	2,2 GHz (Turbo bis 3,8 GHz)	4 MByte	10 Vega-CUs	2 × DDR4-2933	15 Watt	✓
Ryzen 5 2500U	4 / 8	2,0 GHz (Turbo bis 3,6 GHz)	4 MByte	8 Vega-CUs	2 × DDR4-2933	15 Watt	—
Ryzen 5 Pro 2500U	4 / 8	2,0 GHz (Turbo bis 3,6 GHz)	4 MByte	8 Vega-CUs	2 × DDR4-2933	15 Watt	✓
Ryzen 3 2300U	4 / 4	2,0 GHz (Turbo bis 3,4 GHz)	4 MByte	6 Vega-CUs	2 × DDR4-2933	15 Watt	—
Ryzen 3 Pro 2300U	4 / 4	2,0 GHz (Turbo bis 3,4 GHz)	4 MByte	6 Vega-CUs	2 × DDR4-2933	15 Watt	✓
Ryzen 3 2200U	2 / 4	2,5 GHz (Turbo bis 3,4 GHz)	4 MByte	3 Vega-CUs	2 × DDR4-2933	15 Watt	—

<sup>1</sup> Konfigurierbare TDP (cTDP) 35 Watt ✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe

## Konferenz für Spezialeffekte in Filmen und Spielen

Am 25. und 26. Oktober findet im Münchner Kulturzentrum Gasteig die Fachkonferenz **Animago & Making Games Conference** statt. Experten aus der Film- und Spiele-Branche stellen dort neue Spezialeffekte vor und loben Preise für die besten Produktionen aus. So erfahren Besucher,

wie die Massenschlachten von „Game of Thrones“ entstanden oder die Städte von „Incredibles 2“ gebaut wurden. c't-Leser erhalten 25 Prozent Nachlass auf die Eintrittspreise, wenn sie unter [www.animago.com/tickets/](http://www.animago.com/tickets/) den Code „ct25“ eingeben. (hag@ct.de)



## Ambisonics-Rekorder für VR-Ton

Zoom bietet mit dem H3-VR den ersten mobilen **Audio-Recorder mit eingebautem Ambisonics-Mikrofon** an. Ambisonics ist ein spezielles Tonformat, bei dem die Position von Klangquellen im Raum über vier Kanäle aufgezeichnet wird. Unter anderem wird es von YouTube für 360-Grad-Videos unterstützt, man kann es aber auch für VR-Anwendungen nutzen.

Bereits mit dem hier verwendeten Ambisonics-Aufbau erster Ordnung mit nur vier Kanälen erreicht man eine gute räumliche Abbildung, bei der sich die Richtung einer Klangquelle ihrer Position im 360-Grad-Video zuordnen lässt – selbst wenn man den Kopf dreht.

Der 120 Gramm leichte **H3-VR** speichert die 24-Bit-/96-kHz-Aufnahmen des Mikrofons auf microSD-Karten und wandelt sie vom A-Format in das B-Format zur leichten Weiterverarbeitung um. Alternativ ist auch eine Ausgabe in Stereo mit binauralen Informationen möglich.

Das binaurale Signal wird auch über den Stereo-Kopfhörer-Anschluss zur Kontrolle während der Aufnahme ausgegeben. Mit einer beiliegenden Software lassen sich die Aufnahmen zudem in 5.1 umwandeln. Optional sind ein Bluetooth-Adapter zur Fernsteuerung und auch ein Windschutz (tote Katze) erhältlich.

Mit zwei AA-Batterien soll der Recorder elf Stunden durchhalten, zusätzlich ist



**Der Zoom H3-VR vereinfacht Ambisonics-Aufnahmen und macht sie auch für Amateure erschwinglich.**

eine Stromversorgung per USB möglich. Ein eingebautes Gyroskop erkennt die Ausrichtung des Mikrofons, sodass es sich auch auf dem Kopf stehend unter eine Kamera schrauben lässt. Der Preis von 350 US-Dollar ist um ein Vielfaches günstiger als bisherige Profi-Lösungen, wie wir sie in c't 4/2017, Seite 96 vorgestellt haben.

Ambisonics-Aufnahmen lassen sich im Anschluss mit Mehrkanal-DAWs problemlos weiterverarbeiten. (hag@ct.de)

## Preise für Grafikkarten fallen

Der preistreibende Mining-Hype ist abgeflaut, Nvidias neue GeForce-RTX-Karten üben Druck von oben aus und die Lager der Händler sind noch nicht geleert. Daher **sinken die Preise von Grafikkarten** derzeit so kräftig wie schon lange nicht mehr. Eine Radeon RX 580 wie die Powercolor Red Dragon V2 für flüssiges Spielen in Full- und WQHD-Auflösung und 8 GByte Speicher gibt es etwa für knapp 230 Euro – vor einem halben Jahr kostete sie noch fast das Doppelte. Mit 4 GByte geht's sogar unter die 200-Euro-Marke. Die schnelleren Vega-56-Modelle kosten ab 400, die Vega-64-Varianten ab 490 Euro.

GeForce-Fans kommen mit einer GTX 1070 wie der Zotac GTX 1070 Mini (8 GByte) ab rund 370 Euro auf ihre Kosten, für die vor wenigen Monaten noch mehr als 500 Euro fällig waren. Entsprechende Ti-Modelle sanken von 620 auf 430 Euro. Auf die für Full HD völlig ausreichenden GTX-1060-Karten mit 6 GByte wirken sich die Preisverschiebungen weniger aus, sie sind mit rund 250 Euro noch knapp teurer als zu ihren günstigsten Zeiten Mitte 2017.

Die High-End-Grafikkarte GeForce GTX 1080 Ti hat ihr Preistief vor einem Monat erreicht und verteuert sich mit knapp 700 Euro wieder etwas.

(csp@ct.de)

## Industrielle Ethernet-Kommunikation über Mobilfunk

**Professionelle Lösungen für die Fernwartung**

- Ethernet
- RS232/RS485/GPIOS
- 2G/3G/4G Mobilfunk
- WLAN
- Linux-programmierbar
- OpenVPN, IPsec, Zertifikate
- sichere Web-Portallösung

Bitte sprechen Sie uns an:  
Telefon 0511-67 69 99-128

Windows, Linux  
Industriecomputer

Mobilfunk-Router,  
auch Linux-  
programmierbar

MC100  
Ethernet  
Gateway



# MC/

## TECHNOLOGIES

**Ihr Partner für M2M-Projekte**

- Konzeption Ihrer Lösung
- Entwicklung
- Hardware
- Software
- Services

**alles aus einer Hand**

MC Technologies GmbH  
Kabelkamp 2 – 30179 Hannover  
Tel. +49 (0)511 67 69 99-0  
Fax +49 (0)511 67 69 99-150

**Website & Shop:**  
[www.mc-technologies.net](http://www.mc-technologies.net)  
[info@mc-technologies.net](mailto:info@mc-technologies.net)

# Glaubenskrieg

## EU-Verbrauchern drohen Upload-Filter

**Vertreter der Zivilgesellschaft winken resigniert ab, die Medienbranche jubiliert: Die neue EU-Copyright-Richtlinie wird kommen, und mit ihr höchstwahrscheinlich das umkämpfte Leistungsschutzrecht und die Filterpflicht für große Online-Plattformen.**

Von Holger Bleich

Nun also doch: Am 12. September hat das EU-Parlament den Weg frei gemacht für eine Reform des europäischen Urheberrechts. 438 Abgeordnete stimmten einer in 166 Punkten geänderten, überarbeiteten Verhandlungsposition bei 226 Gegenstimmen zu, nachdem der erste Wurf Anfang Juli noch gescheitert war. Damit dürfte die größte Hürde für die neue EU-Copyright-Richtlinie genommen sein.

Der abgesegnete Entwurf dient nun als Grundlage der sogenannten Trilog-Verhandlungen: Die Verhandlungsleiter des Parlaments unter der Führung von

Berichterstatte Axel Voss (CDU) werden sich bald mit ihren Gegenparts aus dem Ministerrat und der EU-Kommission zu nicht öffentlichen Gesprächen treffen. Hier soll ein endgültiger Kompromiss erarbeitet werden, der dann von Rat und Parlament nur noch formal abgenickt oder vollständig abgelehnt werden könnte. All das soll noch vor der Europawahl im Mai 2019 geschehen, weshalb derzeit großer Druck auf dem Brüsseler Kessel ist.

### Leistungsschutzrecht

Das aktuell gültige EU-Urheberrecht stammt aus dem Jahr 2001 (Richtlinie 2001/29/EG) und bildet die aktuellen Publikationsformen im Internet völlig unzureichend ab. Seit 2014 arbeitet die EU bereits an seiner Reform. Dass diese dringend nötig ist, bezweifelt niemand. Zu den meisten geplanten Regeln herrscht auch im Parlament Einigkeit. Lediglich um zwei Bestandteile des Pakets war ein regelrechter Glaubenskrieg entstanden: um das Leistungsschutzrecht für Verleger (Art. 11) und um die Verantwortlichkeit von Online-Plattformen für Urheberrechtsverletzungen, die dort stattfinden (Art. 13).

Um die mögliche Einführung eines europäischen Leistungsschutzrechts tobte eine kräftige Lobby Schlacht. In Deutschland drängelten der Axel-Springer- und der Burda-Verlag besonders intensiv. Der nun abgenickte Artikel 11 sieht vor, dass nahezu jede verlegerische Textpublikation geschützt ist. Unternehmen sollen dafür zahlen müssen, wenn sie Textanrisse oder auch nur wenige Worte aus Online-Artikeln auf ihre eigene Website übernehmen – dies träfe in erster Linie die Google-Suchmaschine sowie Google News, weshalb oft von der „Google-Steuer“ die Rede ist.

Das Leistungsschutzrecht soll sich nicht „auf das Verknüpfen mit Hyperlinks“ beziehen. Reine Verlinkungen sollen erlaubt bleiben, wenn sie nur „einzelne Wörter“ mit einschließen. Diese Grenze dürfte aber bereits überschritten sein, wenn die bei Online-Artikeln üblichen „sprechenden Links“, also URLs, die komplette Überschriften enthalten, übernommen werden – bereits deren Nutzung könnte bald verboten sein. Ausgenommen vom Leistungsschutzrecht ist die rein private Anwendung. Völlig unklar ist nach wie vor, ob darunter etwa werbefinanzierte Blogs fallen.

Kritiker monieren, dass ein Recht in der EU etabliert werden soll, das bereits in zwei Mitgliedsstaaten eingeführt wurde und dort jeweils überhaupt nicht funktioniert. In Deutschland war das Leistungsschutzrecht im August 2013 in Kraft getreten. Ein Jahr später erteilten etliche Verlage eine „Gratiseinwilligung“ an Google, weil sie sonst nicht mehr mit Snippets dargestellt worden wären und Website-Traf-

**Umkämpfte Reform:** Berichterstatte Axel Voss (CDU) jubelt, nachdem das EU-Parlament seinen Vorschlägen zugestimmt hat.



Bild: EU/EP



fic verloren hätten. Die Verlage verlangen von Google eine Pauschale vom Gesamtumsatz in Deutschland und gründeten dafür die Verwertungsgesellschaft VG Media, deren Forderungen aber von einer neutralen Schiedsstelle bislang als „überhöht“ abgelehnt werden. Eine Reihe von juristischen Verfahren laufen noch immer, bislang hat kein Verlag Geld von Google gesehen.

Für Webseiten wie Wikipedia „wäre das EU-Leistungsschutzrecht eine Katastrophe“, befürchtet Julia Reda, zuständige Europaabgeordnete der Piratenpartei. „Sogar ein bloßes Zitat könnte eine Urheberrechtsverletzung sein.“ Reda glaubt, dass Google, Facebook und andere reichweitenstarke Aggregatoren nur noch bestimmte Artikel großer Medienhäuser lizenzieren würden, von denen sie sich Profit versprechen. Damit werde die Medienvielfalt zulasten kleiner Verlage und Mindermeinungen beschnitten.

Ganz anders sieht das der Burda-Konzern, dessen Vorstand das Abstimmungsergebnis euphorisch kommentierte: „Seit vielen Jahren hatte Verleger Hubert Burda gemeinsam mit zahlreichen Unterstützern leidenschaftlich darum gekämpft, nun rückt ein eigenes Leistungsschutzrecht für die Verlage auf europäischer Ebene in greifbare Nähe.“ Das „gegnerische Lager“ habe „auch nicht vor großangelegten und von U.S.-Plattformen finanzierten Desinformationskampagnen Halt gemacht“. Burda spielte hier auf Gerüchte an, nach denen Google im Hintergrund eine riesige Lobby-Kampagne finanzierte und koordiniert haben könnte.

## Upload-Filterung

Der nicht minder umstrittene Artikel 13 im Richtlinienentwurf beschäftigt sich mit Anbietern, die Inhalte „durch Wiedergabe, Verschlagwortung, Verwahrung und Sequenzierung der hochgeladenen Werke“ oder auf andere Weise „optimieren und zum Zwecke der Gewinnerzielung bewerben und folglich aktiv handeln“. Darunter fallen zunächst alle Plattformen, die nutzergenerierte Inhalte mit Werbung vermischen sowie Inhalte kuratieren und damit in die Wiedergabe involviert sind – also beispielsweise YouTube und Facebook, aber auch viele kleinere Dienste.

Die Plattformbetreiber geben geschützte Werke laut dem überarbeiteten Entwurf öffentlich wieder, „sind deshalb für deren Inhalt verantwortlich und sollten infolgedessen faire und angemessene

**Die EU-Parlamentarierin Julia Reda erläuterte nach der Abstimmung in der heisse-Show, mit welcher harten Bandagen in Brüssel und Straßburg um die Urheberrechtsreform gerungen wird ([youtu.be/HoakydEDpVg](https://youtu.be/HoakydEDpVg)).**

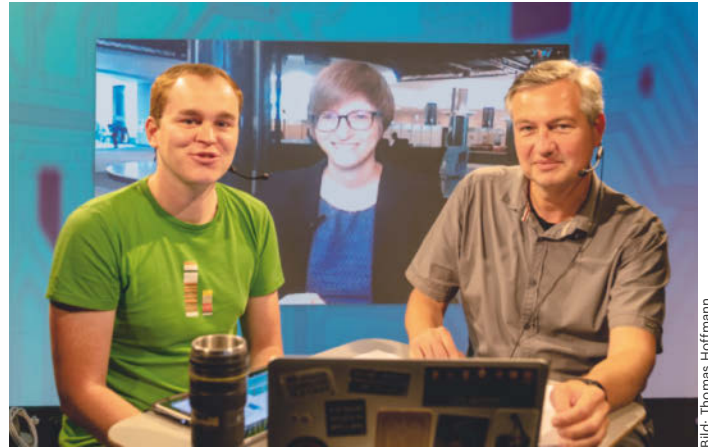


Bild: Thomas Hoffmann

Lizenzvereinbarungen mit den Rechteinhabern schließen“. Veröffentlichten sie von Nutzern hochgeladene Inhalte ohne Lizenzprüfung, haften sie für jede damit begangene Urheberrechtsverletzung. De facto soll also die in der E-Commerce-Richtlinie vorgegebene Haftungsprivilegierung für Plattformen nicht mehr gelten: Die Betreiber würden vom Durchleitet zum Täter.

Der Begriff Upload-Filter taucht im Text des Parlaments nicht auf. In der Praxis dürfte es aber kein Betreiber schaffen, sämtliche von Nutzern hochgeladene Inhalte manuell zu sichten und eine korrekte Recherche der urheberrechtlichen Lage in jedem Einzelfall zu gewährleisten. Bei YouTube etwa landen zurzeit durchschnittlich rund 450 Stunden Videomaterial pro Minute.

Für Kritiker des Entwurfs steht außer Zweifel, dass die Plattformen auf Upload-Filter setzen müssen, um sich angesichts des neuen strengen Haftungsregimes vor Klagen etwa aus der Musik- oder Filmindustrie zu schützen. Als Musterbeispiel gilt das bislang recht fehleranfällige System ContentID von Google/YouTube. Google taxiert die Entwicklungskosten auf 60 Millionen Euro – was sich ein kleinerer Betreiber kaum leisten könnte.

Die schlimmste Befürchtung von Kritikern ist deshalb, dass Google ContentID öffnet und auch Inhalte anderer Plattformen von dem Filter geprüft werden. Denn das würde bedeuten, dass der Datenkrake Google auch nutzergenerierte Inhalte von anderen Plattformen in die Datenbanken spülen würde.

Einige Plattformen, beispielsweise die Wikipedia, GitHub, Dropbox und eBay, haben Protest in Brüssel angemeldet. Genau für jene Plattformgruppen enthält der Entwurf nun Ausnahmen, etwa für

„Online-Enzyklopädien“, „Cloud-Dienste“ oder „Entwicklungsplattformen für freie Software“. Wer nicht gemeckert hat, ist weiter drin im geplanten Haftungsregime, etwa Dating-Plattformen wie Tinder.

Große Kritik hatte sich im Vorfeld an der Tatsache entzündet, dass Content-Filter beispielsweise Meme, Zitate und Parodien nicht erkennen und sie deshalb von der Veröffentlichung ausschließen. Dieser Einwand wird in den Änderungsverschlüssen zwar erwähnt, aber Rechnung trugen ihm die zustimmenden Abgeordneten nicht.

Das EU-Parlament teilte im Nachgang mit, dass „jegliche Maßnahmen, die von Plattformen ergriffen werden, um zu überprüfen, ob Uploads nicht gegen Urheberrechtsbestimmungen verstoßen“, keinesfalls zu unberechtigten Sperren führen sollen: „Die Plattformen werden verpflichtet sein, zügige Beschwerde- und Rechtsbehelfsmechanismen (die von den Mitarbeitern der Plattform betrieben werden, nicht von Algorithmen) einzurichten, über die Beschwerden eingereicht werden können, wenn ein Upload zu Unrecht gelöscht wurde.“

Axel Voss zeigt sich als Leiter der Verhandlungen im Parlament begeistert vom Ergebnis: „Ich bin sehr froh, dass es trotz der sehr starken Lobbykampagne der Internet-Giganten nun eine Mehrheit im gesamten Haus gibt, die sich für den Schutz des Grundsatzes des gerechten Entgelts für kreativ Tätige in Europa einsetzt.“ Er sei überzeugt, „dass das Internet, wenn sich der Staub gelegt hat, so kostenlos sein wird wie heute, dass Schöpfer und Journalisten einen gerechteren Anteil an den Einnahmen ihrer Werke verdienen werden und dass wir uns fragen werden, ob das die ganze Aufregung wert war.“

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

# Für die Praxis zu mager

Dem elektronischen Anwaltspostfach beA mangelt es an Ergonomie und Datenschutz

**Mit Monaten Verspätung ist das elektronische Anwaltspostfach an den Start gegangen. Nun steht seine Praxistauglichkeit auf dem Prüfstand.**

Von Brian Scheuch

Endlich konnte ich vor etwa zwei Wochen in meiner Kanzlei die Software installieren und mein „besonderes elektronisches Anwaltspostfach“ (beA) in Betrieb nehmen. Es soll Arbeit und Aufwand beim Erstellen von Schriftsätzen einsparen und die Übermittlung an die Gerichte vereinfachen. Außerdem können mir Gerichte und andere Anwälte darüber rechtlich verbindlich Post zustellen. So weit die Theorie. Doch leider erweist sich die Umsetzung des beA in der jetzigen Form alles andere als nutzerfreundlich. Zunächst bereitete mir die Treiberinstallation des Leseegerätes, die Installation des beA-Client und von Java Probleme und Frust. Angeblich war die Einführung ja zur Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit verschoben worden. Doch davon sieht man nichts. Die Oberfläche sieht eher veraltet aus, an vielen Stellen fehlen selbstverständliche Funktionen wie beispielsweise Drag & Drop.

## Kein Kanzleipostfach

Bislang gibt es kein gemeinsames Postfach für eine Kanzlei, deshalb muss jeder Anwalt ein eigenes Postfach bereithalten, egal ob er Einzelanwalt ist oder in einer größeren Sozietät arbeitet. Immerhin kann Mitarbeitern ein Zugang zu mehreren Postfächern einzelner Rechtsanwälte eingerichtet werden.

Doch auch das notwendige Login bereitet der Software und damit dem Nutzer Probleme: Bei jedem Login muss das Sicherheitszertifikat geladen werden, indem man die Chip-Karte in das entsprechende Kartenlesegerät steckt. Lässt man die Chip-Karte jedoch länger im Gerät stecken – was im Kanzleialltag die Regel sein dürfte – und loggt sich nicht ein, wird kein Sicherheits-Token mehr gefunden. Es hilft nur ein Neustart des Computers.

## Wer ist angemeldet?

Nett ist, dass man mit dem beA auch andere Anwälte suchen kann. Mittels dieser Suchfunktion kann man aber auch sehen, welcher Anwalt sein Postfach bereits eingerichtet hat und welcher nicht. Derjenige, der sein Postfach nicht eingerichtet hat, hat den Status „vorbereitet aktiv“. Dies ist datenschutzrechtlich bedenklich, zumal die Nichteinrichtung des Postfachs gegen sämtliche Prozessordnungen ver-

stößt und berufsrechtliche Sanktionen nach sich ziehen kann.

Aus taktischer Sicht bietet es Anwälten mit funktionierendem beA indessen erhebliche Vorteile. Man kann darüber für den Gegner Fristen in Gang setzen. Verpasst der gegnerische Anwalt sie, weil er das Postfach nicht abrufen konnte, droht ihm auch eine mögliche Haftung gegenüber seinem eigenen Mandanten.

Was die Sicherheit meiner Daten anbelangt, kann ich derzeit nur auf die Aussage der BRAK vertrauen, dass das beA sicher sei und warte mit mulmigem Gefühl auf die nächsten Pannenberichte.

## Überforderte Gerichte

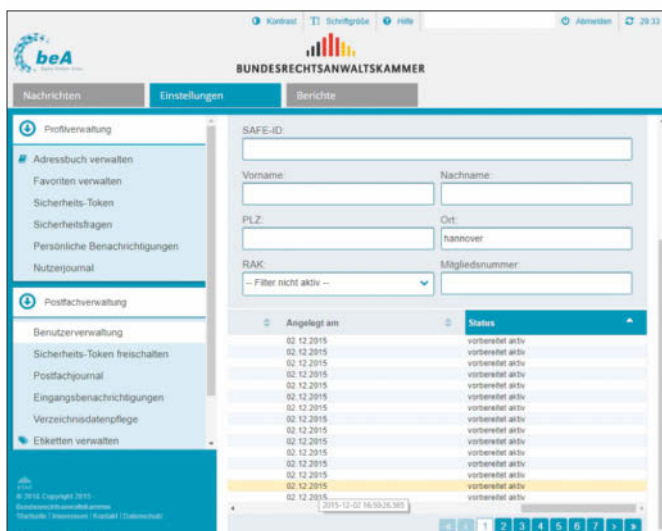
Über das beA lassen sich mittels qualifizierter elektronischer Signatur auch Schriftsätze an ein Gericht schicken. Dies soll nicht nur für den Anwalt Papier und Kosten für den Postversand sparen, sondern vor allem auch die Gerichte entlasten, die Papierakten durch ihre langen Gänge bewegen müssen, was personalaufwendig ist. In der Praxis ist das aber noch lange nicht angekommen. Meine erste elektronisch eingereichte Klageerwiderung ging ans Amtsgericht Hannover. Als ich einige Tage später nachfragte, ob sie ordnungsgemäß eingegangen sei, konnte der Beamte in der Poststelle sie erst nach zehnminütiger Suche finden. Und da das Amtsgericht wie die meisten anderen Gerichte derzeit digitale Schriftsätze weder intern noch extern elektronisch weiterverarbeiten kann, muss es nunmehr auf eigene Kosten Ausdrucke für sich selber und für die anderen Beteiligten erstellen.

## Ausblick

Benutzbarkeit und Praxistauglichkeit der Software sind alles andere als ausgereift. Es bleibt zu hoffen, dass die BRAK die von der Anwaltschaft gezahlten Beiträge zum beA verwendet, um deutliche Verbesserungen bei der Ergonomie zu erreichen. Der elektronische Rechtsverkehr wäre in Hinblick auf Kosten- und Zeitersparnis sowie nicht zuletzt auch auf die Umwelt sicher ein Fortschritt. Aber nur, wenn die BRAK ihr Versprechen endlich einlöst, und das beA einfach und sicher macht.

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

*Rechtsanwalt Brian Scheuch ist Partner der Kanzlei Heidrich Rechtsanwälte in Hannover (recht-im-internet.de).*



Die Oberfläche des besonderen elektronischen Anwaltspostfachs bietet recht wenig Besonderes; vor allem fehlen an vielen Stellen ganz gewöhnliche Bedienmöglichkeiten wie etwa Drag & Drop.



# Linus Torvalds nimmt Auszeit und entschuldigt sich

Mit der Veröffentlichungs-E-Mail zur vierten Vorabversion von Linux 4.19 Mitte September hat Linus Torvalds angekündigt, eine Auszeit zu nehmen. Er will die Pause nutzen, **um sein Verhalten gegenüber anderen zu ändern**. Der Erfinder und leitende Entwickler des Linux-Kernels ist seit jeher für seinen harschen Ton gegenüber anderen Entwicklern bekannt. Das hat einige Entwickler verstört und vertrieben.



Bild: Krd (CC BY-SA 4.0)

**Linus Torvalds will sein Verhalten verbessern.**

Für seine Ausfälle hat er sich entschuldigt; er will mit professioneller Unterstützung versuchen, die Gefühle anderer Leute besser zu verstehen und angebrachter darauf zu reagieren. Das Ganze erfolgt nach Diskussionen zur Planung des jährlichen Treffens der wichtigsten Kernel-Entwickler. Dieser Maintainers Summit wurde kurzfristig um- und vorverlegt, nachdem Torvalds ein Planungsfehler unterlaufen war, durch den er am ursprünglich avisierten Termin verhindert war. Torvalds betont in seiner E-Mail, dass er die Linux-Entwicklung weiterhin leiten will und noch immer großes Interesse daran hat. In seiner Auszeit übernimmt Greg Kroah-Hartman, gemeinhin die Nummer zwei der Kernel-Entwickler, die Verantwortung, der auch den Stable- und die wichtigsten Longterm-Zweige des Linux-Kernels betreut. Voraussichtlich dauert Torvalds Pause bis zum Ende der Entwicklung von 4.19 – also etwa vier Wochen. Mit 4.19-rc4 hat Linux auch einen **Code of Conduct** erhalten, also Verhaltensregeln für die Entwicklergemeinschaft. Der bisherige „Code of Conflict“ war sehr diffus gehalten und hat eher den rauen Umgang der Linux-Entwickler untereinander beschrieben, als Verhaltensregeln zu definieren. Der neue Verhaltenskodex stammt vom Contributor Covenant ab, der bei zahlreichen anderen Open-Source-Projekten wie freedesktop.org seit Längerem zum Einsatz kommt. Bestrebungen um einen besseren Code of Conduct für die Kernel-Entwickler hat es früher schon gegeben, die fanden bei Linus Torvalds aber keinen Zuspruch. (mfs@ct.de)

## Kurz & knapp: Linux

**Nextcloud 14** bringt Verbesserungen der Barrierefreiheit und des User-Experience-Designs mit.

Red Hat hat **Ansible Tower 3.3** fertig gestellt. Die neue Version soll besser skalieren und kann nun auf OpenShift laufen.

Das Versionskontrollwerkzeug **Git** hat mit Version 2.19 ein neues Diff-Werkzeug namens range-diff spendiert bekommen. Außerdem haben die Entwickler das integrierte Grep verbessert.



**Für Schlangenbeschwörer**

Kostenfreie Python-Tricks unter:  
[www.dpunkt.de/s/tricks](http://www.dpunkt.de/s/tricks)

D. Bader

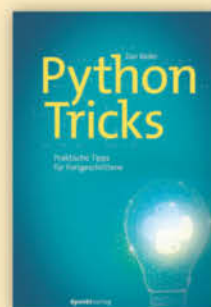
### Python-Tricks

Praktische Tipps für Fortgeschrittene

2018, 210 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-568-1



E. Matthes

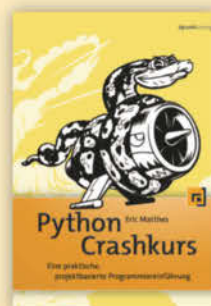
### Python Crashkurs

Eine praktische, projektbasierte Programmier Einführung

2017, 622 Seiten

€ 32,90 (D)

ISBN 978-3-86490-444-8



A. Sweigart

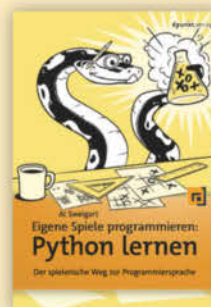
### Eigene Spiele programmieren – Python lernen

Der spielerische Weg zur Programmiersprache

2017, 416 Seiten

€ 24,90 (D)

ISBN 978-3-86490-492-9



A. Sweigart

### Routineaufgaben mit Python automatisieren

Praktische Programmierlösungen für Einsteiger

2016, 576 Seiten

€ 29,90 (D)

ISBN 978-3-86490-353-3



J. Briggs

### Python kinderleicht!

Einfach programmieren lernen – nicht nur für Kids

2., korrigierte und aktualisierte Auflage

2016, 326 Seiten

€ 26,90 (D)

ISBN 978-3-86490-344-1



**dpunkt.verlag**

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

# Deadline verschoben

## Microsoft verlängert den Support für Windows – aber nicht für jeden

**Sowohl für Windows 7 als auch für Windows 10 hat Microsoft die Support-Fristen verlängert. Das ist an sich zwar erfreulich, gilt jedoch keineswegs für jeden und ist auch nicht immer kostenlos.**

Von Axel Vahldiek

Zuerst die schlechte Nachricht: Auch wenn wohl alle Nutzer gern von Fristverlängerungen profitieren würden, gelten sie doch nur für Kunden mit Volumenlizenzverträgen. Zudem unterscheiden sich die Details der Verlängerungen je nach Windows-Version und -Edition. Doch der Reihe nach.

Zuerst zu Windows 7: Für dieses Betriebssystem endet der Support am 14. Januar 2020, also in etwa mehr als einem Jahr. Nach diesem Zeitpunkt will Microsoft keine kostenlosen Sicherheits-Updates mehr zur Verfügung stellen. Daran ändert sich auch nichts. Neu ist aber, dass Kunden, die Lizenzen für Windows 7 Pro oder Enterprise im Rahmen eines Volumenlizenzvertrages erworben haben, über den Zeitpunkt hinaus bis zu drei Jahre kostenpflichtig Support erhalten können. Was das genau kostet, hat Microsoft noch nicht verraten, klar ist aber bereits, dass die Kosten pro Gerät anfallen und mit jedem

Jahr steigen. Wer zusätzlich einen Software-Assurance-Vertrag abgeschlossen hat, bekommt Rabatt. Auslaufen soll das Angebot im Januar 2023. Im gleichen Monat endet der Support für Windows 8.1.

Nun zu Windows 10: Davon veröffentlicht Microsoft halbjährlich neue Versionen. Nutzer der Home-Edition bekommen sie zwangsweise direkt nach der Veröffentlichung installiert. Nutzer der Editionen Pro, Enterprise und Education hingegen können das Upgrade zwar nicht verhindern, aber hinauszögern, und alle Windows-Installationen, die deshalb nicht auf dem aktuellen Stand sind, bekommen weiterhin Sicherheitsupdates. Wie lange das passiert, unterscheidet sich künftig nicht nur je nach Edition, sondern auch je nach Erscheinungstermin der Version.

Zuerst zu den Editionen, denn das ist noch relativ simpel: Für Home und Pro ändert sich nichts, hier bleibt es grundsätzlich bei 18 Monaten Support. Anders Enterprise und Education: Diese werden

künftig entweder 18 oder aber 30 Monate lang unterstützt. Welcher Zeitraum gilt, hängt dabei von der jeweiligen Version ab. Für die beiden im Jahr 2015 erschienenen Versionen 1507 und 1511 ist der Support bereits ausgelaufen. Die danach erschienenen Versionen 1607, 1703, 1709 und 1803 erhalten alle 30 Monate Support. Das gilt auch für die anstehende Version 1809.

Ab 2019 beginnt dann ein Wechselspiel: Die für die erste Jahreshälfte 2019 geplante Version wird nur 18 Monate Support erhalten, die für die zweite Jahreshälfte geplante Version hingegen 30 Monate, und das soll auch für alle nachfolgenden Jahre gelten: Die Frühjahrsversion bekommt 18, die Herbstversion 30 Monate.

Das mag alles kompliziert klingen, erfüllt aber immerhin die Forderungen von Unternehmen und Institutionen, die es anders als Microsoft selbst für gar nicht nötig halten, ständig neue Windows-10-Versionen zu installieren. Besitzer von Enterprise- und Education-Editionen können das Upgrade nun gut zwei Jahre lang verzögern, sofern sie eine im Herbst erschienene Version installiert haben. Bleibt zu hoffen, dass Microsoft irgendwann einsieht, dass auch viele andere Kunden gern selbst entscheiden wollen, wie oft sie auf eine neue Version umsteigen. (axv@ct.de) **ct**

**Blog-Eintrag von Microsoft:** [ct.de/yqbh](https://blogs.msdn.microsoft.com/windowsupdate/2019/01/14/windows-7-support-extension/)

## Und was ist mit den anderen Kunden?

Wenn Sie Windows statt mit einem Volumenlizenzvertrag beispielsweise vorinstalliert auf einem neuen PC oder als System-Builder, Voll- oder Upgrade-Lizenz erworben haben, dann ändert sich für Sie leider nichts an den Support-Fristen. Für Windows 7 will Microsoft am 14. Januar 2020 letztmalig Sicherheitsupdates zur Verfügung stellen, und das ist gerade mal noch etwas mehr als ein Jahr hin. Für Windows 8.1 tickt die Uhr noch etwas länger: bis zum 10. Januar 2023. Bei Windows 10 bekommt jede Version 18 Monate Support, wobei das für die Home-Editionen egal ist, da sie beim Erscheinen der nächsten Version zwangsweise darauf umgestellt werden.

Sie sollten keine großen Hoffnungen dareinsetzen, dass Microsoft an diesen Fristen etwas ändert. Bei Nutzern,

die noch Windows 7 und 8.1 einsetzen, setzt Microsoft stattdessen darauf, sie doch noch zum Umstieg auf Windows 10 zu bewegen. Denn das können Besitzer der genannten Lizenzen weiterhin kostenlos, auch wenn Microsoft es nicht an die große Glocke hängt, weil das Angebot offiziell längst ausgelaufen ist. Es sprechen aber alle Indizien dafür, dass Microsoft den kostenlosen Umstieg absichtlich weiterhin ermöglicht (Details dazu in c't 15/2018, S. 162 oder unter <https://heise.de/-4094863>).

Eine Anleitung, die vier Wege zum Umstieg beschreibt, haben wir in c't 25/2017 auf Seite 156 veröffentlicht, sie finden sie auch kostenlos vollständig online unter <https://heise.de/-3892845>. Geben Sie den Link gern auch an Freunde, Verwandte und Bekannte weiter.



**Manche Kunden können die wichtigen Sicherheits-Updates künftig länger als andere bekommen.**



## TP-Link bläst sein Mesh-WLAN auf

TP-Links im Frühjahr 2017 unter dem Namen Deco eingeführte Produktreihe von **Mesh-WLAN-Geräten** bekommt ein wichtiges Upgrade: Die neuen Modelle P7 und M9 Plus haben eine separate Schnittstelle für den Mesh-WLAN-Backbone. Der dedizierte Backbone zum Verbinden der Nodes untereinander spart Sendezeit, also Bandbreite, beim Client-WLAN und steigert so indirekt dessen Durchsatz.

Beim P7 ist der Backbone als Powerline-Schnittstelle mit maximal 600 MBit/s brutto über das Hausstromnetz ausgeführt. Die M9-Plus-Nodes haben ein drittes WLAN-Modul, das die Geräte im 5-GHz-Band mit maximal 867 MBit/s brutto untereinander koppelt. WLAN-

Clients bedienen beide auf 2,4 GHz mit bis zu 300 MBit/s brutto gemäß IEEE 802.11n und bei 5 GHz mit maximal 867 MBit/s (802.11ac).

Die M9-Plus-Serie hat zusätzlich ein ZigBee-Funkmodul (HA1.2) für Heimvernetzer, um Sensoren und Aktoren anzubinden. Zusammen mit dem dritten WLAN-Modul sind sie deswegen auch etwas voluminöser (144 mm Durchmesser bei 64 mm Höhe) als die P7er (120 mm, 38 mm). Für die P7-Nodes setzt TP-Link 249 Euro (2er-Pack, UVP) beziehungsweise 349 Euro an (3er-Kit). Die M9-Plus-Nodes kommen auf 279 Euro (2er-Satz) beziehungsweise 399 Euro (3er-Kit).

(ea@ct.de)

## Kurz und knapp: Netze

Kurz vor Redaktionsschluss dieser Ausgabe hat AVM **FritzOS 7.01 für die Fritz-boxen 7590, 7580, 7530, 7490 und 7430** veröffentlicht. Es behebt gegenüber der Erstfassung 7.00 laut Changelog satte 39 Bugs. Der Schwerpunkt zu FritzOS 7 ab Seite 74 in diesem Heft entstand mit FritzOS 7.00.

D-Links neue **Dualband-Access-Points DWL-6620APS und DWL-7620AP** sollen dank Multi-User-MIMO vor allem an Standorten mit vielen Clients effizienter funken. Eigenartigerweise hat D-Link den für kleine und mittlere Unternehmen gedachten Geräten aber Funkmodule mit nur 2 MIMO-Streams spendiert (IEEE 802.11n-300/11ac-867). So können sie höchstens 2 Clients gleichzeitig im selben Sendedurchgang bedienen. Der DWL-7620AP vermag mit insgesamt 3 WLAN-Modulen (2 im 5-GHz-Band) zumindest seine Clients spektral weiter zu verteilen.

Netgear hat seinen beiden auf **Gamer ausgerichteten Gigabit-Switches S8000 und SX10** jetzt Deutsch als GUI-Sprache beigebracht. Die Geräte sollen Gaming-Aktionen durch optimiertes QoS beschleunigen.



TP-Link spendiert seinen Deco-Nodes einen dedizierten Backbone fürs Mesh-WLAN: Die P7-Reihe nutzt Powerline, die M9-Plus-Variante (im Bild) ein drittes WLAN-Modul.



**ELEKTRONISCHE SICHERHEITSLÖSUNGEN**  
**VERNETZUNG IST**  
**DIE ZUKUNFT**





# Rückkehr der Bitcoin-Wale

## Wie mit riesigen Vermögen der Bitcoin-Kurs manipuliert wird

**Im August und September wurden zehntausende Bitcoins im Wert von mehreren hundert Millionen US-Dollar bewegt. An den Kryptobörsen sorgte das für Kursreaktionen. Doch woher kommt das Geld und wem gehört es? Eine Spurensuche.**

Von Mirko Dölle

Für Jahre waren sie in den Tiefen der Blockchain untergetaucht, bevor sie vor wenigen Wochen wieder an die Oberfläche kamen: die Überreste eines ehemaligen Bitcoin-Wals, ein alter Bekannter aus dunkleren Zeiten der Kryptowährung.

Als Wale bezeichnet man einzelne Wallet-Adressen, auf denen mehr als zehntausend Bitcoins im Wert von abermillionen US-Dollar lagern. Die beiden größten bringen es auf jeweils über eine Milliarde Dollar – also richtig dicke Fische<sup>1</sup>. Wie bei den Walen in den Weltmee-

ren handelt es sich um eine bedrohte Art, aktuell gibt es nur gut 100 Bitcoin-Wale.

Ende August sind über 1000 Wallets entstanden, in denen die Überreste eines zuvor in kleine Häppchen filetierten kapitalen Wals mit über 111.000 Bitcoins zusammengeführt wurden und die mit 999,99 Bitcoin knapp unterhalb des Radars vieler Marktbeobachter liegen.

Nun wird spekuliert, ob der Besitzer an einem der größten Bitcoin-Diebstähle aller Zeiten beteiligt war. Dank der Blockchain und sogenannten Block-Explorern kann jeder den Weg des Geldes nachvollziehen und so Indizien sammeln. Die Spur lässt sich bis zum legendären MtGox-Betrug zurückverfolgen, bei dem die Täter etwa 650.000 Bitcoins entwendeten – was 2014 den damals weltweit größten Bitcoin-Händler in den Ruin trieb und einen Schaden von fast einer halben Milliarde US-Dollar verursachte. Die bislang nicht wieder aufgetauchte Beute hat heute einen Wert von rund 3,5 Milliarden Euro.

Um selbst die Spur aufzunehmen, genügt es, eine an einer bestimmten Transaktion beteiligten Bitcoin-Adresse oder

eine Transaktions-ID der Transaktion zu kennen und sie auf der Website eines Block-Explorers einzugeben – etwa auf [blockexplorer.com](http://blockexplorer.com), [blockchain.info](http://blockchain.info) oder [explorer.bitcoin.com/btc](http://explorer.bitcoin.com/btc). Dort erhält man dann eine Liste aller Transaktionen einer Adresse sowie die an der Transaktion beteiligten Adressen – sodass man leicht den Weg des Geldes nachverfolgen kann.

Das Problem: Wem einzelne Bitcoin-Adressen gehören, weiß die Öffentlichkeit in der Regel nicht. Bekannt sind allenfalls die Wallets der Kryptobörsen oder Dienstanbieter, sodass sich oft nachvollziehen lässt, wenn jemand Bitcoins an eine Börse verkauft oder dort einkauft. Die Börsen wiederum verlangen von ihren Kunden meist, sich zu identifizieren. Diese Daten nutzen auch Strafverfolger, um Kriminellen auf die Schliche zu kommen.

### Abgetaucht

Bei dem MtGox-Betrug wurden wahrscheinlich über 3 Jahre lang Gelder der Firma entwendet. Eins der Wallets, auf denen sich Gelder von MtGox ansammelten, ist `1933phfhK3ZgFQNLGSDXvqCn-32k2buXY8a`: Von dort transferierte jemand im März 2014 über 111.000 Bitcoin an eine neue Adresse – ein stattlicher Wal war geboren.

Noch ist nicht klar, wer diese Person ist. Aufgrund der Transaktionshistorie der genannten Adresse ist aber davon auszugehen, dass es sich um einen (ehemaligen) Kunden von MtGox handelt. Ob er etwas mit dem Betrug zu tun hat oder einfach über Jahre so viel eingezahlt hatte, lässt sich nicht beurteilen: Die Betrüger nutzten eine Schwachstelle in der Wallet-Implementierung von MtGox, um sich Gelder mehrfach auszahlen zu lassen. In der Historie des besagten Wallets finden sich zwar etliche Transaktionen, wo mehrfach große, identische Beträge gutgeschrieben wurden – ein Beweis ist das jedoch nicht.

Während MtGox im März 2014 in die Insolvenz ging, wurde der Wal in einer ganzen Serie von Transaktionen zerlegt: in zwei 50.000 und 60.000 Bitcoin große Brocken, die in vier Wallets mit 20.000 und 30.000 Bitcoin, diese wiederum in mehrere mit 10.000 und 20.000 Bitcoin. In den nächsten Stufen wurden alle größeren Wallets auf mehrere mit jeweils exakt 10.000 Bitcoin aufgeteilt, dann 5000, 1000, 500 und schließlich exakt 100 Bitcoin pro Wallet. So filetiert ging der Wal weitgehend unbeobachtet für über vier Jahre auf Tauchstation.



Die Wiedererweckung begann Ende August: Damals wurden die Guthaben von jeweils 100 Bitcoins von 10 Adressen auf eine einzelne neue Adresse transferiert. Abzüglich Transaktionsgebühr entstanden dadurch Zwergwale mit knapp unter 1000 Bitcoin pro Wallet. Auffällig ist daran zweierlei: Erstens sind ausgewachsene Wale selten und genießen allein aufgrund ihrer Größe eine gewisse allgemeine Aufmerksamkeit. Auch kleinere Wallets mit 1000 bis 10.000 Bitcoins, nennen wir sie Zwergwale, gibt es nur gut 1500 Mal weltweit. Indem der Eigentümer des ehemaligen Wals seine Wallets mit knapp unter 1000 Bitcoin bestückte, blieb er unter dem Radar der Öffentlichkeit.

### Ungewaschen transferiert

Zweitens fällt auf, dass die Bitcoins nicht in sogenannten Mixern gewaschen wurden. Bitcoin-Mixer verschleiern die Nachverfolgbarkeit von Zahlungsflüssen, indem sie Bitcoins auf dem ersten Wallet entgegennehmen und den gleichen Betrag von einem zweiten auszahlen – abzüglich einer zufällig ausgewählten Bearbeitungsgebühr und mit einer wählbaren Verzögerung. Je nach Anbieter lässt sich die Auszahlung zudem auf mehrere Wallet-Adressen verteilen.



Die Verzögerung und die zufällige Bearbeitungsgebühr sorgen dafür, dass man selbst bei einer sorgfältigen Analyse der Blockchain keinen Bezug zwischen Einzahlung und Auszahlung herstellen kann, weil weder der Betrag noch der Buchungszeitpunkt übereinstimmen. Sind auch noch mehrere Auszahlungsadressen im Spiel, kann man allenfalls noch raten.

Mehr noch: Da andere Nutzer für die Einzahlung das zweite Wallet zugewiesen bekommen und die Bitcoins aus dem ersten Wallet zurückerhalten, endet die Spur der Bitcoins nicht im Wallet des Mixers. Alle Mixer-Nutzer bekommen letztlich die Bitcoin anderer Mixer-Nutzer zurück.

Der Besitzer des Wals hat diese Möglichkeit bislang nicht genutzt, sondern gut 15.000 Bitcoin im Wert von fast 100 Millionen US-

Dollar direkt bei den Kryptobörsen Bitfinex und Binance eingezahlt. Der Weg der Bitcoins lässt sich lückenlos in der Blockchain nachvollziehen. Der Walbesitzer scheint also keine Angst davor zu haben, dass Behörden den Geldfluss nachvollziehen und über die Kryptobörsen seine Identität ermitteln – oder er hat seine Bitfinex- und Binance-Accounts unter einer falschen Identität angelegt.

Die übrigen fast 100.000 Bitcoins schlummern in Form von Zwergwalen wieder in der Blockchain. Die Stückelung legt allerdings nahe, dass es sich um Vorbereitungen für einen Verkauf handelt: Andernfalls hätte der Eigentümer den ehemaligen Wal einfach weiterhin in 100-Bitcoin-Wallets verteilt ruhen lassen können.

Ein spontaner Verkauf so vieler Bitcoins würde in jedem Fall Einfluss auf den Kurs haben – er dürfte ihn kräftig auf Talfahrt schicken. Aus diesem Grund wird das Auftauchen eines neuen Wals von Experten argwöhnisch beobachtet: Er entstand Mitte September, ist 30.000 Bitcoin oder umgerechnet gut 150 Millionen Dollar schwer und entstand aus einem bekannten Wal der Kryptobörse Bitfinex.

Auffällig an diesem neuen Wal ist nicht nur seine Größe, sondern auch, dass mit ihm das Transaktionsvolumen der Blockchain künstlich aufgeblasen wurde. So wurde das Geld in ein und demselben Block 541229 von dem Wal-Wallet auf ein zweites und sogleich wieder zurück auf das erste Wallet transferiert. Das steigerte das Volumen der transferierten Bitcoins von ansonsten unter oder um 10.000 Bitcoins pro Block auf über 70.000 Bitcoin, was wiederum eine hohe Aktivität des Bitcoin-Markts vorspiegelte. Hinzu kam die ursprüngliche Auszahlung in Höhe von 30.000 Bitcoin, die nur 4 Blöcke zuvor stattfand.

Die Auswirkung des künstlich erhöhten Transaktionsvolumens lässt sich am Bitcoin-Kurs ablesen: Als sich der Wal am Morgen des 13. September erstmals zeigte und im Kreis schwamm, stieg der Kurs plötzlich von 6200 auf über 6500 US-Dollar.

Walbeobachtung ist also nicht nur eine Aufgabe für Sea Shepherd und Umweltschützer, sondern auch die Pflicht von Investoren und Marktanalysten von Kryptowährungen. Denn das Auftauchen oder Verschwinden eines Wals kann durchaus die Kursentwicklung beeinflussen. Wer sich nicht die Mühe macht, auffällige Transaktionen zu analysieren, kann solche Kursmanipulationen auch nicht erkennen und sich so nicht vor Fehlinvestitionen schützen. Nicht umsonst lautet das Motto der Blockchain: Vertraue nicht, prüfe! (mid@ct.de) **ct**

<sup>1</sup> Wale sind natürlich keine Fische, das Sprichwort nimmt darauf aber keine Rücksicht.

**Kentix MultiSensor®**
**SMART  
MONITORING**
**Schützt Ihre  
IT Infrastruktur**

**Data-Center + IT-Rack +  
kritische Infrastruktur**


KLIMA



MONITORING



BRAND



E-MAIL / SMS / SNMP



EINBRUCH



APP

**Komplette  
Software integriert!**
**kentix.com**

# Von Gigahertz zu Terahertz

## Tausendfach schnellere Nanoelektronik mit Graphen statt Silizium

**Erstmals sind elektronische Signale mit bis zu tausendfach höheren Taktraten erzeugt worden, als es heute auf Siliziumbasis möglich ist – und zwar in Kristallgittern der Kohlenstoff-Modifikation Graphen. Damit ist ein vielversprechendes Material für die Terahertz-Technik der Zukunft gefunden.**

Von Arne Grävemeyer

Seit seiner Entdeckung 2004 hat Graphen die Fantasie der Materialforscher angeheizt. „Wunderkohle“ und „Wunderfolie“ sind Attribute, die dieser Modifikation elementaren Kohlenstoffs zugeschrieben werden. Die Molekülstruktur ist in einem bienenwabenartigen Raster zweidimensional angeordnet, sodass Graphen-Gitter aus nur einer einzigen Atomlage bestehen. Trotzdem erweisen sich Graphen-Flächenkristalle als außerordentlich steif und fest, die Zugfestigkeit des Materials ist rekordverdächtig und sogar hundertfach höher als die von Stahl. Es ist extrem leicht und leitet Strom und Wärme sehr gut.

### Billionen Takte pro Sekunde

Schon lange sagten Forscher theoretisch voraus, dass Graphen als elektronisches Material in der Lage sein könnte, ein angelegtes elektromagnetisches Wechselfeld effizient in Felder mit wesentlich höherer Frequenz umzuwandeln. Das konnte bislang aber trotz einiger Bemühungen nicht experimentell nachgewiesen werden.

Ein solcher Nachweis ist aber notwendig, wenn elektronische Komponenten in der Zukunft statt einige Milliarden Mal pro Sekunde zu schalten noch hundert- oder sogar tausendfach schnellere Taktzeiten meistern sollen. Diese Hürde haben Wissenschaftler vom Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

und von der Universität Duisburg-Essen in Zusammenarbeit mit dem Max-Planck-Institut für Polymerforschung nun genommen. „Wir konnten erstmals den direkten Nachweis für eine Frequenzvervielfachung vom Giga- in den Terahertz-Bereich in einer Graphen-Monolage erbringen“, berichtet Dr. Michael Gensch. Er betreibt mit seinem Team die Terahertz-Strahlungsquelle im Elbe-Zentrum des HZDR (TELBE).

Die Forscher verwendeten eine Graphenschicht auf einem Substrat, auf dem der Kohlenstoff besonders viele freie Elektronen aufweist. Der erhoffte Effekt trat ein, sogar bei Raumtemperatur: Werden die freien Elektronen durch ein Wechselfeld angeregt, so teilen sie ihre Energie sehr schnell mit anderen Elektronen in Graphen. Dieser Übertragungsvorgang geschah im Versuch innerhalb von billionstel Sekunden und verursachte mehrere besonders starke Änderungen der Leitfähigkeit – die Grundlage für eine Multipli-

kation der elektromagnetisch eingebrachten Frequenz.

Ganz konkret verwendeten die Wissenschaftler elektromagnetische Pulse mit Frequenzen zwischen 300 und 680 Gigahertz, was einer Wärmestrahlung im Infrarotbereich entspricht. Die Stärke der Strahlungspulse und ihre hohe Wiederholgenauigkeit stellen eine Besonderheit des TELBE dar. Einem zweiten Team um Prof. Dmitry Turchinovich, Experimentalphysiker der Uni Duisburg-Essen, gelangen quantitative Messungen der Frequenzvervielfachung. Die elektromagnetischen Pulse wurden im Graphen in Pulse mit der dreifachen, fünffachen und sogar siebenfachen Frequenz umgewandelt. „Graphen ist damit womöglich das elektronische Material mit der höchsten Nichtlinearität, das bisher bekannt ist“, betont Turchinovich und umschreibt damit das beobachtete Verhalten der Frequenzvervielfachung.

Zudem stimmten die gemessenen Werte mit den thermodynamischen Modellen der Wissenschaftler überein, sodass diese nun hoffen, damit auch die Eigenschaften nanoelektrischer Bauelemente gut vorhersagen zu können. Auf jeden Fall ist der Beweis erbracht, dass Elektronik auf Basis von Graphen mit ultraschnellen Taktraten effizient operieren kann. Zudem sehen die Forscher eine Möglichkeit für ultraschnelle Hybridelemente bestehend aus Graphen und traditionellen Halbleitern. (agr@ct.de) **ct**

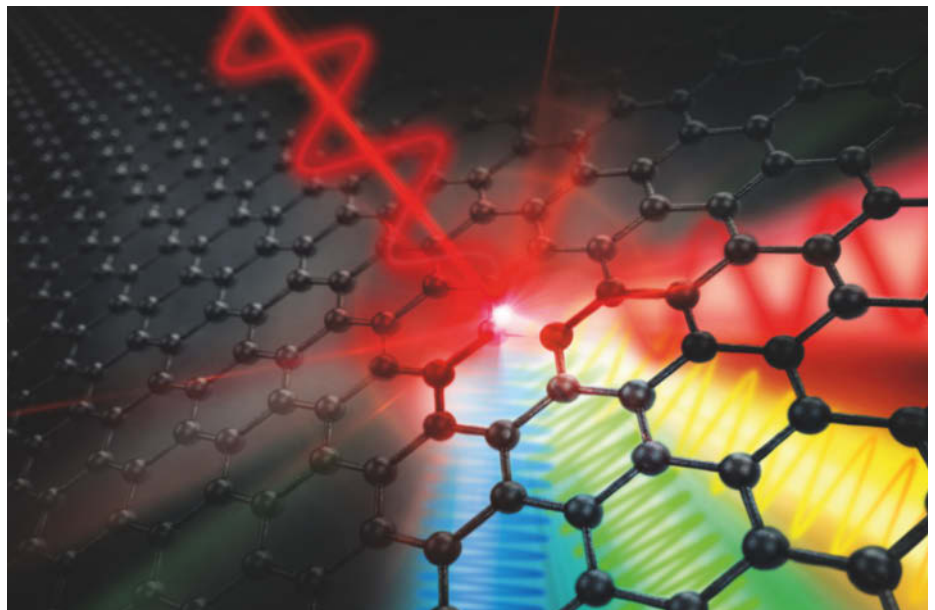


Foto: Juniks, HZDR

Ein Graphen-Gitter moduliert elektromagnetische Strahlungspulse im Gigahertz-Bereich in Signale einer vielfach höheren Frequenz.



## Hilfe für sympathische Roboter

In den Augen vieler Menschen sind Roboter mit menschlicher Gestalt keine unpersönlichen Maschinen mehr. Roboter können sogar auf soziale Verhaltensweisen wie Hilfsbereitschaft setzen, zumindest gilt das für humanoide Service-Bots, wie ein Team unter Professor Kolja Kühnlenz an der Hochschule Coburg beobachtet hat. Dazu ist es offenbar nicht ein-

mal notwendig, dass der Roboter mit seinem Gesicht menschliche Mimik nachahmt.

In den Versuchen arbeitete der Serviceroboter, ein knapp 60 Zentimeter großer Nao, vorgeblich im Supermarkt und bat Kunden um Hilfe; sie sollten ihm die Namen von Produkten nennen. Dabei gab es zwei Varianten: Entweder fragte der Roboter neutral förmlich, was ihm kaum Hilfe einbrachte. Ganz anders sah es aus, wenn sich sein **Programm emotional** anpasste. So fragte der Roboter im zweiten Testfall zunächst, wie sich sein menschliches Gegenüber fühle und antwortete anschließend, dass es ihm genauso gehe. Diesem Roboter halfen die Testpersonen ausdauernder, was sich an der Anzahl der benannten Produkte ablesen ließ. In einer anschließenden Befragung gestanden sie dem Roboter sogar menschliche Eigenschaften zu und fühlten mit ihm.

Bereits in früheren Arbeiten zeigte Kühnlenz, dass Blickkontakt mit einem humanoiden Roboter dazu führt, dass dieser als soziales Wesen angesehen wird. Diesen Eindruck könne der Bot sogar steigern, wenn er den Blickkontakt möglichst dauerhaft aufrechterhält. Laut Kühnlenz lässt sich das Miteinander zwischen Mensch und Roboter deutlich verbessern, wenn sie zunächst Zeit haben, sich aneinander zu gewöhnen. (agr@ct.de)

## Suchmaschine der Argumente

Mit einer neuartigen Suchmaschine wendet sich die TU Darmstadt speziell an Entscheider. Im Forschungsprojekt Argument-Text entstand ein Prototyp, der zu einem Suchbegriff Dutzende Argumente auf ganz unterschiedlichen Internetseiten findet, positive und negative. Dazu werden nicht einfach einzelne Wörter gesucht, sondern insbesondere grammatikalische Strukturen. **Kontext und Semantik** werden bei der Suche berücksichtigt. Neuronale Netze entscheiden, „ob eine Aussage ein Argument ist und ob es auf der Pro- oder der Contra-Seite steht“, wie Dr. Johannes Daxenberger aus dem Team von Professorin Iryna Gurevych erläutert.

Die Suche nach relevanten Argumenten, ihre Bewertung und die Auseinandersetzung mit werblichen Texten sind zentrale Aufgaben der Entscheidungsfindung. „In wissenschaftlichen Texten wird beispielsweise anders argumentiert als in sozialen Medien“, betont Dr. Christian Stab, der zweite Projektverantwortliche. Die Suchmaschine solle wesentliche Tätigkeiten von Entscheidern in der Wirtschaft automatisieren und sie bei der Bewertung von Innovationen unterstützen. Derzeit bereiten die Wissenschaftler ihre englischsprachige Plattform auch für die Analyse deutscher Texte vor. (agr@ct.de)

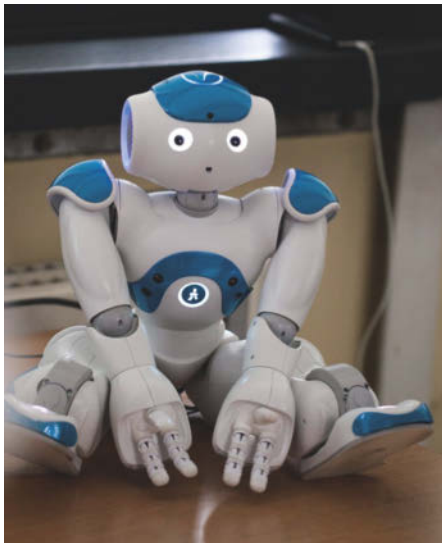


Bild: Liliana Merlín Frevel

Ein Nao-Roboter war zentraler Teil der Versuche Coburger Wissenschaftler und stieß bei Passanten auf mitfühlendes Entgegenkommen.

## CM : Sicherheit für Software, Firmware und Daten

WIBU  
SYSTEMS

Steigern Sie Ihren Umsatz mit Security by Default und neuen Geschäftsmodellen

- Modulare Lizenzierung und skalierbarer Schutz
- Interoperabilität unterstützt viele Plattformen
- Protection Suite zur tiefen Integration
- Technologisch ausgereift und praxisbewährt

Bestellen Sie Ihr CodeMeter SDK  
[s.wibu.com/sdk](http://s.wibu.com/sdk)

+49 721 931720  
[sales@wibu.com](mailto:sales@wibu.com)

// heise  
devSec()  
16-18 Oktober  
[s.wibu.com/devsec](http://s.wibu.com/devsec)

# Adobe Creative Cloud für Video

**Adobes Audio- und Videoanwendungen Premiere Pro, After Effects, Audition und Character Animator ermöglichen künftig, vorbereitete Infografiken und Animationen in kürzester Zeit zu finalisieren.**

Premiere Pro integriert künftig Daten aus CSV-Tabellen in Motion-Graphics-Vorlagen. So lassen sich Variablen in vorgefertigten Projekten schnell durch Namen von Personen oder Zahlenwerte wie Wahlergebnisse ersetzen. Das Kurvenwerkzeug in der Lumetri-Palette zur Farbanpassung zeigt nun die mögliche Bearbeitung von Luminanz, Sättigung oder Farbton auf einer dynamischen Linie an. Die Audio-Werkzeuge von Premiere Pro reduzieren über einfach zu bedienende Regler Rauschen, Nachhall, Summen, Rumpeln und Zischlaute.

After Effects soll künftig die Komposition von 3D-Grafiken und Videofilmen vereinfachen. Dazu hat Adobe das Freistell-Tool Mocha fest in das Programm integriert. Man kann atmosphärischen Dunst ergänzen und Grafiken graduell in die Tiefe ausblenden. After Effects erkennt die 3D-Umgebung und positioniert



Die Lumetri-Palette von Premiere Pro steuert Farbton, Sättigung und Luminanz künftig über ein intuitives Kurvenwerkzeug.

den Dunst entsprechend. Die Pixel um Gitterpunkte des Formgitter-Werkzeugs kann man künftig nicht mehr nur bewegen, sondern auch drehen und skalieren.

Character Animator bringt eine Reihe neuer Puppen mit, die sich in Echtzeit per Webcam mit den Mundbewegungen des Nutzers verbinden lassen. Regler beeinflussen Einstellungen zur Figur, beispielsweise wie schnell sie geht. Bewegungsabläufe, die sich nicht über die Webcam einfangen lassen, kann man mit der Maus

ausführen und über einen Recorder aufnehmen. Eine Magnetfunktion befähigt Hände der Figuren, Objekte bei Berührung aufzunehmen.

In Kürze soll ein Werkzeug für die Bearbeitung von Videoprojekten auf Desktop-PC, Smartphone und Tablet erscheinen: Project Rush. Alle Versionen von Project Rush sind funktionsgleich, synchronisieren Video-Projekte über die Creative Cloud und exportieren sie an Premiere Pro. (akr@ct.de)

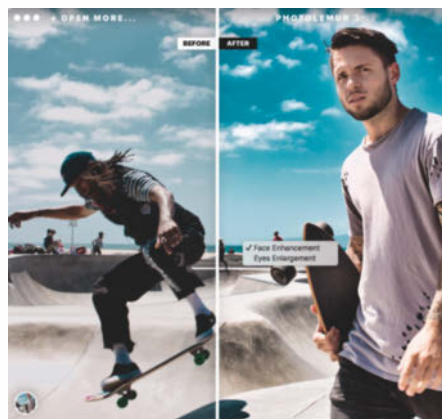
## Skylum Photolemur 3

Skylum (bis 2017 bekannt unter dem Namen Macphun) veröffentlicht seine **KI-gestützte Bildbearbeitung** Photolemur in Version 3. Sie kommt fast völlig ohne Bedienelemente aus: Fotos zieht man per Drag & Drop auf die Bedienoberfläche – den Rest erledigt das Programm. Skylum hat seine Algorithmen nach eigenen Angaben mit Millionen von Fotos trainiert.

Version 3 soll per Stapelverarbeitung bis zu 200 Fotos in einem Durchgang optimieren können. Sie retuschiert nun gezielt Hautunreinheiten, hellt Zähne auf, glättet Haut und Haare, schärft und vergrößert die Augen. Sechs neue Bildlooks verfremden die Fotos farblich. Der Stil „Apollo“ bietet sich für Landschaften an, „Fall“ für herbstliche Farbstimmung und „Spirited“ für künstlerische Verfremdung.

Das Programm richtet sich an Gelegenheitsnutzer, die wenig Erfahrung mit

Bildbearbeitungssoftware haben. Photolemur kostet 39 Euro und läuft unter macOS und Windows. (akr@ct.de)



Photolemur optimiert Fotos selbstständig mithilfe künstlicher Intelligenz. Version 3 bearbeitet gezielt Porträts.

## Fotodruckservice für Apple Fotos

Apple öffnet seine Fotos-App für externe **Druckdienstleister**. Die erste Fotobuch-Erweiterung Motif stammt vom US-amerikanischen Verlag RR Donnelley, der zuvor den Druckservice der Apple-Eigenmarke angeboten hat. In Motif lassen sich Fotobücher, Grußkarten und Kalender gestalten. Die Erweiterung analysiert den Fotobestand, wählt passende Bilder aus und warnt bei unzureichender Auflösung. Anschließend schlägt Motif Buchlayouts vor. Zur Gestaltung stehen Hintergrundfarben und -muster sowie Schriften und Stile für Beschreibungstexte bereit.

Motif steht kostenlos im Mac App Store zum Download zur Verfügung und ist kompatibel mit macOS High Sierra sowie mit der kommenden Version von macOS Mojave. (akr@ct.de)



# AMP mit weniger Google

Das Web-Framework AMP (Accelerated Mobile Pages) soll unabhängiger von seinem Schöpfer Google werden. Das hat Malte Ubl in einem Blog-Post angekündigt, der bei Google für das Projekt Verantwortliche. Ein Komitee überprüft demnach zukünftig Beiträge zu dem Open-Source-Projekt. Bisher war allein Ubl mit dieser Aufgabe betraut. Statt der bisherigen informellen Zusammenschlüsse kümmern sich zukünftig Arbeitsgruppen um einzelne Aspekte des Projekts. Ein Advisory Committee vertritt die AMP-Anwender.

Langfristig soll AMP dem Posting zufolge in eine Stiftung überführt werden. Hauptgrund für die Veränderung ist die Größe des Projekts. Mehr als 700 Entwickler haben zu AMP beigetragen – nur 22 Prozent von ihnen arbeiten bei Google.

Google hatte das Projekt vor mehr als drei Jahren gestartet – als Standard für schnell ladende, schlanke Mobil-Webseiten. AMP wird heute auf mehr als 25 Millionen Domains eingesetzt. Google beteuerte zwar stets, dass AMP auf Seiten des offenen Webs stehe – die Nutzer nahmen es jedoch als Google-Projekt wahr.

Das lag nicht nur daran, dass Google Kontrolle über den Code hatte, sondern an der Verflechtung mit dem Google-Cache und der bevorzugten Behandlung in der Suchmaschine und Google News. Außer Google betreibt bisher nur Cloudflare einen AMP-Cache, der die schnelle Auslieferung der Seiten gewährleistet. Mit Bing kommt demnächst ein weiterer AMP-Cache-Anbieter hinzu. (jo@ct.de)

Schlank heißt nicht langweilig: Mit AMP Stories lassen sich Snapchat-artige Multimedia-Formate bauen.



## Kurz und knapp: Internet

Mozilla hat Version 1.0 seines neuen **VR-Browsers** Firefox Reality für AR- und VR-Headsets wie die Oculus Go veröffentlicht. Während man die Brille trägt, kann man mit Sprachbefehlen suchen.

Facebook will als Reaktion auf „Fake News“-Kampagnen, Trolle, Social Bots und gefälschten Profilen einen **„War Room“** einrichten, um vergleichbaren Entwicklungen entgegenzuwirken. 20 Mitarbeiter sollen potenzielle Brandherde rund um Falschmeldungen aufspüren und bekämpfen.

Das Tor-Projekt hat den **Tor Browser für Android** veröffentlicht. Die App ist eine Alpha-Version, die in puncto Anonymität

gleichauf mit der Desktop-Version sein soll.

**Twitter** bringt die chronologische Timeline zurück. Wer ungefiltert die neuesten Tweets sehen will, muss in den Einstellungen unter „Inhalt“ die Option „Die besten Tweets zuerst anzeigen“ deaktivieren.

Der **Facebook Messenger** darf Betroffenen von unliebsamen Nachrichten nicht die Nutzerdaten des Absenders nennen. Für die Herausgabe gebe es keine Gesetzesgrundlage, berichtete das Oberlandesgericht (OLG) Frankfurt nach einem Grundsatzbeschluss (Az. 16 W 27/18).

## Volle Kontrolle über Ihre Telefonanlage

### 3CX-Telefonanlage

- einfache Installation und Verwaltung
- kostengünstige Anschaffung und Erweiterung
- On-Premise: Virtualisiert oder per MiniPC (Windows/Linux)
- Cloud: In Ihrem Cloud-Account (Google/OVH/Amazon)
- integrierte Smartphone-Apps
- webRTC-basierte Videokonferenzen



WWW.3CX.DE

3CX



# Turing am Start

## Nvidias GeForce RTX 2080

**Die GeForce RTX 2080 ist die erste Grafikkarte mit Nvidias Turing-Architektur. Sie ist effizient und schnell genug für 4K-Gaming, aber teuer – und eine Besonderheit lässt sich noch nicht nutzen.**

Von Benjamin Kraft

Mit der Turing-GPU will Nvidia „Grafik neu erfunden“ haben. Herz der GeForce RTX 2080 ist der Turing-Chip TU104. Er besteht aus 13,6 Milliarden Transistoren und enthält 2944 Shader sowie 184 Textureinheiten und 64 ROPs. Zusätzlich hat er 368 Tensor Cores für KI-Anwendungen wie Machine Learning sowie RT-Cores für Raytracing-Effekte an Bord. Nvidias Referenzkarten takten mit 1515 MHz, der Boost geht bis 1800 MHz. 8 GByte GDDR6-Speicher sind über 256 Datenleitungen angebunden, takten mit 1750 MHz und liefern eine Transferrate von 448 GByte/s. Nvidias Standard-De-

sign sieht auf der Anschlussblende einen HDMI-2.0b-Ausgang und drei DisplayPorts 1.4 vor. Eine USB-C-Buchse gibt ebenfalls DisplayPort-1.4-Signale aus und kann angeschlossene Headsets mit bis zu 27 Watt versorgen. Mittels NVLink-Brücke lassen sich zwei RTX 2080 koppeln. Die Grafikkarte hat je einen 6- und einen 8-poligen PCIe-Stecker.

### Performance

Da uns Nvidia keine Testkarte zur Verfügung stellte, kauften wir eine Gainward GeForce RTX 2080 Phoenix Golden Sample. In Sachen 3D-Leistung kann die sich mit einer Asus ROG Strix GeForce GTX 1080 Ti aus der Vorgängergeneration messen. Im 3DMark-Test Firestrike Extreme lag die Turing-GeForce noch hinter der 1080 Ti, überholte sie dann aber in Time Spy. Das deutet darauf hin, dass Nvidia die Probleme beim Context Switching, also beim Wechsel zwischen Grafik- und allgemeinen Berechnungen auf der GPU in DirectX 12, ausgeräumt hat.

Spiele-Benchmarks mit vollen Details und Kantenglättung zeigten die Karten indes gleichauf, egal ob wir in Full HD (1920 × 1080), WQHD (2560 × 1440) oder 4K (3840 × 2160) testeten (siehe Tabelle). Gegenüber der schon für unter 500 Euro erhältlichen GeForce GTX 1080 beträgt der Leistungsvorsprung je nach Spiel in WQHD 16 bis 26 Prozent, in 4K 22 bis 28 Prozent.

Derzeit lassen sich Raytracing-Effekte (siehe S. 134) in Spielen nicht ausprobieren, weil kein Spiel sie bislang beherrscht. Das wird sich erst nach und nach ändern, beginnend im Laufe des Oktobers. Denn neben Patches setzen Sie auch die passende Microsoft-Schnittstelle DirectX Raytracing (DXR) voraus, die erst das Windows 10 Oktober 2018 Update alias Redstone 5 mitbringt.

Das Effizienzversprechen löst Nvidia ein: Verbietet die GeForce GTX 1080 Ti in der Furmark-Schleife rund 242 Watt, sind es bei der RTX 2080 nur noch 230 Watt. Kurzzeitige Spitzen von bis zu 360 Watt erreichen beide. Beim Anzeigen des Windows-Desktops herrschte hingegen Gleichstand. Im Leerlauf blieb die Gainward-Karte lautlos, erzeugte aber im 3D-Stresstest FurMark bis zu 1,8 Sone. In 3D-Spielen zeigte sich die Karte eher zurückhaltend, wenngleich brummelig. Zudem zirpten ihre Spulen leicht.

### Fazit

Wer eine GeForce GTX 1080 Ti besitzt, hat keinen Grund, auf die GeForce RTX 2080 umzusteigen. Die 3D-Performance ist so gut wie identisch, die neuen Features sind vorerst noch nicht nutzbar, der Preis höher.

Spannend sind die neuen Raytracing- und KI-Funktionen. Es kommt nun darauf an, was Spiele- und Software-Entwickler daraus machen. Und wie AMD darauf antwortet: In puncto Performance hat derzeit keine Radeon Nvidias Turing etwas entgegenzusetzen. (bkr@ct.de) **ct**

## 3D-Performance

Grafikkarte	3DMark	GTA V	Far Cry 5	Shadow of the Tomb Raider
	Time Spy / Firestrike Extreme	Maximum / 4x MSAA (4K / WQHD / Full HD)	Ultra / SMAA (DX12) (4K / WQHD / Full HD)	Maximum / SMAA (DX12) (4K / WQHD / Full HD)
	[Punkte] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶
AMD Radeon RX Vega 64 (Referenz)	7447/10094	34/59/81	47/89/116	32/62/93
Gainward GeForce GTX 1080 Phoenix GLH	7886/10670	46/81/99	47/89/115	36/68/103
Asus ROG Strix GeForce GTX 1080Ti	9504/13375	57/96/101	58/106/127	46/85/124
Gainward GeForce RTX 2080 Phoenix GS	10319/12547	56/94/106	59/108/130	46/86/124
Testsystem: Intel Core i7-8700K, 32 GByte DDR4-RAM, Windows 10 (1803), VSync aus, Grafiktreiber: AMD Adrenalin Edition 18.9.1, Nvidia GeForce 398.36, 399.42, 411.63				



# Xbox Adaptive Controller macht Gaming barrierefreier

Microsoft hat den Xbox Adaptive Controller auf den Markt gebracht – ein modulares Eingabegerät, das vor allem **Gamern mit Behinderung** das Spielen ermöglichen und erleichtern soll.

Die weiße Box funktioniert mit der Xbox-One-Konsolengeneration sowie an PCs unter Windows 7, 8.1 und 10. Neben einem Steuerkreuz, drei kleinen und zwei großen Buttons bringt der Controller zwei USB-Buchsen und 19 Anschlüsse für 3,5-Millimeter-Klinkenstecker mit. An diese lassen sich speziell entworfene Steuerelemente anschließen: frei programmierbare und leicht bedienbare Knöpfe, Joysticks, Pedale oder ein sogenannter Quadstick – ein Controller für die Bedienung mit dem Mund. Diese Elemente ersetzen die Buttons, Sticks und Trigger der Standard-Xbox-Gamepads. Per USB lässt sich auch ein normaler Xbox-Controller anschließen und zusammen mit den Modulen verwenden. Mit der Copilot-Funktion kann

so auch ein zweiter Spieler Nutzer des Adaptive Controllers unterstützen.

Der Adaptive Controller wurde in Zusammenarbeit mit Organisationen wie der AbleGamers- und SpecialEffect-Charity entwickelt, die sich besonders für Inklusion und mehr Barrierefreiheit bei Ga-

ming und Videospielen einsetzen. Das Gerät selbst ist im Microsoft-Shop für rund 90 Euro erhältlich. Die Zusatzelemente kosten bei den jeweiligen Herstellern zwischen 15 Euro für einen einfachen Button bis hin zu etwa 475 Euro für einen Quadstick. (jube@ct.de)

Der Xbox Adaptive Controller lässt sich modular erweitern und so auch an die Bedürfnisse von Spielenden mit Behinderung anpassen.



Bild: Microsoft

EXPERTEN FÜR  
IT-SICHERHEIT  
GEH ICH GERN  
INS NETZ\*

NICK BECKER,  
IT-SECURITY ENGINEER

\* Die it-sa bietet Trends und Innovationen der IT-Security-Branche sowie Expertenvorträge.



Sichern Sie sich  
jetzt Ihr  
Gratis-Ticket!

it-sa 2018  
Die IT-Security Messe und Kongress

HOME OF  
IT SECURITY

# Siegeszug der Daten

## Programmatic Advertising: Versteigerte Werbeplätze

**Trotz der neuen Datenschutz-Grundverordnung führt in der Online-Werbebranche kein Weg an datengetriebener, personalisierter Werbung vorbei.**

Von Torsten Kleinz

Auf der OnlineMarketing-Leitmesse Dmexco gab es keinen Zweifel: Programmatic Advertising hat sich durchgesetzt. Spielten in den Vorjahren noch große Marken, pfiffige Kampagnen oder neue Erzählformate der Medien zentrale Rollen, gab es in diesem Jahr im wesentlichen nur ein Thema: Wer hat die besten Daten und kann sie am besten in Verkaufserfolge umsetzen? Das Werbegeschäft läuft nun vorwiegend über Echtzeitauktionen, dem sogenannten Programmatic Advertising. Dabei werden, noch während eine Webseite lädt, im Hintergrund die vorliegenden Daten des Kunden analysiert und auf einer Auktionsplattform angeboten.

Der Website-Betreiber signalisiert zum Beispiel, dass er Werbung bei einem 30- bis 35-jährigen Mann ausliefern kann, der sich für Einplatinencomputer und koreanische Pop-Musik interessiert und dabei ein iPhone von 2016 nutzt. In Sekundenbruchteilen können Interessenten auf diesen Werbeplatz bieten. Der Gewinner des automatischen Bietverfahrens liefert dann seine Werbung zu, die schließlich auf dem Bildschirm des Kunden erscheint.

Alleine im Jahr 2017 sind nach Zählung des Bundesverband Digitale Wirtschaft 835 Millionen Euro mit Programmatic Advertising umgesetzt worden – eine Steigerung von 40 Prozent zum Vorjahr. 38 Prozent der Display-Werbung, also Werbung mit grafischen Bannern, wird hierzulande bereits auf diese Art verkauft.

### Überall Sportschuhe!

Gestützt wird die Entwicklung unter anderem von der zunehmenden Bedeutung der mobilen Internetnutzung. Auf dem Screen eines Smartphones ist schlichtweg deutlich weniger Platz als auf einem Desktop-Bildschirm. Um dennoch das Geld einzuspielen, das die Produktion von Inhalten kostet, lautet die Lösung vieler Marktteilnehmer: Die Werbekampagne muss mit immer mehr Daten unterfüttert werden.

Besonders sichtbar wird dies beim sogenannten „Retargeting“: Wer im Angebot eines Online-Shops stöbert und sich beispielsweise für einen bestimmten Sportschuh interessiert, ihn aber letztendlich doch nicht kauft, bekommt daraufhin auf einer Vielzahl von Websites Werbung für exakt diesen Sportschuh angezeigt.

Der Fantasie sind wenig Grenzen gesetzt: So erfassen Adtech-Anbieter zum Beispiel bereits systematisch lokalisierte Wetterberichte, um herauszufinden, ob sie einem Nutzer besser Hustenbonbons oder Bademode anbieten sollten. Wo sich der Kunde befindet, können sie über seine IP-Adresse abschätzen.

### Der große Cookie-Abgleich

Meist belässt es die Werbeindustrie aber nicht bei solch vagen Zuordnungen. Wenn zum Beispiel ein Einzelhändler auf seiner Website Werbung ausliefert, kann er auf die komplette Bestell-Historie der eigenen

Kunden zugreifen und demgemäß die empfohlenen Produkte anpassen.

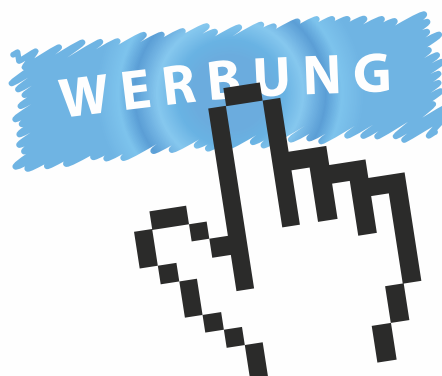
Setzt der Händler zusätzlich auf der eigenen Website ein Cookie von Werbenetzwerken ein, kann er seine Kunden mit einer Werbekampagne quer durchs Internet verfolgen – nicht nur auf verschiedenen Websites, sondern sogar auf unterschiedlichen Geräten. Dazu müssen nur die entsprechenden Cookie-IDs abgeglichen werden.

Wenn auf einem Echtzeit-Marktplatz beispielsweise annonciert wird, dass ein Kunde mit einer bestimmten Cookie-ID von Doubleclick eine Website aufruft, kann der Händler diese Information mit den eigenen Daten abgleichen. Die Werbung für den besagten Sportschuh erscheint dann nicht mehr nur im PC-Browser, sondern auch auf dem Smartphone und auf dem Tablet.

Die Ergebnisse für die Anzeigenkunden sind enorm. So stellte der Warenversender Otto auf der Dmexco die Erfolge seiner neusten Bemühungen auf dem programmaticen Markt vor. Der Versandhändler konnte seine Kosten pro Klick um 38 Prozent mindern, gleichzeitig führten die Anzeigen 11 Prozent häufiger zu Käufen. Folge: Der Händler verdoppelte die Reichweite seiner Kampagnen.

### Echtzeithandel mit Werbeplätzen

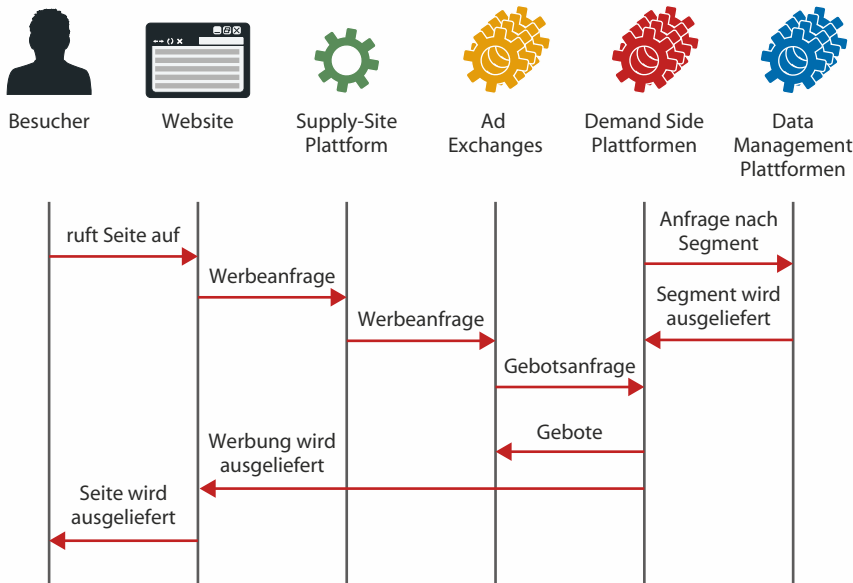
Damit das Massengeschäft mit personalisierter Werbung funktionieren kann, ist eine komplexe technische und geschäftliche Infrastruktur notwendig. So stellen die Website-Betreiber ihre Angebote auf sogenannten „Supply Side Plattformen“ (kurz: „SSP“) bereit. Die Werbekunden hingegen sammeln ihre Anfragen auf „Demand Side Plattformen“ (DSP). Dazwischen vermitteln die sogenannten Ad Exchanges, die den Kauf von Inventar über verschiedene Publisher in Echtzeit ermöglichen. Die notwendigen Daten stammen aus einer Data Management Plat-





## Real Time Bidding

Ein Werbetreibender stellt seine Anfrage auf einer Demand Side Plattform (DSP) ein, zum Beispiel ein Banner, das gezielt über 40-jährigen, an BMWs interessierten Männern angezeigt werden soll. Ruft ein Besucher eine Webseite auf, stellt der Website-Betreiber den darin enthaltenen Werbeplatz auf einer Supply Side Plattform ein, die das Angebot über eine Ad Exchange an eine oder mehrere DSPs weiterleitet. Die Daten zur Zielgruppe erhält eine DSP aus Data-Management-Plattformen. Hat eine DSP eine Kampagne, die zum Benutzer passt, bietet sie auf den Werbeplatz. Gewinnt sie die Auktion, liefert sie die Werbung aus.



den Datenlösungen auf den Ernstfall vorzubereiten. So hatten unter anderem die Allianz, Daimler, die Deutsche Telekom, die Deutsche Bank, Lufthansa und der Medienkonzern Axel Springer die Verbundlösung Verimi auf den Weg gebracht, um Login- und Kundendaten DSGVO-konform zu teilen. Bisher stößt die Lösung bei Endkunden aber noch auf wenig Resonanz. Mitte Oktober soll die Konkurrenz-Lösung NetID online gehen, der unter anderem ProSiebenSat1, RTL, 1&1 und Zalando angehören.

## Deutsche Datenlösungen

Vorteil für die Kunden bei beiden Lösungen: Wer sich bei einem der teilnehmenden Dienste einloggt, kann auch gleichzeitig die Dienste der anderen Teilnehmer nutzen und muss nur einmal Zahlungsdaten eingeben. Der Vorteil für die Industrie: Der gemeinsame Datenpool ermöglicht, Werbekampagnen zentral zu optimieren und ein Gegengewicht zu den großen Internet-Unternehmen Google, Amazon, Facebook und Apple zu bilden.

Aus den USA kommt unterdessen eine Attacke auf das komplette System des Programmatic Advertising. Der Privatsphäre-orientierte Browserhersteller Brave hat Beschwerde bei mehreren europäischen Datenschutzbehörden eingereicht. Diese sollen die Datenweitergabe beim programmatic Advertising bei Google und anderen Werbedienstleistern unter die Lupe nehmen. „Jedes Mal, wenn eine personalisierte Anzeige eingeblendet wird, werden intime Daten über den Nutzer an dutzende oder hunderte von Firmen gesendet“, schreibt Brave-Manager Johnny Ryan: Das sei deshalb eine „datenschutzfreie Zone“. Laut Brave läuft programmatische Werbung verschiedenen Vorschriften der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) zuwider. So verlangt Artikel 5 der Verordnung besondere Sorgfalt bei der Verarbeitung persönlicher Daten, Artikel 22 stellt Hürden bei der automatisierten Verarbeitung solcher Daten auf. Zwar erwähnt die Beschwerde, dass das Geschäft im Zuge der DSGVO angepasst wurde, in der 32-seitigen Erläuterung bezweifelt Ryan aber, dass die Kunden tatsächlich ausreichend über das Ausmaß und Folgen der Datenweitergaben informiert seien. (jo@ct.de) **ct**

**Beschwerde von Brave:** [ct.de/yrrqa](https://www.ct.de/yrrqa)

form (DMP), in die Informationen aus vielfältigen Datenquellen eingespeist werden.

Grundvoraussetzung ist eine durchformatierte Werbewelt. Das Interactive Advertising Bureau (IAB) legt weltweit die zulässigen Werbeformate fest. Für das Zusammenspiel zwischen SSP, DSP und DMP hat der Verband das Protokoll Open Real-Time Bidding (OpenRTB) geschaffen. Konzerne wie Google betreiben ihre eigenen Marktplätze mit proprietären Protokollen.

Das programmatische Advertising hat aber auch Nachteile, wie viele Werbekunden im vergangenen Jahr feststellen mussten: Wenn sich die ausgelieferte Werbung hauptsächlich danach richtet, wer sich am anderen Seite des Screens befindet, gerät in den Hintergrund, in welchem Kontext die Werbung auftaucht.

So stellten viele der größten Werbekunden der Welt zeitweise ihre Kampagnen auf der Videoplattform YouTube ein, nachdem bekannt wurde, dass Werbung angesehender Marken neben Videos von Terrorsympathisanten auftauchte. YouTube hat das Problem mittlerweile ent-

schärft, die meisten Werbekunden sind zurückgekehrt.

Ein weiteres Problem ist der grassierende Werbetrug. So schaffen es immer wieder Betrüger, Werbeausspielplätze falsch zu deklarieren und zu verkaufen. Die Lieferketten für Werbebanner sind so lang und undurchsichtig, dass selbst Branchengrößen ihren Kunden nicht versprechen, ein betrugsfreies Produkt anbieten zu können. So verspricht Adobe seinen Kunden, dass höchstens drei Prozent des bezahlten Budgets in die Taschen von Betrügern fließt.

## Werbehemmnis DSGVO

Hemmnis des Wachstums ist die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). So macht der Onlinevermarkter-Kreis im BVDW die neuen europäischen Vorschriften dafür verantwortlich, dass er seine Wachstumsprognose für 2018 von zehn auf sieben Prozent senken musste – ein Luxusproblem, denn sieben Prozent sind immer noch ein sattes Plus, das sich im Bereich der Vorjahre bewegt.

Die deutsche Werbeindustrie versucht sich nun mit eigenen übergreifen-

## Smartwatch mit Kardiograf

**Zu den Top-Funktionen der neuen Apple Watch Series 4 gehört die Diagnose des Vorhofflimmerns. Noch ist offen, wann die Funktion mit lebensrettendem Potenzial in Europa genutzt werden darf.**

Die Apple Watch Series 4 ist seit dem 21. September im Handel. Das besondere an der Uhr ist ein integrierter Mini-EKG (Elektrokardiograf). Der Sensor erfasst die elektrische Erregung, die jeder Kontraktion des Herzmuskels vorausgeht, über Elektroden an der Rückseite und in der digitalen Krone der Uhr (Einkanal-EKG). Zur Messung legt man einen Finger an die Krone.

**Damit konkurriert die Watch mit tragbaren Einkanal-EKG**, die es ab rund 100 Euro gibt. Apples Innovation besteht vor allem in der Integration in die Watch. Einkanal-EKG setzt man hauptsächlich für das Monitoring von Patienten in ambulanten Notfallsituationen ein oder bei der Langzeitüberwachung zum Nachweis von Arrhythmien oder Kammerflimmern.

Entsprechend wertet das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte Apples Kardiografen: Man dürfe die Uhr zwar nicht als „Ersatz für einen Be-

such beim Arzt verwenden“, aber durchaus als Unterstützung der Diagnostik durch einen betreuenden Arzt. Das Einkanal-EKG könne ein „wertvolles Monitoring-Tool zur Etablierung wichtiger Informationen für Patienten und Ärzte“ werden.

Wie in den älteren Watch-Modellen steckt auch in der Watch 4 auf der Rückseite ein optischer Herzfrequenzsensor. Den nutzt Apple unter anderem, um den Herzrhythmus aufzuzeichnen und um bei einem Verdacht auf Abweichungen zu einem Arztbesuch zu raten.

Das EKG und die Anzeige für Herzrhythmusstörungen lässt sich Apple derzeit von der Gesundheitsaufsicht Food and Drug Administration (FDA) für die Nutzung in den USA genehmigen. Besteht die Watch die Prüfungen, erhält sie einen „Clearance Letter“, wie ihn etwa auch Schwangerschaftstests für zu Hause bekommen können. Dann dürfte Apple die noch fehlende App nachreichen, voraussichtlich mit watchOS 5.1, dessen Erscheinung noch offen ist.

Für den Betrieb in Europa bemüht sich Apple ebenfalls um Genehmigungen. Das Start-up AliveCor hat bereits eine Genehmigung für sein Einkanal-EKG, das als



Elektrode in der Krone und auf der Rückseite: Die Apple Watch 4 enthält einen Kardiografen. Eine Genehmigung für den Betrieb vorausgesetzt, liefert Apple die erforderliche App noch nach.

spezielles Armband für die Apple Watch konzipiert ist. In Europa ist es seit Oktober 2016 im Handel. (dz@ct.de)

## NFC-Funk ohne iOS

In den USA, China und Japan kann man im NFC-Modul des iPhones Tickets und Ausweise in Form von Express Cards lagern, doch wenn das iOS wegen zu niedrigem Akkustand heruntergefahren ist, klappte der Zugriff auf die entsprechenden Dokumente nicht. Die neuen iPhone-Modelle Xs, Xs Max und Xr können die auch bei abgeschaltetem iOS liefern, sofern sie **noch ein bisschen Strom zum Ansteuern des Displays** haben (Express Cards with Power Reserve).

Express Cards können Tickets oder Schüler- und Studierendenausweise sein. Die Student-ID-Karten müssen den „Express Mode“ aktiviert haben. Dann sind sie auch auf der iPhone-Anzeige zu sehen, in der Apple normalerweise nur auf den leeren Akku hinweist. (dz@ct.de)

## Desinfec't 2018/19 ist da

Die aktuelle Version des c't-Sicherheitstools liegt dem ab sofort erhältlichen Sonderheft c't wissen Desinfec't 2018/19 als DVD bei. Dabei handelt es sich um eine neue und komplett überarbeitete Version. Das Notfallsystem richtet sich an Windows-Nutzer und kann mit Viren verseuchte Computer retten. Mit dem Tool schaltet man beispielsweise Trojaner aus und rettet verloren geglaubte Fotos von Windows-Festplatten. Darüber hinaus bringt es Werkzeuge mit, um einem verunfallten Windows-PC auf die Beine zu helfen. Wie das geht, beschreiben verständliche Praxisartikel im Heft.

Das c't-Sonderheft ist für 12,90 Euro am Kiosk oder online im heise Shop erhältlich. Dort gibt es auch ein E-Paper inklusive Download-Code für 9,90 Euro und

einen USB-Stick mit der digitalen Version des Magazins – von dem Stick für 19,90 Euro startet auch Desinfec't. (des@ct.de)





## Dual-SIM erst mit Update

Apples neue iPhones, die Modelle Xs, Xs Max und Xr, nehmen bis zu zwei SIM-Karten auf. Die Funktion will Apple vermutlich bis Ende 2018 mit einem iOS-Update aktivieren. Ausschließlich eine für China gedachte iPhone-Variante nimmt zwei physische SIMs im Nano-Format auf. In Deutschland und anderen Ländern kombiniert Apple **eine fest integrierte eSIM und eine Nano-SIM**. Die Deutsche Telekom und Vodafone bieten Mobilfunkverträge auf

eSIM-Basis nur im Rahmen von zweijährigen Laufzeitverträgen an. Telefónica O2 hat noch keine Details genannt.

Eine der SIMs kann man als Hauptanschluss und als Standard für Datenverbindungen für Telefonie, SMS, iMessage und FaceTime einrichten. Der Nebenanschluss ist dann nur für Sprachanrufe und SMS konfiguriert. Alternativ lässt sich der zweite Anschluss rein zur Datenübertragung einsetzen. (dz@ct.de)

## Anti-Tracking

Apple hat seinen hauseigenen Browser Safari in Version 12 für die Mac-Betriebssysteme 10.12 und 10.13 zum Download über den Mac App Store bereitgestellt. Neu ist eine Passwortverwaltung, die vor Mehrfachverwendung von Passwörtern warnt und die zugehörige Webseite nennt, um dort das Passwort zu ändern.

Im Zusammenspiel mit iCloud-Keychain soll der Browser beim Ändern des Kennworts oder dem Anlegen eines neuen Benutzerkontos längere Passwörter vorschlagen, die Zahlen, Großbuchstaben und Bindestriche enthalten. Safari 12 soll außerdem seitenübergreifendes **Tracking etwa durch Facebooks Like-Buttons und andere eingebettete Social-Media-Elemente unterbinden**.

Um das Verfolgen von individuellen Macs mit Anzeigen über verschiedene Seiten hinweg zu unterbinden (Retargeting), will Apple die Identifizierung einzelner Macs (Fingerprinting) anhand von Browserkennungen und der Bildschirmauflösungen erschweren. Zur Verbesserung der Sicherheit lässt Apple künftig nur noch geprüfte und über den Mac App Store vertriebene Safari-Erweiterungen zu. Den Unterbau für NPAPI-Plug-ins darf nur noch Adobe Flash verwenden. (dz@ct.de)



# Meine Daten bleiben in Deutschland.

[gdata.de/virenschutz](https://gdata.de/virenschutz)

Und nirgendwo sonst. Deutscher Hersteller, deutsche Datenschutzgesetze. G DATA hat sich dazu verpflichtet, keine Hintertüren für Geheimdienste offen zu lassen. Wir geben eine No-Backdoor-Garantie. Für echten Schutz vor Cyberkriminellen und Spionage. Ohne Kompromisse.

Setzen Sie jetzt auf die vielfach ausgezeichneten G DATA Businesslösungen. Mehr Infos auf [www.gdata.de/business](https://www.gdata.de/business) oder unter 0234 9762-170

Personenbezogene Daten von André Heidekampmann aus 84085 Langquaid

© Copyright by Heise Medien

**itsa 2018**  
Besuchen Sie uns:  
Halle 9, Stand 438



**TRUST IN  
GERMAN  
SICHERHEIT**



# Das teuerste iPhone aller Zeiten

## Apple iPhone XS und XS Max mit (fast) randlosem OLED-Display

**So teuer wie das iPhone XS und XS Max war noch kein Apple-Smartphone. Dabei fallen die Neuerungen auf den ersten Blick unspektakulär aus: Dual-SIM, längere Laufzeit, eine verbesserte Doppelkamera und mehr Prozessor-Power. Wie gut schlägt sich das Gesamtpaket im Vergleich zum ähnlichen iPhone X und den iPhones mit Knopf?**

Von Hannes A. Czerulla

**H**omebutton, adieu! Voraussichtlich wird es nie wieder ein iPhone mit dem prägnanten Knopf auf der Vorderseite geben, der seit dem ersten Modell als Erkennungsmerkmal diente. Mit dem iPhone XS und iPhone XS Max hat sich Apple nun endgültig zum fast randlosen Display und zur knopflosen Front bekannt.

Während das iPhone XS exakt so groß ist wie das Vorjahresmodell iPhone X und ihm zum Verwechseln ähnelt, beerbt das iPhone XS Max die bisherige Plus-Reihe. Bis auf die Displaygröße und wenige Apps, die spezielle Queransichten bieten, unterscheiden sich XS und XS Max nicht. Anders als beim iPhone 8 und 8 Plus hat nun also auch das kleinere Modell eine Doppelkamera.

### OLED-Display

Bei den Displays handelt es sich um die besten, die man in Smartphones findet. Sie stehen qualitativ auf dem gleichen Niveau wie die standardsetzenden Bildschirme des Samsung Galaxy S9 oder Note 9 – kein Wunder, denn die Panels der iPhones stammen von Samsung. Dank der OLED-Technik stellen die Bildschirme Schwarz wirklich schwarz dar und nicht wie LCDs als dunkle Grautöne. Eine Hintergrundbeleuchtung braucht es nämlich nicht, da die OLEDs von selbst leuchten und bei der Darstellung von Schwarz einfach abgeschaltet werden. Farben stellen die Displays kräftig und brillant dar und halten sich dabei präzise an den Farbraum DCI-P3. Die maximale Helligkeit liegt bei beiden Bildschirmen deutlich über 600 cd/m<sup>2</sup> und somit hat man keine Probleme damit, sie abzulesen, wenn beispielsweise die Sonne darauf scheint. Die Auflösung liegt deutlich über den Full-HD-Werten und sorgt für eine knackscharfe Darstellung.

Das Glas, das Vorder- und Rückseite bedeckt, soll nun kratzfester sein. Innerhalb des kurzen Testzeitraums konnten wir keine Kratzer oder Schäden feststellen. Eine Verbesserung wäre wünschenswert, da unser iPhone X, das seit einem Jahr ununterbrochen in Benutzung ist, zahlreiche Kratzer und einige Kerben zeigt. Allerdings treten diese bei Geräten anderer Hersteller ebenso auf.

Statt nach der Schutzart IP67 wie das iPhone X ist das iPhone XS nach Schutzart IP68 geschützt. Somit kann es laut Hersteller 30 Minuten in einer Tiefe von bis zu zwei Metern tauchen – in ungechlortem Süßwasser jedenfalls. Schäden durch Flüssigkeiten deckt Apples Garantie nicht ab.

### Dual-SIM und Kopfhörerbuchse

Apple hat endlich eine Dual-SIM-Funktion integriert – allerdings nicht so, wie man es von den anderen Herstellern kennt. Die SIM-Schublade nimmt weiterhin nur eine Karte auf und eine zweite SIM kann als Software beziehungsweise eSIM hinterlegt werden. In Deutschland bieten nur die Telekom und Vodafone solche eSIMs an. Das O2-Netz und alle Drittanbieter fallen somit derzeit weg, und die Auswahl des Vertrags ist stark eingeschränkt. Apple scheint mit diesem faulen Kompromiss die Mobilfunk-Provider nicht verprellen zu wollen. Platzprobleme können jedenfalls nicht der Grund sein, weil das XS Max in



China auch mit echter Dual-SIM-Funktion angeboten wird. Die eSIM-Funktion der europäischen Modelle soll außerdem erst in den nächsten Monaten per Software-Update freigeschaltet werden.

Ein weiteres Ärgernis wird für manche Nutzer die fehlende Kopfhörerbuchse sein. Ein Headset mit Lightning-Stecker liegt zwar bei, den Adapter von Klinke auf Lightning für andere Kopfhörer muss man nun aber für 10 Euro dazukaufen.

## Akku

Als Ladeanschluss kommt weiterhin die proprietäre Lightning-Buchse zum Einsatz, nicht USB-C, wie kolportiert wurde. Die Ladezeiten fallen mit beigelegtem 5-Watt-Netzteil quälend lang aus: 88 Minuten braucht das Ladegerät, um den Akku des XS Max zur Hälfte zu füllen, 144 Minuten für eine volle Ladung. Die Android-Konkurrenz ist da deutlich schneller und Geräte wie das Samsung Galaxy Note 9 laden am mitgelieferten Netzteil in 39 beziehungsweise 106 Minuten. Wer die Ladezeiten des iPhone verkürzen möchte, muss sich für 25 Euro das iPad-Ladegerät kaufen. Weiterhin können die iPhones kabellos mithilfe eines Qi-Ladegeräts geladen werden. Allerdings verdoppeln sich die Ladezeiten dann fast.

Verbessert haben sich die Laufzeiten. Rund fünf Prozent länger hält das XS im Vergleich zum X durch. Weiterhin halten die Geräte locker einen Tag intensive Nutzung durch.

## A12 Bionic

Apples Prozessor A12 Bionic ist einer der ersten Mobilprozessoren, der im 7-nm-Verfahren gefertigt wird. Vor allem die Hitzeentwicklung soll sich dadurch verringern. Bis auf Huawei Kirin 980 werden die anderen Smartphone-SoCs noch im 10-nm-Verfahren hergestellt. Das Wichtigste, was man über den neuen SoC sagen kann, ist, dass er mehr als schnell genug ist für alle Aufgaben. Während des Tests haben wir nie Leistung vermisst, es gab keine Ruckler und so gut wie keine Wartezeiten – dasselbe trifft übrigens weiterhin auf das iPhone X und 8 zu.

Dank eines verbesserten Co-Prozessors soll nun auch die Gesichtserkennung Face ID schneller arbeiten. Im direkten Vergleich mit dem iPhone X konnten wir keinen Unterschied feststellen; gelegentlich entsperren die neuen Modelle schneller, manchmal aber auch das Vorjahresmodell.

## Apple iPhone XS

Modell	Apple iPhone XS	Apple iPhone XS Max
<b>Ausstattung</b>		
Betriebssystem	iOS 12.0	iOS 12.0
Prozessor / Kerne	Apple A12 Bionic / 2 × Vortex / 2,50 GHz	Apple A12 Bionic / 2 × Vortex / 2,50 GHz
Grafik	Apple A12	Apple A12
Arbeitsspeicher	4 GByte	4 GByte
Wechselspeicher (frei)	64 / 256 / 512 GByte (505 GByte)	64 / 256 / 512 GByte (505 GByte)
WLAN	802.11a/b/g/n/ac (867 MBit/s)	802.11a/b/g/n/ac (867 MBit/s)
Bluetooth / NFC	5.0 / nur Apple Pay	5.0 / nur Apple Pay
Standortbestimmung	GPS, Glonass, Galileo	GPS, Glonass, Galileo
Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor	– / ✓	– / ✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE Cat. 16 (1000 MBit/s Down, 100 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 16 (1000 MBit/s Down, 100 MBit/s Up), HSPA
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2658 mAh / – / ✓	3174 mAh / – / ✓
USB-Anschluss / Schnellladetechnik	Lightning / –	Lightning / –
Abmessungen (H × B × T)	14,4 cm × 7,1 cm × 0,8 cm	15,8 cm × 7,7 cm × 0,8 cm
Gewicht	177 g	208 g
Schutzart <sup>1</sup>	IP68	IP68
Farbvarianten	Schwarz, Silber, Gold	Schwarz, Silber, Gold
<b>Kamera-Tests</b>		
Hauptkamera-Auflösung Fotos / Video	12 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160) bei 60 fps	12 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160) bei 60 fps
Telekamera-Auflösung Fotos / Videos	12 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160) bei 60 fps	12 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160) bei 60 fps
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (4)	✓ / ✓ / ✓ (4)
maximale Blende (Tele) / optischer Bildstabilisator (Tele)	1,8 (2,4) / ✓ (✓)	1,8 (2,4) / ✓ (✓)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	7 MPixel (3088 × 2320) / Full HD (1920 × 1080) bei 60 fps	7 MPixel (3088 × 2320) / Full HD (1920 × 1080) bei 60 fps
<b>Display-Messungen</b>		
Technik / Diagonale (Größe)	OLED / 5,8 Zoll (13,6 cm × 6,3 cm)	OLED / 6,5 Zoll (14,9 cm × 6,9 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	2436 × 1125 Pixel (458 dpi) / 16:7,4	2688 × 1242 Pixel (458 dpi) / 16:7,4
Helligkeitsregelbereich	1 ... 679 cd/m <sup>2</sup>	4 ... 644 cd/m <sup>2</sup>
Kontrast / Farbraum	>10.000:1 / DCI-P3	>10.000:1 / DCI-P3
Preis mit 64 / 256 / 512 GByte	1150 € / 1320 € / 1550 €	1250 € / 1420 € / 1650 €
<sup>1</sup> Herstellerangaben	✓ vorhanden	– nicht vorhanden

Dabei ist die Geschwindigkeit auch gar nicht der Grund, warum Face ID unter iPhone-Nutzern so umstritten ist, sondern die Zuverlässigkeit. Denn mit der hohen Erkennungsrate des Fingerabdrucksensors älterer iPhone-Modelle (alias Touch ID) hält Face ID bislang nicht mit.

Doch bei den iPhones XS konnten wir keine höhere Erkennungsrate feststellen. Weiterhin passierte es regelmäßig, dass die iPhone XS das Nutzergesicht nicht identifizieren konnten und wir eine PIN eingeben mussten. Einfluss darauf haben die Lichtverhältnisse, ob beispielsweise die Sonne den Sensor blendet, und der Abstand, mit dem man das iPhone vors Gesicht hält. Selbst bei wiederholten Versuchen unter exakt gleichen Bedingungen entsperren die iPhones gelegentlich nicht und brauchten für jeden Versuch unterschiedlich lange zur Erkennung.

## Kamera

Die Kameras sind in beiden iPhone-XS-Modellen die gleichen. Wie beim X kommen eine Weitwinkel- und eine Telekamera entsprechend eines Zweifach-Zooms zum Einsatz. Beide nehmen mit 12 Megapixel auf, wobei die Weitwinkelkamera wegen ihrer kleineren Blende (f/1.8) etwas lichtempfindlicher ist. Ein 32 Prozent größerer Sensor im Vergleich zum iPhone X mit 1,4 µm großen Pixeln soll zu besseren Fotos im Dunkeln führen. Wie die Kameras anderer Hersteller auch kombiniert das iPhone XS eine Reihe von Bildern, um beispielsweise das Bildrauschen zu reduzieren und den Kontrast zu erhöhen. Der Nutzer bekommt davon nichts mit – das iPhone löst aus, sobald man den Touchscreen berührt.

Im Vergleich zum iPhone X sind auf den Fotos des XS nur unauffällige Unter-

# Android-High-End im Vergleich

1650 Euro für das XS im Vollausbau! In der Android-Welt bekommt man für diese Preise überbezahlte Marketinggags wie das Oppo Find X Lamborghini Edition oder das Huawei Mate RS Porsche Design, letzteres immerhin mit Fingerabdruckscanner im Display. Das vernünftiger High-End-Segment tummelt sich eher um 1000 Euro.

Ähnlich wie das XS Max mit Dual-Kamera und mindestens 6 Zoll großem Display ausgestattet sind das Huawei P20 Pro sowie das Samsung Galaxy S9+ und (mit Stift und etwas größer) Note 9. Das P20 Pro für etwa 690 Euro punktet mit langen Laufzeiten und tollem 3X-Tele, hat aber nur 128 GByte. Das Galaxy S9+ macht Fotos etwa auf iPhone-Niveau; mit 64 GByte kostet es derzeit rund 680 Euro, mit 256 GByte unverhältnismäßige 900 Euro. Das Note 9 ist das größte der Android-Spitzenklasse und hat die fast identische Displayfläche zum iPhone XS Max, aber in die Länge gestreckt. Es läuft im Schnitt am längsten von allen, nur in Einzelwerten vom P20 Pro abgehängt. Die Kamera ist die gleiche wie im S9+. Mit 128 GByte kriegt man es vereinzelt für 900, sonst 950 Euro. Die 512-GByte-Version kostet 1250 Euro, so viel wie das XS Max mit 64 GByte. Sein Alleinstellungsmerkmal ist der Stift zum Notieren, Zeichnen und Fernbedienen der Kamera.

Das Google Pixel 2 XL hat zwar kein optisches Tele, die Kamera gehört dennoch in die Spitzengruppe. Zudem gibt es Android 9.0, eine lange Versorgung mit Updates, Top-Laufzeiten und ein schönes Display. Mit seinem breiten Rahmen sieht das Pixel 2 XL allerdings altmodisch aus. Auch beim Speichervergleich ist es überholt: 650 Euro für 64 GByte, 700 für 128 GByte – und Schluss! Es fehlen sowohl MicroSD-Slot als auch Versionen mit mehr Speicher. Anfang Oktober steht der Nachfolger Pixel 3 an, Gerüchten zufolge weiterhin ohne Zweitkamera.

Wenn eine Spitzenkamera nicht so wichtig ist, kommt das OnePlus 6 ins Spiel, das mit Metallgehäuse, schneller Hardware, tollem Display (mit Notch) und langer Laufzeit punktet – bei niedrigem Preis: 520 Euro mit 64 GByte, 570 mit 128

GByte und für 620 Euro Restposten einer Sonderedition mit 256 GByte. Die Kamera gehört zur Oberklasse, reicht aber an die der vorgenannten Konkurrenten nicht heran. Updates bringt OnePlus bisher recht schnell und lange. Auch hier steht der Nachfolger vor der Tür, das 6T mit bislang unbekannter Ausstattung.

## Fünf Komma was auch immer

High-End auf so kompaktem Raum wie beim iPhone XS mit 5,8-Zoll-Display findet man selten. Wobei, wer auf ein kleines Gerät Wert legt, sollte sich im Zeitalter der schrumpfenden Rahmen nicht allein an der Diagonale orientieren, sondern an der Gehäusegröße. Demnach sind 14 cm × 7,1 cm die zu treffenden Eckdaten. Das Gewicht hingegen ist weniger ausschlaggebend: Die 177 Gramm des XS erreicht auch obiges OnePlus 6, das Huawei P20 Pro bringt sogar nur 174 Gramm auf die Waage.

Doch mit Tele-Zweitkamera hat Android hier nichts zu bieten. Die kleinsten Tele-Vertreter Nokia 8 und OnePlus 5 sind größer und haben lange nicht so gute Kameras wie die Spitzengruppe. Stärkster Konkurrent ist somit das Samsung Galaxy S9 mit 14,7 cm × 6,9 cm bei 5,8 Zoll Diagonale. Es hat eine Spitzenkamera auf Niveau der iPhones, halt ohne Zoom. Gute Laufzeiten, schnelle Hardware, modernes Design: 570 Euro mit 64 GByte, 750 Euro mit 256 GByte. Mit ähnlich spitzenmäßiger Kamera, aber altmodischen Design wartet weiterhin das Google Pixel 2 auf, mit 143 Gramm ein Leichtgewicht. Mit 64 GByte kostet es rund 700 Euro, mit 128 GByte ist es derzeit interessanterweise für rund 650 Euro erhältlich – mehr Speicher geht auch hier nicht.

Einen Blick ist immer Sonys aktuelles Xperia Compact wert, derzeit das XZ2 Compact: 13,5 cm × 6,5 cm, 5 Zoll Diagonale, altmodische Displayränder, schnelle Hardware, eine kaum schlechtere Kamera. Es kostet 520 Euro mit 64 GByte, Versionen mit mehr Speicher gibt es nicht. (jow@ct.de)

## Laufzeiten

Modell	Video (normale Helligkeit) [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) [h]	WLAN-Surfen (normale Helligkeit) [h]	Video-Streaming (normale Helligkeit) [h]	Ladezeit auf 50 % / 100 % [min]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Apple iPhone XS	11,6	7,6	10,4	-	-
Apple iPhone XS Max	12,9	9,9	8,8	13,4	88/144
<b>Zum Vergleich</b>					
Apple iPhone X	11,1	7,3	10,4	10,9	77/180
Apple iPhone 8 Plus	10,6	6,4	14,2	-	-
Apple iPhone 8	9,4	6,9	13,6	-	-
Apple iPhone 7 Plus	10,7	6,3	14,1	6,6	47/128
Google Pixel 2 XL	12,9	8,3	12,4	12,5	68/188
Huawei P20 Pro	14,7	7,3	22,4	13,5	47/80
OnePlus 6	14,8	5,4	12,2	-	28/140
Samsung Galaxy Note 9	17,5	8,4	14,9	13,1	39/106
Samsung Galaxy S9	12,9	5,8	11,5	10,9	54/117

normale Helligkeit: 200 cd/m², Spiel: Real Racing 3, Surfen: Abruf einer Standard-Webseite alle 30 s



schiede zu erkennen. Die Bilder des XS sind etwas bläulicher abgestimmt, während die des X minimal wärmer erscheinen. Qualitätsunterschiede beim Kontrast oder der Schärfe konnten wir nicht feststellen – beide Kameras fotografieren auf Spitzenniveau. Im Dunkeln unter 0,5 Lux leuchtet das XS noch etwas mehr ab als sein Vorgänger. Alle Unterschiede sind aber so marginal, dass man sie nur im genauen direkten Vergleich sieht. Das künstliche Bokeh, das das iPhone mithilfe der zweiten Kamera erstellt, arbeitet nun etwas detaillierter, aber lange noch nicht perfekt. Details wie Haare werden weiterhin fälschlicherweise scharf oder unscharf gestellt. Wie deutlich die Unschärfe ausfällt, lässt sich erstmals im Nachhinein in der Foto-App justieren.

Die bisherigen Foto-Champions Google Pixel 2 XL und Huawei P20 Pro schlägt das iPhone XS in einzelnen Aspekten, aber nicht generell. Das XS gehört zusammen mit denen und dem Galaxy S9+/Note 9 zur Kamera-Spitzengruppe, bei deren Unterschieden es sich hauptsächlich um Geschmacksfragen handelt.

Da beide Rückkameras einen optischen Bildstabilisator haben, zeigen Videos ruhige, flüssige Bewegungen und selbst im Laufen kann man ungestört weiterdrehen. Beim Videodreh nutzt das iPhone XS nun alle vier eingebauten Mikrofone und nimmt in Stereo auf.

Installiert ist iOS 12. Das System erfasst auf Wunsch die Zeit, die man mit jeder App verbringt und der Nutzer kann Zeitbegrenzungen einrichten. Die App Shortcuts (hierzulande: Kurzbefehle) funktioniert ähnlich wie die Android-App IFTTT, in der man Befehlsketten zusam-

menstellt, die das Smartphone automatisch ausführt. Der Funktionsumfang bleibt aber hinter dem der Android-Gegenstücke zurück. In Verbindung mit CarPlay lässt sich nun auch Google Maps statt Apples Anwendung nutzen.

### Fazit

Leicht verbesserte Kamera, schnellerer Prozessor und etwas längere Laufzeiten – die iPhone XS und XS Max sind Spitzentelefone ohne echte Schwächen. Wer weniger Geld fürs nächste Telefon ausgeben möchte, muss bis Ende Oktober warten, wenn das iPhone XR erscheint. Außerdem gibt es jede Menge technisch und qualitativ gleichwertige, aber deutlich preiswertere Android-Smartphones (siehe nebenstehenden Kasten).

Gegenüber dem iPhone X sind die Verbesserungen des XS und XS Max spürbar, aber nichts, wofür man mindestens 1150 Euro ausgeben möchte. Wer also das Vorjahresmodell besitzt und sich nicht dringend nach einem größeren Display sehnt, kann ruhig noch ein Jahr bis zum nächsten Upgrade warten.

Wer hingegen von älteren iPhones kommt, wird sich über die Vorzüge des knopflosen Designs freuen: das riesige, helle OLED-Display, das dennoch kompakte Gehäuse, die spitzenmäßige Doppelkamera und mehr als genug Prozessorleistung. Schwankt man zwischen XS und XS Max, überlegt man sich, ob es wichtiger ist, dass das Smartphone in die Hosentasche passt oder dass man es wie ein Tablet nutzen kann. (hcz@ct.de) **ct**



Das iPhone XS Max (Mitte) hat fast die gleichen Gehäusemaße wie das iPhone 7 Plus (rechts) bei einem deutlich größeren Display. Das iPhone X beziehungsweise XS ist hosentaschenfreundlicher.

## Machen Sie medizinische Visitenwagen jetzt fit für die Zukunft

### Digitalisierung bestehender Visitenwagen

- All-in-One PC für VESA Montage
- 3 wechselbare Akkus (Hot-Swappable)
- Laufzeit: 12-14h pro Ladung
- Hoher Fahrkomfort durch leichte Akkus



Persönliches PDF für Andreas Lippmann aus 84085 Langquaid  
© Copyright by Heise Medien.

# Kleine Schwarze

## Spiegellose Systemkameras: Canon EOS M50 vs. Fujifilm X-T100

**Canons EOS M50 und Fujifilms X-T100 richten sich mit ihrer kleinen Form und ihrem günstigen Preis an Einsteiger. Professionelle Funktionen und hohe Bildqualität sollen aber auch anspruchsvolle Fotografen überzeugen.**

**Von Christine Bruns und  
Sophia Zimmermann**

**T**ouchdisplay mit Selfie-Funktion und Retro-Design – die X-T100 von Fujifilm spricht eine junge Zielgruppe an. Dafür bricht der Hersteller mit ein paar Traditionen: Er verzichtet auf seinen häufig gelobten X-Trans-Sensor mit dem unregelmäßigen 6x6-Farbraster. Stattdessen kommt ein herkömmlicher APS-C-Sensor (23,6 x 15,6 Millimeter) mit Bayer-Pattern-FarbfILTER und 24 Megapixeln zum Einsatz.

Am Markt konkurriert die spiegellose Systemkamera mit Canons Einsteigermodell EOS M50. Die kleine APS-C-Kamera mit dem vollständig nach vorne drehbaren Display liegt preislich ohne Objektiv bei knapp 600 Euro und ist damit eine Alternative zu gängigen Modellen aus der Micro-Four-Thirds-Palette mit kleinerem Sensor. Ähnliche Ausstattung bei günstigerem Preis und dann noch der Markenname Canon – das sind nützliche Verkaufsargumente gegenüber der Fujifilm X-T100.

### Vollautomatik und Filter

Dass sich die X-T100 an Einsteiger richtet, zeigt schon das klassische Moduswahlrad für verschiedene Belichtungsautomatiken. Die größeren Schwestern wollen mit Einstellrädchen für Blende, Belichtungszeit, ISO und Belichtungskorrektur ein analoges Gefühl vermitteln. Das Menüwahlrad der X-T100 führt direkt zu Filtereffekten – von partieller Farbe über Pop-Art bis hin zu Analogfilm-Looks.

Der Touchscreen der X-T100 ist klappbar, sodass er sich komfortabel für Selfies nutzen lässt. Er reagiert flott und die Touchmenüs erinnern mit ihrem Design an Foto-Apps für das Smartphone. Erreichbar sind die Menüs über Softbuttons auf dem Display – diese gestaltet Fujifilm allerdings etwas klein. Mit einem Fingertipp ins Bild können Fotografen den Autofokus setzen und auslösen. Im Wiedergabemenü wischen sie bequem durch ihre Bilder oder vergrößern Ausschnitte.

Die M50 ist mit einem Dreh/Schwenkdisplay ausgestattet, das ebenfalls Selfie-tauglich ist, wenn es komplett nach vorne geklappt wird. Eine Taste auf der Rückseite der Kamera aktiviert den manuellen Fokus. Für diesen bietet die M50 ein Fokus-Peaking und eine Lupenfunktion an. Die Kamera bietet Anfängern vollautomatische Belichtungsprogramme. Um auch die Wünsche von ambitionierten Fotografen zu bedienen, lässt Canon manuelle Bedienung und die freie Belegung der meisten Tasten zu. Neu ist die Einstellung der Tonwertpriorität. Sie ist in zwei

Stufen regelbar und wirkt sich auch auf das Raw-Bild aus.

Beide Kameras übertragen Fotos via WLAN sowie Bluetooth und lassen sich über Hersteller-Apps mit Mobilgeräten fernsteuern. Die Fujifilm-App „Camera Remote“ möchte dafür allerdings Einsicht in nicht fotorelevante Informationen wie die Telefonkontakte. Bilder der M50 können direkt auf Canons Selfie-Drucker angeschaut werden. Bilder der M50 können direkt auf Canons Selfie-Drucker angeschaut werden. Beide Kameras bringen einen OLED-Sucher mit. Das Sucherbild der X-T100 ist in der Einstellung „Auto“ etwas dunkel und vergleichsweise klein.

### Bildqualität im Check

Für unseren Test haben wir jeweils mit den 15–45-mm-Kit-Objektiven gearbeitet. Sie sind leicht und kompakt und passen damit zu den Kameras. Plastikgehäuse und Plastikbajonett hinterlassen beim Objektiv der EOS M50 einen zweifelhaften Eindruck, zum Glück wiederholt sich das aber nicht an der Kamera.

Die JPEG-Fotos der X-T100 haben an der Holzmaserung unserer Testszene eine fast übernatürliche Schärfe, da die Kamera ordentlich erkennbar eingreift und nachschärft. Dies führt auch zu Artefakten. In Telestellung ist das Objektiv insgesamt schwächer. In der Bildmitte fehlt es an Mikrokontrasten.

Beide Kameras glänzen im Labor mit guten Rauschwerten für den Visual Noise (VN). Der VN gibt den visuellen Eindruck von Bildrauschen wieder. Werte bis 0,8 stehen für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis 2 für geringes Rauschen, Werte bis 3 für mäßiges und alles darüber für störendes Rauschen.

Die X-T100 startet bei niedrigster Empfindlichkeit von ISO 200 mit einem VN von 1,4. Über einen VN von 2 klettert sie erst ab ISO 1600. Die EOS M50 erlaubt schon ISO 100 und startet mit einem VN von 1. In den höheren ISO-Zahlen steigt der VN merklich an: auf 3,3 bei ISO 12.800. Die Ergebnisse spiegeln sich in un-



Der Vergleich an unserer c't-Testszene zeigt, dass sich die Fujifilm X-T100 (links) auch bei höheren Empfindlichkeiten bis ISO 3200 wohlfühlt. Die Canon EOS M50 (rechts) zeigt bereits bei ISO 1600 merkliches Rauschen.





Das Dreh- und Schwenkdisplay der Canon EOS M50 hilft dabei, über Kopf, bodennah oder sich selbst zu fotografieren. Bei Markantritt war es einzigartig in diesem Marktsegment.



Das Display der Fujifilm X-T100 aktiviert den Selfie-Modus, sobald es um 180 Grad nach vorn geklappt ist. Frei drehbar ist der rückseitige Monitor nicht.

seren Testbildern wider. Die EOS M50 meistert feine Farbabstufungen und starke Kontraste zwischen sonnigen und abgeschatteten Bildbereichen. Im Dunkeln kam die kleine Kamera im Test aber schnell an ihre Grenzen und zeigte deutliches Bildrauschen. Die Fujifilm X-T100 unterdrückt Bildrauschen, indem sie Strukturen weichrechnet. Dabei gehen aber Details verloren. Unsere Testbilder wirken bei ISO 3200 in der Gesamtansicht sehr schön durchgezeichnet. Im JPEG verlieren sich in der Detailansicht aber feine Holzstrukturen – der typische „Wie-gemalt-Look“ wird sichtbar. Die Raw-Daten zeigen noch deutlich mehr Details.

Bei unserer Messung der Auslöseverzögerung mit Autofokus landeten beide Kameras bei durchschnittlich rund 0,5 Sekunden. Für spiegellose Systemkameras ist das etwas langsam. Einsteiger-Spiegellose beispielsweise von Olympus kommen auf Werte unter 0,3 Sekunden.

## Fazit

Die Fujifilm X-T100 ist sehr gut verarbeitet – nichts hakelt, nichts wackelt. Die Bildqualität ist in dieser Preisklasse über jeden Zweifel erhaben und dürfte auch anspruchsvolle Fotografen zufriedenstellen. Allerdings wirkt die X-T100 in mancherlei Hinsicht inkonsequent: Der Touchscreen ist softwareseitig recht clever ins Bedienkonzept der Kamera eingefasst. Die Hardware überzeugt indes weniger. Der starre Metallrahmen verhindert, dass man ihn frei drehen kann. Das macht Canon besser.


Die Canon EOS M50 bietet geführte Menüs und leicht zugängliche Szenen- und Kreativprogramme. Solche Anreize locken Einsteiger, die keine Erfahrung in Bildbearbeitung haben oder ihre Zeit an-

derweitig nutzen möchten. Die EOS M50 kann aber auch halbautomatisch oder manuell eingestellt werden. Sie liegt durch den Griffwulst an der Vorderseite gut in der Hand. Dazu ist sie durch ihr geringes Gewicht von 380 Gramm geeignet, längere Zeit um den Hals getragen zu werden.

Beide Kameras sind klein, handlich und gut ausgestattet. Das macht sie zu

idealen Reisebegleitern. Je nach Wetter sollte der Fotograf jedoch über eine Schutzhülle nachdenken, denn die zwei Leichtgewichte sind nicht gegen Spritzwasser geschützt. Sie eignen sich vor allem für Einsteiger oder als Zweitkamera für Profis, die ihre große und schwere Spiegelreflexkamera nicht immer mit sich herumtragen wollen. (akr@ct.de) **ct**

## Technische Daten

	Canon EOS M50	Fujifilm X-T100
		
Objektivbajonett	Canon EF-M	Fujifilm X Bajonett
Sensorauflösung	6000 × 4000 (24 Megapixel)	6000 × 4000 (24 Megapixel)
Sensorgröße	22,3 mm × 14,9 mm (APS-C)	23,5 mm × 15,7 mm (APS-C)
Cropfaktor	1,6	1,5
Autofokus	Dual-Pixel-Autofokus (Phasendetektion) / Kontrast-AF bei 4K	Kontrast-AF
kürzeste/längste Verschlusszeit	1/4000 s bis 30 s, bulb	1/32.000 s bis 30 s, bulb
Lichtempfindlichkeit	ISO 100 bis ISO 12.800, erweiterbar auf 25.600	ISO 200 bis ISO 12.800, erweiterbar auf ISO 100 bis ISO 25.600 sowie ISO 51.200
Serienbildrate (laut Hersteller)	7 B/s (mit SERVO AF), 10 B/s (Single AF)	6 B/s (26 Bilder pro Serie)
Sucher / Sucherauflösung	OLED / 0,79 Megapixel	OLED / 0,79 Megapixel
integrierter Blitz	✓	✓
Fotoformat	JPEG, Raw (CR3)	JPEG, Raw (RAF)
Videoformat	MP4 (MPEG-4 AVC/H.264)	MOV (MPEG-4AVC/H.264)
maximale Videoauflösung	4K (3840 × 2160, 25p)	4K (3840 × 2160, 15p)
maximale Videolänge	30 Minuten	29 Minuten
Displaytyp / Auflösung	3,0 Zoll LCD (TFT) / 720 × 480	3,0 Zoll LCD (TFT) / 720 × 480
Touch-Display / beweglich	✓ / schwenk-, drehbar	✓ / klapp-, drehbar
Staub- und Spritzwasserschutz	–	–
Speichertyp	SD (HC/XC) (UHS-I)	SD (HC/XC) (UHS-I)
WLAN / Bluetooth	✓ (NFC-Unterstützung) / ✓	✓ / ✓
Anschlüsse	HDMI Micro (Typ D), USB 2.0, Mikrofon	HDMI Micro (Typ D), USB 2.0, Mikrofonstecker
Abmessungen (B × H × T) / Gewicht	116 mm × 88 mm × 59 mm / 390 g	121 mm × 83 mm × 47,4 mm / 448 g
Preis (Body)	580 €	890 €
✓ vorhanden    – nicht vorhanden		



## Gut Ding ...

**Der günstige Multifunktionsdrucker Brother DCP-J572DW bringt Text und Fotos in guter Qualität zu Papier; eilig darf man es aber nicht haben.**

Als 3-in-1-Drucker hat der DCP-J572DW nur einen Flachbettscanner, aber ohne Dokumenteneinzug und Fax. Sonst ist das Gerät, das mit 115 Euro zu den günstigsten Tintendruckern von Brother gehört, überraschend gut ausgestattet: Duplexdruck, anklappbares Bedienpanel, SD-Slot, WLAN und Cloud-Anbindung. Das etwas klapprige Papierfach ist zweigeteilt und nimmt 100 Blatt Normalpapier und 20 Blatt 10×15-Fotopapier auf. Zum Drucken auf Fotopapier muss man die obere Lade allerdings von Hand in die Druckposition schieben. Fotopapier und andere Medien lassen sich auch über den hinteren Einzelblatteinzug zuführen.

Auf dem Bedienpanel zeigt ein kleines 4,5-cm-Farbdisplay Menüs an, aus denen man per Steuerkreuz auswählt. Die etwas schwammigen Gummitasten lassen sich recht gut bedienen. Hinter einer Klappe gibt es einen Slot für eine SD-Card, von der das Gerät JPEGs druckt und Scans darauf im selben Format speichert. Der J572DW integriert sich per WLAN ins Heimnetz, kommuniziert mit Smartphones, aber alternativ auch über ein eigenes Funknetz (WiFi Direct).

13,3 Seiten pro Minute druckte das Brother-Gerät nur in der gut lesbaren Entwurfsqualität, schon in Normalqualität sinkt der Durchsatz knapp unter 10 Seiten. Bei automatischem Duplexdruck waren es im Test nur 3,6 Seiten. Für die beste Qualität brauchte der Drucker pro Seite über zwei Minuten, lieferte aber repräsentative Ergebnisse. Das galt auch für Grafik und sogar Fotos, die der

J572DW auch auf Normalpapier randlos druckt. Auf Fotopapier – ein A4-Foto dauerte über 10 Minuten – störten nur feine Transportspuren.

Selbst mit den XL-Patronen sind die Tintenkosten wie erwartet hoch: 16,2 Cent pro ISO-Farbseite. Der Schwarzanteil liegt bei happigen 5 Cent.

Bei Netzanbindung lässt sich der Drucker über das Web-Frontend als Google-Cloud-Print-Gerät registrieren. Das klappte erst, nachdem wir das Standardpasswort für das Frontend (initpass) googelt hatten – im Handbuch fanden wir es nicht. Cloud-Speicher als Scanziele richtet man per Web-Taste direkt am Gerät ein. Drucken vom Smartphone via AirPrint und Mopria klappte problemlos.

Beim Kopieren kann man die Kopienzahl nur über Pfeiltasten schrittweise erhöhen. Texte kopierte das Gerät in guter Qualität, bei Graufächern und Fotos störte ein Grünstich. Der stammt offenbar vom Scanner, denn auch die zu dunklen Foto- und Grafikscans gerieten zu grün.

Der Brother DCP-J572DW eignet sich für Wenigdrucker, die ein platzsparendes Gerät suchen und sich nicht an den hohen Tintenkosten stören. Für den moderaten Anschaffungspreis bekommt man eine ordentlich ausgestattete Drucker-Kopierer-Scanner-Kombi.

(rop@ct.de)

## Brother DCP-J572DW

### 3-in-1-Multifunktionsdrucker mit WLAN

Hersteller	Brother, <a href="http://www.brother.de">www.brother.de</a>
Abmessungen (B × H × T) / Gewicht	40 cm × 15 cm × 56 cm / 7,2 kg
Leistungsaufnahme	Aus: 0,2 W, Sleep: 0,7 W, Drucken: 14,6 W (35 VA)
Systemanforderungen	Windows ab 7, Server ab 2008, macOS ab 10.11.6, Linux
Preis	115 € (Straße)



## Streifenbox

**Das externe Metallgehäuse LM902 für eine M.2-SSD gehört zu den ersten, die eine NVMe-SSD mit dem PC verbinden – und zwar rasant mit 1 GByte/s.**

USB-SSD-Gehäuse für SATA-SSDs übertragen höchstens rund 450 MByte/s. Für schnellere M.2-SSDs mit PCIe-NVMe-Controller verkaufen chinesische Händler via eBay und Amazon Marketplace das hier vorgestellte Gehäuse unter verschiedenen Namen. „LM902“ und „Adwits USB 3.1 UASP zu PCIe NVMe M.2“ sehen gleich aus, in beiden steckt der JMicron-Chip JMS583. Er schaufelt die Daten von der Samsung-SSD 960 Pro fast mit der maximalen Geschwindigkeit von SuperSpeedPlus über die USB-Verbindung.

M.2-SSDs mit SATA oder mit PCIe AHCI erkennt der JMS583 nicht. Der eBay-Anbieter warnt zudem vor Inkompatibilität mit einer bestimmten Adata-SSD. Die Montage verlangt gute Augen. Satt 19 blaue LEDs sind zu viel des Guten. Die Leistungsaufnahme ist für USB 3.x dennoch moderat, kann ältere USB-2.0-Anschlüsse aber überfordern.

Bisher ist das LM902 nur in China zu bekommen, mit allen Risiken des Auslands-Einkaufs. Um eine NVMe-SSD per USB anzuschließen, gibt es sonst keine Alternative. (ciw@ct.de)

## LM902/USB 3.1 UASP zu PCIe NVMe M.2

Externes Gehäuse für PCIe-NVMe-SSDs	
Anbieter	unter anderem Adwits
Bridge-Chip	JMicron JMS583
passende SSDs	NVMe, M.2 2230, 2242, 2260, 2280
Anschluss	USB Typ C (USB 3.1 Gen 2)
Abmessungen	10,7 cm × 4,6 cm × 1 cm, 71 Gramm
Lieferumfang	USB-Kabel Typ A/Typ C (25 cm), Schrauben, Schraubendreher, Wärmeleitpads
Datentransferrate	960 / 1041 MByte/s (schreiben / lesen)
Leistungsaufnahme	Leerlauf 2 W, Zugriff 3,7 W
Preis	44 €





**Hosting mit NVMe-Technologie –  
Der Turbo für Ihre Website!**

**Kostenlose SSL-Zertifikate  
für alle Domains inklusive**

**Nur bis 31. Oktober 2018!**  
Nach dem 31.10.2018 keine  
Bestellung mehr möglich. 

# There is Need for Speed Homepage Tempo

**Hosting mit NVMe-Technologie – Der Turbo für Ihre Website!**

**Kostenlose SSL-Zertifikate für alle Domains inklusive**

- > 2 .de-Domains inklusive  
(Kostenlose SSL-Zertifikate von Let's Encrypt per Mausklick)
- > 50 GB SSD-Webpace mit NVMe-Power
- > 75 GB zusätzlicher Onlinespeicher
- > 500 E-Mail-Postfächer
- > 50 GB E-Mail-Speicher
- > 50 MySQL-Datenbanken auf SSD mit NVMe
- > 50 FTP-Zugänge

**2,49**  
€/Monat\*

- > High-End NVMe-SSD  
Festplatten sorgen für  
ultraschnelle Zugriffe auf  
Ihre Datenbanken und  
Dateien.
- > Höchste Performance für  
anspruchsvolle Webseiten –  
Ideal für Wordpress, Joomla  
& eCommerce.

**Preis gilt dauerhaft!**

\* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Angebot verfügbar ab Anfang Oktober 2018  
(Näheres unter [www.1blu.de](http://www.1blu.de)). Es fällt keine Einrichtungsgebühr an. Vertragslaufzeit jeweils 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

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



# Fotobuch to go

Fotobücher mit Google Fotos gestalten und bestellen

**Google Fotos erstellt seit Kurzem Fotobuchvorschläge, die man per Knopfdruck in gedruckter Form bestellen kann. Das soll vor allem schnell und einfach gehen.**

Von André Kramer

Die meisten Android-Nutzer verwalten ihre Bilder mit Google Fotos – warum also nicht gleich Fotobücher darüber bestellen. Googles Bildergalerie-Dienst zeigt in der Browser-Ansicht neben Schaltflächen für Sortierung, Alben, Assistenten und Teilen nun auch eine für Fotobücher. Google Fotos 4.0 für Android präsentiert dieses Icon auf der Startseite. In Version 3.27 ist es nur über das Menü verfügbar.

Beim ersten Aufruf bietet der Dienst bereits Fotobuchvorlagen mit generischen Themen wie „Best of 2017“ an. In der Regel läuft das aber auf ein unbrauchbares Sammelsurium von Bildern verschiedenster Anlässe hinaus.

Googles Fotobücher fassen maximal 100 Seiten mit je einem Foto pro Seite, also auch 100 Fotos. Vorlagen für Collagen bietet der Dienst nicht. Google lässt lediglich quadratische Bücher zu: im Softcover mit 18 cm und im Hardcover mit 23 cm Seitenlänge. Der Hintergrund ist weiß. Mit breitem Rahmen lassen sich Fotos im Original-Seitenverhältnis zeigen, beispielsweise 4:3 oder 3:2. Etwas größer mit schmalen weißem Rahmen beschneidet der Dienst sie quadratisch. Als dritte Variante ist ganzseitige Darstellung möglich.

Außerdem kann man Bildunterschriften ergänzen – mehr geht nicht. Dafür ist das Buch nach kurzer Zeit fertig gestaltet. Google speichert automatisch.

## Bestellung und Lieferung

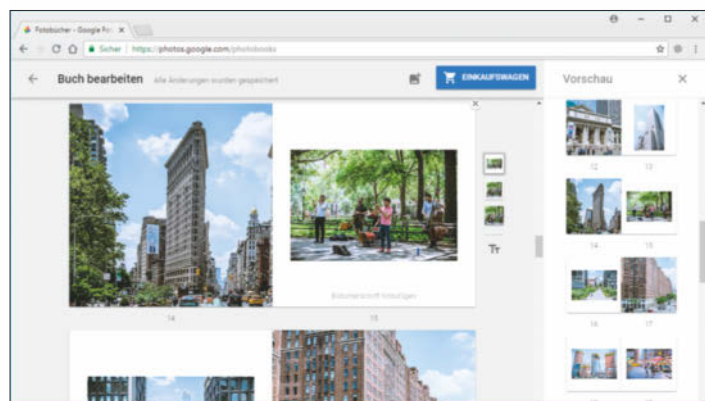
Auf die Bestellung kommen knapp 5 Euro Versandpauschale. Mit knapp 70 Cent für eine Seite in der Hardcover-Variante kann die Bestellung eines Buchs über 80 Euro kosten. Die etablierte Konkurrenz verlangt allerdings, Rabattaktionen außen vor, im Großen und Ganzen genauso viel. Wie bei Cewe und Co. lag auch das Google-Fotobuch zwei Tage nach Bestellung im Briefkasten.

Das Hardcover-Buch hat einen matten Einband und ist rückseitig verleimt, die Seiten bestehen aus festem Digitaldruckpapier. Echtes Fotopapier in Leporellobindung steht nicht zur Verfügung. Zum Kooperationspartner machte Google auch auf Nachfrage keine Angaben.

Beim Upload auf Google Fotos in Standardqualität rechnet der Dienst die Fotos auf maximal 2048 Pixel an der längeren Kante herunter. Beim Druck auf 23 cm Breite entspricht das einer Auflösung von 250 ppi (pixels per inch). Für vergrößerte Bildausschnitte lässt das nur wenig Spielraum, für die Darstellung des gesamten Bilds reicht die Auflösung aber aus. Farbe und Kontrast wirken kräftig, aber natürlich und entsprechen der Digitalvorlage.

## Fazit

Dem gestalterischen Spielraum sind mit Googles Konzept „eine Seite – ein Bild“ und dem ausschließlich quadratischen Format enge Grenzen gesetzt. Sei es drum, dafür ist man schnell fertig und die Bildqualität überzeugt. Gefühlt bietet jeder Zeitungskiosk über CeWe, Orwo, Fujifilm oder einen der anderen Großhändler Fotobücher an – alle arbeiten mit derselben sperrigen Software. Da bringt Google mit seinem einfachen Konzept eine erfrischende Alternative ins Spiel. (akr@ct.de) **ct**



Google Fotos erstellt Fotobuchvorlagen mit je einem Bild pro Seite. Jedes Buch ist quadratisch und kann von 20 bis 100 Seiten enthalten.

## Google Fotos

Fotobuch-Dienst	
Hersteller	Google, photos.google.com
Soft-Cover, 20 Seiten, 18 x 18 cm	12,99 € (+ 4,99 € Versand)
Preis für weitere Seiten	0,49 €
Hard-Cover, 20 Seiten, 23 x 23 cm	22,99 € (+ 4,99 € Versand)
Preis für weitere Seiten	0,69 €



MACH, WAS WIRKLICH ZÄHLT.



# #CODING

FOLGE DEINER BERUFUNG.

[bundeswehr  
karriere.de](https://bundeswehr.karriere.de)



**Bundeswehr**

Personliche Daten werden nicht gespeichert. © Copyright by Heise Medien.





## Günstling

**Aldi Nord verkauft seit dem 27. September ein 11,6-Zoll-Notebook mit IPS-Touchscreen, 360-Grad-Scharnieren und drei Jahren Garantie für 300 Euro.**

Bereits beim Auspacken überrascht das Medion Akoya E2294: Da Deckel und Bodenplatte aus Aluminium bestehen, fühlt es sich wertig an – das ist beim einem 300-Euro-Notebook nicht selbstverständlich. Zudem bootet es schnell und der Full-HD-Bildschirm ist dank IPS-Panel blickwinkelstabil. Letzteres ist allerdings auch notwendig, wenn man das Hybridgerät wie vorgesehen mal als Notebook und mal als Tablet nutzen möchte.

Im E2294 arbeitet ein passiv und damit lautlos gekühlter Pentium Silver N5000 aus Intels billigster (Atom-)Familie. Die CPU rechnet so schnell wie ein Core-i-Prozessor von vor einigen Jahren. Mit aktuellen Core-i-Quad-Cores kann er freilich nicht mithalten. Weil Windows 10 auf eMMC-Flash vorinstalliert ist, reagiert es auch zügiger als ein mehrere Jahre altes System mit Festplatte. Von echter SSD-Performance ist der eMMC-Speicher aber meilenweit entfernt. Von den 64 GByte Flash-Speicher sind ab Werk rund 37 GByte frei; zur Vorinstallation gehört Microsofts Office-365-Paket samt Ein-Jahres-Lizenz.

Zur Speichererweiterung stehen zwei Methoden bereit: microSD-Karten verschwinden bündig im Kartenleser, werden aber nicht einmal mit USB-2.0-Geschwindigkeit angesteuert. Alternativ gibt es auf der Unterseite einen unbestückten Schacht für SATA-SSDs im M.2-2280-Format; solche mit 120 GByte kosten ab 30 Euro. An der restlichen Konfiguration kann man wegen aufgelöteter

Bauteile nichts ändern. Der fest eingebaute Akku hält bis zu 13 Stunden durch; das Laden dauert sehr lange.

Die Grundfläche des Notebooks ist deutlich größer als die des 11,6-Zoll-Panels; unterhalb des Bildschirms ist deshalb viel Freiraum. Die Webcam sitzt darunter, was in Video-Konferenzen zu doppelkinninduzierender Untersicht führt.

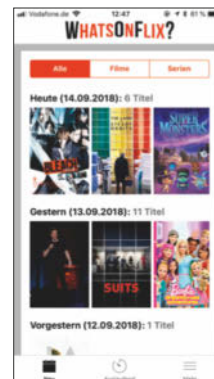
Die Tastatur hat das schmale Raster von 17 Millimeter × 16 Millimeter; zwei Tasten neben der Enter-Taste und der Cursor-Block sind noch kleiner – blindes Tippen erfordert also Training. Das Tippgefühl ist eher weich, den Druckpunkt spürt man dennoch präzise. Der Fingerabdruckleser für komfortables Einloggen mittels Windows Hello ist Teil des Touchpads, wodurch man die Ecke links oben nicht zum Mauszeigerbewegen nutzen kann.

Die Typ-A-Buchse rechts spricht nur USB 2.0, die auf der linken Gehäusesseite hingegen USB 3.0. Zusätzlich gibt es links auch noch eine USB-3.0- und Display-Port-taugliche Typ-C-Buchse. USB-C-Docking funktioniert aber nicht, weil sich der Akku nur über den Rundstecker des beiliegenden Steckernetzteils laden lässt. Für Monitore steht zusätzlich auch ein MiniHDMI-Ausgang bereit. Der WLAN-Adapter beherrscht 11ac, funkt allerdings mit nur einem Datenstrom.

Gegenüber anderen ähnlich teuren 11,6-Zöllern punktet das Medion Akoya E2294 mit einer aktuellen CPU und einem IPS-Bildschirm: Üblich sind in dieser Preisklasse viel langsamere Vorgänger, TN-Bildschirme niedrigerer Auflösung – und auch nur ein Jahr Garantie (siehe auch c't 16/2018, S. 76). (mue@ct.de)

## Akoya E2294

11,6-Zoll-Hybridnotebook	
Hersteller	Medion
Ausstattung	11,6-Zoll-Touchscreen (Full-HD, IPS), Pentium Silver N5000, 4 GByte DDR4, 64 GByte eMMC, Windows 10 Home (S), Office 365 Home (1 Jahr), 3 Jahre Garantie
Anschlüsse	MiniHDMI, 1 × USB-C (USB 3.0, DisplayPort), 2 × USB-A (1 × USB 3.0, 1 × USB 2.0), MicroSD-Kartenleser, Audio
Straßenpreis	300 €



## Fangfrisch

**Zum Katalog von Netflix kommen fast täglich neue Titel hinzu, während andere sang- und klanglos verschwinden. Mit der App „WhatsOnFlix?“ behält man die Übersicht.**

Die für Android und iOS erhältliche Mobilgeräte-App WhatsOnFlix? listet neue und auslaufende Filme und Serien des Videostreaming-Dienstes nach dem Start- beziehungsweise Enddatum der Verfügbarkeit auf. Die Sortierung der Listen nach der Bewertung sowie Inhaltsangaben mit Laufzeit, Besetzung und Trailer helfen bei der Auswahl der Titel, die man (schnell noch) angucken sollte. Wir vermissen lediglich FSK-Einstufungen.

Die Liste der Abgänger reicht bis zum Beginn des nächsten Monats, Neuerscheinungen sind bis zum aktuellen Tag aufgeführt. Da die Aufstellungen durch regelmäßiges Durchforschen des Netflix-Katalogs generiert werden, tauchen manche Titel erst im Laufe des jeweiligen Tages oder am Folgetag auf. Bei unseren Stichproben schlug sich WhatsOnFlix? gut, entdeckte aber nicht ganz so viele neue Titel wie der Webdienst JustWatch (justwatch.com/de).

Die 2,29 Euro teure Premium-Fassung der App unterscheidet sich von der kostenlosen Version aktuell nur dadurch, dass sie keine Werbeanzeigen einblendet. Weitere Premium-Features sollen folgen; wünschenswert wäre ein Genre-Filter. Doch schon jetzt ist die App empfehlenswert. (nij@ct.de)

## WhatsOnFlix?

Netflix-Release-App	
Hersteller	Sven Ziegler, <a href="https://whatsonflix.com">https://whatsonflix.com</a>
Systemvoraus.	Mobilgerät mit Android ab 5.0 oder iOS ab 9.0
Preis	<b>kostenlos</b> (werbefinanziert) / 2,29 €



# Shift happens.

Digitale Transformation. Sicher mit Business IT aus Deutschland.

Science ohne Fiction. Schützen Sie die Informationen Ihres Unternehmens mit lückenloser Netzwerkarchitektur, konstanter Überwachung und schneller Reaktion im Fall der Fälle. DSGVO- und BDSG-konform – mit uns gehen Sie auf Nummer sicher.

Das nächste Level für Ihre IT-Security:

[bsp.cronon.net](https://bsp.cronon.net)

Wir sehen uns auf der  
**CLOUD EXPO  
EUROPE!**

7.-8.11.2018 | Frankfurt a. M.



## Leistungsschau

**Das kleine Tool gtop präsentiert in einem Terminal-Fenster die Auslastung von Hardwarekomponenten als ASCII-Diagramme.**

Das Konsolen-Tool gtop visualisiert die Auslastung von CPU, Arbeits- und Swap-Speicher in Diagrammen, deren Größe es ans Terminal-Fenster anpasst. Im größten Diagramm protokolliert das Werkzeug die Auslastung der CPU im Verlauf der letzten Sekunden. Jeder Prozessorkern erhält dabei eine anders gefärbte Kurve. Das verwendete Terminal muss daher Farbdarstellung unterstützen, sonst erkennt man nichts.

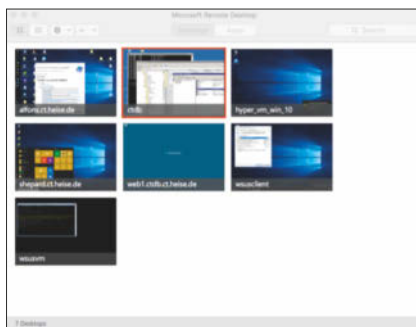
Unterhalb der Prozessorlast zeigen zwei Kurven die Belegung des Haupt- und des Swap-Speichers. Für beide sowie die Festplattenbelegung existieren zusätzliche Ringdiagramme. Diese verraten neben der prozentualen Auslastung auch die derzeitige Belegung in GByte sowie den insgesamt zur Verfügung stehenden Speicherplatz.

Die über das Netzwerk empfangenen und gesendeten Daten verdeutlichen zwei Balkendiagramme, in denen sich aber nur Lastspitzen identifizieren lassen. Ergänzend nennt gtop die Transferraten und die seit Programmstart übertragene Datenmenge. Laufende Prozesse listet gtop rechts unten auf. Sie lassen sich per Tastendruck nach Prozess-ID, Prozessorlast oder Speicherbedarf sortieren. Nützlich ist gtop vor allem für Administratoren, die mit dem Tool ihren Server über eine SSH-Verbindung beobachten können.

(Tim Schürmann/lmd@ct.de)

### gtop 1.0

Systemüberwachung	
Hersteller	Can Güney Aksakalli, <a href="https://github.com/aksakalli/gtop">github.com/aksakalli/gtop</a>
Systemanf.	Linux, macOS, Node.js 4
Preis	<b>kostenlos</b> (MIT License)



## Rund statt eckig

**Microsoft hat den Remote Desktop Client für macOS überholt.**

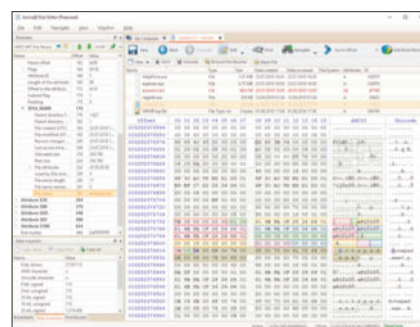
Wer den bisherigen RDP-Client von Microsoft verwendet (Version 8), sollte mitbekommen haben, dass es eine neue Fassung gibt. Die alte weist beim Starten auf Version 10 hin; es gibt nur noch die neue zum Download. Unterscheiden lassen sie sich am Icon: Jetzt ist es rund statt eckig. Die Neue importiert auf Wunsch konfigurierte Verbindungen und holt sich dafür auch die Zugangsdaten aus dem Schlüsselbund.

In den Einstellungen der App finden sich nun Möglichkeiten, um Benutzerkonten separat von Verbindungen zu verwalten. Die Übersicht zeigt Thumbnails der entfernten Desktops. Cut, Copy und Paste lassen sich nunmehr auf die Mac-üblichen Tasten legen (Cmd statt Ctrl). Für die Folder Redirection lässt sich ein Ordner auf dem Mac als generelles Ziel definieren.

Im Einstellungsmenü des Hauptfensters findet sich eine Funktion, um die App an die Mac-Menü-Bar anzudocken, sodass man stets bequem aus dieser heraus seine RDP-Verbindungen ansteuern kann. Die neue Version fragt beim ersten Start ab, ob sie Telemetriedaten sammeln und an Microsoft übertragen darf („Help to improve“). Unterm Strich stellt der Wechsel keine Verschlechterung dar, aber auch keinen großen Schritt nach vorn. (ps@ct.de)

### Microsoft Remote Desktop

RDP-Client für macOS	
Hersteller	Microsoft Inc.
Version	10.2.1
Systemanf.	macOS 10.11, 64 Bit
Preis	<b>kostenlos</b>



## Platten-mikroskop

**Auf den ersten Blick ist der Active@ Disk Editor ein Hex-Editor wie viele andere. Seine sogenannten Templates machen ihn aber zu etwas Besonderem.**

Wie mit vielen anderen Hex-Editoren kann man mit dem Active@ Disk Editor Dateien sowie physikalische und logische Datenträger Byte für Byte betrachten. Schaltet man den Edit-Modus ein, lassen sich die Inhalte auch ändern.

Zusätzlich kennt das Programm die internen Datenstrukturen der populärsten Dateisysteme und Partitions-Schemata: Navigiert man beispielsweise zum MBR einer physikalischen Festplatte, zum Bootsektor einer FAT32-Partition oder zur MFT eines NTFS-Volumens, bekommt man den Inhalt nicht nur als Hex-Dump angezeigt, sondern zusätzlich in Form einer Tabelle mit benannten Einträgen. So lassen sich Dateisystemstrukturen erkunden und editieren, ohne dass man Referenzen wälzen oder Bytes abzählen müsste. In der aktuellen Version kennt der Active@ Disk Editor 26 solcher Templates aus 10 verschiedenen Dateisystemen.

Der Active@ Disk Editor ist ein gelungenes Forschungswerkzeug für Neugierige; Kennern kann es als komfortables Handwerkszeug zur Diagnose und Therapie von allerlei Dateisystem-Malisen dienen. (hos@ct.de)

**Active@ Disk Editor:** [ct.de/y1xs](https://ct.de/y1xs)

### Active@ Disk Editor

Hex- und Sektor-Editor	
Hersteller	LSoft Technologies, <a href="https://www.disk-editor.org">www.disk-editor.org</a>
Systemanf.	Windows, Linux
Preis	<b>kostenlos</b>



# Praxiswissen für Foto-Enthusiasten!



## Kinderfotografie

Wie Sie mit einfachen Mitteln Ihre Kinderfotos grundlegend verbessern, erklärt die bekannte Kinderfotografin Judy Hohmann in ihrem Tutorial „Kinderfotografie“. Sie gibt wertvolle Tipps zur Vorbereitung eines Shootings, der passenden Ausrüstung, Grundlagen der Baby- und Kinderfotografie und schnellen Tricks in Photoshop. Das Tutorial führt unterhaltsam und praxisnah an die wichtigsten Themen der Kinderfotografie heran.

Als Download verfügbar.

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

49,90 €



## Das große Kurzzeitfoto-Tutorial

In diesem Tutorial geht es ums richtige Timing. Wir zeigen Euch in sieben Kapiteln, wie Ihr Fotos von durchschossenen Eiern, kollidierenden Wassertropfen und zerschlagenen Glühbirnen einfängt – und das immer zuverlässig zum richtigen Augenblick.

- Umfassender Fotokurs • Setup & Komposition
- Kamera- & Blitz-Einstellungen • Wahl des Auslösers
- Bildbearbeitung

Als Download verfügbar.  
[shop.heise.de/kurzzeitfoto](http://shop.heise.de/kurzzeitfoto)

19,99 €



## Die Kunst der Bildgestaltung

Der bekannte Fotograf Torsten Andreas Hoffmann erklärt in seinem Tutorial verständlich und unterhaltsam die Kunst der Bildgestaltung. Das Tutorial bietet fundiertes und verständliches Wissen für alle Fotografen, die ihre Bilder grundlegend verbessern wollen.

- Die Bildkomposition • Goldener Schnitt
- Optische Grundformen & Kombinationen
- Bildrhythmik • Kontemplativer Blick

Als Download verfügbar.  
[shop.heise.de/bildgestaltung](http://shop.heise.de/bildgestaltung)

28,90 €



Weitere Tutorials finden Sie unter: [shop.heise.de/tutorials](http://shop.heise.de/tutorials)

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

persönliches PDF für Andreas Lippmann aus 84085 Langquaid  
© Copyright by Heise Medien.

 **heise shop**

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





# Romantischer Spinner

**Peter Parker bekämpft als akrobatischer Superheld fiese Schurken in Sonys Action-Adventure der Superlative**

**Statt die Spider-Man-Werdung zum zigsten Mal aufzuwärmen, erzählt Insomniac Games in Marvel's Spider-Man von einem gereiften Peter Parker, der tagsüber meist in einem Hightech-Labor arbeitet, sich auf seinen College-Abschluss vorbereitet und vorzugsweise abends auf Verbrecherjagd geht.**

**Von Peter Kusenber**

Die durchweg unterhaltsame Geschichte wechselt zwischen Superhelden-Exkursionen mit Action und Krawall zu ruhigeren Szenen, in denen Peter Parker mit seiner Ex-Freundin Mary-Jane flirtet, Geld von Tante Mae borgt oder mit deren dubiosen Boss über Obdachlosenhilfe spricht. Häufig löst man kleine Rätsel, die mehr zur Abwechslung als zum Gehirnschmalz-Test dienen. Gleichmaßen lässig sind die Episoden inszeniert, in denen der Spieler Mary-Jane als Reporterin durch Räume schleichen lässt und Kombinationsrätsel löst. Die Entwickler haben diese linearen Szenen in angenehmen Intervallen in die Handlung eingefügt, was dem Spieler gelegentliches Durchatmen erlaubt.

Denn Spider-Mans Leben ist aufregend. Immer dann, wenn er nicht das

Böse bekämpft, schwingt er sich durch die Häuserschluchten von Manhattan. Mit wenigen Tasten bewerkstelligt der Spieler beachtliche Wendemanöver zwischen Wolkenkratzern: Richtungsänderungen gelingen genauso leicht wie Wandläufe und gezielte Hüpfen auf ein verfolgtes Fahrzeug. Damit wirken die ungemein eleganten Schwungszene noch griffiger als in den von Publisher Activision verantworteten Spider-Man-Titeln. Die Kämpfe verlangen bereits auf der niedrigsten der Schwierigkeitsstufe höchste Aufmerksamkeit, denn die Gegner sind zahlreich und clever. Spezial-Gegner erfordern besondere Kampfstrategien. Einem maskierten Ganoven muss man seinen metallenen Schild entreißen, während man Elektroknüppel schwingende Knilche am besten mit einem Netzwurf lähmt und die Scharfschützen von hinten k.o. schlägt. Die Schleichszenen sind nicht ganz so fein austariert, aber sie dämpfen das hohe Action-Tempo zwischendurch angenehm. Wegen der treffsicheren Scharfschützen und knackigen Levelbosse muss der Spieler mit häufigem „Game over“ rechnen, die faire Spielstandsicherung beugt aber der Frustration vor. Motivierend wirkt das Upgrade-System für die Verbesserung von Fähigkeiten, was in Kombination mit den rund

zwei Dutzend freischaltbaren Superhellden-Anzügen einen Anreiz schafft, selbst die zigste Verfolgungs-Nebenmission in Angriff zu nehmen und in den Kämpfen neue Kombos und Gadgets auszuprobieren.

## Appetitliches Abenteuerpaket

Die Inszenierung ist super. Die Gesichter von Peter Parker und wichtigen Nebenfiguren sind fast auf Kinofilm-Niveau. Insomniac Games haben Manhattan detailliert nachgebaut, lebendigen Straßenverkehr eingefügt und die Gehsteige vollgepackt mit Passanten. Beim genauen Betrachten dieser Menschen stellt man jedoch fest, dass wenige Figuren-Modelle auftauchen, und deren Mimik und Gestik kaum Details aufweisen. In den Action-szenen wiederholen sich die von Freund und Feind gesprochenen Sätze zu rasch, sodass man bei einem zehnmütigen Kampf allzu häufig die gleichen Phrasen zu hören bekommt. Zudem erweist sich Peter Parker als Quatschkopf, der selbst kurz vor dem Tod noch einen coolen Spruch ablässt. Die deutschen Sprecher klingen gut, allerdings ist die Lautstärke nicht immer perfekt abgemischt. Der Soundtrack tönt stimmungsvoll, und der Kenner der Spider-Man-Filme wird sich an einige bekannte Melodien erinnern fühlen.

Je nach Spielweise ist man 30 bis 40 Stunden damit beschäftigt, dem roten Story-Faden und den erzählerischen Nebenpfaden zu folgen. In der zweiten Spielhälfte stellt sich eine leichte Ermüdung ein, und man ist geneigt, sich auf die Hauptstory zu fokussieren und das Sendemasten-Hacken nebst Kleinganoven-Prügelei auf ein Minimum zu beschränken. Doch die kleinen Design-Fehler mag man den Entwicklern gern verzeihen, denn als Action-Abenteuer macht dieses „Spider-Man“ ebenso viel gute Laune wie „Uncharted“, nicht zuletzt, weil es das richtige Maß findet zwischen nervenaufreibender Action und spannender Geschichte.

(Peter Kusenber/dahe@ct.de)

## Marvel's Spider-Man

Action-Adventure	
Vertrieb	Sony, <a href="http://www.playstation.com">www.playstation.com</a>
Systeme	PS4
Preis	70 €





## Crazy Krankenhaus

**Two Point Hospital ist ein  
Wimmelbild aus witzigen  
Krankheiten, bei dem man  
ständig Gefahr läuft, den  
Überblick zu verlieren.**

Als allsehender Verwalter saust man in Schrägdraufsicht über die erweiterbaren Quader der Hospitäler. Vorgegebene Räume wie Untersuchungszimmer oder Apotheke müssen per Gitter gezogen und anschließend mit Inventar gefüllt werden. Ärzte, Pfleger, Hausmeister und Assistenten besitzen eigene Talente und Schwächen.

Statt Grippe oder Krebs bietet das Spiel eine Reihe witziger Krankheiten wie Leuchtkörper, Töpfe oder Schildkröten als Kopf, die es mit eigenen Geräten und Spezialisten zu behandeln gilt. Erreicht das Krankenhaus in der jährlichen Bewertung mindestens einen Stern, kann man ein weiteres Krankenhaus mit anderem Schwerpunkt übernehmen.

Schrittweise wird so das Spiel komplexer, und nach wenigen Stunden hat man Dutzende Räume, Geräte und Objekte, mit denen man seine Häuser aufwerten kann. Diese schöne Spieltiefe hat natürlich auch eine Schattenseite. Die Komplexität steigt rasch an, und trotz vieler Tools zur Kontrolle der Abläufe lassen einige Probleme erst einmal ratlos zurück. Dankbarerweise ist Two Point Hospital nicht nur für Aufbau-Profis. Das Spiel gibt genug Zeit zur Eingewöhnung, ehe mörderische Epidemien oder Feuersbrünste zum Game-over führen können.

(Stephan Greitemeier/dahe@ct.de)

## Two Point Hospital

Aufbaustrategie	
Vertrieb	SEGA, <a href="http://www.sega.com">www.sega.com</a>
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.13, Ubuntu ab 18.04
Preis	35 €

## Neues aus der Gruft

**Durch Höhlen kraxeln, Artefakte ausbuddeln und noch kurz die Welt retten: Auch in Shadow of the Tomb Raider bleibt Videospiel-ikone Lara Croft ihren Kompetenzen treu.**

Entwickler Eidos Montreal verlässt sich in Shadow of the Tomb Raider auch beim Abschluss der Trilogie auf altbewährte Tugenden. Auf der Suche nach geheimnisvollen Artefakten landen Lara und ihr treuer Gehilfe Jonah mitten im peruanischen Dschungel. Im Rahmen eines Bürgerkriegs zwischen Inka-Nachfahren trifft Lara auf die Geheimorganisation Trinity, die sich mit ihr ein Wettrennen um die Schätze der Inkas liefert. Am Ende muss Lara eine Prophezeiung abwenden, um die Welt vor der drohenden Apokalypse zu schützen.

Wer die beiden unmittelbaren Vorgänger kennt, weiß, was ihn in diesem temporeichen Abenteuerspektakel erwartet: klettern, ballern und bei ein paar Rätseln die Gehirnzellen anstrengen. Die einzelnen Höhlen sind etwas größer geworden, Laras Fertigungsbaum ist inzwischen enorm angewachsen und sie darf jetzt wieder lange und ausgiebig tauchen. Geballert wird im bekannten Deckungsshotter-Stil. Das Ausschalten der Gegner macht aber am meisten Spaß, wenn sich Lara mit Schlamm beschmiert und die Feinde aus dem Hinterhalt überfällt. Die Story enttäuscht dagegen. Sie bietet zwar einen Abschluss der Geschichte um Lara und die Geheimorganisation Trinity, weiß aber ansonsten kaum zu überzeugen.

gen. Überraschende Wendungen wie noch in den beiden Vorgängern sucht man vergeblich. Ein wenig liegt das auch an der altbekannten Kulisse. Während Lara im direkten Vorgänger Rise of the Tomb Raider gleich durch mehrere Klimazonen geklettert ist, bleibt es hier beim Dschungel. Der sieht zwar prächtig aus, ist aber im Vergleich zum Genre-Krösus Uncharted sehr austauschbar. Die Spielwelt hat außerdem ein Glaubwürdigkeitsproblem. Wenn Lara in einem abgelegenen Inka-Dorf High-Tech-Upgrades für ihre Waffen kauft und sich Rohstoffe zusammensteht, reißt das den Spieler aus der Geschichte.

Zehn Stunden dauert das Abenteuer. Lara-Fans sollten am besten die öde Story schnell abschließen, um sich danach in einer Art Freistil-Modus auf das Entdecken und Sammeln zu konzentrieren. Die offene Welt des Spiels ist vollgepackt mit Nebenaufgaben: Sogenannte Herausforderungsgräber fordern Geschick und graue Zellen, überall sind Geheimverstecke verteilt und auf der Jagd sammelt Lara Ressourcen, um ihre Ausrüstung zu verbessern. Das funktionierte schon bei den Vorgängern hervorragend und ist so motivierend wie kaum in einer anderen Spielereihe. Erst in diesen Momenten kann Lara aus dem Schatten der Vorgänger treten. (Andreas Müller/dahe@ct.de)

## Shadow of the Tomb Raider

Action-Adventure	
Vertrieb	Square Enix, <a href="http://www.square-enix-games.com">www.square-enix-games.com</a>
Systeme	Windows ab 7, PS4, Xbox One
Preis	60 bis 70 €



# Schutzloch

## eBay verweigert Käuferschutz trotz klarer Sachlage

**Händlerplattformen im Internet werben gern mit ihren Schutzprogrammen für die Käufer. Doch wenn es zum Schwur kommt, entscheiden sie allzu oft zu Gunsten der Händler, von denen sie ja bezahlt werden, wie ein Fall aus der Praxis von eBay zeigt.**

**Von Tim Gerber**

**A**m 30. Juli kaufte c't-Leser Markus P. beim gewerblichen eBay-Händler Thomas-Teleservice aus Bochum ein iPhone 7. Das Gerät war als „Neu“ angepriesen und so freute sich Markus P. über den Schnäppchenpreis von 480 Euro zuzüglich 2 Euro Versandkosten. Am 1. August traf das neue iPhone bei ihm ein. Doch die Freude daran sollte nicht lange währen, denn schon nach wenigen Tagen zeigte sich, dass die Akku-Laufzeit zu kurz war. Markus P. analysierte daraufhin den Akku unter anderem mit dem Batterie-Tool von Apple, welches eine Akku-leistung von 88 Prozent auswies.

Am 4. August reklamierte er deshalb und sandte das iPhone kurz darauf mit

dem vom Händler bereitgestellten Retourenschein zurück. Der teilte ihm am 9. August mit, das iPhone sei mechanisch beschädigt, eine Gewährleistung werde deshalb abgelehnt. Bereits am 10. August kam das iPhone wieder bei Markus P. an. Als „mechanische Beschädigung“, die zum Ausschluss der Gewährleistung führen sollte, wurde ein nadelspitzen-großer, mit bloßem Auge kaum erkennbarer Kratzer an der Ecke des iPhones angegeben.

### Eindeutige Diagnose

Markus P. war sich zwar keiner Schuld bewusst, konnte aber auch nicht ausschließen, dass der Kratzer bei ihm entstanden



war. Mit dem schwächelnden Akku bei einem als neu verkauften Smartphone wollte er sich aber dennoch nicht zufriedengeben. Da Hersteller Apple den Tausch des Akkus für 29 Euro anbot, vereinbarte Markus P. im nächstgelegenen Apple-Store einen Termin für den 11. August. Dort untersuchte man sein iPhone zunächst mit einem Diagnosetool und bestätigte die Akkuleistung von nur 88 Prozent. Erstaunt zeigte sich die Apple-Spezialistin jedoch, dass der Akku laut Diagnoseergebnis erst neun Ladezyklen hinter sich haben sollte.

Vor dem Öffnen des iPhones wiesen die Apple-Mitarbeiter den Kunden deshalb darauf hin, dass die Reparatur sofort abgebrochen würde, wenn sich herausstellen sollte, dass sich kein Akku von Apple, sondern der eines Drittanbieters darin befinden sollte. Da Markus P. das iPhone ausdrücklich als neu erworben hatte, stimmte er diesen Bedingungen zu.

Um so erstaunter war er, als ihm die Apple-Techniker eröffneten, in seinem iPhone sei unter anderem das Display eines Drittanbieters verbaut worden. Es sei auch nicht wie sonst bei diesem Typ üblich verklebt gewesen. Den ursprünglichen Verkauf des iPhones datierten sie auf den 25. November 2016, es war also bereits knapp zwei Jahre alt.

Noch am selben Tag wandte sich Markus P. erneut an den eBay-Verkäufer Thomas-Teleservice und forderte sein Geld zurück. Der Händler antwortete ihm zwei Tage später, die Gewährleistung sei abgelehnt und er könne ja einen Fall bei eBay eröffnen. Also stellte Markus P. am 14. August einen Rückgabeantrag an eBay und fügte diesem eine Kopie des Reparaturberichts von Apple bei, dem die Unzulänglichkeit des als neu verkauften iPhones eindeutig zu entnehmen war. Am 17. August meldete jedoch der Verkäufer an eBay: „Der Käufer hat den Artikel nicht im Originalzustand zurückgeschickt.“ Darauf teilte eBay dem Kunden mit, sein Fall sei ausgesetzt, da man ihn per Mail um weitere Informationen ersucht habe, die er bis spätestens 28. August bereitstellen solle. Diese Mail kam bei Markus P. aber nicht an.

Auf telefonische Nachfrage, welche Informationen eBay denn von ihm noch haben wolle, erfuhr Markus P., dass nicht er, sondern der Verkäufer um Informationen gebeten worden sei, nämlich um ein

Gutachten zum Zustand des zurückgeschickten iPhones. Am 27. August entschied eBay den Fall dann ohne weitere Nachfrage zu Gunsten des Verkäufers. Grund: „Der Artikel befindet sich nicht mehr in dem Zustand, in dem Sie ihn erhalten haben.“ Nachdem auch Beschwerden nichts halfen, wandte sich Markus P. am 2. September an c't und fragte nach, ob er wirklich keine Gewährleistung wegen des mangelhaften Akkus in Anspruch nehmen könne, nur weil das iPhone einen winzigen Kratzer aufwies, den er möglicherweise verursacht hat. Das iPhone stellte er der Redaktion zur Verfügung.

### Eingeknickt

Wir fragten am 10. September beim Verkäufer nach, warum er trotz eindeutiger Belege dafür, dass das iPhone entgegen der Beschreibung nicht neu war, eine Rückabwicklung des Kaufs abgelehnt habe. Keine zwei Stunden später teilte der Händler mit, den Anspruch anzuerkennen und Markus P. den Kaufpreis erstatten zu wollen. Zur Begründung der ursprünglichen Weigerung hieß es, der Retouren-Vorgang sei im Lager von einem neuen Praktikanten bearbeitet worden, der die Kratzer tatsächlich überbewertet hätte.

Auch eBay wurde von uns zu dem Fall befragt, insbesondere wie es sein kann, dass man den Käuferschutz ablehnt, obwohl der Kunde recht nachvollziehbar dargelegt hat, dass mit dem iPhone etwas nicht stimmte. Am 13. September antwortete eBay-Sprecherin Maike Fuest, man habe den Fall noch einmal eingehend geprüft und sei zu dem Schluss ge-

kommen, dass hier fälschlicherweise eine Entscheidung zu Ungunsten des Käufers getroffen worden sei. Auf den Beleg von Apple hätte bei der Beurteilung des Käuferschutzantrags eingegangen werden müssen. Warum das nicht geschehen ist, konnte eBay nicht erklären. Man werde das recherchieren, hieß es lediglich.

### Ende gut, alles andere ungut

Markus P. hat sein Geld inzwischen zurückerhalten und darf das iPhone sogar behalten. Das funktioniert seit dem abgebrochenen Reparaturversuch von Apple allerdings überhaupt nicht mehr und nach all dem Ärger hätte er ohnehin keine Freude daran. Schließlich haben sowohl Thomas-Teleservice als auch eBay seinen Rechte als Käufer größtenteils missachtet. Besonders enttäuscht war er von eBay, schließlich wirbt der Großkonzern vollmundig mit seinem Käuferschutz.

Den hätte sich Markus P. lieber bei einer neutralen Stelle suchen sollen, denn ein Kratzer am Gehäuse schließt weder das gesetzliche Widerrufs- noch die Gewährleistungsrechte des BGB aus. Im Falle eines Widerrufs wird das iPhone wieder Eigentum des Verkäufers. Der kann vom Käufer verursachte Beschädigungen dann im Wege des gewöhnlichen Schadenersatzes geltend machen. Genauso wenig schließt ein winziger Kratzer die Gewährleistung wegen eines erheblichen Sachmangels aus. Lediglich im Falle einer Rückgabe gegen Kaufpreiserstattung wäre die eingetretene Wertminderung zu berücksichtigen. Ein Käuferschutz, der diese gesetzlich zugesicherten Rechte des Käufers eklatant ignoriert, wie eBay dies im Falle von Markus P. tat, ist die Bezeichnung definitiv nicht wert.

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

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**

Winzige Kratzer am Gehäuse eines iPhones schließen weder die gesetzliche Gewährleistung noch das Widerrufsrecht aus.



Bild: Thomas-Teleservice



# ErWISht

## Gefälschte USB-Sticks und (Micro-)SD-Karten bei Wish.com

**Die Shopping-Plattform Wish.com wirbt vor allem bei Facebook aggressiv mit Niedrigpreisen, auch für Flash-Speichermédien. Unter letzteren sind viele Fälschungen, die Daten vernichten.**

Von Christof Windeck

**A**lles gefälscht oder defekt: Ende August bestellten wir eine SD-Speicherkarte, zwei USB-Sticks und drei MicroSD-Karten auf Wish.com bei verschiedenen chinesischen Händlern. Zwei der Speichermédien fielen schon nach dem Schreiben von wenigen Gigabyte Daten aus. Die restlichen vier sind mit einem Trick gefälscht, der seit Jahren bekannt ist. Doch Wish.com verschließt offensichtlich die Augen und duldet Händler mit be-

trügerischen Absichten. Damit nimmt die Shopping-Plattform in Kauf, dass ihre Kunden Geld und vor allem Daten verlieren: Stecken (Micro)SD-Karten mit gefälschter Kapazitätsangabe in einem Smartphone, einer Digicam oder einem Camcorder, sind viele selbst geschossene Fotos und Videos fort.

### Bauernfang reloaded

Schon 2002 schrieb c't über gefälschte „Pen Drives“, die seinerzeit allerdings wenigstens alle Daten speicherten. Seit 2008 berichten wir aber auch über USB-Sticks, SD- und MicroSD-Karten, die eine höhere Kapazität vortäuschen, als sie wirklich haben. Dazu manipulieren Betrüger die Firmware des jeweils eingebauten USB- oder SD-Controllers. Letzterer meldet dem Betriebssystem dann viel mehr Kapazität, als tatsächlich vorhanden ist: Bei einem Testprodukt mit angeblich 2 TByte (2048 GByte) waren

es nur knapp 30 GByte – also weniger als 2 Prozent.

Werden mehr Bytes geschrieben, als die eingebauten Flash-Chips fassen, gehen Daten verloren – obwohl das (Betriebs-)System glaubt, sie seien sicher abgelegt. Unser Ex-Kollege Harald Bögeholz programmierte 2008 das Windows-Tool H2testw, das gefälschte und defekte Speichermedien enttarnt, siehe Seite 64.

### Lasch gefälscht

Die Fälscher geben sich wenig Mühe. Eine der MicroSD-Karten von Wish.com imitiert ein Produkt der etablierten Marke PNY aus der Baureihe „PRO Elite“. Doch die Fälscher druckten „PRO Elite“ auf. Auf der Rückseite der Karte steht die Bezeichnung MMSZ32GC68M3M – die Zeichenfolge „32G“ deutet auf die tatsächliche Kapazität der vermutlich zugekauften MicroSD-Karte hin. Folgerichtig meldete H2testw bei 29,1 GByte die ersten Fehler; Flash-Speichermédien haben stets etwas weniger nutzbare Kapazität, als brutto vorhanden ist.

Auch Tippfehler auf der Verpackung – „Hich Speed“ statt High Speed – weisen auf Fälschungen hin, ebenso wie die falsche Deklaration: MicroSDHC statt MicroSDXC für Kärtchen ab 64 GByte.

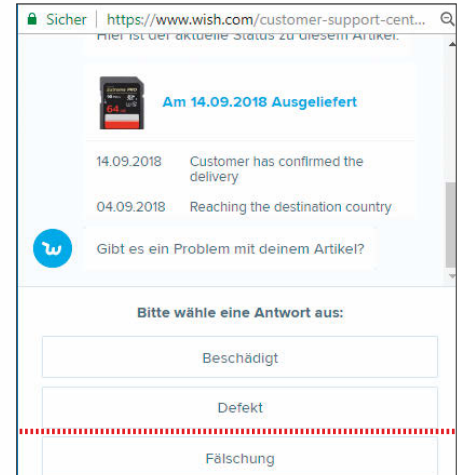
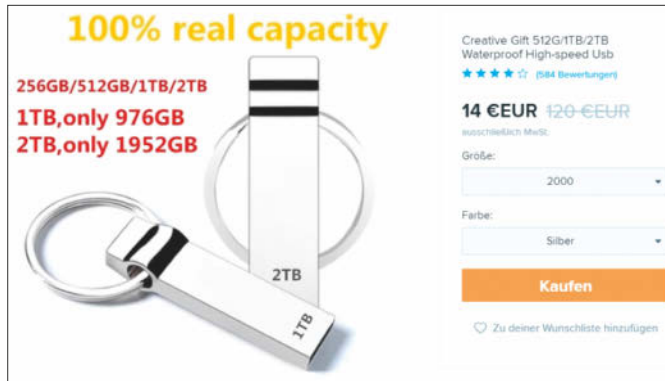
MicroSD-Karten mit 1 TByte Kapazität gibt es bisher nicht – also ist sofort klar, dass es sich um eine Fälschung handeln muss. Auch die Preise für die Speichermedien sind grotesk niedrig. Solche Hinweise lassen sich leicht nachprüfen und müssten jedem seriösen Händler auffallen; kaum zu glauben, dass Wish.com davon nichts bemerkt. Dass sich fast alle geprüften Speicherkarten viel langsamer beschreiben lassen, als ihre aufgedruckten Geschwindigkeitsklassen versprechen, ist da lediglich das Tüpfelchen auf dem i.



**Schlecht gefälscht:**  
Auf der vermeintlichen PNY-Karte steht „Elite“ statt „Elite“.



Gelogen: Statt „100 Prozent echter Kapazität“ bekommt man hier nur wenige Gigabyte Flash-Speicher geliefert.



## Wish-Falle

Wish.com versteht sich selbst aber nicht als Händler mit den Pflichten eines ordentlichen Kaufmanns, sondern nur als Vermittler. Diese Idee ist von Amazon Marketplace, Aliexpress & Co. bekannt – und letztlich von eBay [1]. Vielen arglosen Käufern ist nicht bewusst, dass sie bei solchen Shopping-Plattformen Kaufverträge direkt mit Anbietern schließen, die in allen unseren Testfällen in China saßen. Deshalb kommt kein Kaufvertrag nach deutschem oder europäischem Recht zustande. Der Verbraucherzentralen-Bundesverband weist auf versteckte Risiken beim Einkauf mit der Shopping-App Wish.com hin. Demnach drohen bei Zollabfertigung und Reklamationen Probleme und es „häufen sich Beschwerden“ über hohe Versandkosten, Mahnschreiben und kaum erreichbare Vertragspartner.

Bei uns klappte der Einkauf problemlos und flott: Jedes unserer Speichermedien wurde vom jeweiligen Händler einzeln per Post von China nach Deutschland geschickt und kam innerhalb von neun bis zwölf Tagen an. Wie bei dieser

Masche üblich, war der Zollwert in fünf Fällen deutlich niedriger ausgewiesen als der Verkaufspreis, um Zölle und Gebühren zu vermeiden. Wenn der Zoll trotzdem kontrolliert, drohen Komplikationen.

Die tatsächlichen Händler sind kaum zu identifizieren, wenn man kein Chinesisch spricht. Die Namen im Wish.com-Shop und auf der Lieferung unterscheiden sich: Eine Firma nannte sich im Shop „M666T“, aber auf dem Adressaufkleber „chuangmi fengzequdonghaldajieyayuan“. Als Absenderadresse fand sich mehrfach nur ein Lager von Wish.com in Xuhui, Shanghai. Die Rechnung kommt wiederum über den schwedischen Dienstleister Klarna.

Drei der sechs Produkte haben wir reklamiert, was nur per App oder über den Support-Chat auf Wish.com möglich ist. Bezeichnenderweise gibt es dort eine eigene Schaltfläche für den Reklamationsgrund „Fälschung“. Bis zum Redaktionsschluss wurden bereits drei Reklamationen anerkannt, eine ohne weitere Nachfragen. Das Gutschreiben des Kaufpreises soll aber 14 Tage dauern.

**Das Reklamationsformular bei Wish.com hat eine Schaltfläche für Fälschungen.**

Wish.com nennt einen Firmensitz in Kalifornien und ist außer per Support-Chat nur per Mail über support@wish.com erreichbar. Uns gelang es nicht, zu einer Pressestelle oder anderen Unternehmensvertretern durchzudringen. Auch das hinterlässt keinen seriösen Eindruck.

## Wish.com meiden!

Gefälschte Speichermedien sind bösartige Datenschredder und die Fake-Flash-Tricks sind seit zehn Jahren bekannt. Wer solche Produkte trotzdem anbietet, missbraucht das Vertrauen seiner Kunden. Meiden Sie solche Anbieter! (ciw@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Christof Windeck, Christian Wölbert, Maximaler Profit, minimales Risiko, Amazons unfaires China-Business, c't 20/2015, S. 88

## Gefälschte USB-Sticks und (Micro-)SD-Karten bei Wish.com

Speichermedium	SD-Karte	MicroSD-Karte	MicroSD-Karte	MicroSD-Karte	USB-Stick	USB-Stick
versprochene Kapazität	256 GByte	128 GByte	1 TByte	1 TByte	2 TByte	2 TByte
Anbieter auf Wish.com	HK.US.store	wxq	M666T	yimanelli	shanghai honghushiye youxiangongsi	Harbour Plaza Metropolis
Preis	9,00 €	11,40 €	15,20 € (7,60/Stück)	15 €	12,35 €	14,00 €
Markenangabe	Kimsnot	–	– („TF Card“)	PNY	–	–
Zollwertangabe	1 US-\$	2 US-\$	–	6 US-\$	6 US-\$	6 US-\$
<b>Messungen und Tests</b>						
Formatierung	exFAT	FAT32	exFAT	– (mit exFAT nachformatiert)	FAT32	exFAT
Kapazität laut Windows 10	249 GByte	124 GByte	976 GByte	976 GByte	1,9 TByte	1,9 TByte
H2testw meldet Fehler nach	14,7 GByte	defekt	24,1 GByte	29,1 GByte	29,7 GByte	0 GByte
geschätzte „echte“ Kapazität	16 GByte (6,3 %)	k. A.	32 GByte (3,1 %)	32 GByte (3,1 %)	32 GByte (1,6 %)	k. A.
Transferrate schreiben / lesen	9,0 / 15 MByte/s	ca. 6 / 16 MByte/s	10 / 13 MByte/s	2,5 / 6,5 MByte/s	6,3 / 9,7 MByte/s	5,4 / 16 MByte/s
✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe						

# Selbstschutz

## Gefälschte USB-Sticks und (Micro-)SD-Karten erkennen

**Unseriöse Händler verkaufen seit Jahren Fälschungen von Flash-Speichermedien. Wer typische Indizien für solche Betrügereien kennt, tappt nicht in die Falle.**

Von Christof Windeck

Wer Erfahrung mit Flash-Speichermedien hat, erkennt viele betrügerische Angebote vor dem Kauf. Und wer verdächtige Speichermedien schon gekauft hat, kann sie recht einfach prüfen, nämlich mit unserem Windows-Tool H2testw.

Leicht zu entlarven sind Fälschungen mit viel zu hoher Kapazität: Eine microSD-Karte mit 1 TByte gibt es bisher schlichtweg nicht, ebenso wenig wie eine SD-Karte mit mehr als 1 TByte und einen USB-Stick mit mehr als 2 TByte. Dafür gibt es simple technische Gründe. Derzeit – Stand September 2018 – sind microSD-Karten mit 512 GByte schon eine technische Meisterleistung: Auf nur 1 Millimeter Bauhöhe liegen darin 17 nackte Siliziumchips übereinander, nämlich 16 NAND-Flash-Chips mit je 32 GByte Kapazität und

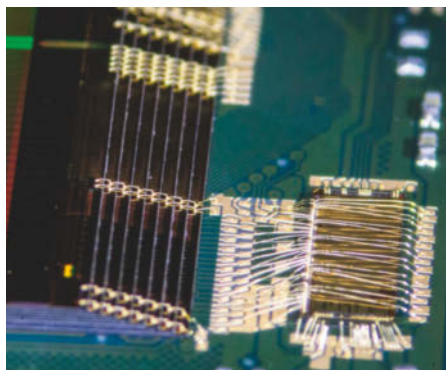


Bild: Swissbit

Im Inneren einer microSD-Karte sind bis zu 16 Flash-Chips übereinander gestapelt (rechts sitzt der Controller).

ein Controller-Chip. Letzterer verbindet die NAND-Flashes mit der SD-Schnittstelle.

Alle Chips stammen von „gedünnten“, also abgeschliffenen Siliziumwafern, damit der Chipstapel unter 1 Millimeter bleibt. Kein Chip darf außerdem mehr Grundfläche als rund 1 Quadratzentimeter haben – größer ist eine microSD-Karte nun einmal nicht. Erst mit der nächsten Strukturverkleinerung der Flash-Chips sind wieder höhere Kapazitäten zu erwarten.

Weil es weltweit nur rund fünf Firmen gibt, die derart ausgefeilte Flash-Chips fertigen können, sind Überraschungen höchst unwahrscheinlich. Kaum zu erwarten ist auch, dass ein bis dato völlig unbekannter Hersteller die etablierten Flash-Marken (siehe Tabelle) bei der Fertigungstechnik übertrumpft. Letztere wetteifern um höchste Kapazitäten, weil die mehr Profit und viel Aufmerksamkeit bringen. Anders gesagt: Wer tatsächlich einen USB-Stick mit 2 TByte fertigen kann, wird ihn nicht für 30 Euro verramschen, wenn er 300 Euro dafür bekommen kann.

### Preis zu niedrig

Viel zu niedrige Preise sind auch bei niedrigeren Kapazitäten verdächtig. Wie angedeutet, gibt es nur wenige Hersteller der eigentlichen Flash-Chips und deren Preise sind ungefähr bekannt. Extrem niedrige Preise deuten auf Fälschungen hin, in denen viel weniger Flash-Speicher steckt, als behauptet. Es wird dann schlichtweg die Firmware des Controllers manipuliert: Sie meldet dem Betriebssystem eine höhere Kapazität. Daraus folgt unweigerlich Datenverlust ab einer gewissen Menge an tatsächlich geschriebenen Daten.

Mit einem Online-Preisvergleich finden Sie innerhalb weniger Minuten heraus, was eine (Micro-)SD-Karte oder ein USB-Stick mit einer bestimmten Kapazität mindestens kostet: Schauen Sie auf die Preise der hier genannten Marken. Eine



In SD-Karten steckt außer dem eigentlichen NAND-Flash-Speicher auch ein meistens kleinerer Controller-Chip. Dessen Firmware lässt sich manipulieren, um höhere Kapazität vorzugaukeln.

MicroSD-Karte mit beispielsweise 256 GByte ist derzeit kaum unter 24 Euro zu bekommen.

Verdächtig ist es zudem, wenn ein Speichermedium äußerlich das Produkt einer bekannten Marke imitiert. Seriöse Hersteller sind darauf bedacht, jeweils eigene Marken zu etablieren. Auch Tippfehler in der Produktbezeichnung oder auf der Verpackung sowie seltsame Formulierungen deuten auf Fälschungen hin.

Ebenfalls typisch für „Fake Flash“ sind Spezifikationen, die von den Vorgaben der SD Association abweichen. Die bestimmt beispielsweise, dass Karten mit 64 GByte oder mehr die Bezeichnung



Diese gefälschte SD-Karte imitiert das Aussehen einer SanDisk Extreme Pro – auch wenn winzig klein der Name „Kimsnot“ draufsteht.



(Micro)SDXC tragen sollen, also nicht SDHC oder SD, und mit exFAT vorformatiert sein müssen. Ein 64-GB-Byte-Kärtchen mit „microSDHC“-Schriftzug und FAT32 ist seltsam.

Ein schwaches Indiz für Mauscheleien sind fehlende Angaben zur Geschwindigkeit, weil sie leider auch etablierte Firmen gerne weglassen. Eine Karte mit dem Logo für „Class 10“ muss sich mit mindestens 10 MByte/s sequenziell beschreiben lassen. Karten mit UHS-I- oder UHS-II-Interface der Klasse U3 müssen 30 MByte/s schaffen. Das lässt sich mit Windows-Tools wie Crystal Disk Mark leicht prüfen – und eine deutlich zu langsame Karte sollten Sie reklamieren.

Apropos Geschwindigkeit: Flash-Medien, bei denen der Händler keine Angaben zur Datentransferrate macht, lesen und schreiben oft krötenlahm mit weniger als 10 MByte/s. Das schränkt die praktische Nutzbarkeit ein. Flash-Speicher ist dermaßen günstig, dass Sie nicht den allerbilligsten kaufen sollten, sondern flotte Markenware. Bei SD- und microSD-Karten sollten es wenigstens 30 MByte/s sein. USB-2.0-Sticks sind schlichtweg nicht mehr zeitgemäß und die meisten noch verkauften Produkte bleiben auch weit unter den 35 bis 40 MByte/s, die mit USB 2.0 HighSpeed möglich sind. Nehmen Sie also Sticks nur noch mit USB 3.0 und mindestens 50 MByte/s.

## Falsche Flaggen

Nicht ganz einfach ist es, gut gefälschte Medien mit gängiger Kapazität zu enttarnen, etwa vermeintliche 128- und 256-GB-Byte-Karten mit tatsächlich nur 8, 16 oder 32 GB-Byte Flash-Speicher. Das finden Sie leider erst nach dem Kauf heraus, und zwar unter Windows mit H2testw (siehe [ct.de/ysgv](http://ct.de/ysgv)): Die Prüfsoftware unseres Ex-Kollegen Harald Bögeholz beschreibt das gesamte Speichermedium mit Prüfdaten und liest diese anschließend wieder aus. Das klappt nur bei formatiertem, aber leerem Medium und kann sehr lange dauern – lahm es Schreiben mit nur wenigen Me-

Bei Speichermedien mit gefälschter Kapazitätsangabe schlägt H2testw Alarm, aber der Test von 1 TByte kann mehrere Tage lang dauern.

gabyte pro Sekunde ist wie erwähnt ein Indiz für Fälschungen. Der komplette Prüfzyklus kann bei einem 1-TByte-Medium zwei bis drei Tage laufen. Testen Sie daher zunächst einmal nur beispielsweise 64 GB-Byte (Eingabe „64000 MByte“), oft treten dann nach knapp weniger als 8, 16 oder 32 GB-Byte die ersten Fehler auf. Ist das der Fall, löschen Sie die Prüfdaten und starten Sie einen kompletten Testlauf. Fördert der wiederum Fehler zutage, ist das Speichermedium höchstwahrscheinlich kaputt oder gefälscht – mit dem kleinen Restrisiko, dass der Kartenleser, die USB-Buchse oder der Hauptspeicher Ihres Rechners Defekte aufweisen. Um das zu prüfen, können Sie H2testw auch noch mal auf einem anderen Rechner laufen lassen. Die Software müssen Sie übrigens nicht installieren: Entpacken Sie die heruntergeladene ZIP-Datei in einem beliebigen Verzeichnis und doppelklicken Sie danach auf h2testw.exe.

H2testw zeigt auch an, wie schnell es das Speichermedium gerade beschreibt beziehungsweise ausliest. H2testw ist zwar nicht als Geschwindigkeitstest gedacht, aber die Werte geben eine grobe Orientierung. Für Linux gibt es die Prüfsoftware F3.

Es gibt Produktfälschungen, die H2testw oder F3 nicht enttarnen: Spei-

chermedien mit minderwertigen, aber funktionsfähigen Flash-Chips, die Betrüger unter falscher Marke verkaufen. Ein solches Produkt arbeitet normal, fällt aber womöglich früher aus als das Original. Derartige Fälschungen erkennen nur Experten – und daher ist es schwer, sich davor zu schützen. Im etablierten Fachhandel ist das Risiko für Fälschungen allerdings geringer als bei unbekannten (Online-)Anbietern. Aber auch Flash-Speichermedien aus vertrauenswürdigen Quellen sollten Sie vor dem ersten Einsatz sorgfältig testen, etwa mit H2testw: Das beugt Datenverlust vor. ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de)) **ct**

Prüfsoftware H2testw: [ct.de/ysgv](http://ct.de/ysgv)

## Flash-Speichermedien: Große Hersteller

Marke	mit eigener Chip-Fertigung
Samsung	✓
WD/SanDisk	✓
Toshiba	✓
AData	–
Hama	–
Intenso	–
Integral	–
Kingston	–
Lexar	–
PNY	–
Silicon Power	–
Sony	–
Transcend	–
Verbatim	–
weitere Hersteller von NAND-Flash-Chips: SK Hynix, Intel/Micron, Yangtze Memory (YMT)	
✓ vorhanden – nicht vorhanden	

## Flash-Speichermedien: maximale Kapazitäten

Typ	maximale Kapazität (Preis)
MicroSD (microSDXC)	512 GByte (350 €), angekündigt 2018 von PNY, Adata und Integral
SD (Secure Digital <sup>1</sup> )	512 GByte (300 €), 1 TByte angekündigt seit 2016 von SanDisk, aber noch nicht lieferbar
USB-Stick	2 TByte (1000 €), liefert Kingston seit 2017
zum Preisvergleich: SSDs	240 GByte (40 €), 512 GByte (80 €), 1 TByte (170 €), 2 TByte (330 €)
<sup>1</sup> teilweise auch als „TF“ bezeichnet für den veralteten Namen TransFlash	
Stand: September 2018	

# Ausgezeichnete Informatiker

Deutsche Schüler erfolgreich bei der Informatik-Olympiade 2018

**Einmal Silber, zweimal Bronze: Die Ausbeute des deutschen Teams bei der Internationalen Informatik-Olympiade kann sich sehen lassen. Wettkampf und Rahmenprogramm hinterließen bei den Jugendlichen bleibende Eindrücke.**

Von Markus Montz

Der Einsatz hat sich gelohnt: Mit drei Medaillen kehrte die deutsche Delegation von der Internationalen Informatik-Olympiade (International Olympiad in Informatics, IOI) in Japan zurück. Der Wettbewerb fand Anfang September in der japanischen „Stadt der Wissenschaft“ Tsukuba City statt. Tobias Schindler aus Kelheim freute sich über Silber, Erik Sünderhauf (Werdau) und Florian Jüngermann (Mayen) programmierten sich zu einer Bronzemedaille. Nur Janine Lohse aus Dresden, die das vierköpfige Team komplettierte, verpasste trotz guter Leistungen die Medaillenränge.

## Hoher Anspruch

Betreut von Teamleiter Tobias Lenz maßen sich die vier jungen Deutschen mit hochkarätiger internationaler Konkurrenz. Insgesamt nahmen 335 Jugendliche aus 87 Nationen teil, die an zwei Wettbewerbstagen unter Zeitdruck sechs anspruchsvolle Aufgaben in fehlerfreie Programmierlösungen umsetzen mussten. Den Anfang machte die Ermittlung geheimer Tastenkombinationen in einem Videospiel. In weiteren Aufgaben ging es darum, die Sitzordnung für einen – natürlich! – Programmierwettbewerb zu planen und für eine mechanische Puppe eine effiziente Steuerung zu entwickeln.

Zum Bearbeiten der Aufgaben erhielten die Teilnehmer baugleiche Laptops mit Ubuntu 18.04 LTS als Betriebssystem sowie einem Anwendungspaket, zu dem di-

verse Editoren, Compiler, Debugger und Interpreter gehörten. Pro Aufgabe gab es maximal 100 Punkte. Wie hoch der Schwierigkeitsgrad des Wettbewerbs war, belegt das Ergebnis des Gesamtsiegers der IOI: Der US-Amerikaner Benjamin Qi kam bei vier vollständig gelösten Aufgaben auf 499 Punkte (83 Prozent der möglichen Gesamtpunktzahl). Platz zwei ging an Mao-long Yang aus China, Platz drei belegte dessen Landsmann Zhenting Zhu. Die Chinesen stellten mit 4 von 29 Goldmedaillen auch das stärkste Team, gefolgt von Südkorea und den USA mit je dreimal Gold.

Unabhängig von solchen Top-Leistungen ist bereits die Qualifikation für die IOI ein großer Erfolg für die Teilnehmer. Die deutsche Mannschaft etwa besteht aus Finalisten der vorangegangenen Bundeswettbewerbe Informatik (BwInf). Die potenziellen Olympioniken werden von den Organisatoren des BwInf zu vier harten Qualifikationsrunden eingeladen: „Unsere IOI-Teilnehmer gehörten im Bundeswettbewerb Informatik zu den besten aus mehr

als 1400 Talenten aus ganz Deutschland und haben sich im anschließenden IOI-Auswahlverfahren in zahlreichen Klausuren gegen eine starke Konkurrenz durchgesetzt“, sagt Tobias Lenz. „Sie können also mit Fug und Recht von sich behaupten, zu den besten Nachwuchsinformatikern Deutschlands zu gehören.“

## Rahmenprogramm

Neben dem Wettkampf bietet der IOI reichlich Gelegenheit für den kulturellen und fachlichen Austausch der Teilnehmer. Das hoben auch die vier deutschen Teilnehmer und Teamleiter Lenz gegenüber c't hervor. Nicht nur die Arbeit an den originellen Aufgaben habe Spaß gemacht, unterstrich Tobias Schindler, sondern insbesondere auch der internationale Austausch. „Das Interesse für Informatik verbindet uns über die Ländergrenzen hinweg“, sagte Janine Lohse.

Die japanischen Veranstalter sorgten außerdem für ein abwechslungsreiches Programm. Während zweier Exkursionstage in der Präfektur Ibaraki sowie in der noch jungen „Stadt der Wissenschaft“ – sie entstand Ende der Sechzigerjahre zunächst am Reißbrett – erhielten die Teilnehmer Einblicke in kulturelle und technologische Seiten Japans. Unter anderem besuchten sie die japanische Raumfahrtagentur JAXA, die in Tsukuba City mehrere Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen betreibt. (mon@ct.de) **ct**

**Text der Aufgaben, IOI-Blog, aktueller BwInf: [ct.de/yjnf](https://ct.de/yjnf)**



Das deutsche Team: Erik Sünderhauf, Janine Lohse, Tobias Schindler und Florian Jüngermann (v. l.)



# IMMER EINE IDEE SCHLAUER.



## 2x Mac & i mit 25 % Rabatt testen und Geschenk sichern!

### Ihre Vorteile:

- **Plus:** digital und bequem per App
- **Plus:** Online-Zugriff auf das Artikel-Archiv\*
- **Plus:** Geschenk nach Wahl, z.B. den Kingston USB-Stick 32 GB (G4) oder einen Bluetooth-Lautsprecher
- **Lieferung frei Haus**

Für nur 16,20 € statt 21,80 €

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:

**www.mac-and-i.de/miniabo**

0541 80 009 120 · leserservice@heise.de



**GRATIS  
ZUR  
WAHL!**



Mit Artikel-  
Archiv!



# In Bits statt Bronze

## AR-Festival iJacking lockt durch Hannovers Innenstadt

**Noch mehr Menschen als sonst stehen mit iPad oder Smartphone vor der Nase in Hannovers Innenstadt herum. Auf den Displays betrachten sie Sehenswürdigkeiten wie den wilhelminischen Prachtbau des Neuen Rathauses. Aber wie kommt Mao Tse-tungs aufgebahrter Leichnam in den Vordergrund?**

Von Lea Lang

**B**eim Kunstfestival iJacking entdecken Besucher animierte Augmented-Reality-Kompositionen (AR) im Browser – und zwar jeweils vor dem Hintergrund eines Treffpunkts in der Innenstadt.

Künstler aus Asien, Australien, Nordamerika und Europa haben sich 15 Orte angesehen und dazu passende Werke entworfen. Will Pappenheimer aus den USA lässt beispielsweise die Fische fliegen und nennt das Werk zweideutig „Ascension of Cod“, die Chinesen Lilly & Honglei zaubern den toten Diktator auf den Rathausvorplatz.

Auf die Werke weisen QR-Codes in roten Sternen hin, die an den Hollywood Walk of Fame erinnern. Meist sind sie in Fußgängerzonen auf dem Asphalt angebracht. An der Marktkirche jedoch muss man einige Sekunden auf der Verkehrsinsel überleben, um nach dem Scannen in den Genuss eines schwebenden Kreuzes zu kommen. Darin sieht man eine Aktaufnahme des verantwortlichen Künstlers Ingo Lie aus Hannover.

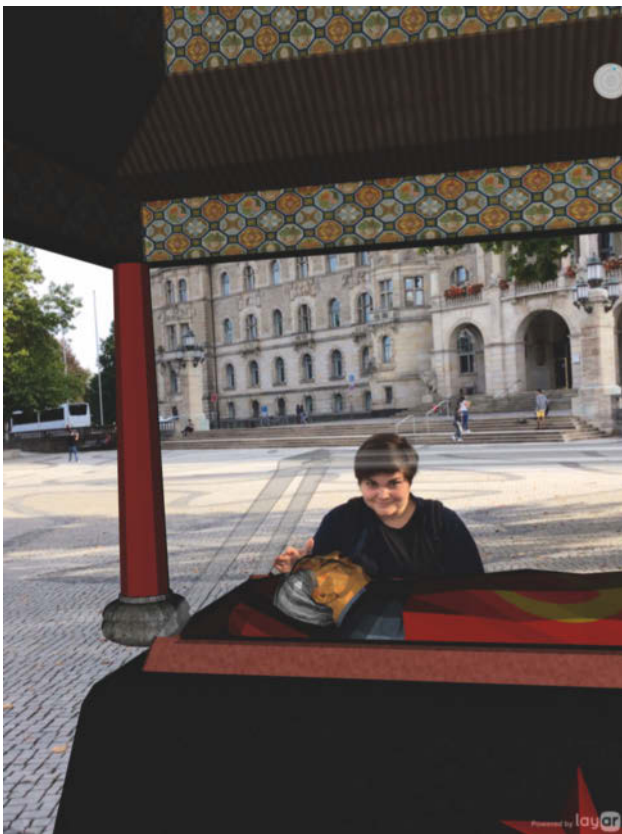
Um ganz ohne Führung die Werke sehen zu können, braucht man neben einem Smartphone oder Tablet mit aktiver Datenverbindung den AR-Browser Layar. Die App gibt es kostenlos für Android ab 4.0.3 im Google Play Store. Im Apple Store können Nutzer mit iOS ab 8.0 die kostenlose App laden. Nach dem Öffnen fordert Layar zum Scannen von QR-Codes auf. Ein Fingertipp ruft dann das Kunstwerk auf.

### Suchen, schwenken, staunen

Danach heißt es suchen, schwenken und staunen. Über den allgemeinen QR-Code, der abseits von den Sternen an der einen oder anderen Glasfront in der Stadt angebracht ist, kommt man ins große Menü und kann im Umkreis von 2,5 Kilometern nach weiteren „Points of Interest“ (POI) suchen, die ebenfalls zu iJacking gehören. Die einzelnen POIs liegen auf GPS-Koordinaten mit einer Varianz von 15 bis 20 Metern. So passiert es auch, dass die App ab und zu den falschen Standort erkennt und ein anderes Kunstwerk erscheint – in den meisten Fällen tut das dem Spaß aber keinen Abbruch.

Das Augmented Reality-Festival iJacking lässt Hannoveraner ihre Stadt neu entdecken: Mal fliegen Fische über die Kröpcke-Uhr, mal steht man dem aufgebahrten Mao Tse-tung gegenüber.

An der Marktkirche schwebt der Künstler selbst nackt in seinem entworfenen 3D-Kreuz. Bleibt man still stehen, dreht es sich um die eigene Achse.







Scannt man die Sterne mit der App Layar, so öffnet sich nach einem Fingertippen das dazugehörige Kunstwerk, hier der Kunstblinde von Timm Ulrichs.

Die Route führt von der Kröpcke-Uhr in der Nähe des Hauptbahnhofs an der Oper vorbei über kleinere Plätze zum Neuen Rathaus, zum Maschteich und zurück durch die Innenstadt. Direkt an der Kröpcke-Uhr sind gleich vier QR-Codes angebracht, um Besucher anzulocken und ihnen mit einem Schlag ein Potpourri verschiedener Künstler zu bieten.

Menschen aller Altersklassen stehen dort mit gereckten Smartphones und Tablets und versuchen, beispielsweise dem Selbstbildnis des „Totalkünstlers“ Timm Ulrichs näherzukommen – oder davor zu fliehen. Denn Ulrichs hat ein altes Werk neu zum Leben erweckt: Er steht lebensgroß auf dem Platz, trägt das Schild „Ich kann keine Kunst mehr sehen“ und hüpf bei schlechter Datenverbindung mal näher an den Betrachter heran und dann wieder weiter weg.

### Man sieht nur mit dem Client gut

Kunstwerke, die nur virtuellen Raum einnehmen, haben die Macher und Kuratoren hinter iJacking schon weltweit ausgestellt und besuchbar gemacht. Vor Hannover waren solche Parcours in Singapur, Südkorea und der Schweiz zu sehen.

Der Schwerpunkt liegt nicht ohne Grund in und auf unserem Nachbarland

Schweiz, denn federführend für die künstlerische Leitung und Umsetzung in AR ist Arthur Clay von Virtuale Switzerland. 90 Prozent der Werke musste er selbst in Code umwandeln, denn die beteiligten bildenden Künstler sind in den seltensten Fällen auch Programmierer.

Mehrere hundert Stunden hat er damit verbracht, reale Objekte und Figuren der Künstler erst dreidimensional umzusetzen und danach in AR. „AR-Objekte müssen robust sein, deshalb besinnt man sich auf alte Sprachen.“ Deswegen nutzte er vornehmlich PHP und JavaScript, musste sich aber auch in Google Lease hineinfuchsen.

### Maximal 1 MByte Spielraum

Der Datenumfang für ein einzelnes Kunstwerk darf laut Clay 1 MByte nicht überschreiten, damit Layar damit klar kommt. Bei unserem Rundgang fiel uns auch auf, dass das iPad die Kunstwerke viel schneller anzeigte als Android-Tablets – und auch in der richtigen Größe. Das Huawei M3 stellte manche Figuren viel kleiner dar oder empfing erst gar nicht die Adresse. Allgemein empfiehlt auch Clay Tablets über 8 Zoll Bildschirm-diagonale, für kleinere Mobilgeräte sind Werke wie die fliegenden Fische an der Kröpcke-Uhr zu filigran.

Auf dem iPad ist der längere Spaziergang durch Hannover eine ganz neue Art von Kunstgenuss, die Sie sich nicht entgehen lassen sollten. Die Werke im Zentrum können bis zum 21. Oktober aufgerufen und bestaunt werden. (l@ct.de) **ct**

**HTML-Interface iJacking:** [ct.de/yqdd](http://ct.de/yqdd)

## iJacking

Augmented Reality aus Asien, Australien, Nordamerika und Europa. Das Festival für unsichtbare Kunst



Hannover, mehrere Standorte in der Innenstadt

Ausstellungsdauer: Freitag, 31. August bis 21. Oktober 2018

Veranstalter: Virtuale Switzerland & Kunstverein Kunsthalle Hannover



**NEU! DATA RETENTION**  
**migRaven ONE**

by aikux.com

## Daten und Berechtigungen konsolidieren

«Aufräumen, Umräumen,

Aussortieren ...

Eine saubere Sache!»



VOM IST ZUM SOLL  
... UND DORT BLEIBEN



**tenfold** NEUE VERSION 2018

**Berechtigungsmanagement**  
der nächsten Generation

Automatisierung

Nachvollziehbarkeit

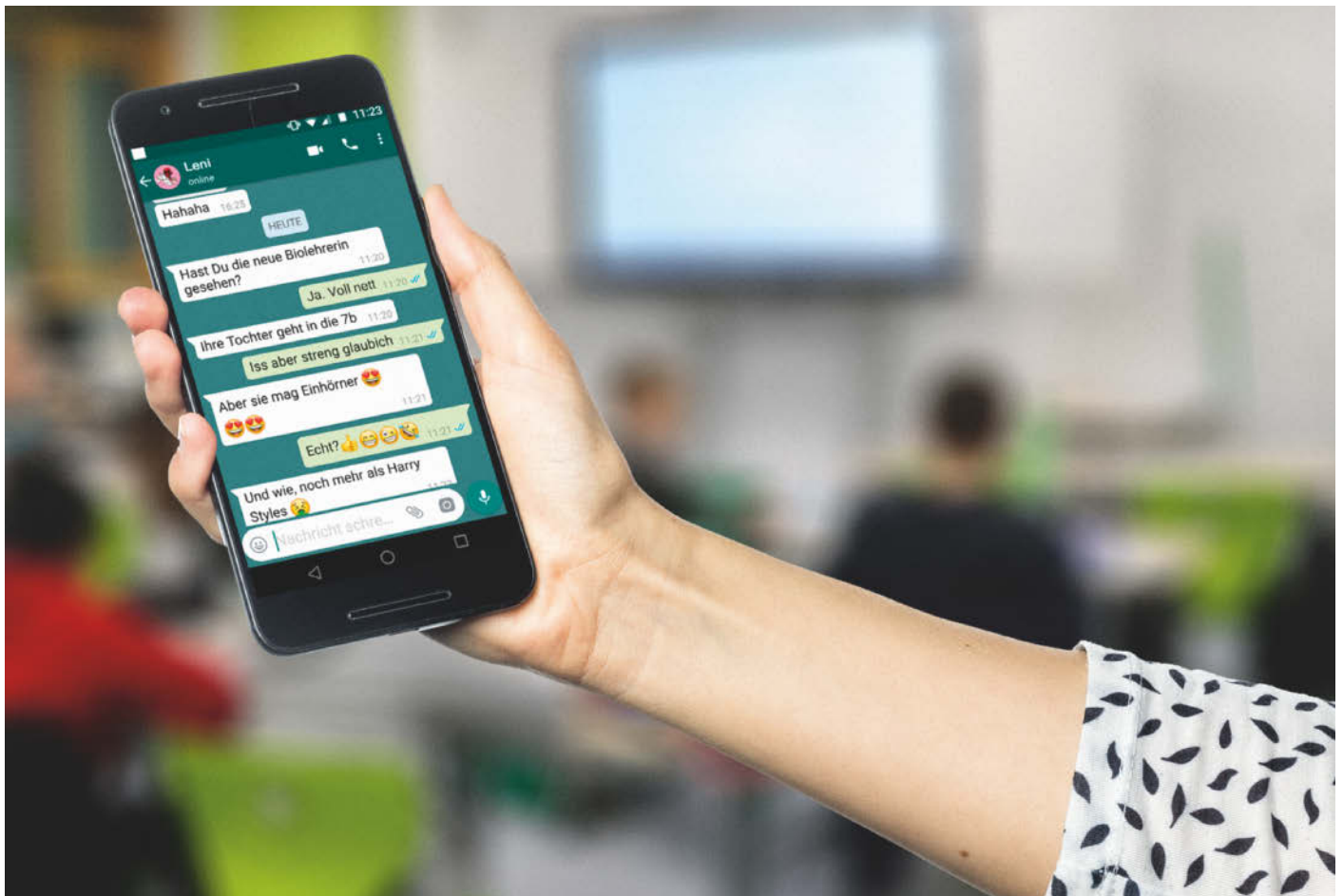
Sicherheit

aikux.com ist der führende tenfold Integrationspartner.

Treffen Sie uns auf der **it-sa** am gemeinsamen Stand in Halle 9 / 9-524

**it-sa** 2018

[www.aikux.com/itsa](http://www.aikux.com/itsa)



# Smartphones raus!

## Lehrerverband will Handys in der Schule verbieten

**Keine individuelle Smartphone-Nutzung während des Unterrichts – an französischen Schulen gilt das schon, an bayerischen auch. Nun hat der Deutsche Lehrerverband eine bundesweite Regelung dieser Art gefordert. Der Vorschlag stößt nicht nur auf Zustimmung.**

Von Dorothee Wiegand

**F**rüher war alles besser, sagen die einen – da waren die Schüler noch aufmerksam. Früher war es doch ganz genauso, sagen die anderen – da wurden unter der Bank keine WhatsApp-Nachrichten gelesen, aber handgeschriebene Zettelchen. So oder so – die Frage der Handynutzung

in der Schule beschäftigt Eltern, Pädagogen und Politiker.

Der Präsident des Deutschen Lehrerverbandes Heinz-Peter Meidinger wünscht sich für Schüler bis zum Alter von 14 Jahren ein bundesweit einheitliches Verbot der Handynutzung in der Schule – mit begründeten Ausnahmen (siehe Interview auf S. 72). Für diese Forderung führt Meidinger zwei Dinge an: die Konzentration der Schüler und die Gefahr des Mobbing. Die Aufmerksamkeit, die die Schüler der WhatsApp-Unterhaltung auf dem Handy unter der Schulbank widmen, fehlt für die Unterrichtsinhalte, so Meidinger. Insbesondere auf dem Schulhof droht seiner Ansicht nach zudem die Gefahr von Mobbing durch herabwürdigende Videos oder verletzende Posts in sozialen Netzwerken, weshalb er die Handynutzung auch in den Pausen untersagen möchte.

Die Ergebnisse einer Studie, die 2015 an der London School of Economics vorgelegt wurde, untermauern zumindest die These, dass häufige Handynutzung im Unterricht Aufmerksamkeit und Lernerfolg mindern kann. Die Forscher hatten in vier britischen Großstädten den Schulerfolg von Schülern vor und nach einem Handyverbot an ihrer Schule gemessen.

Als Maß für den Lernerfolg dienten die Ergebnisse aus dem standardisierten „General Certificate of Secondary Education“ (GCSE) aus den Jahren 2001 bis 2011. Die Autoren der Studie kommen zu dem Schluss, dass ein Handyverbot dem Schulerfolg von Schülern zugute kommt: Im Schnitt stiegen die GCSE-Noten einige Zeit nach einem Verbot um gut sechs Prozent an. Besonders brisant: Am stärksten profitierten die leistungsschwachen Schüler.

### Frankreich als Vorbild

Am 30. Juli beschloss das französische Parlament ein gesetzliches Handyverbot für alle Schulen mit Ausnahme der „Lycées“, also der französischen Gymnasien; sie können nach eigenem Ermessen eine schulinterne Regelung der Handynutzung beschließen. In Frankreich gilt das Verbot für Kinder und Jugendliche im Alter von 3 bis 15 Jahren. Abgeordnete der Regierungspartei „La République en Mar-



che“ sowie der Liberalen stimmten für das Verbot.

Der Beschluss erfüllt ein Wahlkampfversprechen des französischen Präsidenten Emmanuel Macron, verschärft jedoch lediglich ein Gesetz, das schon seit 2010 gilt. Mit der neuen Regelung sind nun jegliche internetfähigen Mobilgeräte innerhalb und außerhalb der Schule strikt verboten, also auch Tablets und Smartwatches und zwar auch auf dem Pausenhof oder beim Schulausflug.

## Individuelle Regeln

So einheitlich wie in Frankreich ist die Lage in Deutschland nicht. Bildungspolitik ist hier Ländersache. Viele Bundesländer haben gar keine entsprechenden Gesetze oder Erlasse, sondern überlassen es der einzelnen Schule, die Handynutzung ihrer Schüler zu regeln. „Die Schulleiterinnen und Schulleiter wissen am besten, wie sie vor Ort an ihrer Schule mit dieser Frage umgehen“, sagte beispielsweise kürzlich der rheinland-pfälzische Bildungsministerin Stefanie Hubig in einem dpa-Interview.

In Bayern regelt Artikel 56 (5) des „Bayerischen Gesetzes über das Erziehungs- und Unterrichtswesen“, dass Mobilgeräte auf dem gesamten Schulgelände ausgeschaltet sein müssen. Anderenfalls können Lehrer das Gerät vorübergehend einziehen. Allerdings wird auch hier über Alternativen nachgedacht. Anfang September startete im Freistaat ein Schulversuch: 135 weiterführende Schulen erhalten im Schuljahr 2018/2019 die Möglichkeit, eigene Regelungen zu erproben.

Geht es nach dem derzeitigen Präsidenten der Kultusministerkonferenz (KMK), Thüringens Ressortchef Helmut Holter (Linke), dann werden in Deutschland wohl auch künftig viele unterschiedliche Regelungen nebeneinander existieren. „Ich bin der Überzeugung, dass die Schulen selbst entscheiden sollten, ob es ein partielles oder ein generelles Verbot im eigenen Haus geben soll“, sagte der KMK-Präsident Ende Juli in Erfurt.

Das Thema ist zweifellos kontrovers. Eine kurze Umfrage in der c't-Redaktion ergab: Jeder hat zur Forderung des Lehrerverbands eine klare Meinung. Dabei sprachen sich Kollegen mit schulpflichtigen Kindern mehrheitlich für, diejenigen ohne Kinder häufig gegen den Vorschlag aus. Einen Einblick in dieses ganz und gar nicht repräsentative Stimmungsbild vermitteln die beiden Kommentare rechts. (dwi@ct.de)

## Ja, aber ... Nein, nix aber.



Julius  
Beineke

**E**in Handyverbot an Schulen wäre eine Zwischenlösung, die nach Überforderung miefte. Smartphones sind aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken – gerade aus dem von Kindern und Jugendlichen. Sie komplett aus einem essenziellen Teil der Bildung und Erziehung verbannen zu wollen, legt eine Schwäche des Schulsystems offen.

**»Ja, gute Idee. Aber dafür wären ja grundlegende Änderungen im System nötig.« Dazu sage ich  
»Ja, ganz genau das.«**

Lernende lassen sich gern vom Unterricht ablenken – das war schon so, bevor Smartphones in aller Hände waren. Zugegeben, Technik und Internet bieten ungeahnte Möglichkeiten der Ablenkung. Aber warum nicht genau diese nutzen, um Lernen effektiver und motivierender zu gestalten? Viele werden sich an die Begeisterung erinnern, wenn der Fernseher in den Klassenraum gerollt wurde. Das ist heute immer noch so, man braucht dafür aber nur noch die kleinen Bildschirme, die eh schon fast jedes Schulkind mit sich herumträgt.

Lehrstoffe müssen anders aufbereitet, Lehrkräfte anders ausgebildet, entsprechende Lehrmittel angeschafft werden. Dazu sagen nun manche „Ja, gute Idee. Aber dafür wären ja grundlegende Änderungen im System nötig.“ Dazu sage ich „Ja, ganz genau das.“

Verantwortungsvoller Umgang mit Technik muss in der Schule so selbstverständlich werden, wie er es im Alltag ist. Höchste Zeit, dass das auch alten, weißen Männern und Frauen klar wird, die noch unter ganz anderen Bedingungen gelernt haben und nun über das Lernen ihrer Kinder und Kindeskindern entscheiden. Das ist nicht leicht – aber das zieht. (jube@ct.de)

## Konzentration aufs Wesentliche



Ingo T.  
Storm

**D**er Lehrer fragt: „Was unterscheidet die Generation Z von der Generation Y?“ Eine perfekte Frage, um den Kindern richtiges Recherchieren im Internet beizubringen. Anhand von diesem Beispiel kann man ihnen zeigen, dass Wikipedia nicht alles weiß und wie man verschiedene Quellen findet, wie man sie einschätzt und gewichtet. Also: Handy raus, Browser sta... *Pling! 7 neue Nachrichten. Vorschau: Sehen wir uns in der Pause? Basti hat ...* Selbst wenn der Teenager überdurchschnittlich diszipliniert ist und nicht der Versuchung erliegt, sofort zu antworten – die Konzentration ist jetzt futsch.

Mit der ständigen Ablenkung durch Smartphone und Co. kämpfen nicht nur Minderjährige, sondern auch Erwachsene. Weil viele von ihnen die Finger nicht vom Handy lassen können, bauen Google und Apple Nutzungsbremsen in ihre aktuellen Betriebssysteme ein. Facebook und Instagram ermuntern direkt im Client zum Verzicht.

**»Mit der ständigen Ablenkung durch Smartphone und Co. kämpfen nicht nur Minderjährige, sondern auch Erwachsene.«**

Wenn selbst Erwachsene solche Maßnahmen zur Disziplinierung brauchen, wie kann man dann freiwilliges SnapChat-Fasten von Kindern und Jugendlichen erwarten?

Schule ist ein ziemlich anstrengender Job, bei dem häufige Aufmerksamkeitswechsel stören. Deshalb: Informatik als Pflichtfach, Unterricht mit moderner Technik – ja, bitte! Medienkompetenz in der Schule üben – na, klar! Aber bitte nicht mit dem eigenen Suchtmittel. (it@ct.de)

## „Es geht ums Lernen“

**Heinz-Peter Meidinger leitet das Robert-Koch-Gymnasium in Deggendorf. Seit dem 1. Juli 2017 ist er außerdem Präsident des Deutschen Lehrerverbandes. In dieser Funktion fordert er jetzt ein einheitliches, bundesweites Handyverbot in deutschen Schulen.**



**c't:** Viele technische Lösungen für Schulen, beispielsweise die HPI-Cloud, setzen auf „Bring your own Device“. Wie passt das mit der Forderung nach einem Handyverbot zusammen?

**Heinz-Peter Meidinger:** Meine Forderung nach einem Handyverbot bezieht sich auf zwei Bereiche: Erstens muss gewährleistet sein, dass die Handys *im Klassenzimmer* ausgeschaltet sind – außer sie werden im Unterricht gebraucht. Es ist kein Problem, die Handys am Schulanfang klassenweise einzusammeln und beim ausdrücklichen Unterrichtseinsatz gemäß BYOD wieder auszugeben.

BYOD hat aber mehrere Nachteile: Es ist schwierig, den Jugendschutz so zu gewährleisten, wie das möglich ist, wenn man über die Schulcomputer ins Netz geht. Außerdem gibt es keinen einheitlichen Standard, wenn auf die privaten Endgeräte zurückgegriffen wird. Nicht zuletzt ist BYOD ein Supersparmodell für den Staat und entlastet diesen aus der Verantwortung. Das sollte man nicht tolerieren.

Zweitens sollte ein Handyverbot für Schüler unter 15 während der Pausen gelten, und zwar um einerseits echte Kommunikation und Spiele zwischen Schülern zu ermöglichen und andererseits Handymissbrauch in jeder Form – nicht nur Mobbing, Happy Slapping, Filmen von Mitschülern und Lehrkräften et cetera – während der Schulzeit zu unterbinden.

**c't:** Ist ein Handyverbot wirklich die richtige Maßnahme gegen Mobbing? Schüler können doch auch von da-

heim in sozialen Medien mobben? Welche weiteren Maßnahmen gegen Mobbing im Internet müssten ein eventuelles Handyverbot aus Ihrer Sicht begleiten?

**Meidinger:** Das Bekämpfen von Cybermobbing ist natürlich eine viel umfassendere Aufgabe, als dass es sich allein mit einem Handyverbot regeln ließe. Aber mit derselben Argumentation wie in der Fragestellung können Sie auch gleich auf allen PCs den Jugendschutz ausschalten, weil die Schüler vielleicht zu Hause leichter an Gewalt- und Pornodateien kommen.

Zur Mobbingbekämpfung gehört eine frühzeitige Erkennung von Mobbingfällen, jederzeit verfügbare Ansprechpartner an der Schule und eine ernsthafte Aufarbeitung der einzelnen Fälle. Wichtig ist auch, die Eltern einzubeziehen.

### »BYOD ist ein Supersparmodell für den Staat.«

**c't:** Ließe sich die Handynutzung in der Schule überhaupt bundesweit regeln – in Deutschland ist doch die Bildungspolitik Ländersache?

**Meidinger:** Der Bildungsföderalismus spricht aber nicht dagegen, dass sich die Kultusminister auf einheitliche Regeln verständigen. Das Problem ist doch, dass jedes Land, ja teilweise jede Schule etwas anderes macht. In Bremen wird die Regelung hochgelobt, dass die

Schulkonferenz darüber entscheidet. Ich kenne da aber Schulen, die je nach Zusammensetzung der Schulkonferenz das eine Jahr dies, das andere Jahr das beschließen. Ich habe den Eindruck, dass dasselbe Wischiwaschi, die gleiche Beliebigkeit, die teilweise Einzug in die Erziehung gehalten hat, auch in der Schule als wünschenswert dargestellt wird.

In der Schule geht es in erster Linie ums Lernen. Wenn wir wissen, dass 90 Prozent der Handys während des Unterrichts nur stummgeschaltet sind (und 30 Prozent der Aufmerksamkeit fressen) und die Mehrzahl der jüngeren Schüler das Handy während der Pausen nicht zur Erweiterung des Weltwissens, sondern für schulfremde Dinge nutzt, dann muss es doch erlaubt sein, dafür klare Regeln aufzustellen.

**c't:** Angenommen, das bundesweite Handyverbot für Schüler bis 14 kommt – wie ließe es sich durchsetzen? Denken Sie an Taschenkontrollen oder Ähnliches?

**Meidinger:** Taschenkontrollen, Leibesvisitationen und übrigens auch Störsender sind im Schulbereich nicht gestattet, außer es ist Gefahr im Verzug – wenn beispielsweise Mitschüler dem Direktorat melden, dass ein Schüler eine Waffe in der Schultasche mitgebracht hat.

Aber es gibt mehrere Lösungen: Das Handy wird, von der Sitzbank entfernt, sichtbar in der Schultasche deponiert. Oder Handys werden zu Unterrichtsbeginn in einer Kiste eingeschlossen und dann wieder ausgegeben. Es gibt auch Magnettaschen, die an einer Schule, die ich kürzlich besuchte, super funktionierten.



# Erfolgreich online

## Online-Marketing-Seminare für Unternehmer

Nutzen Sie als Unternehmer unser Seminarangebot, um sich im Internet erfolgreich von Ihren Wettbewerbern abzusetzen.

Sie profitieren von neuestem Expertenwissen, der Erfahrung von Profis aus der Praxis und individuellen Tipps für Ihr Online-Marketing.

Weil Online-Wissen unbezahlbar ist.

**Jetzt  
kostenfrei  
anmelden!**

Seminarthemen und Termine finden Sie auf [www.internet-seminare.com](http://www.internet-seminare.com)  
oder rufen Sie uns an Telefon 040 800 80 1506.

**Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.**

# Fritzbox-Konkurrenz

Was der Router kann und andere besser



<b>Router-Konkurrenz .....</b>	<b>Seite 74</b>
<b>Fritzbox-Praxis .....</b>	<b>Seite 76</b>
<b>Monitoring .....</b>	<b>Seite 80</b>
<b>Smart Home .....</b>	<b>Seite 84</b>



**Allein mit der Aufzählung der Hard- und Softwarefunktionen füllt der Fritzbox-Router leicht eine Tapetenbahn und man könnte denken, der Berliner Hersteller hätte alle Anforderungen bedacht. Es gibt freilich innovative Konkurrenz, die Lücken aufdeckt.**

Von Dušan Živadinović

**F**ritzboxen sind traditionell reichhaltig ausgestattet. Den Router gibt es für DSL, Kabel, Glasfaser und LTE. Hinzu kommen regelmäßige Firmware-Updates auch für ältere Modelle und ein dickes Paket an Softwarefunktionen, das der Berliner Hersteller AVM kontinuierlich erweitert. Das macht es Mitbewerbern schwer, dagegenzuhalten.

Zum Beispiel kann man Fritzboxen miteinander vermeshen, um die WLAN-Abdeckung zu vergrößern oder eine über zwei oder mehr Städte verteilte Tk-Anlage aufzubauen. Für das neue FritzOS 7 hat sich AVM ins Zeug gelegt und vieles, was schon gut funktionierte, noch etwas verfeinert. Manche Konfigurationswege sind daher hinfällig, sodass man neue beschreiten muss. Welche das sind, lesen Sie im umfangreichen Beitrag ab Seite 76.

Fortgeschrittene Fritzbox-Anwender schätzen die Konfigurationsschnittstelle TR-064. Darüber lassen sich Betriebsdaten des Routers auslesen und Monitoring-Programmen zuführen. Den zugehörigen Diagrammen kann man dann etwa die Auslastung der Internet-Leitung entnehmen oder Häufungen von Internet-Ausfällen – siehe Seite 80.

Die Schnurlostechnik DECT gehört zwar zum Pflichtenheft von Fritzboxen, längst ist sie aber auch ein Türöffner für Smart-Home-Anwendungen. FritzOS 7 öffnet die Berliner Router für Smart-Home-Geräte fremder Hersteller (S. 84).

Bei aller Funktionspracht sind auch Fritzboxen nicht fehlerfrei. Security-Fixes bringt AVM zwar umgehend heraus, doch zuletzt nisteten kleine Bugs über Monate im FritzOS und wurden erst mit Version 7 ausgemerzt.

Das lässt manche Interessenten nach Alternativen Ausschau halten. Auf dem

Niveau, das die Fritzbox vorgibt, ist die Auswahl nicht mehr groß. Als ein ernster Verfolger gilt der TP-Link Archer VR2800v.

### Fritzens Mitbewerb

Er nimmt es in wesentlichen Ausstattungspunkten mit der Fritzbox auf. Beispielsweise bringt er das interne Netz über beide Protokolle (IPv4 und IPv6) ins Internet, holt Multicast-IPTV ins LAN, verteilt beides per Ethernet und WLAN weiter und bringt Telefone ins Internet. Bis zu zwei analoge Geräte lassen sich anschließen.

DECT ist ebenfalls an Bord – das Smart-Home-Protokoll DECT-ULE fehlt jedoch ebenso wie Mesh, SIP-Trunking und ISDN, und das 2,4-GHz-WLAN sendet nur drei Streams. Den bei Privatkunden üblichen IPv6-Präfixwechsel berücksichtigt das Gerät nicht, IPv6-Freigaben enden daher nach Neustarts in der Sackgasse. Der IPv6-Kaskadierung muss man bis zum Fix von TP-Link von Hand nachhelfen.

In manchen Punkten ist Archer dem AVM-Flagschiff Fritzbox 7590 sogar voraus: Er kann VPN-Tunnel nicht nur per IPsec, sondern auch per OpenVPN aufbauen. Die Bedienung gefällt ebenfalls. Einmal eingerichtet, kann man den TP-Link sich selbst überlassen – schön.

### Tschechische Innovation

Die tschechische Domainverwaltung CZ.NIC hat mit dem erweiterbaren Router Turris Omnia frischen Wind in den Markt gebracht. Für ihre Soft- und Hardware-Entwicklungen schöpft die CZ.NIC traditionell vom Personal dortiger Universitäten.

Dieses Potenzial merkt man beim Omnia schon der Hardware an, die gleich sieben GBit-Anschlüsse enthält, dazu einen SFP-Slot für die Glasfaser, mSATA für zusätzlichen Speicher, Mini-PCIe- und SIM-Slot sowie die programmierbaren Schnittstellen GPIO, SPI, I2C und UART. Das 11ac-WLAN kann man austauschen, etwa gegen die Mikrotik-Module R11e-2HPnD und R11e-5HacT (2,4 und 5 GHz). Von derart offener Fritzboxen kann man nur träumen.

Der Omnia ist außerdem schnell. Als NAS-Gerät mit externer SSD liefert er 72 bis 114 MByte/s. Da kommt keine Fritzbox mit.

Für den Internet-Zugang braucht der Omnia indes ein externes Modem (z. B. Technicolor TC4400 für Kabel- oder DrayTek Vigor 130/160 für DSL). Omnia-Router können dem Hersteller ungewöhnliches Verkehrsverhalten melden, der die anonymen Daten auswertet und etwa bei Botnetz-Angriffen angepasste Firewall-Regeln an die Router-Flotte zurückschickt.

Das OpenWRT-basierte Betriebssystem kann man mittels Open-Source-Software erweitern, darunter etwa mit OpenVPN inklusive IPv6. In der Dreiklick-Konfiguration fehlt lediglich die LAN-zu-LAN-Kopplung. Admins können sich das aber selbst zusammentippen. Mit dem Software-Paket yate (Yet Another Telephony Engine) lässt sich auch eine VoIP-Tk-Anlage nachrüsten.

(dz@ct.de) **ct**



Fritzbox (Mitte) und die Alternativen: Gute Beispiele für gelungene Router-Konzepte sind der Turris Omnia (links) und der TP-Link Archer VR2800v (rechts).



# Trick 7

## Nützliche Kniffe für Fritzboxen mit FritzOS 7

**AVMs jüngst aufgefrischtes Router-Betriebssystem FritzOS 7 weitet nicht nur per Mesh das WLAN für lückenlose Abdeckung aus. Es kann noch einiges mehr. Und wo FritzOS 7 zu kurz springt, geben wir Hilfestellung.**

Von Ernst Ahlers

**N**achdem im Herbst 2016 die ersten Mesh-WLAN-Systeme auf den Markt kamen, hat AVM das Thema schnell für seine Fritzboxen umgesetzt. In FritzOS 7, dem aktuellen Betriebssystem für die Fritzbox-Router, wurde Mesh zum zentralen Punkt, auch wenn die Technik schon in älteren FritzOSen umgesetzt war.

Kurz rekapituliert: Mesh-WLAN-Systeme sollen mit mehreren untereinander

per Funk, Ethernet-LAN oder Powerline gekoppelten Basen (Nodes) größere Wohnungen oder Häuser lückenlos und flott per WLAN abdecken [1, 2, 3].

Als Mesh-Master hat die Fritzbox mit Internetzugang die Fäden in der Hand: Über sie kann man weitere Geräte wie Fritz-WLAN-Repeater oder Fritz-Powerline-Adapter einbinden und in der Mesh-Übersicht zentral deren Firmware auf Stand halten.

Mit der Mesh-Kopplung übernehmen diese Geräte die WLAN-Einstellungen vom Mesh-Master. Spätere Änderungen wie ein neues WLAN-Passwort oder Zeitsperren für die Gadgets der Sprösslinge wandern ebenfalls automatisch ins ganze Netz. So muss man bei solchen Änderungen nicht mehr jedes Gerät einzeln anfassen.

Bei FritzOS 7 hat AVM viele Details optimiert: Das neue Fritzbox-Betriebssystem achtet nun beispielsweise bei kritischen Passwörtern auf ausreichende

Komplexität, damit man sich keine Laufmaschen ins Netz reißt.

Zu den wenigen, tatsächlich neuen Features gehört Zero-Wait-DFS: Fritzboxen überprüfen nun laufend die 5-GHz-Funkkanäle auf Wetterradar-Signale beispielsweise der DWD-Radarstationen. So wissen sie stets, auf welche Frequenz sie beim Auftauchen eines neuen Radarsignals verzögerungsfrei wechseln können. Damit umgehen sie die vorgeschriebenen Zwangspausen von 60 Sekunden (Kanal 100–116, 132–140) beziehungsweise 600 Sekunden (Kanal 120–128) und das schnelle 5-GHz-WLAN wird zuverlässiger.

Außerdem kann man nun auch Fritzboxen als Mesh-Repeater betreiben. Wer von einem Provider-Upgrade beispielsweise eine ungenutzte Fritzbox 7490 in der Schublade hat, kann diese Box nicht nur zum Ausweiten des WLAN, sondern auch für weitere Funktionen ins Mesh holen. Besonders bei der Telefonie ist das



spannend und bringt greifbaren Mehrwert.

## Fritz-Telefonie

Oberflächlich betrachtet hat sich bei der Telefonie in FritzOS 7 zunächst nichts geändert: Die Telefonzentrale bietet wie gewohnt an, SIP-Clients – also Smartphone- und PC-Apps oder VoIP-Telefone – als Sprechstellen anzubinden [4]. Dazu legt man unter Telefonie/Telefoniegeräte ein „LAN/WLAN (IP-Telefon)“ neu an. So funktionieren diese Geräte wie per Kabel angebundene Telefone oder DECT-gekoppelte Schnurlostelefone im internen Netz. Die Telefonzentrale steckt sogar in Fritzboxen ohne DECT-Funk und Analogbuchsen (a/b, TAE) wie der 4040. Sie erscheint bei solchen Routern im Menü, wenn man bei WLAN/Funknetz die „Unterstützung für FRITZ!App Fon ...“ aktiviert.

Nach Freigabe der Anmeldung aus dem Internet kann man IP-Telefone prinzipiell auch in fremden Netzen verwenden, also überall über die eigenen Festnetznummern erreichbar sein. Das ist aber bei der SIP-Direktverbindung wegen fehlender Verschlüsselung heikel. Schutz vor Abhören und Missbrauch lässt sich über ein VPN schaffen, dazu gleich mehr.

Bei FritzOS 7 scheint leider ein Fehler in die IP-Telefonie eingezogen zu sein: Uns gelang es nicht, andere SIP-Apps als AVMs FritzApp Fon so einzurichten, dass sie dauerhaft nutzbar waren. Direkt nach dem Einrichten funktionierte die Android-App CSipSimple zwar als interne Sprechstelle. Nachdem das Smartphone einmal das Netz gewechselt hatte, scheiterte die SIP-Anmeldung aber mit einem „Bad Request“. Manchmal funktionierte sie nach einigem Warten wieder. Aus fremden Netzen übers Internet ließ sich CSipSimple trotz Erlaubnis in der Fritzbox gar nicht nutzen. AVM will diesen Bug beheben.

## Besserer VPN-Client

Aktuell ist also FritzApp Fon die bessere Wahl, wenn man sein Smartphone als Telefon an der Fritzbox verwenden will. Leider funktioniert die App nur in deren internem Netz.

Um sie außerhalb des heimischen WLAN zu nutzen, muss eine VPN-Verbindung zur Fritzbox bestehen. Die lässt sich zwar mit AVMs MyFritz App 2 unter „Heimnetz“ durch einen Tipp auf „Heimnetzverbindung einrichten“ simpelst etablieren. Aber man muss die VPN-Verbindung beim Verlassen des Heimnetzes

jedes Mal manuell aktivieren und bei der Rückkehr deaktivieren. MyFritz App 2 tut das zurzeit nicht automatisch – Komfort geht anders.

Die Android-App VpnCilla macht's besser: Sie kann die Fritz-VPN-Verbindung automatisch auf- und abbauen, wenn das Smartphone die Grenze des Heimnetzes passiert. Die Testversion lässt sich 10 Tage lang ausprobieren, startet aber nicht beim Booten des Handys. Das ist der mit 4 Euro angemessenen teuren Bezahlversion vorbehalten, die man über die Familienmediathek obendrein teilen darf.

VpnCilla ist jedoch etwas aufwendiger zu konfigurieren als MyFritz App 2, hier im Schnelldurchgang: neue VPN-Verbindung „Home“ anlegen, MyFritz-Name der Fritzbox in „VPN Server Adresse“, Benutzername in der Fritzbox in „IPSec Identifier“ und in „Benutzername“ der VPN-Verbindung eintragen, „IPSec Pre-Shared Key“ und „Benutzer Passwort“ wie in der Fritzbox setzen, Default-Route auf „via lokales WiFi ...“ umstellen, Funknetznamen des heimischen WLANs in die „WiFi SSID Blacklist“ eintragen.

Die nötigen VPN-Details verrät die Fritzbox beim Bearbeiten des Benutzers unter System/Fritzbox-Benutzer nach einem Klick auf „VPN-Einstellungen anzeigen“.

Damit ist die VPN-Verbindung konfiguriert. Nun können Sie sie bei der VpnCilla-Kaufversion über das Dreipunkte-Menü unter „Boot Option“ auch als Boot-Profil wählen.

In dieser Einstellung verhält sich VpnCilla wie MyFritz App 2: Es nutzt die Fritzbox als DNS-Resolver (Auflösung von

Namen zu IP-Adressen) und leitet nur den Verkehr fürs heimische Netz durchs VPN, sodass man über die eigene Fritzbox telefonieren oder auf Hosts im (W)LAN zugreifen kann.

Surfen, Mailen und andere Smartphone-Anwendungen laufen weiterhin über die gerade aktive Basisverbindung, also WLAN oder Mobilfunk. Soll aller Verkehr über die eigene Fritzbox laufen, dann biegen Sie in den Einstellungen von VpnCilla die Default-Route auf „via VPN“ um.

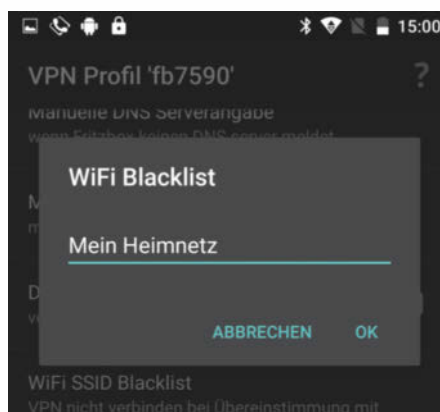
Wenn VpnCilla funktioniert wie gewünscht, können Sie die Einstellungen bei der Kaufversion passwortgeschützt und verschlüsselt in den Smartphone-Speicher oder auf die MicroSD-Card sichern.

Mit dieser VPN-Verbindung arbeitet FritzApp Fon im Prinzip überall und nicht nur im Heimnetz. Die App braucht nach einem Netzwerkwechsel lediglich ein paar Sekunden, bis sie ihre SIP-Verbindung zur Fritzbox wiederhergestellt hat. Interessanterweise funktionierte bei uns auch CSipSimple als interner SIP-Client eingerichtet übers VPN aus fremden Netzen. Nur beim Wechsel ins Heimnetz gab es erneut den „Bad Request“ (siehe oben).

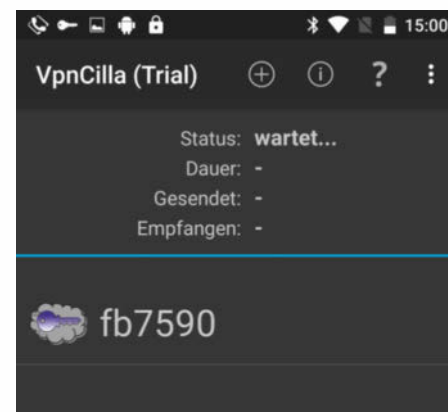
## Mesh-Telefonie

Auch früher konnte man schon mehrere Fritzboxen im Heimnetz und übers Internet zu einer verteilten Telefonanlage koppeln [5]. Mit FritzOS 7 hat AVM den Vorgang deutlich vereinfacht.

Im Heimnetz genügen zwei essenzielle Schritte: Fritzbox als Mesh-Repeater aufsetzen, nachträglich Telefonie-Mesh aktivieren. Das geht im Detail so: Brechen

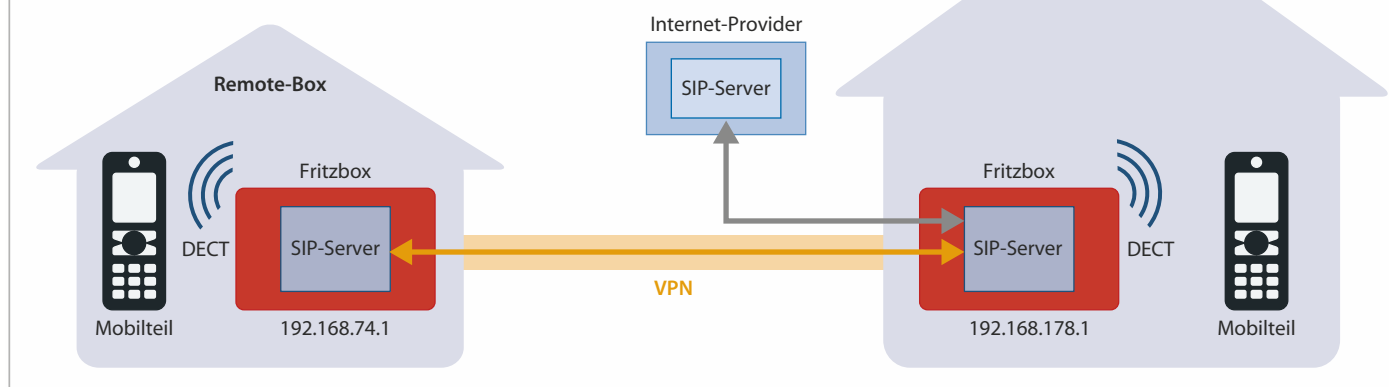


Die Android-App VpnCilla ist zwar aufwendiger zu konfigurieren, kann aber mehr als AVMs MyFritz App 2: Steht der Funknetzname des eigenen WLAN in der Blacklist, baut VpnCilla die VPN-Verbindung automatisch auf und ab, wenn man sein Heim verlässt oder zurückkehrt.



## VoIP-Kopplung

Die Mesh-Telefonie funktioniert auch übers Internet: Man verbindet zwei Fritzboxen über ein Site-to-Site-VPN, was bei AVM „LAN-LAN-Kopplung“ heißt. Nach etwas manueller Konfiguration kann die Remote-Box am zweiten Standort die Telefonnummern der Zentrale mitnutzen.



Sie bei einer frischen Fritzbox den Konfigurationsassistenten ab, stellen Sie sie unter Heimnetz/Mesh/Mesh-Einstellungen auf Mesh-Repeater-Betrieb um und wählen Sie WLAN oder LAN für die Verbindung zum Mesh-Master.

Mit dem voreingestellten „Einstellungsübernahme aktiv“ holt sich die Box nach dem Klick auf „Übernehmen“ alle nötigen Parameter vom Master, ist aber noch kein Teil des Mesh. Das korrigieren Sie mit zwei Tastendrücken. Welche Taste man wie lange drücken muss und mit welcher Leuchte die Fritzbox das bestätigt, ist von Modell zu Modell verschieden (ct.de/yz4x).

Jetzt sind die Boxen netzwerktechnisch vermascht. Um auch die Telefonie-Einstellungen zu kopieren, gehen Sie auf dem Mesh-Master unter Heimnetz/Mesh/Mesh-Einstellungen zur Liste der gekoppelten Mesh-Repeater. Klicken Sie dort bei jedem auf „Freischalten“, der auch als Telefonie-Basis arbeiten soll.

Kurz darauf haben die Mesh-Repeater die Telefonie-Einstellungen übernommen. Nun können Sie dort wie gewohnt Telefone anschließen, DECT-Mobilteile koppeln und per Browser den Telefoniegeräten die Rufnummern zuordnen.

### Telefonie-Wunschliste

Eine zweite Fritzbox als zusätzliche Telefonie-Basis ist zwar praktisch, wenn man größere Gebäude lückenlos mit DECT abdecken möchte. Aber noch fehlen in der Mesh-Telefonie ein paar nützliche Features.

Der Funkzellenwechsel (Roaming) geht bei den DECT-Schnurlostelefonen zurzeit nur manuell und wenn gerade kein Gespräch läuft. Dazu meldet man die Handgeräte bei beiden Basen an. Anschließend lässt sich beim Verlassen der einen DECT-Funkzelle die andere im Menü wählen. AVM erwägt, diese Umschaltung im gesprächsfreien Zustand bei seinen Fritz-Fons zu automatisieren.

Interne Gespräche über die INT-Taste der Fritz-Fons funktionieren erst dann zellübergreifend, wenn man auf jedem Schnurlos-Telefon einmalig einen Rundruf (Kurzwahl \*\*9) auslöst. Damit macht man es den anderen DECT-Geräten an den Telefonie-vermeshten Fritzboxen bekannt.

Ferner synchronisieren sich die Telefonbücher der vermaschten Fritzboxen noch nicht. Das will AVM mit einem FritzOS-Update nachliefern.

### Telefonie-Mesh übers Internet

Die Telefonie-Kopplung übers Internet ist zwar etwas arbeitsaufwendiger als im Heimnetz, aber beileibe kein Hexenwerk. Für die folgende Anleitung gehen wir davon aus, dass zwei Fritzboxen – Zentrale und Remote-Box – an zwei Standorten bereits grundkonfiguriert und online sind und Sie die Fritzbox-Konfigurationsseiten in der erweiterten Ansicht aufrufen (Dreipunkte-Menü rechts oben im Browser).

Zunächst errichten Sie zwischen den beiden Boxen eine VPN-Verbindung, die die (W)LANs der Standorte koppelt. Das setzt zwei Dinge voraus: Erstens müssen

sich die internen IPv4-Adressbereiche der beiden Netze unterscheiden. Vorab sind also bei einer der Boxen über Heimnetz/Netzwerk/Netzwerkeinstellungen die IPv4-Adressen zu ändern. Wählen Sie beispielsweise bei der Remote-Box den Bereich 192.168.74.1/24. Zweitens müssen beide Boxen bei AVMs DynDNS-Dienst myfritz.net angemeldet sein. Für Details dazu verweisen wir der Kürze halber auf AVMs Hilfeseiten (ct.de/yz4x). Hilfe zu Problemen folgt rechts bei „Fußangeln“.

Nun klicken Sie in der Zentrale unter Internet/Freigaben auf den Reiter VPN, fügen eine VPN-Verbindung hinzu und bestätigen dabei den vorgewählten Typ „LAN-LAN-Kopplung“. Als „VPN-Kennwort (Preshared Key)“ tragen Sie ein für diesen Zweck erwürfeltes Passwort ein. Notieren Sie es sich für die andere Seite, die bei den weiteren Parametern spiegelbildlich konfiguriert wird.

Ins Feld „Internet-Adresse“ gehört die Myfritz-Adresse der Gegenstelle. Bei „Entferntes Netzwerk“ vermerken Sie den IPv4-Adressbereich der Gegenseite, also auf der Remote-Box das interne Netz der Zentrale (192.168.178.0 mit Netzmaske 255.255.255.0) und umgekehrt in der Zentrale das der Remote-Box (192.168.74.0/255.255.255.0). Nun fehlt nur noch ein Häkchen bei „VPN-Verbindung dauerhaft halten“ und der Klick auf „Übernehmen“.

Sind beide Seiten konfiguriert, dauert es einen Moment, bis die Boxen ihre VPN-Verbindung etabliert haben. Darüber lässt sich nicht nur Telefonie betreiben, sondern auch ein PC fernsteuern oder auf Netzwerkspeicher zugreifen. Für Zugriffe



durchs VPN hindurch müssen Sie jedoch die IPv4-Adresse des Ziels kennen, weil jede Fritzbox nur für ihr eigenes Netz als DNS-Resolver agiert.

## VPN-Performance

Auch bei schnellen Internetanschlüssen sollten Sie keine VPN-Geschwindigkeitswunder erwarten: Wir kamen bei Versuchen mit den Fritzboxen 7490 (FritzOS 7.01), 7590 (7.00) und 7582 (6.84) je nach Übertragungsrichtung auf 22 bis 25 MBit/s TCP-Datenrate durch das LAN-zu-LAN-VPN (7590 und 7582). Die Kombination 7490 und 7590 war deutlich langsamer (5,6 bis 7,7 MBit/s). Dabei nutzen wir für das simulierte Internet den WAN-Port (7582, 7590) beziehungsweise den zum WAN-Port umgewidmeten LAN1-Port (7490), damit die Router WAN-seitig untereinander mit Gigabit-Ethernet-Geschwindigkeit kommunizieren konnten.

Die Probe mit einem VPN-Client (Linux-PC mit vpnc) in diesem Aufbau beleuchtet die Performance-Unterschiede der Boxen näher: Die hardwareseitig recht alte 7490 schaffte 9,2 MBit/s TCP-Durchsatz beim Upload ins LAN, während die moderne 7590 auf 29 MBit/s kam und die 7582 sogar 36 MBit/s erreichte. Die Gegenrichtung (LAN-Host an VPN-Client im Internet) war bei allen Boxen etwas langsamer. Wer den VPN-Durchsatz bei der LAN-LAN-Kopplung optimieren möchte, sollte also moderne Fritzboxen einsetzen.

Die für Provider gefertigte, mit einem G.fast-Modem bestückte Fritzbox 7582 steht hier stellvertretend für das mit einem xDSL-Vectoring-Modem ausgerüstete, aber sonst baugleiche verbreitete Modell 7580.

## Remote-Nummern einrichten

Steht die VPN-Verbindung, dann sind noch zwei Schritte zur Telefoniekopplung nötig: Zuerst legen Sie in der Zentrale unter Telefonie/Telefoniegeräte ein IP-Telefon neu an. Nehmen Sie dafür einen sprechenden Namen, auch als Benutzername in den Zugangsdaten, und setzen Sie ein sicheres Passwort.

Wählen Sie als Telefonnummer für ausgehende Gespräche die vorgeschlagene Standardnummer und lassen Sie das Gerät auf alle Rufnummern reagieren. Diese breite Vorgabe können Sie später auf der Remote-Box passend einschränken.

Im zweiten Schritt legen Sie auf der Remote-Box unter Telefonie neue „Eigene Rufnummern“ an. Wählen Sie als Telefonie-Anbieter den neuen Typ „Fritzbox im Heimnetz“. Als „Rufnummer für die Anmeldung“ tragen Sie eine Nummer der Zentrale ein, und zwar mit Vorwahl. Bei „Interne Rufnummer in der Fritzbox“ genügt die lokale Rufnummer ohne Vorwahl. Wenn gewünscht, ergänzen Sie weitere Nummern der Zentrale.

Benutzername und Kennwort setzen Sie wie in der Zentrale beim IP-Telefon. Bei „Registrar“ gehört die interne IPv4-Adresse der zentralen Fritzbox hinein, in unserem Beispiel also 192.168.178.1. Setzen Sie noch ein Häkchen bei „Ortsvorwahl für ausgehende Gespräche einfügen“, damit ausgehende Gespräche von der Remote-Box aus funktionieren.

Nach dem Klick auf „Weiter“ prüft die Remote-Box ihre neue Telefonieverbindung. Nach ein paar Sekunden können Sie in der Regel dann auf „Übernehmen“ klicken – wenn nicht, folgen unten ein paar Tipps. Nun bleibt nur noch, bereits eingerichteten Telefoniegeräten der Remote-Box die neuen Rufnummern zuzuordnen, damit diese auf dort eingehende Anrufe reagieren und darüber ausgehende Gespräche führen können.

## Fußangeln

Die entfernte Fritzbox 7490 an die Zentrale (Fritzbox 7590) zu koppeln war bei uns etwas mühsam: Die 7590 hatte mehrere Firmware-Updates und reichlich Konfigurationsänderungen hinter sich. Zurücksetzen und Neuladen der Konfigurationsdatei genügte nicht. Erst nachdem wir die Box auf Werkseinstellungen zu-

rücksetzten und manuell neu konfigurierten, ließ sich die Telefoniefunktion der 7490 mit der Zentrale verbinden.

Sollten Sie wie wir beim Koppeln der Telefonie scheitern, versuchen Sie die Neukonfiguration erst als letztes Mittel. Probieren Sie vorher einen anderen Browser aus. Bei uns klappte das erneute Anlegen eines gelöschten Nummernblocks in der Remote-Box erst, nachdem wir von Firefox 62 auf Chrome/Chromium 71 wechselten. Meiden Sie ferner Sonderzeichen in den Zugangsdaten und beschränken Sie sich auf a-z, A-Z und 0-9: Mit einem @ im Telefonie-Benutzernamen scheitert die Anmeldung. Leider warnt die Fritzbox hier nicht.

Wenn Sie diese Klippen erfolgreich umschiffen haben, steht der verteilten Telefonie nichts mehr im Weg. Das dürften nicht nur Selbstständige oder Kleinunternehmer für ihre Filiale nützlich finden: Auch wer sich häufig im Wochenendhäuschen am Waldrand aufhält, könnte die fortgesetzte Festnetz-Erreichbarkeit schätzen.

(ea@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Ernst Ahlers, Drahtlose Kooperative, Mehr Reichweite und Speed mit Mesh-Systemen, c't 23/2017, S. 72
- [2] Ernst Ahlers, Maschen drahtlos, Mesh-WLAN-Systeme im Vergleich, c't 23/2017, S. 76
- [3] Dr. Alfred Arnold, WLAN-Wanderung, IEEE-Erweiterungen für besseres WLAN-Roaming, c't 23/2017, S. 84
- [4] Ernst Ahlers, VoIP-Zaubereien, Das Netz als Telefonanlage, c't 23/2014, S. 114
- [5] Ernst Ahlers, VoIP-Durchreiche, Tk-Anlagen mehrerer Fritzboxen miteinander koppeln, c't 6/2015, S. 140

**Fritzbox als Mesh-Repeater, MyFritz:**  
[ct.de/yz4x](http://ct.de/yz4x)

Über den bei FritzOS 7 neuen Telefonie-Anbieter „Fritzbox im Heimnetz“ kann der Router die VoIP-Rufnummern einer anderen Fritzbox parallel nutzen.

# Router-Watching

## Fritzbox-Aktivität: Langzeitbeobachtung mit Munin

**Fritzboxen führen im Web-Interface viele Betriebsdaten auf – zum Beispiel die Auslastung der Internet-Leitung oder der WLAN-Basisstation. Speist man damit eine Monitoring-Software, gelingen Fehlersuchen oder auch Bedarfsanalysen leichter. Als Sammelstation genügt schon ein Raspi.**

Von Dušan Živadinović

Die Fritzbox gehört zu den redseligen Routern: Sie zeigt übersichtlich, was gerade im WLAN läuft oder wie viele Daten sie im aktuellen Monat übertragen hat. Nach einem Neustart hat sie ihren internen Datenbasar zwar leergefegt, aber wenn man ihn kontinuierlich per TR-064-Protokoll ausliest und auf einem PC sicher verwahrt, kann man die Daten mit Monitoring-Programmen zu Diagrammen aufbereiten [1].

In diesem Beitrag geht es um die Monitoring-Suite Munin. Deren Hauptqualität liegt in der Langzeiterfassung von Betriebsparametern. Munin ist für Linux, FreeBSD und macOS erhältlich und lässt sich ebenfalls mittels Plug-ins für die Abfrage zahlreicher Geräte nachrüsten. Plug-ins für die Fritzbox haben mehrere Autoren geschrieben. Eine interessante Samm-

lung zum Auslesen von gleich acht verschiedenen Betriebswerten stammt von Christian Stadel-Schuldt, einem Berliner Daten-Spezialisten. Er hat sie unter dem Namen „Fritzbox-Munin“ veröffentlicht und kürzlich für FritzOS 7 angepasst (siehe [ct.de/yjpb](http://ct.de/yjpb)). Sie gründet auf dem von Klaus Bremer entwickelten Python-Modul Fritzconnection, das mit Fritzboxen per TR-064-Protokoll spricht.

Wir haben Munin, Fritzconnection und Fritzbox-Munin auf einem Raspi 3B+ mit Raspbian Stretch ausprobiert. Die Einrichtung spielt sich im Terminal ab und ist an einem Nachmittag erledigt. Munin ist ein Client-Server-basiertes Monitoring-System, das Daten von entfernten Munin-Nodes (z. B. separate PCs) einlesen und gesammelt darstellen kann. So kann es ganze Netze überwachen. Für eine einzelne Fritz-





box genügt es aber, den Server und einen Node auf einem Raspberry Pi einzurichten.

Wir gehen davon aus, dass Sie den Raspi entweder direkt über seinen Desktop steuern oder per Kommandozeile via SSH darauf zugreifen können.

Auf Fritzboxen ist die TR-064-Schnittstelle ab Werk abgeschottet. Geben Sie `fritz.box` in Ihrem Browser ein und melden Sie sich an. Schalten Sie die Expertenansicht ein. Öffnen Sie den Bereich Heimnetz/Heimnetzübersicht/Netzwerkeinstellungen und aktivieren Sie den Punkt „Zugriff für Anwendungen zulassen“. Speichern Sie die Änderungen. Damit sich die Fritzbox-Munin-Plug-ins anmelden können, muss man im Bereich „System/Fritzbox-Benutzer/Anmeldung an der Fritzbox“ die Option „Anmeldung mit dem Fritzbox-Kennwort“ aktivieren; die Option „Anmeldung mit Fritzbox-Benutzernamen und Kennwort“ funktioniert nicht.

Melden Sie sich nun am Raspi in einem Terminal an. Aktualisieren Sie zunächst die Betriebssoftware:

```
sudo apt-get update && apt-get upgrade
```

So richten Sie Munin ein:

```
sudo apt-get install munin
```

## Graf Zahl

Der Install-Befehl zieht weitere benötigte Pakete nach, falls diese auf dem System noch nicht vorhanden sind. Munin zählt einfach alles – die Auslastung der CPU- und des Apache-Webserver auf dem Raspi, Netzwerk-Parameter, Interrupts und vieles andere mehr. Einige Plug-ins werden erst dann aktiv, wenn der zugehörige Dienst auf dem Raspi installiert ist, zum Beispiel das für den SMTP-Server Exim.

Um zu prüfen, ob Munin korrekt läuft, konfigurieren Sie die Plug-ins, die Munin für die Abfrage von Betriebsdaten des lokalen PC mitbringt. Melden Sie sich dafür als Root am Raspi an. Andernfalls scheitern einige automatische Verlinkungen:

```
su -
munin-node-configure --shell
--families=contrib,auto | sh -x
exit
```

Welche Plug-ins installiert sind, kann man in einer Netcat-Sitzung mit dem Befehl `list` prüfen; der Munin-Server wird dafür über den TCP-Port 4949 angesprochen:

```
nc localhost 4949
list
```

Die mehrzeilige Ausgabe sollte mit `apache_accesses` starten und mit `vmstat` enden. Wenn Sie genug gesehen haben, schließen Sie die Verbindung mit `quit`.

Um Fritzconnection zu installieren, den für die Plug-ins erforderlichen Unterbau, brauchen Sie den Paketmanager Python-PIP:

```
sudo apt-get install python-pip
```

PIP löst jedoch nicht alle Abhängigkeiten des Fritzconnection-Pakets auf. Richten Sie daher einige Pakete von Hand ein:

```
sudo apt-get install libxml2-dev
libxslt1-dev
sudo pip install lxml requests
```

Bringen Sie nun Fritzconnection auf Ihren Raspi:

```
sudo pip install fritzconnection
```

Der Befehl `pip list` führt die eingerichteten Python-Pakete auf. Das Kommando `fritzconnection -h` liefert eine Kurzanleitung. Details zu den Befehlen finden Sie auf der Projektseite von Fritzconnection (siehe [ct.de/yjpb](http://ct.de/yjpb)).

## Fritzbox-Munin

Laden und entpacken Sie nun Fritzbox-Munin:

```
cd ~/Downloads
wget https://github.com/Tafkas/fritzbox-munin/archive/master.zip
unzip master.zip
```

Kopieren Sie die Plug-ins an ihr Ziel und legen Sie dorthin symbolische Links im Konfigurationsordner von Munin an:

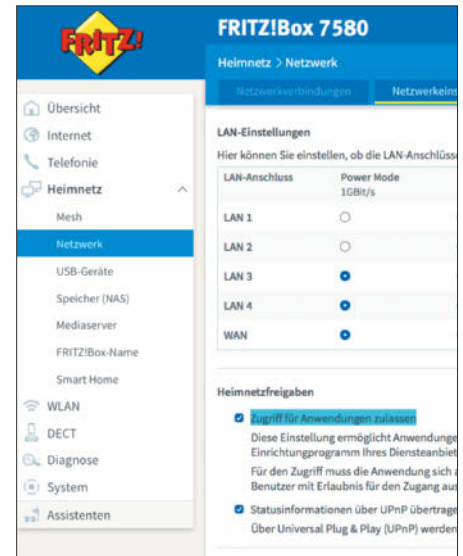
```
cd ~/Downloads/fritzbox-munin-master/
sudo cp *.py /usr/share/munin/plugins/
sudo ln -s /usr/share/munin/plugins/plugins/*.py /etc/munin/plugins
```

Damit der lokale Munin-Node die Fritzbox findet, muss man dessen Konfigurationsdatei editieren:

```
sudo pico /etc/munin/
plugin-conf.d/munin-node
```

Mit diesen fünf Zeilen, am besten eingefügt nach dem Abschnitt `exim_mailstats`, findet der Node die Fritzbox und authentifiziert sich:

```
[fritzbox_*]
env.locale de
env.fritzbox_ip 192.168.178.1
env.fritzbox_password Passwort
host_name fritzbox
```



Das TR-064-Protokoll muss man in Fritzboxen eigens einschalten.

Setzen Sie anstatt 192.168.178.1 die IP-Adresse ein, die Ihre Fritzbox im Heimnetz nutzt. Speichern Sie die Änderungen mit der Tastenkombination Strg-X und Y. Starten Sie den Munin-Node neu, damit er die Änderungen übernimmt:

```
sudo /etc/init.d/munin-node restart
```

Standardmäßig sortiert Munin die Daten der lokalen Maschine und der Fritzbox in gemeinsamen Rubriken („Categories“). Man kann für die Fritzbox mit wenig Aufwand eine eigene Rubrik einrichten:

```
sudo pico /etc/munin/munin.conf
```

Ersetzen Sie `home.yourhost.net` mit dem Domainnamen, den Sie in Ihrem LAN verwenden, also etwa `fritz.box`. Tragen Sie darunter die Namen der Plug-ins sowie die Category ein, in der die zugehörigen Diagramme einsortiert werden sollen, zum Beispiel „fritz“. Großschreibung ignoriert Munin an dieser Stelle.

```
[home.yourhost.net;server]
address 127.0.0.1
use_node_name yes
fritzbox_connection_uptime_py
graph_category fritz
```

Setzen Sie die übrigen Plug-ins gemäß ihren Dateinamen ein; wandeln Sie aber die Dateiendung `.py` in `_py` um. Speichern Sie die Änderungen und starten Sie `munin-node` neu (`sudo systemctl restart munin-node`). Aktualisieren Sie die Plug-in-Konfiguration des Munin-Servers als Root:



**Viel Kapazität frei: Munin zeigt, dass an diesem Anschluss zurzeit kaum große Downloads geladen werden.**

```
su -
munin-node-configure --shell
# --families=contrib,auto | sh -x
exit
```

Prüfen Sie, ob die Fritzbox-Munin-Plug-ins eingerichtet sind:

```
nc localhost 4949
list
```

In der Ausgabe sollten neun Fritzbox-Plug-ins aufgeführt sein. Geben Sie zum Beenden `quit` ein. Mit dem Befehl `munin-run` lässt sich die Funktionsweise der Plug-ins prüfen:

```
sudo munin-run fritzbox_
# power_consumption.py
```

Eine Beispielausgabe sieht so aus:

```
cpu.value 69
wifi.value 57
dsl.value 100
ab.value 0
usb.value 0
```

Die Leistungsaufnahme gibt AVM nicht quantitativ an, sondern nur prozentual bezogen auf ein nicht veröffentlichtes Maximum. So sieht man aber wenigstens Trends.

## Apache2 in Kürze

Wenn die Abfrage sinnvolle Werte liefert, kann man davon ausgehen, dass Munin den Apache-Server mit HTML-Seiten füttert. Ein auf dem Raspi gestarteter Browser sollte sie unter dem URL `localhost/munin` anzeigen. Es braucht aber eine Weile, bis die gesammelten Daten in den Diagram-

men als Kurven erkennbar werden. Bei Fritzbox-Daten sollte das spätestens nach einer halben Stunde der Fall sein.

Öffnen Sie auf `localhost/munin` die Rubrik `fritz`, indem Sie auf `d` klicken – die Anzeige der tagesaktuellen Daten. Das erste Diagramm führt die Leistungsaufnahme auf.

Auf einem aktuellen Raspbian sollte Apache in Version 2.4.10 eingerichtet worden sein. Dieser liest beim Start automatisch die Datei `/etc/munin/apache24.conf` ein. Sie definiert einen Virtual Host, über den Apache die Munin-Seiten ausliefert. Apache-Versionen kleiner als 2.4.10 lesen die Virtual-Host-Definition aus `/etc/munin/apache.conf` ein. Die HTML-Seiten liegen im Ordner `/var/cache/munin/www` und die zugehörige Definition finden Sie in `apache24.conf` ganz oben in der Alias-Zeile.

Die Datei `apache24.conf` wurde bei der Einrichtung automatisch nach `/etc/apache2/conf-available/munin.conf` sowie nach `/etc/apache2/conf-enabled/munin.conf` verlinkt, von wo sie der Webserver automatisch einbindet. Will man die Munin-Apache-Konfiguration ändern, genügt es, `/etc/munin/apache24.conf` zu bearbeiten.

Im Grundzustand liefert Apache die Munin-Webseiten nur für Browser aus, die auf dem Raspi laufen. Wenn Sie von einem anderen PC aus ohne Passwort darauf zugreifen wollen, genügen kleine Änderungen. Kommentieren Sie die beiden Zeilen `Require local` und `Options None` aus:

```
# Require local
# Options None
```

Fügen Sie darunter diese beiden Zeilen ein:

```
Require all granted
Options FollowSymLinks
# SymLinksIfOwnerMatch
```

Speichern Sie die Änderungen und starten Sie den Webserver neu (`sudo systemctl restart apache2`). Um zu verhindern, dass Unbefugte die Munin-Seiten auslesen, kann man eine einfache Authentifizierung mit wenigen Zeilen einschalten. Deaktivieren Sie zunächst `Require all granted` und fügen Sie unter Options `FollowSymLinks` diesen Abschnitt ein:

```
AuthUserFile /etc/munin/munin.passwd
AuthName "Munin"
AuthBasicProvider file
AuthType Basic
Require valid-user
```

Speichern Sie die Änderungen und melden Sie sich als Root an, um für Apache die Passwortdatei `munin.passwd` zu erzeugen:

```
su -
cd /etc/munin
touch munin.passwd
```

Rufen Sie den Befehl `htpasswd` auf und tragen Sie anstatt `username` einen Benutzernamen ein, den Sie für den Zugriff auf die Munin-Seiten verwenden wollen. Starten Sie Apache nach der Passwordeingabe neu.

```
htpasswd -c munin.passwd username
sudo systemctl restart apache2
```

Danach sollte der Webserver nach dem in der Datei `munin.passwd` eingetragenen Passwort fragen.

Im Test mit einer Fritzbox 7580 und einer 7590 lieferten alle Plug-ins über mehrere Tage sinnvolle Werte. Aus dem Uptime-Diagramm kann man über lange Zeiträume ablesen, wie oft eine Box vom Internet getrennt war. Im Webinterface der Fritzbox wird lediglich aufgeführt, wie oft sie neue Verbindungen im aktuellen Monat und im Vormonat aufgebaut hat (Menü Internet/Online-Monitor/Online-Zähler). Mit dem Munin-Diagramm kann man Häufungen leichter erkennen.

(dz@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Johannes Endres, Fritz eingeseift, Fritzbox per Skript fernsteuern, c't 06/2015, S. 132

**Projektseiten zu Munin und Fritzbox-**  
**Munin:** [ct.de/yjpb](http://ct.de/yjpb)



# Früher war alles besser!



Willkommen in der Welt der Classic Games, wo Computer- und Videospiele viel Kreativität und Spielspaß versprochen – und bis heute halten. Wir stellen Spiele, deren Entwickler und Plattformen vor. Bei Retro Gamer finden Sie Screenshots, Fakten, Tipps und mehr zu den Hits von damals.

## Testen Sie 2x Retro Gamer mit 30 % Rabatt!

Lesen Sie 2 Ausgaben für nur 18,- Euro\* statt 25,80 Euro\* im Handel.

Jetzt bestellen und vom Test-Angebot profitieren:  
**[www.emedia.de/rg-mini](http://www.emedia.de/rg-mini)**

Persönliches PDF für Andreas Lippmann aus 84085 Langquaid  
© Copyright by Heise Medien.

Telefon: (0541) 800 09 126  
werktags von 8-20 Uhr,  
samstags von 10-16 Uhr

E-Mail: [leserservice@emedia.de](mailto:leserservice@emedia.de)

Post: eMedia Leserservice  
Postfach 24 69  
49014 Osnabrück

\*Preis in Deutschland.

# Keimzelle

## Fritzbox als Smart-Home-Zentrale

**Endlich kann der Wandtaster der Telekom dem Zwischenstecker von AVM sagen, dass er das Licht ausschalten soll. Das geht, weil Fritzboxen mit FritzOS 7 mehr Smart-Home-Geräte anderer Hersteller ansprechen können. Wir fassen zusammen, was schon geht und woran es aktuell noch hapert.**

Von Sven Hansen

Die schnurlose Telefonie per Digital Enhanced Cordless Telecommunications (DECT) hat schon ein paar Jahre auf dem Buckel und gehört zu den Spezifikationen, die die Fritzbox-Router traditionell als kleine Telefonanlagen enthalten. Die Erweiterung Ultra Low Energy (ULE) macht DECT fit für Smart-Home-Anwendungen – ganz ohne Cloud.

Im einfachsten Fall entspricht ein ULE-Netzwerk der Stern-Topologie; ein bis mehrere Terminals sind an eine Basisstation angekoppelt, beispielsweise Fernsteuerungen, Türsprechstellen, Rauch- und Bewegungsmelder, Smart-Meter oder fernschaltbare Steckdosen.

ULE hat gegenüber anderen Nahfunktechniken wie Zigbee, Z-Wave oder Bluetooth, die sich im lizenzfreien 2,4-GHz-Band tummeln, den Vorteil, dass es das DECT-Funkband im 1900-MHz-Bereich exklusiv nutzen kann. So geht es Störungen im überfrachteten 2,4-GHz-Band aus dem Weg. Außerdem erreicht es mit bis zu 50 Metern in Gebäuden und maximal 300 Metern im Freien größere Reichweiten.

Genügt das nicht, kann man die Abdeckung einfach mittels Repeatern vergrößern. Es sind auch komplexe Topologien mit vernetzten Basisstationen möglich. Es spricht also einiges dafür, in den Fritzboxen nicht nur die Schnurlostelefo-

nie gemäß DECT einzubauen, sondern auch das ULE-Protokoll zu verwerten.

AVMs Portfolio an Smart-Home-Komponenten mit ULE ist freilich noch klein. Dabei ist die Fritzbox die Schaltzentrale. Die Zwischenstecker Fritz-DECT 200 und die Outdoor-Variante 210 schalten Verbraucher bis 16 Ampere. Mit dem Thermostaten Fritz-DECT 301 lassen sich Heizkörper automatisiert steuern. Auch den Powerline-Adapter 546E kann man wie die Fritz-DECT-Zwischenstecker schalten.

Die Zwischenstecker lassen sich über die Weboberfläche der Fritzbox oder per App zeitgesteuert, zufällig, tag- und nachtabhängig (Sonnenauf- und -untergang), periodisch oder über einen hinterlegten Google-Kalender schalten.

Außerdem können Modelle mit eingebautem Mikrofon akustische Ereignisse als Auslöser für Aktionen interpretieren. Inzwischen lässt sich sogar die Geräuscfrequenz frei wählen, und zwar in einem Bereich von 125 Hz bis 4 kHz – es gibt also viele Möglichkeiten, Verbraucher an- und auszuschalten.

Auch die Temperaturvorgabe der Heizungsthermostate lässt sich über den Wochenplaner zeitgesteuert einstellen. Zusätzlich kann man Zeiten in der Fritzbox eintragen, in denen die Heizung in einen Sparmodus fällt – praktisch für Urlaubsabwesenheiten. Die smarten Thermostate erkennen einen plötzlichen Temperatursturz und heizen an, um Frostschäden zu verhindern, und regeln die Heizung selbstständig ab, wenn gelüftet wird.

Mit dem im Juli erschienenen FritzOS 7 hat AVM „Vorlagen“ eingeführt. Darin lassen sich Einstellungssammlungen für Thermostate und Zwischenstecker ablegen, um sie später mit einem Klick im Webinterface oder über die App abrufen zu können. So soll das lästige Umkonfigurieren entfallen, wenn man das Außenlicht beispielsweise von der Tag-Nacht-Automatik in den manuellen Modus versetzen möchte.

### Qivicon & Co

Spannender als das überschaubare AVM-Angebot ist die Ankündigung, die Fritzbox mit FritzOS 7 für Smart-Home-Komponenten von Drittanbietern stärker zu öffnen. Schlüssel hierzu ist das Home Area Network Functional Protocol, kurz Han-Fun, das für Kompatibilität von DECT-ULE-Geräten auf Anwendungsebene sorgen soll. Interessante DECT-ULE-Komponenten bieten unter anderem die Telekom, Panasonic und Gigaset an. Mit deren Portfolio könnte man sein Smart-Home-Setup um Glasbruchmelder, Wassermelder, Bewegungssensoren, Taster oder Fensterkontakte erweitern. Vorerst gilt das aber nur in der Theorie.

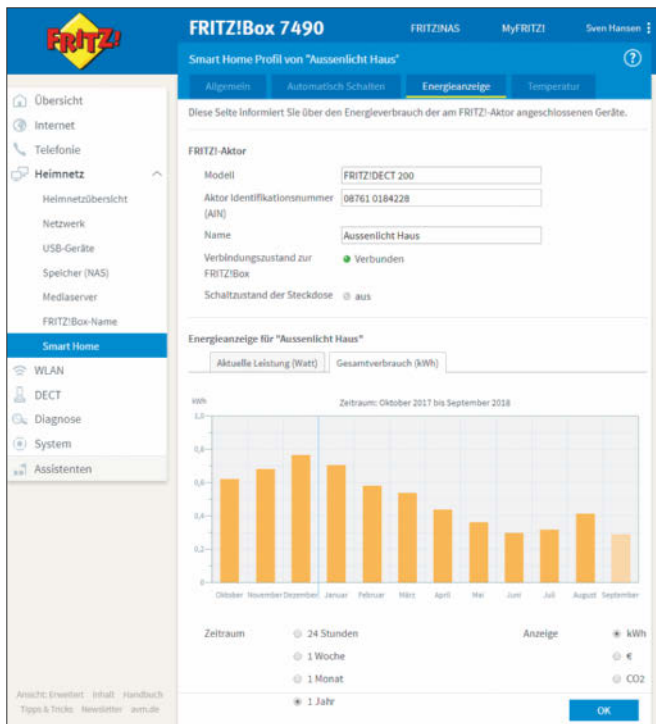
In der Praxis ließen sich bisher nur wenige Komponenten einbinden. Dazu zählen ein Fenstersensor, ein Taster und ein Bewegungsmelder aus der Qivicon-Produktfamilie der Telekom. Alle drei lassen sich mit der Fritzbox koppeln – auch schon mit FritzOS 6.98 – und anschließend mit den Fritz-Zwischensteckern verknüpfen.

Der Taster ist programmierbar und dürfte daher für Besitzer eines Zwischensteckers interessant sein, weil sich damit Verbraucher ohne Smartphone einfach per Tastendruck schalten lassen. So kann man je nach vorheriger Programmierung zum Beispiel sanfte Beleuchtung einschalten, den Einbruchschutz aktivieren und Ähnliches mehr. Man kann den Taster wahlweise mit mitgelieferten Schrauben und Dübeln oder mit Klebebändern an der Wand befestigen. Die zwei AA-Batterien sollen rund ein Jahr halten. In der Kompatibilitätsliste führt die Telekom bis-



Der Smart-Home-Taster der Telekom lässt sich problemlos an der Fritzbox betreiben und schaltet AVMs Zwischenstecker.





Die Fritz-DECT-Erweiterung können Verbraucher anhand verschiedener Vorgaben schalten, auch tag- und nacht-abhängig.

face, AHA-API). Anhand dieser Spezifikation können Hersteller ihre Geräte an die Fritzbox anpassen. Zu den Kandidaten zählen etwa Bosch, der französische Telekommunikationskonzern Orange, Parks Associates oder auch die DSP Group, die allesamt DECT-ULE für die Smart-Home-Vernetzung nutzen wollen.

Ein erstes Beispiel, in dem der Mini-Computer Raspberry Pi als Smart-Home-Hub arbeitet, haben wir schon vor einiger Zeit veröffentlicht [1]. Der c't-Beitrag beschreibt, wie man AVMs Smart-Home-Komponenten auch außerhalb der Bedienoberfläche der Fritzbox unter Anwendung des API nutzt – entweder um Daten auszulesen, oder um Aktoren zu schalten. Außerdem gibt es Plug-ins, über die sich Komponenten von AVM in Smart-Home-Plattformen wie FHEM oder OpenHab einbinden lassen.

Auch Amazons Sprachdienst Alexa lässt sich mit einer Fritzbox nutzen. Das „FB Smart Home“ genannte Projekt, das Alexa und Fritzbox zusammenbringt, hat Raphael Pala entwickelt. Für die Sprachsteuerung muss die Fritzbox von außen für Alexa ansprechbar sein, da diese aus ihrer Cloud heraus spricht. Dafür legt man in der Fritzbox einen separaten Benutzer an und beschränkt dessen Zugriffsrechte auf den Smart-Home-Teil des Routers. Zusätzlich muss der Router über den Myfritz-Dienst für den externen Zugriff vorbereitet sein.

Die Konfiguration erledigt man auf Palas Website, [www.fbmarthome.site](http://www.fbmarthome.site). Nach Installation des Skills „FB Smart Home“ und einer Suche nach Smart-Home-Geräten in der Alexa-App tauchen die Fritz-Aktoren in der Geräteliste auf und hören aufs Wort.

## Fazit

Solide Produkte, unkomplizierte Updates – da ist noch Luft nach oben, was die Fritzbox-Integration von Smart-Home-Produkten fremder Hersteller angeht. Wie komfortabel das gehen kann, führt AVM bei den eigenen Komponenten vor. Viel Auswahl hat man zwar noch nicht. Aber für Installationen im Heimbereich eignet sich die Fritzbox gut. (dz@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Thomas Dreßler, Code-Schalter, Schalten mit Fritzbox & Co., c't 7/2016, S. 120

**AVM, Smart-Home, Fritzbox-API:**  
[ct.de/yvk7](http://ct.de/yvk7)

her nur ihre eigenen Basisstationen auf (Home Base der zweiten Generation und Speedport Smart), die Kopplung an die Basisstation erfolgt wie bei DECT üblich per Tastendruck.

Ähnlich lassen sich auch Bewegungsmelder und Fenstersensoren einbinden: Ein Signal löst einen Schaltvorgang an einem Aktor aus. Dabei kann man sich aussuchen, ob der Aktor umschaltet, für eine bestimmte Zeit den Modus wechselt oder einen Sensor zu bestimmten Zeiten einfach ignoriert. Die Heizungsthermostate lassen sich noch nicht verknüpfen.

Schwierig wird es beim Thema Firmware-Updates für Geräte fremder Anbieter. Die möchten Nutzer über die Fritzbox aufspielen, so wie das bei den hauseigenen Smart-Home-Geräten von AVM geht.

Bisher ließ sich aber nur die Firmware eines Thermostats von Comet über die Fritzbox updaten. Bei den Telekom-Komponenten führt die Box provisorisch „Version 0.0“ auf und Updates lassen sich nicht aufspielen. Daran hat nicht etwa AVM Schuld, sondern die DECT-ULE-Spezifikation, die es den Herstellern freistellt, wie sie die Firmware ihrer Geräte aktualisieren.

Aktuell holen Basisstationen der jeweiligen Hersteller die Updates mittels proprietärer Verfahren ab und geben sie an die zugehörigen Geräte weiter. Wer also etwa einen Qivicon-Taster anschafft, aber keine dazu passende Basisstation, ist vom Update-Pfad abgeschnitten.

Wie eine durchdachte Update-Spezifikation aussehen könnte, sieht man bei aktuellen DECT-Telefonen. Beispielsweise nennen die Telefone der Basisstation (also etwa der Fritzbox) über das CAT-iq-Protokoll 2.0 einen Uniform Resource Locator, über den sich die Firmware-Datei herunterladen lässt.

Ein weiteres zentrales Problem liegt ebenfalls auf der Anwendungsebene: Die ULE- und Han-Fun-Spezifikationen lassen den Herstellern viele Freiheiten bei der Implementierung ihrer Anwendungen. In vielen Fällen verstehen sich eine Basisstation und ein ULE-Gerät noch so weit, dass eine Verbindung zustande kommt. Aber die Nutzdatenformate und Funktionen des Geräts sind proprietär und damit für die Smart-Home-Basis unverständlich. AVM hat sich daher bis auf Weiteres die ULE-Zertifizierung gespart. Stattdessen testet die Firma ULE- und Han-Fun-kompatible Zubehör selbst und veröffentlicht eine eigene Liste von Geräten, die mit der Fritzbox zusammenspielen ([ct.de/yvk7](http://ct.de/yvk7)).

## Smart-Home-Spielwiese

Trotz der noch dünnen Hardware-Decke und ungelöster Probleme taugt die Fritzbox durchaus als Ausgangspunkt für kleinere Smart-Home-Installationen.

Weitere Geräte können im Laufe der Zeit hinzukommen, denn AVM hat die Spezifikation für die Kommunikation mit der Fritzbox offengelegt (AVM Home Automation Application Programmers Inter-



# Filmen im Groben

## Für Einsätze überall: outdoorfähige Videokameras

**Wo es nass und dreckig wird, fühlen sich nicht nur Actioncams wohl. Auch manche andere Filmkameras eignen sich für Videodrehs im Gelände, sofern sie gegen Feuchtigkeit oder Wasser, Staub oder Schlamm geschützt sind: Smartphones, normale Fotokameras und Camcorder.**

**Von Joachim Sauer**

**M**it dem Bike geht es in rasender Fahrt den steilen Hügel hinab, auf feucht-glitschiger Piste vorbei an tropfnassem Laub. Die Kamera am Helm speichert atemberaubende Aufnahmen – bis sie ein überraschend tief hängender Ast mit einem Ruck aus der Befestigung reißt. Das anschließende Bad in einer tiefen Pfütze überlebt der Speicherchip mit Glück, die Kamera nicht.

Dabei wäre ein wasserdichtes, nicht nur spritzwassergeschütztes Modell gar nicht so viel teurer gewesen. Für alle denkbaren Fälle geeignet sind Actioncams, die in einem schützenden Gehäuse montiert wurden. Doch die filmen nicht in jeder Situation optimal, für anspruchsvolle Videos – ohne Weitwinkelverzeich-

nungen und auch bei wenig Licht mit natürlichen Farben und Kontrasten – kommen andere Kameras eher in Betracht.

Der bemerkenswerte Erfolg der Actioncams scheint bei den übrigen Kameraherstellern einiges Nachdenken provoziert zu haben – und bei vielen Anwendern offenbar die Erwartung geschürt, eine größere Anzahl outdoorfähiger Geräte am Markt zu finden: Weil das Prädikat „wasser- und staubdicht“ längst nicht mehr den Actioncams vorbehalten ist, lohnt zusätzlich ein Blick auf die anderen Kategorien: Fotokamera, Camcorder und Smartphone.

Dabei ist die Wunschliste an eine gute, outdoorfähige Videokamera gar nicht so lang. Zu nennen sind Fernsteuer-



fähigkeit, am besten per App, Funktionen wie Zeitraffer/-lupe sowie manuelle Einstellbarkeit der Belichtungsparameter, obendrein ein bis fünf Meter Tauchtiefe wasserdichtes Gehäuse (auch als Zusatzgehäuse denkbar) und ein gut zugänglicher, wasserdichter SD-Slot.

## Smartphone

Smartphones sind die echten „Überall-dabei“-Kameras: mit ausreichender Lichtempfindlichkeit, Touchscreen zur komfortablen Bedienung und leistungsstarken Korrekturfunktionen. Kein Wunder, dass die foto- und videofähigen Smartphones die meisten Camcorder- und Fotokamera-Einsteigermodelle vom Markt gefegt haben.

Smartphones der gehobenen Preisklasse (ab etwa 500 Euro) kommen im stoßfesten und wasserdichten Gehäuse; wie gut das Smartphone gegen Wasser und eindringenden Staub geschützt ist, verrät die Klassifikation nach IP (siehe Seite 89); üblich ist IP 67.

Die Videos werden in der Regel in UHD-Auflösung (3840 × 2160) mit 30 Bildern pro Sekunde (fps) gespeichert. Teure Smartphones nehmen auf Wunsch aber auch mit 60 fps auf.

Selbst wenn die Hersteller inzwischen Doppel-Objektive mit echtem Zoom verbauen wie beim Apple iPhone X oder dem Samsung Galaxy S9: Funktionen wie Zoom, variable Blende oder Super-Zeitlupe sind der Spitzenklasse vorbehalten. Die optischen Systeme der meisten Mittelklasse-Smartphones (ab etwa 500 Euro) dagegen wurden vor allem fürs Fotografieren optimiert, wo aus den Daten zweier Wandler ein rauschfreieres Foto zusammengerechnet wird.

Für Videozwecke dagegen ergeben die Doppel-Optiken zwei unterschiedliche Perspektiven, eine Normalbrennweite, von den Herstellern Tele genannt, und ein Weitwinkel. Auch wenn dies nicht so in die Breite „schaut“ und daher keine so massiven Verzerrungen und Verzeichnungen bewirkt wie bei den Actioncams: Die beiden Optiken lenken ihr Licht auf jeweils einen separaten Sensor. Die liefern physikalisch bedingt kein exakt aufeinanderpassendes Bild; auch die Farben stimmen häufig nicht überein, schon weil der Weißabgleich nicht identisch erfolgt. Diese Unterschiede können später beim Schneiden störend auffallen und das Aneinanderreihen unterschiedlicher Sequenzen erschweren.



Ohne Mobilfunkvertrag kostet das Sony Xperia Z5 als Auslaufmodell 220 Euro. Es filmt in UHD-Qualität und ist auch sonst ziemlich auf der Höhe der Zeit – wie Geräte anderer Hersteller aus der Modellgeneration 2016/2017, die relativ günstig verkauft werden.

Ein elektronischer, in der Spitzenklasse auch optischer Bildstabilisator zählt bei vielen teureren Smartphones (ab etwa 500 Euro) zur Standardausstattung. Besser und flexibler filmt man aber mit einem stabilisierenden Stativzusatz, Gimbal genannt. Diese Geräte gleichen – sensorgesteuert – unerwünschte Kamerabewegungen mit motorischer Hilfe aus; die bildberuhigende Wirkung geht weit



Günstiger als das aktuelle Top-Modell filmt das iPhone 8 Plus (ab 890 Euro) in UHD mit 60 Bildern pro Sekunde, kodiert in H.265. Ohne Mac zeigt es sich zickig bei der Daten-Übertragung. Fürs iPhone gibt es viel Filmer-Zubehör und gute Videoschnitt-Apps.

über das hinaus, was in Kameras oder Smartphones eingebaute Systeme leisten können.

Wenn der Ton in der Aufnahme eine Rolle spielt, lohnt es, ein zusätzliches Mikrofon anzukoppeln, entweder per Kabel oder via Bluetooth. Die meisten der in die Handys eingebauten Mikros sind vor allem aufs Telefonieren ausgelegt, nicht auf guten Stereo-Sound.



Die Nikon W300 – eine wasserdichte Kompaktkamera – macht für 420 Euro Fotos mit 16 MPixeln und Videos in UHD mit 30 Bildern pro Sekunde. Das 5-fach-Zoom startet bei weitwinkligen 24 Millimetern. Statt Sucher ist ein 7,5 Zentimeter großes Display auf der Rückseite eingebaut.



Solange sie nur Spritzwasser abkriegt, eignet sich die Lumix GH 5 für einen ordentlichen Schauer oder den Einsatz als Zuschauer beim Wassersport – die passende Optik vorausgesetzt. Tauchfähig ist die 2600 Euro teure Kamera nicht. Dreck und Staub sollte man ihr also, so gut es geht, ersparen.



Für 330 Euro nimmt der Einsteiger-Camcorder R415 aus der Quad-Proof-Serie AVCHD-Videos in Full HD auf. Das 40-fach optische Zoom ist wenig weitwinklig ausgelegt, der kleine Sensor hat bei schwachem Licht seine Schwierigkeiten.



Mit dem RY 980 liefert JVC für 1000 Euro einen wasserfesten 4K-Camcorder mit großem Akku und doppeltem Speicherkartenslot. Seine Zoom-Optik ist weitwinkliger ausgelegt, die Zoom-Wippe besser bedienbar – und der Mikroeingang erlaubt den besseren Ton.

Als unbestreitbar größten Vorteil muss man die Rechenleistung der Smartphones sehen, die eine direkte Bearbeitung der entstandenen Aufnahmen erlaubt – nicht zu vergessen die Möglichkeit, die gerade gedrehten Videos im Handumdrehen zu veröffentlichen oder weiterzugeben.

Selbst wenn das Mobiltelefon wasser- und spritzwassergeschützt ist, muss man bei gechlortem Wasser oder Salzwasser mit einer stärkeren Beanspruchung von Dichtungen und Oberflächenmaterialien rechnen. Und ob sich der Touchscreen unter Wasser genauso bedienen lässt wie an Land, ist keineswegs sicher.

Man sollte das Smartphone am besten so nutzen, wie es ist. Auch wenn man die Objektive mit externen Linsen „pimpen“ kann: Für anspruchsvolle Videos mit Zoom und raffinierter Schärfeverlagerungen eignen sich die meisten mobilen Telefone nicht.

## Fotokamera

Fotokameras bieten eine deutlich anspruchsvollere Aufnahmetechnik als die Mobiltelefone. Sie sind fast so kompakt wie ein größeres Smartphone, dafür aber mit Zoom und hochwertiger Optik ausgestattet.

Während sich die Besitzer teurer Smartphones oft und zu Recht scheuen, damit auch am Strand oder im Schnee zu filmen, werben Modelle wie etwa die Olympus TG-5, die W300 von Nikon oder die Panasonic DC-FT 7 mit Tauchtiefen von über 15, teils sogar bis zu 30 Metern. Im Vergleich mit den Actioncams liefern sie die bessere Fotoqualität – dank der besseren Objektive. Für Fil-

mer ist der zwischen 4- bis 5-fach optische Zoom ein stichhaltiges Argument. In UHD-Auflösung speichern die Fotokameras allerdings nur mit 30 Vollbildern pro Sekunde.

Inzwischen deklarieren die Hersteller sogar Kameras mit Wechselobjektiven als robust und spritzwassergeschützt. Ob ein normales Objektiv aber eine Tour durch spritzenden Dreck und schleifenden Sand übersteht, darf man bezweifeln – auch wenn viele Kameras einen kurzen Regenschauer ohne Landung im Schlammbad klaglos verkraften dürften. Frost und Einsätze im Schnee könnten die Kapazität der temperaturempfindlichen Akkus vorzeitig so weit reduzieren, dass ans Filmen nicht mehr zu denken ist.

Ruhigen Gewissens eine Kamera für Outdoorzwecke zu empfehlen – das hieße

den Bogen sehr weit zu spannen. Auch wenn es Leute gibt, die mit einer Systemkamera wie der Panasonic GH5 am Strand filmen: Auf einen Objektivwechsel im Regen und das Vollbad im Salzwasser sollte man besser verzichten.

## Camcorder

Die Zahl actionfähiger, also wasserfester Camcorder ist im Vergleich zu den Actioncams sehr gering. Dabei überzeugen Camcorder im Vergleich mit Actioncams schon durch ihre durchdachte Handhabung, durch ihre Zoom-Optik und das große Display.

Unter den Herstellern hat sich nur JVC auf solche Geräte spezialisiert. Mit der Everio-R-Reihe brachte der japanische Video-Pionier eine ganze Serie von Camcordern für Einsätze draußen und im



Sie ähnelt der großen GoPro, doch die kleine Hero filmt für 220 Euro nur in Full HD, dann aber sehr gut. Ohne Schutzhülle ist ihr Gehäuse stoß- und wasser- geschützt (bis 10 Meter). Der elektronische Stabilisator beruhigt effektiv. Komfortabel bedient wird sie per App.



Sony bietet für 600 Euro mit der FDR-X3000 die einzige Actioncam auf dem Markt mit optischem Bildstabilisator. Teuer wird diese Kamera für engagierte Filmer vor allem durch die mitgelieferte Fernsteuerung, die auch die Vorschau anzeigt.



Nassen heraus. Stoßfest und staubdicht sind sie obendrein.

Ob Einsteiger- oder Spitzenmodell: Ins Wasser dürfen die IP67-geschützten Geräte der R-Reihe alle, allerdings hat JVC die erlaubte Wassertiefe auf 4 Meter begrenzt. Das genügt zum Schnorcheln in Oberflächennähe, auch fürs Filmen am Strand, beim Ski- und Mountainbike-Fahren erlaubt das einen ausreichenden Spielraum, aber für echte Tauchaktionen reicht es nicht: Der Druck, der einer Tiefe von 4 Metern entspricht, lässt sich durchaus mit schnellen Bewegungen im oberflächennahen Wasser erzeugen.

Das Spitzenmodell der JVC-Reihe, der RY 980, wartet mit einem 10-fach optischen Zoom auf. Es ist per Smartphone steuerbar und bietet ein ausklappbares Display. Ein Einschalter fehlt, manche Funktionen wären, durch separate Tasten aufrufbar, noch praktischer. Davon abgesehen gibt es viele manuelle Einstellmöglichkeiten und Funktionen wie etwa den Zeitraffer.

Im Unterschied zur Actioncam – und auch zum filmenden Smartphone – empfiehlt sich der Camcorder immer dann, wenn es nicht nur darum geht, möglichst spektakuläre, spontane Szenen aus einer ungewöhnlichen Perspektive aufzunehmen. Seine Stärken beweist der Camcorder in einer großen Breite von Anwendungsfällen, von Weitwinkel bis Tele, von Landschafts- bis Porträtaufnahmen. Wenn es darum geht, etwas aus verschiedenen Blickwinkeln zu dokumentieren, ist der Camcorder immer noch die erste Wahl.

## Actioncams

Robust, einfach zu bedienen, weitwinklig: Das ist das Erfolgsrezept der Actioncams. So arbeitet das Fixfokus-Objektiv ohne Zoom, aber mit einem horizontalen Blickwinkel von 120 Grad. Bei Kleinbild-äquivalenten Brennweiten entspricht das einem Fisheye-Objektiv mit etwa 13 Millimetern. Die Hersteller geben unter der Rubrik Bildwinkel allerdings den größeren Wert für die wenig relevante Bilddiagonale an, der besser wirkt.

Ein so großer Blickwinkel erleichtert es, alles Relevante im Bild zu behalten, und sorgt für ruhige Bilder, auch wenn es über Stock und Stein geht. Einen Schritt weiter gehen die meist elektronischen Bildstabilisatoren, die zumindest in der gehobenen Klasse dazu beitragen, auch bei ruckeliger Fahrt ruhige und – weil un-

verwackelt – schärfere Bilder zu bekommen, auch ohne externe Hardware wie einen Gimbal. Doch der große Blickwinkel hat zur Folge, dass die Videos von starken Verzeichnungen beeinträchtigt werden; Straßenlampen erscheinen gebogen wie Grashalme.

Gefilmt wird in UHD (3840 × 2160), meist mit 30 fps – das ist für tempogeladene Videos zwar eine große Pixelauflösung, aber auf der Zeitachse eher wenig. Aktionsgeladene Szenen nimmt man besser mit 60 fps, dann notfalls in Full HD (1920 × 1080) auf; daraus ergeben sich flüssigere Bewegungsabläufe im Video.

Knapp ausgestattet zeigt sich die Audio-Abteilung – mit automatischer Aussteuerung, aber meist ohne Eingänge für externe Mikros. Ein Display gehört inzwischen zum Standard. Auch bei durchdachtem Bedienkonzept lassen sich die meis-

ten Actioncams besser per App (fern-) bedienen; daher sind WLAN und – zum Ein- und Ausschalten aus der Distanz – auch Bluetooth im Idealfalle an Bord.

Geht es ins Gelände, verdienen alle Öffnungen im Gehäuse für Steckverbindungen, SD-Karte, Mikro und Lautsprecher einen kontrollierenden Blick, ob man wirklich unbekümmert auch in nassen Gefilden damit filmen kann – oder ob man nicht lieber das dichte Schutzgehäuse einsetzt, um jeden Wasserschaden zu vermeiden.

Als größter Vorteil der Actioncams gilt ihre Kompaktheit: Sie filmt, wo keine andere Kamera hinpasst, und übersteht, was keine andere aushält – etwa das Tauchbad in fünf Meter tiefem Wasser. Auch wenn sie dazu in den meisten Fällen ein Schutzgehäuse braucht, sind solche Filmabenteuer realisierbar (uh@ct.de) **ct**

## IP-Standards

In vielen technischen Daten stößt man auf Angaben wie „IP20“ oder „IP67“. Dahinter steht die Klassifizierung, wie gut ein elektrisches oder elektronisches Gerät gegen äußere Einflüsse geschützt ist. Diesen Schutzstatus definiert der „International Protection Code“ mit zwei Kennziffern, wobei die erste für den Schutz vor Berührung und Staub steht, die zweite für den Schutz vor Feuchtigkeit beziehungsweise Wasser. Fehlt jeglicher Schutz in einer der beiden Kategorien, signalisiert dies eine Null oder ein X – das ist aber inzwischen vergleichsweise selten.

Doch Vorsicht: Die Angabe zum Schutz vor Nässe bezieht sich auf Süßwasser – gechlortes Wasser im Schwimmbad oder Salzwasser am Strand reagiert erheblich aggressiver und macht Dichtungen und Gehäusen deutlich mehr zu schaffen als Leitungswasser.

Eine bei Actioncams oft gelesene Kennzeichnung – IP67 – bedeutet „staubdicht“ und „geschützt gegen zeitweiliges Untertauchen“; letzteres steht in ausführlicher Form für „30 Minuten in bis zu einem Meter Tiefe“, Tauchen erlaubt IP67 also noch nicht, dafür wäre ein Schutz nach IP68 erforderlich.

Wer übrigens sein IP67-geschütztes Smartphone versehentlich mit ins Wasser genommen hat, sollte es nach dem

## IP-Kennziffern nach IEC 60 529 (EN 60 529)

### 1. Kennziffer: Berührung und Fremdkörper

0	kein Schutz
	Schutz vor ...
1	Gegenständen mit Durchmesser > 50 mm
2	Gegenständen mit Durchmesser > 12,5 mm
3	Gegenständen mit Durchmesser > 2,5 mm
4	Gegenständen mit Durchmesser > 1,0 mm
5	vollständiger Berührungsschutz, Staub in schädigender Menge
6	vollständiger Berührungs- und Staubschutz

### 2. Kennziffer: Wasser

0	kein Wasserschutz
	Schutz vor ...
1	senkrecht fallendes Tropfwasser
2	Tropfwasser, schräg fallend (bis zu 15° gegen die Senkrechte)
3	Sprühwasser (bis 60° gegen die Senkrechte)
4	allseitigem Spritzwasser
5	Strahlwasser (Düse) aus beliebigem Winkel
6	starkem Strahlwasser aus beliebigem Winkel
7	zeitweiliges Untertauchen
8	gegen dauerndes Untertauchen
9	Wasser bei Hochdruck-/Dampfstrahlreinigung (Landwirtschaft)

Bad nicht zum schnellen Trocknen in die Sonne legen – dann kann Feuchtigkeit im Inneren kondensieren – und auf gar keinen Fall das Netzteil anstecken. Am besten lagert man es abgeschaltet zum Trocknen für mehrere Tage an einen warmen geschützten Ort und verkneift sich zunächst jeden Einschaltversuch.

# Tastatourismus

Warum Tastaturen so sind, wie sie sind und was bestimmt, ob sie gut sind



<b>Grundlagen</b> .....	<b>Seite 90</b>
<b>Test</b> .....	<b>Seite 94</b>



## Trotz Alexa, Siri, Eyetracking, Gestensteuerung und VR-Brillen: Tastaturen und Mäuse sind noch lange nicht out. Mit etwas Wissen darüber finden Sie leichter Ihre Traum-Tastatur.

Von Henrik Heigl und Michael Link

**E**s hat Klick gemacht – und das wird es auch weiterhin tun. Ausgerechnet der Urvater der Eingabegeräte, die mechanische Tastatur, erfährt einen wahren Retro-Hype. Doch „retro“ ist am Thema bloß, dass manche ihre Tastatur regelrecht idealisieren. Unabhängig von solchen Trends bleibt eine gute Tastatur für viele Gamer und die meisten Computerarbeitsplätze unerlässlich. Dass eine gute Tastatur die Produktivität steigert, hat sich bis zu Firmenoptimierern herumgesprochen. Vieltipper setzen vielfach auf die gute alte mechanische Tastatur.

### Kontakte, Folien und Federn

Tastaturen unterscheiden sich nach der Art der Kontaktgebung. Verbreitet sind preisgünstige Folien- oder Membrantastaturen. Hier wird ein leitfähiges Gummi auf die Leiterplatte gedrückt, um Druckkontakte der Tasten zu schließen. Sie sind leise und vermitteln anfangs ein angenehmes Tippgefühl, das durch Verschleiß rasch nachlässt. Eine Folientastatur ist weniger schmutzanfällig als andere Techniken; auch Flüssigkeit kann ihr nicht so schnell etwas anhaben. Noch robuster ist eine Gummitastatur, entweder mit eingebauter Kontaktfläche oder als federnde Abdeckung, welche die Tasten nach dem Drücken wieder nach oben befördert.

Bei mechanischen Tastaturen bewirkt eine knickende Feder in der Taste das Schalten von Kontakten. Eine Schraubenfeder drückt die Taste wieder hoch. Für Gamer sind mechanische Tastaturen interessant, weil sie großen Beanspruchungen lange standhalten. Auch bei Vielschreibern und Programmierern sowie Admins stehen mechanische Tastaturen hoch im Kurs. Ihre Tasten lassen sich austauschen oder durch Gummiringe so tunen, dass man einen weicheren oder härteren Anschlag bekommt beziehungsweise den Hub verringert.

Die mechanischen Tasten der MX-Baureihe von Cherry gelten wegen ihrer enormen Verbreitung in Tastaturen vieler Hersteller als eine Art Goldstandard. Sie sind seit 1983 in verschiedenen Varianten zu haben (siehe Infografik auf S. 93). Andere Hersteller in diesem Sektor sind Kaihua (Kailh), Alps und Gateron.

Cherry-Tasten verkraften laut Hersteller rund 50 Millionen Anschläge. Rechnet man bei jeder einzelnen Taste mit hoch gegriffenen 100 Anschlägen pro Minute, ergäbe sich bei 250 Arbeitstagen

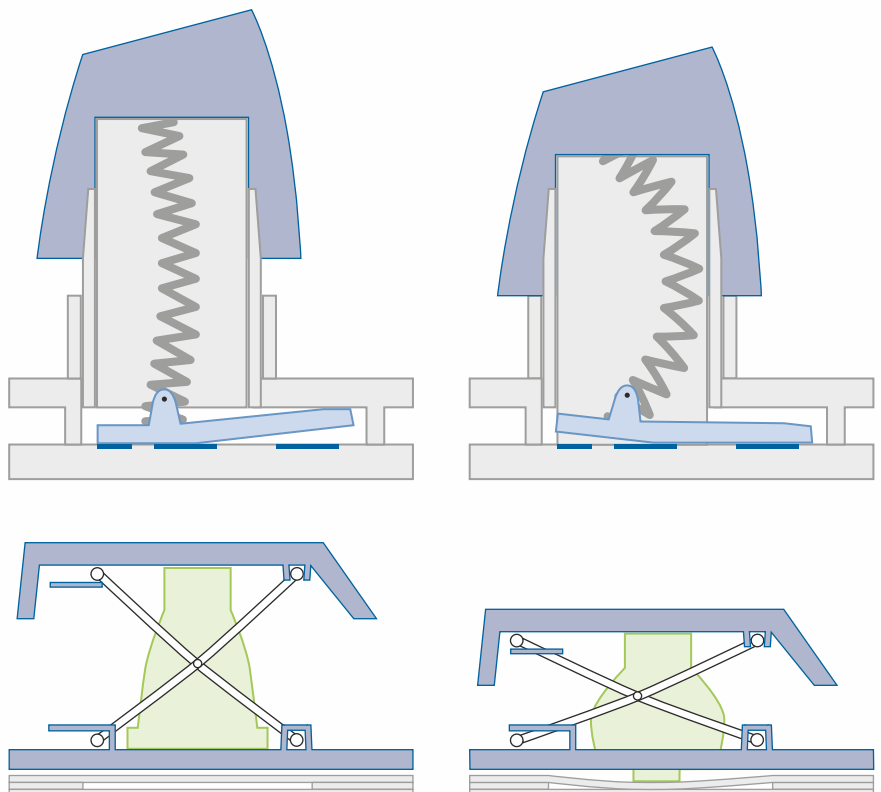
im Jahr eine Lebensdauer von mehr als 20 Jahren. Kaihua nennt für seine „Choc“-Tasten sogar 70 Millionen Anschläge. Sie überleben in der Regel die Computer, an denen sie hängen.

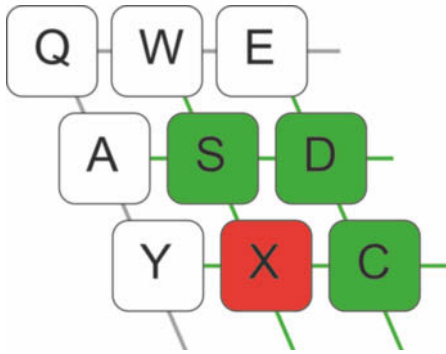
### Mächtige Mechanik

Viele Tastaturbenutzer wollen auf das Klicken der Tasten oder den zu überwindenden kleinen Widerstand bis zum Auslösen der Taste nicht verzichten. Tasten mit solchen kleinen Kraframpen, die nach dem Auslösen wieder leichter nachgeben, nennt man taktil. Es gibt sie ohne und mit Klick-Geräusch. Bei linearen Tasten hingegen spürt man beim Niederdrücken keinen Druckpunkt. Eine andere Technik, die Scherenmechanik, wird vielfach bei flachen Tastaturen für Notebooks eingesetzt: Hier führt eine scherenförmige Plastikmechanik die Taste, was einen geringen Hub ermöglicht (siehe Bild). Schaut man sich an, welche Kräfte zum Auslösen aufgewendet werden müssen und wie lang

### Die Mechanik bei Tasten

Bei der Scherentaste (unten) machen scherenförmig geführte Plastikstäbe eine federnde Grätsche. Bei IBM-Tastaturen (oben) verbiegt sich die Feder zur Seite hin, und zwar relativ plötzlich, was den Klick erzeugt und das Gefühl eines Druckpunktes vermittelt.





**Ghosting:** Tippt man beispielsweise S, D und C, erkennen einige Controller fälschlich noch ein X als gedrückt.

die Auslöse- und Gesamtwege sind, so scheint es fast egal zu sein, in welche Tasten man greift. Welche Tastenart passt, ist eine Frage der persönlichen Vorlieben.

## Geister in der Tastatur

Aus gedrückten Tasten werden Zeichen. Dazu sind alle Tasten intern typischerweise über eine Matrix mit einem Controller verbunden. Er wandelt Tastendrücke in Signale für den Computer um. Die Matrixverkabelung spart den Aufwand, jede Taste einzeln mit zwei Leitungen anzuschließen. Über eine Matrix aus nur acht

Reihen und 16 Spalten lassen sich 128 Tasten identifizieren. Eine gebräuchliche Tastatur für Deutschland hat 105 Tasten.

Der Controller identifiziert beim Tippen eines Zeichens die Spalte der Matrix und fragt dann die Zeilen ab, bis die gedrückte Taste bestimmt ist („Polling“). Welches Zeichen der Computer daraus macht, wird durch die gewählte Sprache (im Computer) und durch den Scancode, den die Tastatur ermittelt, bestimmt.

Das Matrixverfahren ist für das besonders bei Gamern und Schnellschreibern gefürchtete Ghosting anfällig. Drückt man nämlich mehrere Tasten gleichzeitig – etwa zum Ausweichen und Feuern –, können manche Controller sie nur auseinanderhalten, wenn sie in einer einzigen Reihe oder Spalte der Abfragematrix liegen. Schwierig wirds aber, wenn sie in benachbarten Zeilen und Spalten gleichzeitig gedrückt werden. Dann registriert der Tastaturcontroller unter Umständen fälschlich Tastendrücke (siehe Bild). Das Apple-2-Keyboard war geradezu berüchtigt, weil der Controller oft „the“ registrierte, wenn man „th“ tippte.

Anti-Ghosting-Tastaturen ordnen häufige Kombinationen in der Matrix so an, dass sie beim Tippen nicht oft als Blöcke ausgelesen werden. Für Spieler wird speziell die zum Steuern vielfach

verwendete Kombination W, A, S und D in der Matrix entzerrt. Ganz eliminieren lässt sich der Effekt so aber nicht. Ein anderes, vielfach genutztes Verfahren ist die softwareseitige Erkennung und Ausfilterung von Phantomtastendrücken.

Nichts mit Ghosting hat die Beschränkung auf maximal zehn gleichzeitig erkannte Tasten bei etlichen USB-Keyboards zu tun. Dieser 6-Key-Rollover wurde für den sogenannten Legacy-Modus definiert. Er dient dazu, dem BIOS des Computers beim Booten eine traditionelle PS/2-Tastatur vorzuspiegeln. Irritierenderweise gab es zwar PS/2-Keyboards, bei denen man theoretisch beliebig viele Tasten gleichzeitig drücken konnte (N-Key-Rollover, kurz NKRO). In der Praxis erlaubten aber die eingebauten Keyboardcontroller das nicht. Nicht mal alle Controller in moderneren USB-Tastaturen unterstützen das N-Key-Rollover.

## Sahnegupfe

Außer einem angenehmen Schreibgefühl sind beim Kauf weitere Funktionen und das Einsatzszenario wichtig. Wer wenig Platz hat oder den Weg zur Maus minimieren will, könnte eine Tastatur ohne Ziffernblock benutzen. Auf der anderen Seite gibt es Tastaturen mit mehr Tasten als üblich, etwa zum Steuern von Multi-

## Wo liegt welche Taste?

Wo welche Taste liegt, hat sich im Laufe der Jahre ergeben. Bei der Entwicklung von Schreibmaschinen wurden dafür etliche Überlegungen vorweggenommen, etwa die grundsätzliche Anordnung der Buchstaben gemäß QWERTY oder QWERTZ. Die Buchstaben auf der Tastatur sind also nicht alphabetisch von A bis Z sortiert, sondern nach ergonomischen und mechanischen Gesichtspunkten.

Die am häufigsten benutzten Zeichen der englischen Sprache sind a, e, t, o, n und i. Die entsprechenden Tasten wurden in einem Halbkreis verteilt. Weil sich die Tastenhebel nahe beieinanderliegender Zeichen beim schnellen Tippen oft verhaken, platzierten die Entwickler Tasten für häufige Zweier-Kombinationen wie „he“, „th“ oder „nd“ weiter auseinander. Das Prinzip hat man auch beim ähnlichen QWERTZ-Layout in Deutschland und auch beim französischen AZERTY-

**Eine der populärsten Tastaturen mit mechanischen Schaltern ist die Model M Tastatur von IBM gewesen.**



Layout sowie in vielen anderen Ländern gewählt.

Mitte der 60er bis Anfang der 70er Jahre erweiterten Entwickler diese Tastaturlayouts durch Funktionstasten, etwa zum Positionieren des Cursors.

Eine besonders auf Schnelligkeit optimierte Anordnung hat der US-amerikanische Professor August Dvorak 1932 vorgeschlagen. Er hat fünf Konsonanten identifiziert, die am häufigsten in englischen

Wörtern vorkommen: d, h, n, s und t. Die hat er mitsamt der fünf Vokale a, e, i, o und u so verteilt, dass man sie gleich gut erreicht, wenn man beide Hände auf die Tastatur legt. Die Vokale befinden sich unter der linken Hand und die Konsonanten unter der rechten – sodass beim Tippen die rechte und linke Hand abwechselnd bewegt werden. Durchgesetzt hat sich das nicht, doch einige nutzen das beziehungsweise ein ähnliches Neo2-Layout [1].



mediafunktionen oder für programmierbare Makros. Tastaturen mit derlei Spezialfunktionen benötigen extra Software zum Einstellen. Sie ist nicht immer für jedes Betriebssystem erhältlich.

Auch eine Beleuchtung der Tastenkappen kann sinnvoll sein. Separat beleuchtete Tasten, farbige oder nicht, erleichtern auch, sich in Shortcuts für komplexe Programme wie Photoshop einzufuchsen. Viele Farbspielereien lassen sich mit sogenannten RGB-Tastaturen anstellen.

Mit ergonomisch geformten Tastaturen können Vieltipper körperliche Beschwerden an Händen und in Gelenken vermeiden. Sie sorgen durch eine Wölbung und Spreizung des Tastenfeldes dafür, dass man beim Tippen eine natürliche Handhaltung beibehält und das Handgelenk nicht abknickt. Sie eignen sich hauptsächlich für Zehnfingerschreiber.

Auch die Anschlusstechnik will überlegt sein. Die getippten Zeichen müssen ja irgendwie zum Rechner übermittelt werden. Früher ging das nur per Kabel, nun auch per Funk. Tastaturkabel hatten am anderen Ende früher einen DIN-51524-Rundstecker, dann folgten der kleinere PS/2-Anschluss und der heute übliche USB-Stecker und Adapter für alle.

Die kabellose Übertragung per Funk läuft meist im 2,4-Gigahertz-Bereich, selten auf 27 MHz, oder über Bluetooth, in der Regel 128-Bit-AES-verschlüsselt. Funktastaturen haben Akkus oder Fassungen für AA- oder AAA-Rundzellen. Vorteil der Bluetooth-Tastaturen: Sie lassen sich mit vielen anderen Geräten betreiben – das entsprechende Bluetooth-Profil im Gerät vorausgesetzt.

Ein Spezialfall dieser Tastaturen sind die Minivarianten, hin und wieder im Gamecontroller-Format, manche auch falt- oder rollbar. Sie eignen sich beispielsweise zum Domptieren eines Fernsehers und vereinnahmen nicht den ganzen Wohnzimmertisch. Kleine Portabeltastaturen sind oftmals als Folientastaturen aufgebaut, haben also keine mechanischen Tasten.

## Nachhaltigkeit

Fast alle mechanischen Tastaturen lassen sich gut reparieren. Man kann die Tastaturkappen entfernen und die Tastatur somit gut reinigen, aber auch die Tastenkappen durch andere Kappen ersetzen. Auch die komplette Mechanik einer hängenden Taste kann man bei Markenherstellern einzeln austauschen. Bei Folientastaturen ist das nicht so einfach.

## Charakteristika von MX-Tasten

Die Farbbezeichnungen bei Cherry-MX-Tasten stehen für unterschiedliche Auslösekräfte und Hubwege sowie für das Schreibgefühl, das man beim Tippen hat. So hat die verbreitete leichtgängige MX Red keinen Klick und keinen Druckpunkt, während die MX Green viel Kraft zum Auslösen benötigt und vernehmlich klickt.

Charakteristik	linear	mit Druckpunkt (taktil)	mit Druckpunkt und Klick
	<b>MX Red</b>	<b>MX Brown</b>	<b>MX Blue</b>
Weich			
Betätigungskraft	450 mN	550 mN	600 mN
Auslöseweg	2 mm	2 mm	2,2 mm
Gesamtweg	4 mm	4 mm	4 mm
	<b>MX Black</b>	<b>MX Clear</b>	
Mittel			
Betätigungskraft	600 mN	650 mN	
Auslöseweg	2 mm	2 mm	
Gesamtweg	4 mm	4 mm	
		<b>MX Grey</b>	<b>MX Green</b>
Hart			
Betätigungskraft		800 mN	800 mN
Auslöseweg		2 mm	2,2 mm
Gesamtweg		4 mm	4 mm

Auch etliche Notebook-Tastaturen namhafter Hersteller wie Lenovo erlauben den Austausch einzelner Tastenkappen für die vielfach genutzten Scherenmechaniken. Das ist speziell dann nützlich, wenn man Geräte mit anderen Tastaturlayouts kauft und sie nicht mit den wenig haltbaren Tastenaufklebern umrüsten will.

Außer beim Hersteller gibt es kompatible Tastenkappen bei Versandhändlern, die etwa auf Amazon oder Ebay agieren. Mit 3D-Druckern lassen sich individuelle Tastenkappen erstellen – etwa für Games oder bestimmte Anwendersoftware. Dafür kann man auch ganze Umrüstsätze kaufen.

## Alles fertig?

Die Mechanik der Tastaturen wirkt zwar einfach, doch noch immer haben Tastatur-Entwickler neue Ideen. Etwa Tastaturen, bei denen jede einzelne Taste ein winziges Display hat. Die trotz ihres hohen

Preises (1800 Euro) komplett ausverkaufte Optimus Maximus aus den russischen Art Lebedev Studios war so ein Versuch. Ein relativ neuer Trend sind auch Tastaturen, die eingehende Benachrichtigungen direkt auf der Tastatur signalisieren oder, wie beim MacBook Pro, kleine Minidisplays tragen. Im vorigen Heft testete c't die optomechanische Tastatur Wooting One (140 Euro) [2]. Besonderheit: Sie lässt sich auch analog abfragen, was Spielern mehr Möglichkeiten bringt. In einem der folgenden Hefte wird c't auch weitere Tastaturen zeigen, die keine herkömmlichen Schalter mehr haben. (mil@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Mirko Dölle, Handgeschnitzte Android-Tastatur; Eigene Tastatur-Layouts für Multiling O Keyboard entwerfen, c't 24/2015, S. 174
- [2] Carsten Spille, Moderne Analogie, Analoge Gaming-Tastatur Wooting One, c't 20/2018, S. 50



# Tastaturen vom Feinsten

## 15 Keyboards für Vielschreiber und Spieler im Vergleich

**Gute Tastaturen erleichtern und präzisieren das Tippen, entlasten die Gelenke – oder sehen einfach schick aus. Wir haben ein gutes Dutzend Tastaturen der oberen Preisklasse verglichen und geprüft, wie sie sich auf ihren jeweiligen Spezialgebieten schlagen: beim Schreiben, beim Spielen und in Sachen Ergonomie.**

**Von Julius Beineke, Michael Link und Jörg Wirtgen**

Die meisten nutzen ihre Tastatur jeden Tag – da greift man vielleicht nicht gerade zur billigsten. Lieber gönnt man sich eine, die richtig gut zu einem passt. Vielschreiber wollen eine robuste Tastatur, die vielleicht nicht zu laut ist, aber trotzdem einen guten Anschlag hat. Im besten Fall ist sie auch besonders ergonomisch und beansprucht Gelenke und Muskulatur möglichst wenig. Gamer wollen Tastenlayouts optimal auf den Lieblings-Shooter abstimmen und eine schicke Tastenbeleuchtung. Doch selbst wenn Sie Ihre Tastatur nur gelegentlich nutzen: Das Upgrade von einer 20-Euro-Tastatur zu einer richtig guten lohnt sich.

Wir haben 15 Modelle unter anderem von Logitech, Microsoft und Cherry ge-

testet, die allesamt ordentlich Potenzial haben, die nächste Lieblingstastatur zu werden. Darunter sind fünf, die sich an Vielschreiber richten, fünf, die besonders ergonomisch sind und fünf für Spieler, die aber dank der großen Auswahl verschiedener Tastenschalter auch für Textarbeiter interessant sind.

Beim Testen achteten wir nicht nur auf Funktionsumfang und Schreibgefühl, sondern hörten auch auf Lautstärke und Klang des Tippens. Die können je nach Vorliebe angenehm oder furchtbar sein. Daher haben wir auf allen in einem schallgeschützten Raum einen Standardtext vor einem Hochleistungsmikrofon getippt. Die Aufnahmen stehen online zum Anhören bereit (siehe [ct.de/yptm](http://ct.de/yptm)). Ansonsten



verschafften wir uns einen Eindruck von Tastenschaltern und Beleuchtung, Ausstattung und Verarbeitung.

## Unterschiedliche Schalter

Der für das Schreibgefühl wohl entscheidendste Faktor sind die Schalter unter den Tasten (siehe S. 91). Sie haben Einfluss darauf, wie laut oder leise die Eingaben sind und ob man den Auslösepunkt beim Tippen spürt. Je nachdem, wie viel Kraft nötig ist, fühlen sich Eingaben auf den Tasten außerdem hart oder weich an.

Es gibt die klassischen Schalter, die in verschiedenen Ausführungen vor allem von Cherry bekannt und verbreitet sind: Bei linearen Schaltern spürt man nicht den Punkt, an dem die Eingabe erkannt wird, sondern erst dann einen starken Widerstand, wenn die Taste komplett durchgedrückt ist. Bei taktilen Schaltern fühlt man einen Klick beim Auslösen, bei „clicky“ hört man ihn auch.

Bei Notebooks und vielen kompakten Tastaturen sind außerdem Scherenschalter verbreitet: Die fallen besonders flach und leise aus, haben aber auch weniger Hub als die klassischen Schalter – das ist Geschmackssache.

## Tastaturen für Vielschreiber

Im Testfeld haben wir fünf Tastaturen mit besonderen Funktionen für Vielschreiber und Büroarbeit. Die Logitech Craft ist äußerst leise und hat einen Drehregler, der je nach geöffnetem Programm verschiedene Funktionen übernimmt – besonders praktisch für Grafikanwendungen. Das minimalistische Microsoft Modern Keyboard entsperrt Windows-Systeme mit Fingerabdruck-Scanner. Lenovos kabelloses ThinkPad Compact passt in jede Laptoptasche und der Trackpoint macht zusammen mit passenden Tasten eine Maus überflüssig. Alle drei nutzen flache Scherenschalter und haben angenehm große Tasten. Außerdem lassen sie sich auch kabellos mit dem Rechner verbinden.

Das Cherry MX Board 5.0 ist in der Standardkonfiguration für eine Tastatur mit klassischen Schaltern besonders leise und bietet darüber hinaus verschiedene Cherry-Schalter zur Auswahl. Bei den Standardschaltern muss man sich jedoch an einen schwammigen Druckpunkt gewöhnen. Ein Vorteil: Dank seiner individuell einstellbaren Handballenauflage lässt es sich darauf angenehm tippen.

Das x50Q von Das Keyboard macht per Tasten-Blinken auf Benachrichtigun-

gen aufmerksam: etwa ein blau leuchtendes T bei einer neuen Twitter-Nachricht oder ein blinkendes M bei eingehenden E-Mails. Das ist eine interessante Spielerei, die aber die Installation zusätzlicher Software voraussetzt. Das gilt ohnehin für fast alle Bürobretter, nur Cherry kommt ohne Zusatzprogramm aus.

## Ergonomie-Tastaturen

Auf Ergonomie ausgelegte Tastaturen machen es möglich, in einer möglichst entspannten Hand- und Armhaltung zu tippen. Um das zu erreichen, bieten die von uns getesteten fünf Tastaturen aus dieser Kategorie zwei verschiedene Ansätze.

Microsoft Sculpt und Surface Ergonomische Tastatur haben gewölbte Tastenfelder, was einer natürlichen Armhaltung entspricht; sie sind allerdings aus einem Guss. Das heißt: Wenn Abstand und Winkel der Tastenfelder zu einem passen, klasse – wenn nicht, Pech gehabt. Matias Ergo Pro, Kinesis Freestyle 2 und Adjustable V2 von Goldtouch bestehen hingegen aus zwei verbundenen Einzelteilen. Dieser Tastatur-„Knick“ ist zwar nicht so ergonomisch wie eine richtige Wölbung, dafür kann man die Tastatur an die individuelle Körperhaltung anpassen.

Die frei positionierbaren Hälften von Ergo Pro und Freestyle 2 erlauben eine besonders flexible Armstellung. Die zwei Hälften der Adjustable V2 hängen hingegen über ein Gelenk zusammen, was die Anpassungsmöglichkeiten stark einschränkt.

Angenehm ist bei den Tastaturen ohne Ziffernblock der kurze Weg zur

Maus. Bei der Microsoft Sculpt spart man dadurch rund 15 Zentimeter, bei den beiden Matias Ergo Pro und Kinesis Freestyle 2 sind es nochmals zwei Zentimeter weniger. Besser ist hier nur Lenovos kleine Bürotastatur mit Trackpoint, wo die Finger auch während der Mausebedienung in der Grundhaltung verweilen können.

Schreiben auf Ergonomie-Tastaturen ist aufgrund des zweigeteilten Tastenlayouts generell Gewöhnungssache – vor allem, wenn man das 10-Finger-System nicht beherrscht. Schade ist, dass keine der fünf beleuchteten Tasten hat. Alle bis auf Microsofts Surface sind außerdem schwarz mit weißem Tastenaufdruck, was nicht sonderlich augenfreundlich ist.

## Gaming-Tastaturen

Viele Gamer legen Wert auf hochwertige, leistungsfähige, nicht selten auffällige Hardware, die gern spannende Features mitbringen darf. Das gilt auch und besonders für die Tastatur. Die fünf von uns getesteten Modelle bieten aber nicht bloß eine Vielzahl an Konfigurationsmöglichkeiten für Tastenbelegung und Beleuchtung, sondern auch unterschiedliche Schalter für jeden Geschmack.

Wir haben Razers Huntsman Elite, Roccats minimalistische Suora FX und Logitechs edle G513 Carbon im Testfeld sowie Lioncasts robuste LK30 und die Wooting One, die erkennt, wie tief man die Tasten drückt.

Verschiedene Schaltertypen kann man bei allen außer der Razer Huntsman Elite auswählen. Die nutzt opto-mechanische Infrarot-Schalter, die früher und ge-



Microsofts Surface verteilt das Tastenfeld ergonomisch gewölbt. Das entspannt die Armhaltung – aber nur, wenn einem der Winkel passt.

## Vielschreiber-Tastaturen



### Cherry MX Board 5.0

Für das MX Board 5.0 wählt man beim Kauf eine der fünf Schaltertypen Red, Blue, Brown, Black und die besonders leisen Red Silent (siehe S. 93). Leider gibt es nur letztere im deutschen Layout, wir haben sie daher für den Test gewählt. Auf denen tippt es sich butterweich und tatsächlich nur 46 dB(A) laut. Allerdings klingen Eingaben manchmal wie ein leises Glockenspiel. Manchen mögen die linearen Silent-Schalter zu weich sein; es fehlt ein spürbarer Auslösepunkt.

Die weiß beleuchteten Tasten sind auf höchster Helligkeit fast unangenehm grell. Per Fn und F-Tasten erreicht man Medienfunktionen und Helligkeitsregulierung. Eine Extrataste mit Cherry-Logo fungiert als Win-Key-Lock und wechselt zwischen normalem und Gaming-Modus, in dem etwa Alt+Tab oder Alt+F4 deaktiviert sind.

Insgesamt ist das MX Board 5.0 recht hoch und lässt sich durch Standfüße schräg legen. Eine anpassbare Handballenauflage liegt bei und ist nötig, um bequem zu schreiben und zu spielen. Allerdings sind die aufgestellten Standfüße recht glatt, sodass die Tastatur leicht verrutscht.

Etwas abgespeckt, weniger ergonomisch und ohne Handballenauflage ist das MX Board 3.0. Dafür hat man beim kleineren Bruder auch mit DE-Layout eine größere Wahl bei den Schaltern: Red, Brown, Blue und Black – ausgerechnet Red-Silent aber nicht.

- ↑ leise Schalter
  - ↑ ergonomische Handballenauflage
  - ↓ sehr weiche Schalter
  - ↓ rutschige Standfüße
- Straßenpreis: 100 €



### Das Keyboard x50Q

Jede Taste der robusten x50Q hat eine einzeln ansteuerbare Beleuchtung, die verschiedene Farben und Blinkmuster erzeugen kann. Das dient dazu, Benachrichtigungen anzuzeigen. Derzeit sind über 68 IFTTT- beziehungsweise Napier-Automatisierungsalgorithmen vorgegeben, die im Hintergrund etwa Mail, Online-Speicher, Wetter und andere Dienste abfragen. Durch das Open-Rest-API passt man sie auf eigene Bedürfnisse an.

In der Windows-Version der Konfigurationssoftware wählt man aus elf RGB-Farbprofilen, sodass die Tasten beim Shooter Counterstrike automatisch anders leuchten als bei Photoshop. Auch eigene Tastaturlayouts lassen sich erstellen. Dabei irritiert, dass die Konfigurationssoftware das US-Layout anzeigt und erst aufs deutsche umschaltet, wenn man einen schwer zu findenden Menüpunkt betätigt. Die macOS- und Linux-Versionen der Konfigurationssoftware sind noch im Beta-Stadium und nicht mit der Tastatur nutzbar.

Beim Schreiben erwies sich die mit 50 dB(A) eher laute Tastatur als präzise. Die opto-mechanischen Schalter sollen bis zu 100 Millionen Tastendrucke aushalten – doppelt so viele wie etwa Cherry-Tasten und damit absurde 40 Jahre halten. Laut Hersteller soll sie bis zu 1000 Tastendrucke pro Sekunde erfassen können. Das ließ sich nicht nachprüfen, denn so schnell tippt selbst bei c't niemand.

- ↑ viele Benachrichtigungsoptionen
  - ↑ robuste Tasten
  - ↓ macOS-/Linux-Software unvollstg.
  - ↓ teuer
- Straßenpreis: 200 €



### Lenovo ThinkPad Compact Bluetooth

Die ThinkPad Compact ist nicht nur besonders kompakt und leicht, sie hat auch ein Trackpad samt Maustasten.

Die Unterschiede zur Notebook-Version der Thinkpad-Tastatur sind minimal. So sind die Funktionstasten nicht in Viererblöcke geteilt, und der Fn-Lock-Taste fehlt eine Statusanzeige. Sie funktioniert nicht mit Standardtreibern von Windows 10, sondern nur mit Lenovo-Treibern. Wer sonst keine ThinkPad-Tastatur nutzt, muss sich an die ungewohnte Lage von Pos1, Ende, Entf und Einfg oberhalb von Zurück gewöhnen.

Die Tasten fallen breiter aus als bei vielen anderen Tastaturen und liegen dichter beieinander – das Tastenraster ist jedoch Standard. Die nach unten leicht gewölbten Tasten sind durch sehr leise Scherenmechaniken kurzhubig. Sie bieten aber eine gute Rückmeldung beim Tippen. Das ThinkPad war mit seinen beim Tippen leicht hörbaren schmatzenden Geräuschen die zweit leiseste Tastatur im Test.

Die Verbindung erfolgt ausschließlich per Bluetooth. Das mitgelieferte USB-Kabel dient nur zum Aufladen des eingebauten Akkus. Negativ fällt auf, dass die Tasten keine Beleuchtung haben, ebenso wenig lässt sich der Füllstand des Akkus auf die Schnelle prüfen. Mit zwei Aufstellern hebt man das Tastenfeld etwas an; erfreulich ist, dass sie auch dann dank guter Gummis nicht verrutscht.

- ↑ leise
  - ↑ Trackpad und Maus eingebaut
  - ↓ Fn-Lock nur mit Lenovo-Treiber
  - ↓ keine Tastenbeleuchtung
- Straßenpreis: 80 €



## Ergonomie-Tastaturen



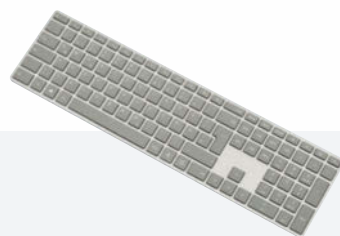
### Logitech Craft

Alleinstellungsmerkmal der Craft ist der Drehregler – wie der Rest des oberen Gehäuses aus Alu. Mit der Logitech-Options-Software lassen sich für diverse Programme Eingabepprofile anlegen. So wechselt der Regler etwa in Photoshop durch Ebenen und blendet ausgewählte auf Druck ein und aus. In Excel ist er beispielsweise für horizontales Scrollen zuständig und kopiert Zellen auf Druck. Standardmäßig übernimmt er einfach die Lautstärkeregelung.

In welchem Programm man sich gerade befindet, erkennt die Software selbstständig. Nicht erschrecken: Der Drehregler schaltet je nach Kontext selbstständig mit markantem Klicken in der Mechanik zwischen stufenlosem Modus und sanftem Einrasten hin und her.

Je nachdem, wie viele Programme man mit der Tastatur nutzt, ist der fliegende Wechsel zwischen den Funktionen des Reglers gewöhnungsbedürftig. Mankos mögen der knackige Preis und je nach Geschmack die Scherentasten sein – die dafür mit nur 36 dB(A) die leisesten im ganzen Test sind. Außerdem lässt sich weder die Höhe noch Neigung der Craft einstellen.

- ⬆️ praktischer Drehregler
  - ⬆️ schlank und leise
  - ⬆️ drei Bluetooth-Geräte koppelbar
  - ⬇️ nicht höhen-/neigungsverstellbar
- Straßenpreis: 140 €



### Microsoft Modern Keyboard (Finger-ID)

Das flache Microsoft-Eingabegerät mit Scherentasten kommt als einzige Tastatur mit einem Fingerabdruck-Scanner daher, der ein Windows-Login erlaubt. Der Scanner ist unsichtbar in eine separate Taste integriert und war nach einer automatischen Treiberinstallation sofort einsatzbereit. Über Windows Hello lässt sich der Fingerabdruck dann als Anmeldeoption statt Kennwort oder PIN problemlos nutzen.

Die Tastatur gehört zu den leisen Vertretern und eignet sich somit auch für geräuschempfindliche Umgebungen. Sie lässt sich sehr einfach per Kabel mit dem Computer verbinden, aber auch per Bluetooth (ab 4.0) klappt die Kopplung einwandfrei. Eine Akkulation soll rund vier Monate reichen. Auch beim Betrieb ohne Kabel beleuchten weiße LEDs die Fn-, Num-Lock- sowie die Rollen-Taste – eine richtige Tastenbeleuchtung gibt es leider nicht.

Unter macOS bleibt der Fingerabdruckscanner funktionslos. Die Tastatur lässt sich problemlos koppeln und nutzen, falls man das Mac-Layout auswendig kennt. Läuft auf dem Mac ein Bootcamp-Windows, klappt dort das Finger-Einloggen.

- ⬆️ Fingerabdrucksensor
  - ⬆️ leise
  - ⬇️ Unterseite wirkt billig verarbeitet
  - ⬇️ keine Tastenbeleuchtung
- Straßenpreis: 100 €



### Goldtouch V2 Adjustable

Die Goldtouch Adjustable V2 besteht zwar aus zwei Hälften, aber die hängen an einem dicken Scharnier fest zusammen, sodass man die Tastatur am Stück verschiebt. Die Mechanik erlaubt nicht nur horizontale Winkeländerungen, sondern auch ein Hochstellen der Hälften in der Mitte. Die Tasten lassen sich allerdings nur eingeschränkt vorne höherstellen als hinten.

Das Scharnier arretiert per Hebel, die Tastatur steht in jedem Winkel stabil – zumindest auf dem Schreibtisch; auf dem Schoß fanden wir keine angenehme Position. Da das Gehäuse recht dick ist, liegen die Tasten hoch über dem Tisch. Das fällt besonders auf, weil eine Handballenaufklage fehlt.

Das Tastatenfeld entspricht US-Standard mit deutscher Beschriftung, also langer linker Umschalt-Taste und der Raute über einer schmalen Enter-Taste. Die Position einiger anderer Tasten wirkt schwer nachvollziehbar: Entf findet man ausschließlich links in einem extra Block zusammen mit einer zweiten Zurück-Taste – das mag beim gleichzeitigen Bedienen der Maus nützlich sein, aber in dem Block liegen auch Num- und Scroll-Lock, Fn, Pause und Druck. Die Menütaste zwischen AltGr und Strg rechts weicht ebenfalls links neben die Tastatur und macht einer zweiten Windows-Taste Platz. Der Anschlag fällt eher weich aus. Die Tasten klingen angenehm dezent, wirken aber wackelig.

- ⬆️ stabiles Scharnier zw. den Hälften
  - ⬇️ Tasten wenig wertig
  - ⬇️ keine Handballenaufklage
  - ⬇️ unpraktisches Layout
- Straßenpreis: 165 €

# Ergonomie-Tastaturen



## Kinesis Freestyle 2

Die Freestyle 2 ist eine vergleichsweise günstige Tastatur mit geteiltem Tastenfeld. Die zwei Hälften sind mit einem 30 Zentimeter langen, fest montiertem Kabel verbunden. Ein beiliegendes Plastikscharnier koppelt die Hälften direkt miteinander, sodass man sie einigermaßen als Einheit verschiebt.

Aufstellfüße und Handballenauflage kosten im VIP3-Pack zusammen 40 Euro extra, beides steckt man ohne Werkzeug an die Tastaturhälften. Die Füße heben die Hälften an den Innenseiten um 5°, 10° oder 15° an. Es ist nicht möglich, die Tastatur vorne hochzustellen. Die Handballenauflage aus altmodisch wirkendem Schaumstoff wird aufgeklebt, lässt sich also leichter wechseln als bei den anderen Kandidaten. Einen Ziffernblock gibt es als Zubehör.

Das Layout entspricht fast dem Standard, wobei die Cursortasten dicht um Enter verteilt wurden. Ungewohnt liegt eine doppelt breite Entf-Taste rechts neben den Funktionstasten, eine zweite findet man in einem Tastenblock am linken Rand. Der ist zudem mit Cut, Copy, Paste, Vor, Zurück gefüllt – praktisch vor allem, wenn man rechts gerade die Maus führt.

Der Anschlag wirkt weich und klingt dezent, entspricht aber eher einer durchschnittlichen Tastatur als einer hochwertigen.

- ⬆ Standardlayout, sinnvoll ergänzt
  - ⬆ besonders kurzer Weg zur Maus
  - ⬇ mittelmäßige Tasten
  - ⬇ teils wackelige Standfüße
- Straßenpreis: 140 €



## Matias Ergo Pro

Die Matias Ergo Pro ist unter den ergonomischen Tastaturen die einzige mit klassisch-mechanischen Tasten – der Anschlag fällt angenehm, aber recht laut aus. Die Hälften verbindet man mit einem proprietären Kabel, von dem eine 20 Zentimeter lange und eine von 10 bis 62 Zentimeter ausziehbare Version beiliegen. Die rechte Hälfte hat einen USB-Hub mit drei Anschlüssen.

Das Tastenfeld entspricht der deutschen Belegung, wobei 6, F5 und F6 auf der rechten Hälfte sitzen. Die Cursortasten fallen schmaler aus und liegen unten rechts; besonders ungewohnt ist das für Pos1, Ende, BildAuf und BildAb, nach Eingewöhnung aber überraschend praktisch. Länger verwirrt die rechte Strg-Taste links neben dem N. Per Fn-Kombination werden F7 bis F12 zu Medientasten; einhändig schafft man das allerdings nicht. Das Extrafeld links mit Cut, Copy, Paste ist praktisch. Da rechts neben Enter keine Tasten liegen, fällt der Weg zur Maus sehr kurz aus.

Dank drei geschickt untergebrachter Klappfüße lassen sich die Hälften vorne, innen oder hinten hochstellen. Allerdings: Hinten hochgestellt wackelt die Tastatur etwas, vorne hochgestellt rutscht sie. Die Handballenauflage lässt sich abschrauben, aber dann verliert man die Möglichkeit, die Tastatur vorne hochzustellen. Eine Version mit linearen Schaltern mit weicherem Anschlag ist nur im US-Layout erhältlich.

- ⬆ weitgehend Standardlayout
  - ⬆ angenehmer Tastenanschlag
  - ⬆ besonders kurzer Weg zur Maus
  - ⬇ rutschige Gummis
- Straßenpreis: 210 €



## Microsoft Sculpt Ergonomic

Unter dem Namen Sculpt vertreibt Microsoft mehrere Tastaturen, darunter die Ergonomic mit geteiltem Tastenfeld. Die Hälften stehen in festem Winkel von 20° zueinander und sind leicht konkav gebogen. Die Handballenauflage ist nicht abnehmbar. Standfüße hat die Sculpt nicht, ein beiliegender, magnetischer Keil stellt sie vorne hoch. Die Kopplung an den PC per 2,4-GHz-Funk im Mini-USB-Stick klappt problemlos.

Das normale Tastenfeld entspricht bis auf eine schmale linke Umschalt-Taste dem Standard, doch die zwei Spalten rechts von Enter sind ungewohnt belegt: Während die doppelt hohe Entf-Taste sicher zu treffen ist, erwischt man die zentral liegende Einfg-Taste leicht ungewollt. Eine Fn-Taste fehlt, die Medientasten lassen sich nur umständlich über einen Fn-Schiebeschalter erreichen. Die optional mitgelieferte Maus erscheint anfangs unbenutzbar, erweist sich aber schnell als eine Art Hochkant-Maus.

Die 2013 im c't-Test bemängelten mechanischen Probleme tauchten bei zwei später von einem c't-Redakteur intensiv benutzten Sculpts nicht auf. Auch nach jahrelanger Benutzung zeigt ihre Tasten mit flachem, gut spürbarem Anschlag und dezentem Klang kaum Verschleiß. Hingegen erfordern der Hochstell-Keil und die abwetzen den Gummifüße etwas Bastelarbeit, um nicht beim Tippen zu klappern.

- ⬆ einfach umzupositionieren
  - ⬆ guter Anschlag
  - ⬇ teils problematisches Layout
  - ⬇ wenig flexibel
- Straßenpreis: 80 €



## Gaming-Tastaturen



### Microsoft Surface Ergonomische Tastatur

Die Surface-Tastatur von Microsoft besteht aus einem unveränderlichen Block mit getrennten Tastenhälften, die leicht konvex gebogen und fest um 20° angewinkelt sind. Weder Ziffernblock noch Handballenauflage sind abnehmbar, Aufstellfüße fehlen. Die Tastatur koppelt sich per Bluetooth an den PC, was problemlos klappte. Mit Android- und iOS-Geräten lässt sie sich ebenfalls verbinden – im Test brauchte das allerdings mehrere Anläufe. Ein fliegender Wechsel zwischen mehreren Geräten ist nicht möglich.

Obwohl das Layout dem Standard entspricht, erfordert die Tastatur Eingewöhnung, denn einige Tasten fallen schmäler als gewohnt aus, etwa Hochstellen links, Raute und Enter. Ziffern- und Cursorblock im Standard-Layout erleichtern manchem Nutzer entscheidend die Arbeit, verlängern den Weg zur Maus aber um 15 Zentimeter. Die Fn-Taste funktioniert sowohl als Fn-Lock als auch als direkter Umschalter. Wenn sie leuchtet, haben die Funktionstasten ihre normale Funktion und erst mit Fn-Taste die erweiterten wie Fn-F1 für Ton ein/aus.

Das Tippgefühl auf den leider unbeleuchteten Tasten ähnelt dem der Sculpt mit definiertem, weichem und leisem Anschlag (die Leertaste hört man deutlicher) bei geringem Hub.

- 🟢 Bluetooth
  - 🟢 weitgehend Standardlayout
  - 🔴 keine Aufstellfüße, unflexibel
  - 🔴 langer Weg zur Maus
- Straßenpreis: 115 €



### Lioncast LK30

Die Lioncast LK30 leuchtet für eine Gaming-Tastatur puristisch weiß mit rot beleuchteten Win-, Num-, Caps- und Scroll-Lock-Tasten. Sie ist die größte und schwerste unter unseren Spielertestkandidaten. Das liegt an den 13 dedizierten Tasten für Makros, Lautstärkesteuerung und Sonderfunktionen sowie einer internen Metallplatte, die für Stabilität und Haltbarkeit sorgt.

Für die LK30 ist keine Software nötig. Anders als bei den anderen Spielertastaturen definiert man Makros und verändert die Tastenbeleuchtung mithilfe der Fn- und Extratasten. Interessantes Feature: Mit der Key-Mask-Funktion schaltet man einzelne Tasten komplett aus – sie haben dann keine Funktion mehr. So vermeidet man Fehlbedienungen in Spielen und entledigt sich etwa Caps-Lock.

Unter den Tasten stecken blaue Cherrys, die bei 50 Gramm Druck mit markantem Klick auslösen. Alternativ gibts die LK30 auch mit braunen Cherrys. Das textilumwickelte USB-Kabel ist abnehmbar. Die beiliegende Handballenauflage ist ein Witz: Sie ist mäßig zugeschnitten und stinkt nach Chemie.

In die Konfiguration per Tastenkombinationen muss man sich erst einmal reinfuchsen – die Tastaturen mit spezieller Software bieten hier höheren Komfort und mehr Möglichkeiten. Ansonsten besticht Lioncasts LK30 durch Minimalismus und Robustheit.

- 🟢 keine Extrasoftware nötig
  - 🟢 minimalistisch und robust
  - 🔴 groß und schwer
  - 🔴 Handballenauflage stinkt
- Straßenpreis: 130 €



### Logitech G513 Carbon

Dank matter Tastenkappen und Metall-Finish kommt Logitechs Gaming-Tastatur G513 Carbon schick und schlicht daher. Die Alu-Oberfläche dürfte aber auch für den ungewöhnlichen Sound verantwortlich sein: Schon wenn man nur durchschnittlich doll in die Tasten haut, hallt jedem Anschlag ein metallisches Klingen nach.

An Bord sind beleuchtete Tasten, per Fn-Taste erreichbare Medien- und Funktionsknöpfe sowie eine durchgeschliffene USB-Buchse. Letztere versorgt der zweite Stecker am textilumwickelten Kabel mit Strom. Die mitgelieferte Memory-Foam-Handballenauflage lässt sich nicht fest mit der Tastatur verbinden. Dank Gummistopfen hält sie jedoch gut auf dem Tisch, wie auch die Tastatur selbst.

Trotz metallischem Nachhall ist die G513 Carbon im Vergleich die leichteste Gaming-Tastatur. Unser Testgerät mit Romer-G-Tactile-Schaltern mit spürbarem Auslösepunkt bei 50 Gramm Druck brachte es auf gut 51 dB(A). Alternativ gibts auch lineare Romer-G- oder clicky GX-Blue-Schalter.

Mit der Logitech Gaming Software lassen sich alle Tasten frei – auch mit Makros – belegen. Profile für diverse Spiele sind bereits vorgefertigt wählbar. Auch Beleuchtungsmuster und Helligkeit sind einstellbar, alternativ geht das über Fn-F5, -F6 und -F7 – Fn-F8 deaktiviert die Windowstaste.

- 🟢 edle Verarbeitung
  - 🟢 durchgeschliffener USB-Port
  - 🟢 große Schalter-Auswahl
  - 🔴 gewöhnungsbedürftiger Sound
- Straßenpreis: 140 €

## Gaming-Tastaturen



### Razer Huntsman Elite

Clou der Razer Huntsman Elite sind die opto-mechanischen Schalter, die schneller auslösen als rein mechanische und somit in Spielen einen kleinen Vorteil verschaffen sollen. Das ist spürbar – und besonders beim Schreiben gewöhnungsbedürftig. Die Tasten lösen dazu per Infraroterkennung aus und verschleißten laut Hersteller weniger als solche mit der üblichen Auslösemechanik. Eine spezielle vertikale Führung der Tasten bewirkt, dass sie auch dann präzise auslösen, wenn man sie schräg oder ungenau erwischt.

Die Huntsman Elite gibts nur mit clicky Schaltern, die bei 45 Gramm Druck auslösen. Das Infrarot-Auslösen ist dadurch haptisch und akustisch wahrnehmbar, mit 56 dB(A) im Schnitt allerdings lauter als bei anderen Geräten im Test. Kleines Manko sind die matten Tastenoberflächen. Schon nach wenigen Spielstunden sehen sie nicht mehr sauber aus.

Medienbuttons und ein Drehschalter helfen bei Audio- und Videowiedergabe und Lautstärkeregelung. Tastenbelegung und Beleuchtung sowie Makros regelt man in der kostenlosen Software Razer Synapse. Tasten, Gehäuserand und Handballenaufgabe sind RGB-beleuchtet. Den Strom dafür bezieht die Tastatur über ein textilumwickeltes Kabel, das in zwei USB-Steckern endet. Verzichtet man auf die Discobeleuchtung, reicht ein Stecker.

- ⬆️ schnelle, wertige Schalter
  - ⬆️ dedizierte Medientasten
  - ⬇️ laut
  - ⬇️ teuer
- Straßenpreis: 210 €



### Roccat Suora FX

Für eine Spieletastatur kommt die Suora FX von Roccat äußerlich schlicht daher. Mit randlosem Design macht sie einen schlanken, minimalistischen Eindruck und wiegt nur gut 800 Gramm. Aufgrund der transparenten Schalter und fehlenden Umrahmung hat man einen seitlichen Einblick in die Mechanik. Insgesamt liegen die Tasten aber sehr hoch – über zwei Standfüße noch höher. Eine Handauflage ist nicht dabei.

Die braunen TTC-Schalter imitieren die gleichfarbigen von Cherry und lösen bei 50 Gramm Druck taktile deutlich spürbar aus. Vier Extratasten für Lautstärkesteuerung und den Game-Modus ergänzen diverse weitere Medien- und Systemfunktionen, die man per Fn- und F-Tasten erreicht.

Bis zu sechs Makros legt man auf den Tastenblock über den Pfeiltasten – mithilfe der Roccat-Swarm-Software. Hier nimmt man auch Einstellungen zur Tastenbelegung und RGB-Beleuchtung vor. Außerdem hat man die Möglichkeit, Details wie Tasten-Cursor-Blinkrate oder Zeichenwiederholrate einzustellen oder Eingaben durch Töne über die Audioausgabe des Rechners begleiten zu lassen – etwa Schreibmaschinenklackern. Mit knapp 54 dB(A) ist die Suora FX aber auch so schon eine der lautereren Tastaturen.

Als wir sie beim Test an eine USB-2.0-Buchse stöpselten, wurde die Suora FX erstmal nicht vom System erkannt. Erst eine USB-3.0-Buchse löste das Problem.

- ⬆️ schlank und leicht
  - ⬆️ guter Preis
  - ⬇️ relativ laut
  - ⬇️ hoch und ohne Handballenaufgabe
- Straßenpreis: 100 €



### Wooting One

Die Wooting One erkennt, wie fest man ihre Tasten drückt. In Spielen lassen sich damit ähnlich wie mit einem Joystick beispielsweise Figuren präziser steuern oder Aktionen feinfühlicher ausführen. Das klingt für Gamer traumhaft, erfordert aber Übung und Konzentration. Der Trick funktioniert bei Spielen mit Gamepad-Unterstützung – die graduellen Eingaben werden auf die Spielcontroller-Profile gemappt.

Zusätzlich stellt man in der Wootility-Software ein, dass eine Taste je nach Drucktiefe zwei unterschiedliche Aktionen auslöst – das funktioniert aber leider noch nicht einwandfrei. Sie lassen sich zwischen 1,5 und 3,6 Millimeter Hub definieren. Auch die Beleuchtung der Tasten wählt man hier. Konfigurationen lassen sich in Profilen speichern, für generische Shooter sowie Rocket League gibts vorgefertigte.

Über eine Mode-Taste wechselt man zwischen analoger und digitaler Eingabe – praktisch für Texteingaben wie In-Game-Chats. Per Fn-Taste hat man Zugriff auf Medienfunktionen und Helligkeit der Tastenbeleuchtung.

Die One ist mit linearen oder clicky Schaltern erhältlich. Schon mit den leiseren linearen ist sie bei fast 57 dB(A) die lauteste Tastatur im ganzen Test. Der Auslösepunkt liegt bei 55 Gramm. Mitgeliefert werden ein abnehmbares USB-Kabel, vier lineare und vier clicky Austauschschalter sowie ein passendes Werkzeug. Eine Handballenaufgabe fehlt.

- ⬆️ erkennt Druckstärke für Spiele
  - ⬆️ klein und kompakt
  - ⬇️ laut
  - ⬇️ wirkt billig
- Straßenpreis: 140 €



Mannheim, Congress Center Rosengarten, 13.-16. November 2018

Die Konferenz für  
Continuous Delivery und DevOps

Die Konferenz zu  
Docker, Kubernetes und Co.

## Jetzt anmelden!

### // CONTINUOUS CONTINUOUS

#### Auswahl aus dem Programm:

- Continuous Delivery – Mehr als eine Pipeline
- Warum funktioniert Continuous Delivery nicht?
- Jenkins X – Continuously Driving the Cloud
- Qualitätsziele kontinuierlich im Auge behalten
- Infrastructure as Code: Tests und Monitoring
- Observability for Spring Boot Applications
- Terraform-Deployments mit InSpec überprüfen

#### Workshops:

- Continuous Deployment im Embedded-Umfeld
- DevOps-Discovery-Workshop mit Lego und Schokolade

### // VENI, VIDI, CONTAINER!

#### Auswahl aus dem Programm:

- Developer Experience mit Kubernetes steigern
- On-Premises-Containerisierung mit Microsoft TFS und Docker EE
- Kubernetes-Sicherheit 101
- Serverless und Functions as a Service mit Docker und OpenFaaS
- Istio Service Mesh
- Integrationstests mit Testcontainern

#### Workshops:

- Container-Orchestrierung mit Kubernetes
- Docker: Schnelleres Container-Deployment

Platin-Sponsor:



Gold-Sponsoren:



Silber-Sponsoren:



Bronze-Sponsor:



Veranstalter:





**Tasten mit Scherenmechanik – wie bei Lenovos ThinkPad Compact – sind leise und kurzhubig. Das Schreibgefühl ist Geschmackssache.**

nauer auslösen, aber nur in clicky erhältlich und deshalb sehr laut sind.

Die Schalter der Wooting One registrieren mithilfe von Infrarot-Erkennung nicht nur, dass man sie drückt, sondern auch wie weit. Das ist weniger relevant beim normalen Tippen, aber praktisch beim Spielen: So lässt sich mit nur einer Taste beispielsweise bei Shootern Schleichen von Laufen unterscheiden. Hier wählt man außerdem zwischen linearen

und clicky Schaltern – genauso wie bei LK30 und Suora FX. Die G513 Carbon gibt's sogar mit drei verschiedenen Schaltern: linear, taktile oder clicky.

Mit gebürsteter Alu-Oberfläche und wertiger Verarbeitung macht die Logitech G513 Carbon die edelste Figur unter unseren Kandidaten. Gewöhnungsbedürftig: Tippt man nicht allzu zimperlich, hallt sie metallisch singend nach. Metallisches Klingen ist auch bei Huntsman Elite

sowie Roccat Suora FX zu hören – und bei Lioncasts LK30, die durch eine eingebaute Metallplatte außerdem sehr schwer ist. Die Wooting One klappert hingegen furchtbar laut und fühlt sich insgesamt billig an. Sie ist die lauteste Tastatur im ganzen Testfeld, dicht gefolgt von der Huntsman Elite. Bei beiden artet das bei längeren Texteingaben fast schon zur Lärmbelästigung aus.

Unter der Haube stecken außer bunter Beleuchtung meist auch wirklich praktische Funktionen. LK30, Suora FX und Huntsman Elite haben dedizierte Funktionstasten für Mediensteuerung und Makros an Bord. Auf Wooting One und G513 Carbon erreicht man die Funktionen mithilfe der Fn-Taste. Letztere hat außerdem als einzige einen durchgeschleiften USB-Port – für den hat das Verbindungskabel einen zweiten Stecker.

Auch die Razer Huntsman Elite braucht einen Doppel-USB-Stecker, allerdings nur für die volle Discobeleuchtung – Gehäuse-

## Tastaturen für Vielschreiber und Spieler

	Vielschreiber					Ergonomisch	
Produkt	MX Board 5.0	x50Q	ThinkPad Compact Bluetooth	Craft	Modern Keyboard	Goldtouch Adjustable V2	Freestyle 2
Hersteller	Cherry, Cherry.de	Das Keyboard, Daskeyboard.com	Lenovo, Lenovo.com	Logitech, Logitech.com	Microsoft, Microsoft.com	Goldtouch, Goldtouch.com	Kinesis, Kinesis-ergo.com
Betriebssysteme	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux (Software für macOS und Linux noch Beta)	Windows, macOS, Linux, Android, iOS	Windows, macOS, Linux (mit Drittanbieter-Software)	Windows, macOS, Android, iOS	Windows, macOS, Linux	Windows, Linux, macOS (alternative Tastaturversion erhältlich)
Schaltertyp / Name	mechanisch / Cherry MX Red Silent (linear, gedämpft)	opto-mechanisch / Omron Gamma-Zulu (linear)	Scherenmechanik	Scherenmechanik	Scherenmechanik	Scherenmechanik	Scherenmechanik
Auslösepunkt (Herstellerangabe)	45 g	45 g	–	50 g	–	35 g	35 g
Tipprausch (dB(A))	46,4 dB(A)	49,9 dB(A)	36,8 dB(A)	36,2 dB(A)	40,6 dB(A)	44,6 dB(A)	39,6 dB(A)
Schalteralternativen	Cherry MX Red (linear), Brown (taktile), Blue (clicky), Black (linear); alle derzeit nur in US-Layout	–	–	–	–	–	–
Verbindungstyp	USB	USB	Bluetooth	Bluetooth / 2,4 GHz Logitech Unifying Funk	Bluetooth / USB	USB	USB
Tastenbeleuchtung	Weiß	RGB	–	Weiß	Weiß	–	–
Programmierbare Tasten	nur Makros	✓	–	nur Drehregler und Funktionstasten	–	–	–
Gewicht	1018 g	1324 g	410 g	929 g	412 g	964 g	1036 g
Maße	45 cm × 14,5 cm × 3,5 cm	45 cm × 16,8 cm × 3,4 cm	30,5 cm × 16,2 cm × 3,1 cm	42,5 cm × 15 cm × 1,7 cm	42 cm × 11 cm × 2,1 cm	41,5 cm × 17,3 cm × 3,9 cm	19,5 cm × 25,3 cm × 2,1 cm + 19,5 cm × 25,3 cm × 2,1 cm
Tastenmaße	12,7 mm × 15 mm	13 mm × 14,2 mm	15,7 mm × 15,9 mm	16,1 mm × 16,1 mm	15,2 mm × 15,2 mm	13,1 mm × 15,3 mm	13,1 mm × 14,2 mm
Kabellänge	180 cm	200 cm	–	–	150 cm optional	175 cm	180 cm
Bewertung							
Verarbeitung	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕	○	⊖
Ausstattung	⊕	⊕⊕	○	⊕	⊕	⊖	○ (⊕ mit Zubehör)
Lautstärke	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕
Ergonomie	⊕⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖	⊕ (⊕⊕ mit Zubehör)
Preis	100 €	200 €	80 €	140 €	100 €	165 €	140 € (180 € mit Zubehör)
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe							



rand und Handballenaufgabe strahlen hier farbenfroh auf den Tisch. Bunte Tastenbeleuchtung haben auch die anderen Kandidaten, nur Lioncasts LK30 strahlt ohne RGB in weiß mit roten Akzenten.

Fast alle Geräte benötigen eine eigene Software, um Farbenspiel und Tastenbelegung zu verändern und Makros zu definieren. Nur bei der Lioncast LK30 nimmt man Einstellungen mit Sondertasten auf der Tastatur vor.

## Fazit

Schreiberlinge mit Büronachbarn dürften mit der Logitech Craft besonders glücklich werden – geschmeidiger beim Tippen und leiser geht es kaum. Mac-User freuen sich außerdem über passende Tastenbeschriftung. Wer die Scherenschalter nicht mag, ist dagegen mit der teureren x50Q gut beraten. Beiden kommt außerdem die Tastenbeleuchtung zugute, die bei den Tastaturen von Microsoft und Lenovo fehlen.

Unter den ergonomischen Tastaturen punktet die Freestyle 2, weil sie besonders nah am Standardlayout ist und selbst mit Zubehör noch einen annehmbaren Preis von 180 Euro hat. Die Ergo Pro hat viel bessere Tasten, ist aber klobiger und kostet mehr. Die Goldtouch V2 ist günstiger aber unflexibler und hat schlechtere Tasten. Bei den gewölbten Tastaturen wünscht man sich eine Surface ohne Ziffernblock und mit Hochstellfüßen – weil es die nicht gibt, nimmt man lieber die schlechter layoutete, preiswertere Sculpt.

Eingefleischte Gamer sind mit der Huntsman Elite gut beraten, die das gesamte Klickibunti-Paket bietet. Weniger aufdringlich, dafür auch super zum Schreiben geeignet ist Logitechs edelsanfte G513 Carbon, dicht gefolgt von der bodenständigen Lioncast LK30.

Den Mittelweg zwischen allen drei Disziplinen geht das MX Board 5.0 von Cherry. Es eignet sich prima zum Schreiben, ist ergonomisch und taugt auch für



**Die Wooting One bringt acht Austauschschalter mit. So rüstet man viel genutzte Tasten selbst um. Mit beiden Schaltertypen ist sie sehr laut.**

Gamer – und das mit 100 Euro für einen absolut fairen Preis. (jube@ct.de) **ct**

**Audioaufnahmen der 15 Tastaturen zum Reinhören: [ct.de/yptm](https://ct.de/yptm)**

			Gaming				
Ergo Pro	Sculpt	Surface Ergonomische Tastatur	LK30	G513 Carbon	Huntsman Elite	Suora FX	Wooting One
Matias, Matias.ca	Microsoft, Microsoft.com	Microsoft, Microsoft.com	Lioncast, Lioncast.com	Logitech G, Logitechg.com	Razer, Razer.com	Roccat, Roccat.org	Wooting, Wooting.nl
Windows, Linux, macOS (alternative Tastaturversion erhältlich)	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Android, iOS	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux	Windows, macOS, Linux
mechanisch / Matias Quiet Click (clicky)	Scherenmechanik	Scherenmechanik	mechanisch / Cherry MX Blue (clicky)	mechanisch / Romer-G Tactile (taktil)	opto-mechanisch / Razer opto-mechanical (clicky)	mechanisch / TTC Brown (linear)	opto-mechanisch / Flaretech Red (linear)
50 g	–	–	50 g	50 g	45 g	50 g	55 g
46,3 dB(A)	39,1 dB(A)	42,9 dB(A)	52,6 dB(A)	51,4 dB(A)	55,9 dB(A)	53,7 dB(A)	56,9 dB(A)
Matias Quiet Linear (linear), nur US-Layout	–	–	Cherry MX Brown (taktil)	Romer-G Linear (linear), GX Blue (clicky)	–	TTC Blue (clicky)	Flaretech Blue (clicky)
USB	2,4 GHz Funk	Bluetooth	USB	USB × 2	USB × 2	USB	USB
–	–	–	Weiß / Rot	RGB	RGB	RGB	RGB
–	–	–	nur Makros	✓	✓	✓	✓
1490 g	922 g	991 g	1293 g	1050 g	1117 g	825 g	825 g
18,3 cm × 2,5 cm × 3,7 cm + 20,5 cm × 23 cm × 3,7 cm	39,5 cm × 22,5 cm × 5,4 cm	46 cm × 22,5 cm × 3,1 cm	44,4 cm × 17 cm × 3,9 cm	44,4 cm × 13,3 cm × 3,4 cm	44,3 cm × 14 cm × 3,6 cm	43,5 cm × 12,7 cm × 4,0 cm	36,7 cm × 16 cm × 3,9 cm
13,4 mm × 15,2 mm	15 mm × 15 mm	15,2 mm × 14,7 mm	13,2 mm × 14,6 mm	12,4 mm × 14,2 mm	13 mm × 14,7 mm	13,1 mm × 14,8 mm	13 mm × 14,6 mm
200 cm	–	–	180 cm	180 cm	180 cm	180 cm	180 cm
⊕	○	⊕	○	⊕⊕	⊕	⊕⊕	○
⊕	⊕	○	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	○
⊕	⊕⊕	⊕	○	⊕	⊖	○	⊖
⊕	⊕⊕	⊕	○	○	⊕	○	○
210 €	80 € (90 € mit Maus)	115 €	130 €	140 €	210 €	100 €	140 €

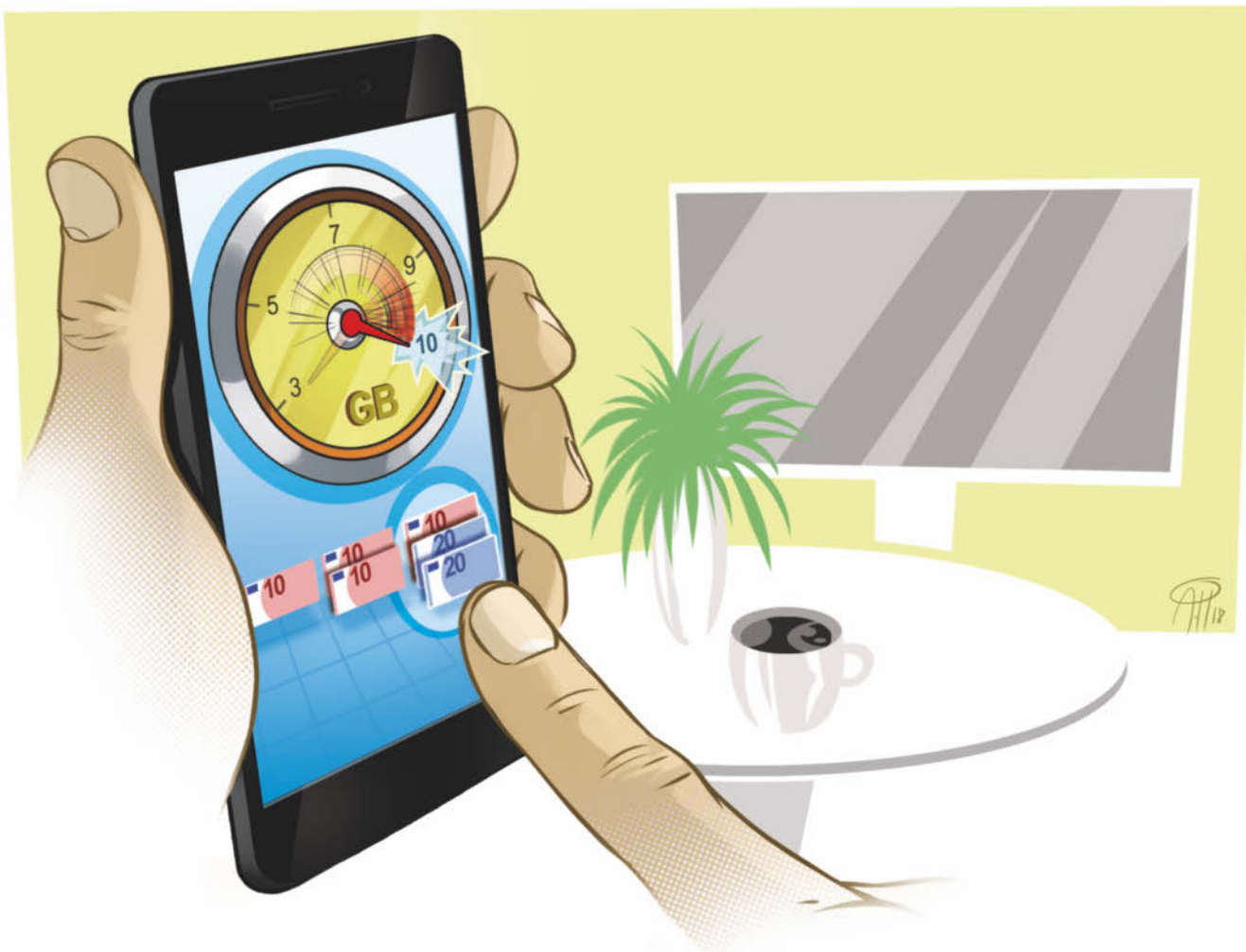


Bild: Albert Hulm, Illustrator

# Mehr Gigabyte fürs Geld

## Mobilfunktarife für den mittleren Bedarf

**Ab einem monatlichen Volumen von drei Gigabyte kommt man beim Internetzugang für Smartphone oder Tablet an Laufzeittarifen kaum vorbei. Die Preisspanne bei den Angeboten ist groß und im Kleingedruckten lauern einige Fallen.**

Von Urs Mansmann

**M**obilfunkverträge mit langer Laufzeit sind für die Mobilfunkanbieter eine feine Sache, denn der Kunde kann nicht wechseln. Allerdings sind offenbar immer weniger Kunden bereit, einen Vertrag über zwei Jahre zu schließen. Einige Provider haben darauf reagiert und bieten Verträge mit kurzer Laufzeit an. Bei

vielen Anbietern ist der Trend allerdings noch nicht angekommen, auch bei der Telekom und bei Vodafone müssen die Kunden die meisten Tarife für zwei Jahre abschließen.

Laufzeitverträge werden stets am Ende des Monats abgerechnet. Sie eignen sich deshalb nur für Kunden, die ihre Technik im Griff haben und wissen, was sie tun. Weniger routinierte Nutzer, die sich schon mit der Smartphone-Bedienung schwer tun, sollten lieber zu Prepaid-Verträgen mit voller Kostenkontrolle greifen. Pflicht sind Prepaid-Verträge für Kinder, denen gewissenlose Geschäftsmacher durch In-App-Käufe oder Abbuchungen per 0900-Rufnummer das Geld aus der Tasche ziehen können. Auch das Roaming auf Fähren und Kreuzfahrtschiffen ist eine potenzielle Kostenfalle, in die im vergangenen Sommer ein 12-Jähriger

mit einer Mobilfunkrechnung von 12.000 Euro für Datenroaming tappte.

Verträge mit langer Laufzeit bergen einige Nachteile für den Kunden: Im Mobilfunkmarkt sinken die Preise seit Jahren. Im Laufe der zwei Vertragsjahre wird die Leistung für Neukunden immer billiger, Bestandskunden müssen aber bis zum Ende den vereinbarten Preis bezahlen. Hat man die Wahl, sollte man lieber auf eine bei Vertragsschluss fällige Gutschrift verzichten und den Vertrag mit kurzer Laufzeit wählen. Unterm Strich spart man mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit Geld, weil man viel früher von Preissenkungen profitiert.

In aller Regel kann man nach einem Jahr Laufzeit mit dem Anbieter vereinbaren, dass man in einen günstigeren Tarif eingestuft wird. Aber dann beginnt die Mindestvertragslaufzeit wieder von vorne.



Zwar kann auch der Anbieter den Vertrag in dieser Zeit nicht kündigen – aber das wäre auch so ziemlich das Letzte, was er tun würde.

Einen erheblichen Vorteil haben Laufzeitverträge aber: Wer einen solchen hat, muss sich nicht um Guthabenaufładungen kümmern, sondern kann den Vertrag nutzen – solange er jeden Monat die Rechnung bezahlt. Und eine solche bekommt man, anders als bei Prepaid-Verträgen, auch tatsächlich ausgestellt.

## Rufnummer mitnehmen

Wer den Teufelskreis von Vertragsverlängerungen durchbrechen, seinen Vertrag wechseln und die Rufnummer mitnehmen will, kann das jederzeit tun. Anders als im Festnetz gibt es im Mobilfunknetz einen Anspruch darauf, die Rufnummer jederzeit zu portieren. Das beendet allerdings nicht den laufenden Vertrag, der auch bei einer Rufnummernportierung fristgerecht gekündigt und für den bis zum Ende bezahlt werden muss. Je nachdem, welche Konditionen der alte und der neue Vertrag bieten, kann das aber die günstigere Lösung sein.

Portiert man die Nummer aus einem laufenden Vertrag, erhält man für die restliche Laufzeit im Altvertrag eine neue Rufnummer zugewiesen. Die Portierung ist allerdings teuer, bis zu 30 Euro kostet die Operation. Das Geld bekommt man mitunter vom neuen Anbieter erstattet, allerdings üblicherweise nur als Pauschale in Höhe von 25 Euro und damit längst nicht in jedem Fall kostendeckend.

Ob sich ein Laufzeitvertrag lohnt, lässt sich mit einer einfachen Faustformel ermitteln: Wer mit seinem Mobilfunkvertrag weniger als 2 bis 3 Gigabyte Datenvolumen im Monat verbraucht, fährt mit einem Prepaid-Vertrag für rund 10 Euro im Monat meist günstiger, jenseits davon üblicherweise mit einem Laufzeitvertrag. Deshalb haben wir in dieser Übersicht vom Anbieter aktiv beworbene Laufzeitverträge ab 3 Gigabyte Datenvolumen aufgeführt.

## Das richtige Netz

In Deutschland sind nach der Übernahme von E-Plus durch Telefónica (O2) nur noch drei Netzbetreiber übrig geblieben. Die beste Netzabdeckung in der Fläche bieten die Telekom und Vodafone, die bei Netztests stets die Plätze eins und zwei belegen. Mit Abstand folgt das O2-Netz, das auch nach der Zusammenschaltung mit

dem E-Plus-Netz in ländlichen Gegenden große Lücken aufweist. Analog zur Netzabdeckung hat sich auch das Preisniveau entwickelt: Die Angebote, die das Netz von O2 nutzen, sind die günstigsten. Will man lieber das besser ausgebaute von Vodafone oder der Telekom zur Verfügung haben, muss man mehr bezahlen.

Wer hauptsächlich in Großstädten und Ballungsräumen unterwegs ist, hat die freie Wahl. Dort ist die Netzabdeckung bei allen Anbietern hervorragend. In ländlichen Gegenden hingegen sollte man sehr genau darauf achten, welches Netz dort am besten ausgebaut ist. Zieht man in eine neue Gegend, sollte man die Nachbarn fragen, welches Netz sie nutzen und wie zufrieden sie damit sind. Das ist deutlich aussagekräftiger als Abdeckungskarten der Netzbetreiber.

Fürs Surfen besonders wichtig ist auch die Netzwerktechnologie. Das derzeit schnellste und sehr ordentlich ausgebaute Netz ist das LTE-Netz (4G). Die geringe Latenz bei der Datenübertragung und die hohe Lastfestigkeit der Basisstationen des LTE-Netzes, das von vorneherein als All-IP-Netz konzipiert wurde, machen im Alltag einen deutlich spürbaren Unterschied. Das UMTS-Netz (3G) bleibt bei allen Betreibern von der Abdeckung und von der Leistung her weit dahinter zurück, es wird sogar hie und da bereits zugunsten von LTE abgeschaltet. Die beste Flächendeckung weist das GSM-Netz auf (2G), das aber mit einer maximalen Datenrate von 0,2 MBit/s für heutige Smartphones weitgehend unbrauchbar ist.

Es hat bei der Telekom und Vodafone viele Jahre gedauert, bis auch die Service Provider wie Congstar oder Otelo Zugriff auf das LTE-Netz erhielten. Solange mussten sie das UMTS-Netz nutzen, das vielerorts an der Lastgrenze arbeitet. Inzwischen bieten die meisten größeren Provider zumindest optional LTE-Verträge an.

Das alles betrifft jedoch nur Datenverbindungen. Viele Smartphones können das LTE-Netz für Telefonate gar nicht nutzen, weil sie kein Voice over LTE (VoLTE) beherrschen. In diesem Fall wechselt das Handy beim Verbindungsaufbau automatisch in ein in Deutschland überall parallel vorhandenes GSM- oder – so verfügbar – UMTS-Netz und nach dem Telefonat wieder ins LTE-Netz. Da das Telefonieren auch im fast schon antiken GSM-Netz gut klappt, sind die Unterschiede zwischen den Netzbetreibern dabei nicht so sehr spürbar.

Die von den Anbietern gerne in den Vordergrund gestellte Datenrate ist für die praktische Performance gar nicht so wichtig, wie sie einen glauben machen. Die oft beworbenen 250, 300 oder gar 500 MBit/s lassen sich in der Praxis fast nie erreichen. Viele günstige oder ältere Smartphones beherrschen die dafür erforderlichen Betriebsmodi erst gar nicht, in denen gleichzeitig verschiedene Frequenzbänder genutzt werden. Falls doch, konkurrieren sie mit allen anderen gerade in derselben Funkzelle eingebuchten Mobilfunkanwendern um die vorhandenen Ressourcen. Ist auch nur ein anderer Nutzer in derselben Zelle aktiv, geht dessen verwendete Datenrate von der eigenen ab.

## Das Handy zum Vertrag

Mischkalkulationen, bei denen ein Handy integraler Bestandteil eines Angebots ist, findet man im heutigen Mobilfunkmarkt gar nicht mehr. Möchte der Kunde ein Handy haben, muss er dafür einen monatlichen Aufpreis zahlen, dessen Höhe sich nach dem Wert des Handys richtet. Aus Einmalzahlung und monatlichen Raten lässt sich der tatsächliche Kaufpreis leicht errechnen und mit Angeboten von freien Händlern vergleichen.

Diese Angebote entsprechen meistens dem branchenüblichen Verkaufspreis. Für den Kunden kann solch ein Geschäft aber dennoch attraktiv sein: Wer das Gerät ohne Kleinkredit nicht finan-

zieren kann, bekommt auf diese Weise einen günstigen Ratenkredit ohne einen zusätzlichen Eintrag bei der Schufa, der sich negativ auf den Score auswirken kann.

Allerdings sollten Sie genau darauf achten, dass die Raten am Ende der Laufzeit – üblicherweise zwei Jahre – auch wirklich auslaufen. Bei einigen Verträgen haben Sie nach zwei Jahren Anspruch auf ein neues Handy und der Vertrag läuft weiter. Allerdings müssen Sie diesen Anspruch dann auch tatsächlich einlösen. Bleiben Sie in einem solchen Fall untätig, zahlen Sie am Ende ohne eine Gegenleistung.

**10 GB INKLUSIV VOLUMEN**

- ✓ Top D-Netz-Qualität
- ✓ Highspeed-Option verfügbar

Das Produkt otelo Allnet-Flat Max beinhaltet **6 GB** Datenvolumen zzgl. **2 GB** extra-Datenvolumen sowie eine Sprach- und SMS-Flat in alle dt. Netze. Einzelheiten zum Produkt und zu buchbaren Leistungen ergeben sich aus der Preisliste und den AGB ([www.otelo.de](http://www.otelo.de)).

Datenübertragungsrate*	im Download	im Upload
Geschätzter Maximalwert	21,6 Mbit/s	3,6 Mbit/s
Ab Verbrauch von <b>8 GB</b> reduziert auf:	64 kbit/s	64 kbit/s

Die Nutzung folgender Dienste / Anwendungen wird nicht auf das Datenvolumen angerechnet: keine

\* im inländischen Datenverkehr

Die ständigen Nachjustierungen der Angebote hinterlassen Spuren: Bei Otelo stimmen die Angaben auf der Webseite und das verlinkte Produktdatenblatt nicht überein.

Wenn man nicht gerade unter der Woche um 3:30 Uhr in einer gottverlassenen, aber zufällig ausgezeichnet mit LTE versorgten Einöde ins Netz geht, wird man die avisierten Datenraten in aller Regel nicht erreichen.

Wer es genau wissen will, kann einen Speedtest machen. Dafür gibt es zahlreiche Apps, darunter eine, die die Bundesnetzagentur in Auftrag gegeben hat, um den Anbietern auf die Finger zu schauen. Allerdings sollte man diese Test-Apps in Mobilfunknetzen zurückhaltend einsetzen, denn für jede Messung können etliche zig Megabyte Datenvolumen durchgehen.

## Total gedrosselt

Wenn das monatliche Datenvolumen aufgebraucht ist, läuft man bei einigen Anbietern in eine Tariffalle: Dann greift eine Datenautomatik, die für üblicherweise 2 bis 3 Euro bis zu drei Mal 200 bis 500 Megabyte Volumen hinzubucht. In allen hier vorgestellten Tarifen lässt sich dieses Hinzubuchen generell oder zumindest fallweise unterbinden. Im Vergleich zum pauschal bezahlten Volumen sind solche Nachkäufe sehr teuer. In einem solchen Tarif sollten Sie unbedingt die Datenautomatik deaktivieren. Falls Sie das vereinbarte Datenvolumen öfter einmal erreichen, kommt es günstiger, wenn Sie den nächstgrößeren Tarif wählen, als wenn Sie Volumen per Datenautomatik oder manuell nachkaufen.

Ist das Volumen aufgebraucht und greift keine Datenautomatik, drosseln die Anbieter den Datenfluss bis zur Unbrauchbarkeit. In den meisten Tarifen stehen dann nur noch 16 bis 64 kBit/s zur Verfügung. Das reicht bestenfalls noch für Textnachrichten, die aber aufgrund der geringen Datenrate oft nur mit großer Zeitverzögerung ankommen. Da sich mehrere Apps das bisschen Bandbreite teilen müssen, passiert es oft genug, dass gar nichts mehr geht. Für andere Nutzer

erscheint man dann offline, obwohl man eine Datenverbindung hat.

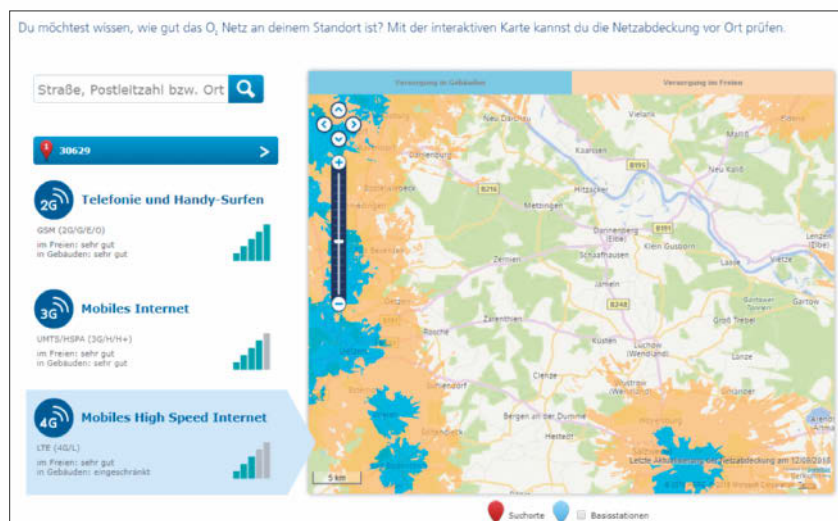
Eine andere Politik verfolgt O2: In den Free-Tarifen wird der Kunde von 225 auf 1 MBit/s gedrosselt. Das klingt zwar dramatisch, hat aber in der Praxis nur geringe Auswirkungen. Die verbleibende Bandbreite reicht für alle gängigen Anwendungen aus und selbst Video-Streaming funktioniert damit noch, wenn auch mit reduzierter Bildqualität. Nur bei größeren Downloads, etwa von App-Updates, Mail-Anhängen oder Videos, muss man warten. Pro Minute lassen sich bei 1 MBit/s 7,5 Megabyte übertragen.

## Kostenfallen

Bei den Kosten für den Hauptvertrag und die gängigsten Nebenleistungen wie Telefonie herrscht ein harter Preiswettbewerb. Die Mobilfunkanbieter halten sich deshalb anderswo schadlos. Telefonate innerhalb Deutschlands sind normalerweise von einer Allnet-Flat abgedeckt. Telefoniert man jedoch ins Ausland, auch in EU-

Länder, kann es hingegen richtig teuer werden. Hier werden oft Preise von einem Euro pro Minute oder mehr aufgerufen. Zwar sind die Preise für EU-Telefonate im Roaming begrenzt, nicht jedoch im Heimatnetz.

Auch anderswo greifen viele Anbieter unverschämt zu: Rücklastschriften werden mit bis zu 15 Euro pro Fall berechnet, eine Ersatz-SIM-Karte im Falle eines Verlustes – oder wenn man sie durch zu häufige fehlerhafte Eingabe von PIN und PUK gesperrt hat – mit bis zu 30 Euro. Gerade bei der Ersatz-SIM zeigen sich die Anbieter aber mitunter kulant, wenn man um einen Austausch bittet, weil das Format der Karte nicht passt. Beim Gespräch mit der Hotline hilft mitunter auch der Wink mit dem Zaunpfahl, dass man die SIM-Karte bei einem anderen Anbieter als Neukunde billiger bekäme, wenn der jeweilige Mitarbeiter so gar keine Anstalten macht, die Karte kostenlos zuzusenden. Grundsätzlich kostenlos ist eine neue SIM unter allen hier vorgestellten



In ländlichen Gebieten weist das LTE-Netz immer noch Lücken auf; die größten finden sich bei O2.



Angeboten nur bei der Sipgate-Marke Simquadrat.

## Mehrere Karten

Bis vor einigen Jahren war eine sogenannte Multi-SIM teuren Geschäftskunden-Verträgen vorbehalten. Inzwischen bieten viele Provider solche Zusatz-SIMs auch für günstige Privatkundenverträge an. Mit zusätzlichen SIM-Karten lassen sich weitere Geräte wie Tablets, Notebooks oder Zweit-Smartphones ausstatten, die über den gleichen Vertrag laufen, sich das Datenvolumen also teilen. Das ist nur dann sinnvoll, wenn eine Person alle Geräte nutzt, denn alle SIM-Karten sind über die gleiche Telefonnummer erreichbar. SMS kommen stets nur bei derjenigen SIM-Karte an, die entweder der Provider oder der Kunde dafür bestimmt hat.

Die Zusatz-SIMs kosten bei den meisten hier vorgestellten Tarifen zwischen 3 und 5 Euro pro Monat, in einigen Fällen sind sie kostenlos enthalten. Die Tarife passen allerdings nicht, wenn Sie Geräte nur sehr selten, dann aber sehr intensiv mobil nutzen, beispielsweise ein Notebook auf gelegentlichen Geschäftsreisen, das zu Hause im WLAN verwendet wird. In solchen Fällen ist es günstiger, einen Tarif ohne Grundgebühr, dafür aber mit Tages-Flatrate zu buchen. Die Telekom hat diesen Bedarf inzwischen erkannt: Dort lässt sich die „DayFlat unlimited“ unter <https://pass.telekom.de> für rund 5 Euro pro Tag zum bestehenden Vertrag hinzubuchen und bietet 24 Stunden unbegrenzten Zugang.

Sind Tarife mit und ohne Laufzeit im Angebot, muss der Kunde die Tarife ohne Laufzeit stets aktiv auswählen, dadurch ändert sich meist der Preis.

## Kostenfalle Roaming

Die EU hat die Kosten für das Roaming innerhalb der Union zwar abgeschafft, trotzdem lauern hier immer noch zahlreiche Kostenfallen. Gerade Postpaid-Kunden tragen ein hohes Risiko, weil sie überhöhte Rechnungen erst am Ende des Monats bemerken, wenn das Kind schon in den Brunnen gefallen ist.

Das EU-Roaming gilt in allen EU-Ländern, Island, Liechtenstein und Norwegen. Es gilt aber nicht in der Schweiz und in einigen Kleinstaaten wie Andorra, Monaco oder auf den Kanalinseln. Wer das nicht bemerkt, sich im EU-Roaming wähnt und auf „Roam like at home“ verlässt, kann am Ende des Monats exorbitant hohe Roaming-Rechnungen bekommen, die im Extremfall sogar im fünfstelligen Bereich liegen können. Der heimische Provider kann den Schaden nicht begrenzen, wenn er die Abrechnung bei Postpaid-Kunden nur mit Verzögerung erhält.

Bei Ausflügen an die Schweizer Grenze sollte man das Roaming komplett deaktivieren, wenn die Schweiz nicht laut Vertrag zu EU-Tarifen abgerechnet wird. Bei der Telekom liegt die Schweiz zwar

abrechnungstechnisch im EU-Raum, es gelten aber besondere Einschränkungen hinsichtlich Gesprächsminuten, SMS und Datenvolumen, die man vor einem Schweiz-Urlaub sorgfältig studieren sollte.

## Schnell wechseln

Wenn Sie Ihren Mobilfunkvertrag wechseln wollen, sollten Sie zunächst einmal prüfen, wie lange Ihr aktueller Vertrag noch läuft. Nehmen Sie dazu Ihre letzte Rechnung, dort muss stehen, wann der Vertrag begonnen hatte, wie lange er noch läuft und zu wann er gekündigt werden kann.

Anders als Festnetzverträge können Sie Mobilfunkverträge problemlos kündigen und sich dann nach Ersatz umsehen. Die Portierung der Mobilfunkrufnummer ist dadurch nicht in Gefahr – die ist sogar 30 Tage über das Vertragsende hinaus noch möglich. Trödeln sollten Sie allerdings nicht, nach dieser Frist muss die Portierung abgeschlossen und die Nummer beim neuen Anbieter geschaltet sein.

Achten Sie bei Angeboten auf Kleingedruckte. Lockpreise, die sich nach einigen Monaten teils drastisch erhöhen, sind inzwischen branchenüblich. Aus 9,99 Euro im Monat werden dann ruckzuck 29,99, 39,99 oder 49,99 Euro für den Rest der Vertragslaufzeit.

Bestellen Sie am besten online, dann können Sie alle Unterlagen in Ruhe durchsehen, abspeichern oder ausdrucken. Bei einer Bestellung erhalten Sie eine Zusammenfassung, die genau auflistet, was Sie wofür zahlen müssen, üblicherweise finden Sie dort monatliche Gebühren, Anschlussgebühren und Versandkosten.

Prüfen Sie Ihre Verträge von Zeit zu Zeit. Im Mobilfunk fallen die Kosten laufend. Wer jahrelang im selben Vertrag bleibt, zahlt am Ende garantiert zu viel. Dazu müssen Sie gar nicht wechseln: Wenn Sie sich bei Ihrem Anbieter melden, bekommen Sie in aller Regel ein attraktives neues Angebot. (uma@ct.de) **ct**

Netzabdeckungskarten: [ct.de/y7qh](https://ct.de/y7qh)

Leistungen und Kosten	
Red S 4 GB mit iPhone Xs	Pro Monat
Dein Tarif enthält folgende Vorteile: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 % Online-Rabatt</li> <li>• Aktionsrabatt: 12 Monate x 6,50 €</li> <li>• 24 x 5 Euro Rabatt auf mtl. Smartphone-Zuzahlung</li> <li>• 3 Monate unbegrenztes Datenvolumen geschenkt</li> </ul>	
Tarif Red S 4 GB*, nur online	22,49 € <del>54,99 €</del>
Zuzahlung iPhone Xs Gold (64 GB)	20,00 €
<b>AKTION: 4 GB statt 2 GB</b> Du bekommst insgesamt 4 GB im Monat während Deiner Vertragslaufzeit.	
Du zahlst pro Monat Ab dem 13. Monat 48,99 €	<b>42,49 €</b>
	Einmal
Anschlusspreis Red S	39,99 €
Einmalzahlung iPhone Xs Gold (64 GB)	649,90 €
Du zahlst einmal	<b>689,89 €</b>

In der Bestellzusammenfassung werden Einmalzahlung und Raten fürs Smartphone übersichtlich dargestellt. Einen Endtermin für die Ratenzahlung sucht man allerdings vergebens.

## Smartphone-Tarife ab 3 GByte/Monat (Auswahl, Teil 1)

Anbieter	1&1	1&1	1&1	Blau
Tarif	All-Net-Flat LTE M	All-Net-Flat LTE L	All-Net-Flat LTE XL	3 / 5 / 8 GB LTE
URL	www.1und1.de	www.1und1.de	www.1und1.de	www.blau.de
Netz	02	02	02	02
<b>Grundkonditionen</b>				
max. Datenrate Download / Upload, Mobilfunktechnologie	225 / 50 MBit/s, LTE	225 / 50 MBit/s, LTE	225 / 50 MBit/s, LTE	21,6 / 11,2 MBit/s, LTE
Drosselung Download / Upload, Nachkauf von Volumen möglich	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, —
Grundvolumen ohne Aufpreis	5 GByte/Monat	10 GByte/Monat	15 GByte/Monat	3 / 5 / 8 GByte/Monat
Grundpreis Telefonminute / SMS	— (Flat) / 9 Cent	—/— (Flat)	—/— (Flat)	— / — (Flat)
Grundpreis Daten	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)
<b>Optionen und Erweiterungen</b>				
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	—	—	—	—
Optionen SMS Deutschland	Flat, 4,99 €/Monat	—	—	—
Schweiz/Norwegen zum EU-Tarif abgerechnet	—	—	—	—
Multi-SIM	6,99 €/Monat	6,99 €/Monat	kostenlos	—
Kosten für Ersatz-SIM	15,39 €	15,39 €	15,39 €	k. A.
Wunschrufnummer	—	—	—	—
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>				
Mindestvertragslaufzeit/Verlängerung/Kündigungsfrist	14 Tage / — / —	14 Tage / — / —	14 Tage / — / —	24 / 12 / 3 Monate
einmalige Gebühren abzüglich Rabatte und Guthaben	29,90 €	29,90 €	29,90 €	—
monatliche Kosten (ohne Rabatte) mindestens	24,99 € <sup>1</sup>	29,99 € <sup>1</sup>	34,99 € <sup>1</sup>	9,99 / 14,99 / 24,99 €/Monat

## Smartphone-Tarife ab 3 GByte/Monat (Auswahl, Teil 2)

Anbieter	Mobilcom Debitel	02	Otelo	Otelo
Tarif	Allnet 5 GB LTE	Free M	Go 4 GB	Classic 7 GB / Max 10 GB
URL	www.mobilcom-debitel.de	www.o2.de	www.otelo.de	www.otelo.de
Netz	02	02	Vodafone	Vodafone
<b>Grundkonditionen</b>				
max. Datenrate Download / Upload, Mobilfunktechnologie	50 / 32 MBit/s, LTE	225 / 50 MBit/s, LTE	21,6 / 3,6 MBit/s, UMTS	21,6 / 3,6 MBit/s, UMTS, LTE für 5 €/Monat zubuchbar
Drosselung Download / Upload, Nachkauf von Volumen möglich	64 / 64 kBit/s, —	1000 / 1000 kBit/s, —	64 / 64 kBit/s, —	64 / 64 kBit/s, —
Grundvolumen ohne Aufpreis	5 GByte/Monat	10 GByte/Monat	4 GByte/Monat	7 / 10 GByte/Monat
Grundpreis Telefonminute / SMS	— (Flat) / 9 Cent	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)
Grundpreis Daten	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)
<b>Optionen und Erweiterungen</b>				
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	—	—	—	—
Optionen SMS Deutschland	—	—	—	—
Schweiz/Norwegen zum EU-Tarif abgerechnet	—	—	—	—
Multi-SIM	weitere SIM je 30 € einmalig, 4,99 €/Monat	zweite SIM kostenlos	—	—
Kosten für Ersatz-SIM	25,95 €	24,99 €	9,90 €	9,90 €
Wunschrufnummer	40 bis 200 €	—	—	—
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>				
Mindestvertragslaufzeit/Verlängerung/Kündigungsfrist	24 / 12 / 3 Monate	1 Monat / — / 30 Tage	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate
einmalige Gebühren abzüglich Rabatte und Guthaben	19,99 €	29,99 €	39,99 €	39,99 €
monatliche Kosten (ohne Rabatte) mindestens	19,99 €	34,99 €	14,99 €	19,99 / 29,99 €
<sup>1</sup> Ermäßigungen bei 24 Monaten Laufzeit <sup>2</sup> vollwertige Verträge				
✓ vorhanden    — nicht vorhanden    k. A. keine Angabe				

	Congstar	Congstar	Klarmobil	Maxxim	Mobilcom-Debitel	Mobilcom Debitel	Mobilcom Debitel
	Allnet Flat mit LTE-Option	Allnet Flat Plus mit LTE-Option	Allnet Flat 4 GB / 6 GB mit LTE-Option	LTE 3000 / 5000	Allnet 4 GB	Allnet 4 GB	Allnet 8 GB
	www.congstar.de	www.congstar.de	www.klarmobil.de	www.maxxim.de	www.mobilcom-debitel.de	www.mobilcom-debitel.de	www.mobilcom-debitel.de
	Telekom	Telekom	Vodafone	02	Telekom	Vodafone	Vodafone
	50 / 25 MBit/s, LTE	50 / 25 MBit/s, LTE	50 / 25 MBit/s, LTE	50 / 32 MBit/s, LTE	42,2 / 5,8 MBit/s, UMTS	42,2 / 5,7 MBit/s, UMTS	42,2 / 5,7 MBit/s, UMTS
	32 / 32 kBit/s, ✓	32 / 32 kBit/s, ✓	32 / 32 kBit/s, ✓	16 / 16 kBit/s, — Datenautomatik deaktivierbar	64 / 16 kBit/s, —	64 / 64 kBit/s, —	64 / 64 kBit/s, —
	4 GByte/Monat	10 GByte/Monat	4 / 6 GByte/Monat	3 / 5 GByte/Monat	4 GByte/Monat	4 GByte/Monat	8 GByte/Monat
	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— (Flat) / 19 Cent	— (Flat) / 19 Cent
	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)
	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 30 € einmalig, 4,95 €/Monat	—	—
	15 €	15 €	24,95 €	14,95 €	25,95 €	25,95 €	25,95 €
	15 €	15 €	—	—	40 bis 200 €	40 bis 200 €	40 bis 200 €
	— / — / 14 Tage	— / — / 14 Tage	24 / 12 / 3 Monate	1 / 1 Monat / 30 Tage	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate
	—	—	312 / 360 € Gutschrift	19,99 €	54,98 € Gutschrift	39,98 € Gutschrift	54,98 € Gutschrift
	27 € <sup>1</sup>	37 € <sup>1</sup>	21,99 / 24,99 €	11,99 / 16,99 €	24,99 €	19,99 €	19,99 €

	Simquadrat	Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	WinSIM	Yourfone
	5000 / 10000 MB Internet-Paket	MagentaMobil M	MagentaMobil L	Red S	Red M	LTE All 3 / 5 / 10 GB	LTE All / Pro
	www.simquadrat.de	www.telekom.de	www.telekom.de	www.vodafone.de	www.vodafone.de	www.winsim.de	www.yourfone.de
	02	Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	02	02
	21,1 / 11,0 MBit/s, LTE	300 / 50 MBit/s, LTE	300 / 50 MBit/s, LTE	500 / 100 MBit/s, LTE	500 / 100 MBit/s, LTE	50 / 32 MBit/s, LTE	50 / 32 MBit/s, LTE
	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 16 kBit/s, ✓	64 / 16 kBit/s, ✓	32 / 32 kBit/s, ✓, Datenautomatik, fallweise deaktivierbar	32 / 32 kBit/s, ✓, Datenautomatik, fallweise deaktivierbar	16 / 16 kBit/s, ✓, Datenautomatik deaktivierbar	16 / 16 kBit/s, ✓, Datenautomatik deaktivierbar
	5 GByte/Monat	5 GByte/Monat	10 GByte/Monat	4 GByte/Monat	11 GByte/Monat	3 / 5 / 10 GByte/Monat	3 / 5 GByte/Monat
	9 / 9 Cent	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)	— / — (Flat)
	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)	— (Flat)
	Allnet-Flat, 9,95 €/Monat, kostenlose Festnetznummer	—	—	—	—	—	—
	SMS to Mail kostenlos	—	—	—	—	—	—
	—	mit Einschränkungen	mit Einschränkungen	—	—	—	—
	—	2 weitere SIM für je 4,95 €/Monat	2 weitere SIM für je 4,95 €/Monat	4 Partnerkarten <sup>2</sup> für 15,99 bzw. 20,99 €/Monat	4 Partnerkarten <sup>2</sup> für 15,99 bzw. 20,99 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat
	kostenlos	29,95 €	29,95 €	29,95 €	29,95 €	14,95 €	14,95 €
	—	24,95 €	24,95 €	20 € nur bei Vertragsschluss im Shop	20 € nur bei Vertragsschluss im Shop	—	—
	1 Monat / — / 1 Tag	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	1 / 1 Monat / 30 Tage	24 / 12 / 3 Monate
	—	56 € Gutschrift	122,05 € Gutschrift	38,01 € Gutschrift	86,01 € Gutschrift	—	29,99 €
	29,90 / 44,90 €	46,95 €	56,95 €	31,49 €	40,49 €	7,99 / 12,99 / 19,99 €	14,99 / 16,99 €



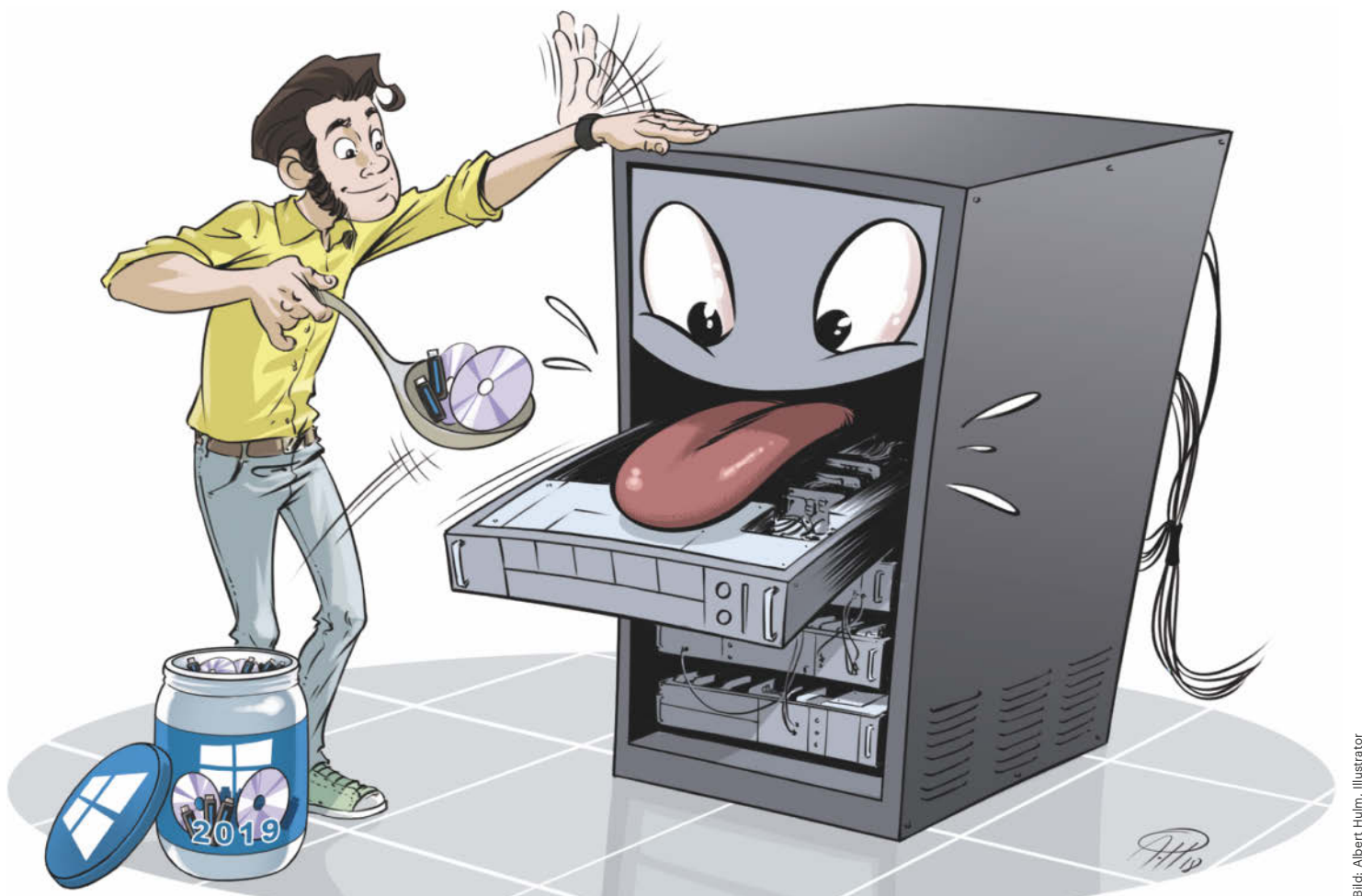


Bild: Albert Hulm, Illustrator

# Server-Nachschub

## Das ist neu in Windows Server 2019

**Microsoft hat einen neuen Windows Server fertig. Server-Funktionen sind nur wenige hinzugekommen, Windows Server 2019 erbt insbesondere Neuerungen der letzten Windows-10-Versionen.**

Von Jan Mahn

**W**indows Server und Windows 10 für den Desktop-PC sind untrennbar miteinander verbunden, teilen sich den Kernel und neuerdings auch den Update-Zyklus: Alle halbe Jahre gibt es ein neues Windows 10 mit neuen Features. Alle zwei bis drei Jahre wird die neue Version dann für Enterprise-Kunden zur Langzeit-Version (LTSC) erklärt, die sich in den nächs-

ten drei Jahren im Funktionsumfang nicht verändert. Und meistens erscheint dann auch der neue Windows Server, der auf einen Schlag all die Funktionen dazu bekommt, die sich bei Windows 10 angesammelt haben. Im Herbst 2018 ist es wieder so weit: Windows Server 2019 heißt der neue Server, der wie Windows 10 Version 1809 im Herbst fertig sein soll. Zum Redaktionsschluss gab es nur die Insider Preview, die nach Microsofts Angaben bereits vollständig ist – kurzfristige Überraschungen sind für einen Server auch nicht zu erwarten.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass es auch einen halbjährlichen Zyklus für Server gibt. Diese Versionen heißen wie Windows 10 auch „Server 1709“ und „Server 1803“, sind allerdings Kunden mit Software Assurance vorbehalten, kommen nur in der Version ohne gra-

fische Oberfläche und richten sich an eher experimentierfreudige Nutzer.

### Der bessere Desktop

Nach der Installation des neuen Servers in der Version mit grafischer Oberfläche zeigt sich: Microsoft hat viele Funktionen vom Desktop-Windows übernommen. Zwar gibt es keine Sprachassistentin Cortana, die in 1803 eingeführte Timeline (rechts neben der Suche in der Taskleiste) hat es aber zusammen mit der umstrukturierten Einstellungen-App mit Milchglas-Optik in den Server geschafft. Interessant sind diese kosmetischen Änderungen nicht für den Administrator, der darauf arbeiten muss, sondern für den Einsatz als Terminalserver. Der Benutzer, der sich mit ihm verbindet, merkt nicht, dass er auf einem Server arbeitet.

Auch abseits der grafischen Oberfläche gibt es Funktions-Nachschub: In der Eingabeaufforderung und in der PowerShell funktioniert jetzt `curl`, anders als unter Linux aber leider noch immer nicht mit HTTP/2-Unterstützung. Der Standard-Editor Notepad kann endlich mit Linux-Zeileneenden umgehen und der Befehl `tar` für Linux-Archive steht ebenfalls bereit. Das wird vor allem Administratoren in heterogen Umgebungen mit Linux-Maschinen nützen. Auch das Windows Subsystem für Linux gibt es jetzt im Server. Installiert wird es entweder als Feature über „Rollen und Features hinzufügen“ im Server-Manager oder über die PowerShell:

```
Enable-WindowsOptionalFeature -Online -FeatureName Microsoft-Windows-Subsystem-Linux
```

Da das Betriebssystem keinen Store hat, muss man sich die Linux-Umgebung per Hand herunterladen. Eine sinnvolle erste Anwendung für das neue `curl`, hier am Beispiel von Ubuntu 18.04:

```
curl.exe -L -o ubuntu-1804.zip https://aka.ms/wsl-ubuntu-1804
```

Anschließend die Zip-Datei entpacken und die `ubuntu.exe` starten.

Auch wenn Microsoft immer wieder betont, auf das Feedback während der Insider-Previews zu hören, bleiben viele Wünsche unerfüllt und der Server-Desktop ein aufgeräumterer Windows-10-Desktop. Ein Klick auf das Netzwerk-Symbol in der Taskleiste zeigt beispielsweise noch immer die vergleichsweise wertlose Information „Verbunden“ statt einer IP-Adresse – einer der häufigen Wünsche von Administratoren.

Ebenfalls von Windows 10 geerbt hat der Server die Schutzmechanismen gegen Zero-Day-Exploits, also gegen ganz frische Sicherheitslücken [2]. Aus der Erbschaft stammen auch sämtliche Beschriftungen in den Windows-Einstellungen. In der deutschen Version war zum Redaktionsschluss noch überall von „Windows 10“ die Rede.

## Container-Dschungel

Mit jeder neuen Server-Version macht Microsoft in seinen Blogs Ankündigungen zur Container-Unterstützung und stiftet damit mehr Verwirrung, was aktuell möglich ist und an wen sich die Funktionen überhaupt richten. Der Reihe nach: Microsoft bezahlt an die Firma Docker Inc., damit Kunden von Windows Server 2016 und 2019 die Enterprise-Version von Docker nutzen dürfen.

Die Installation erfolgt über eine PowerShell mit Administratorrechten:

```
Install-Module -Name DockerMsftProvider -Repository PSGallery -Force
Install-Package -Name docker -ProviderName DockerMsftProvider
```

Nach der Installation braucht der Server einen Neustart: `Restart-Computer -Force`. Der Befehl `docker version` zeigt jetzt einen Versionsnamen mit -ee- (für „Enterprise-Edition“). Anders als die Community-Edition läuft sie als Windows-Dienst ohne angemeldeten Benutzer. Ihr fehlt aber das Docker-Wal-Menü in der Taskleiste, über das sich Einstellungen ändern lassen. Konfiguriert wird Docker daher vorwiegend über die PowerShell. Um die Software zu aktualisieren, sind folgende Befehle nötig:

```
Install-Package -Name docker -ProviderName DockerMsftProvider -Update -Force
Start-Service Docker
```

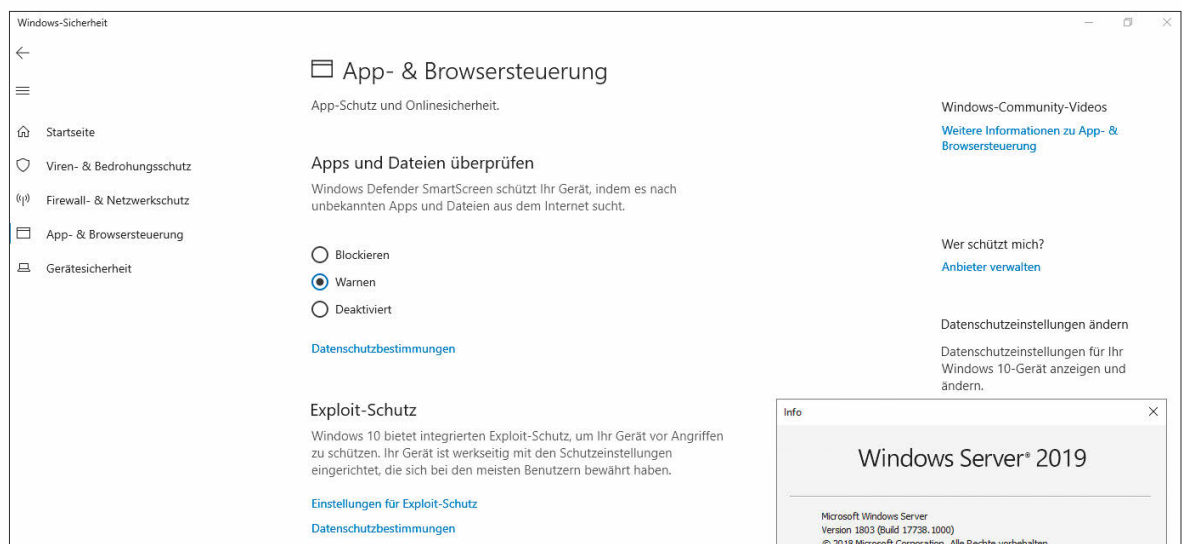
Da Docker nicht über Windows Update mit Updates versorgt wird, empfiehlt sich eine geplante Task mit diesen Befehlen, die regelmäßig ausgeführt wird.

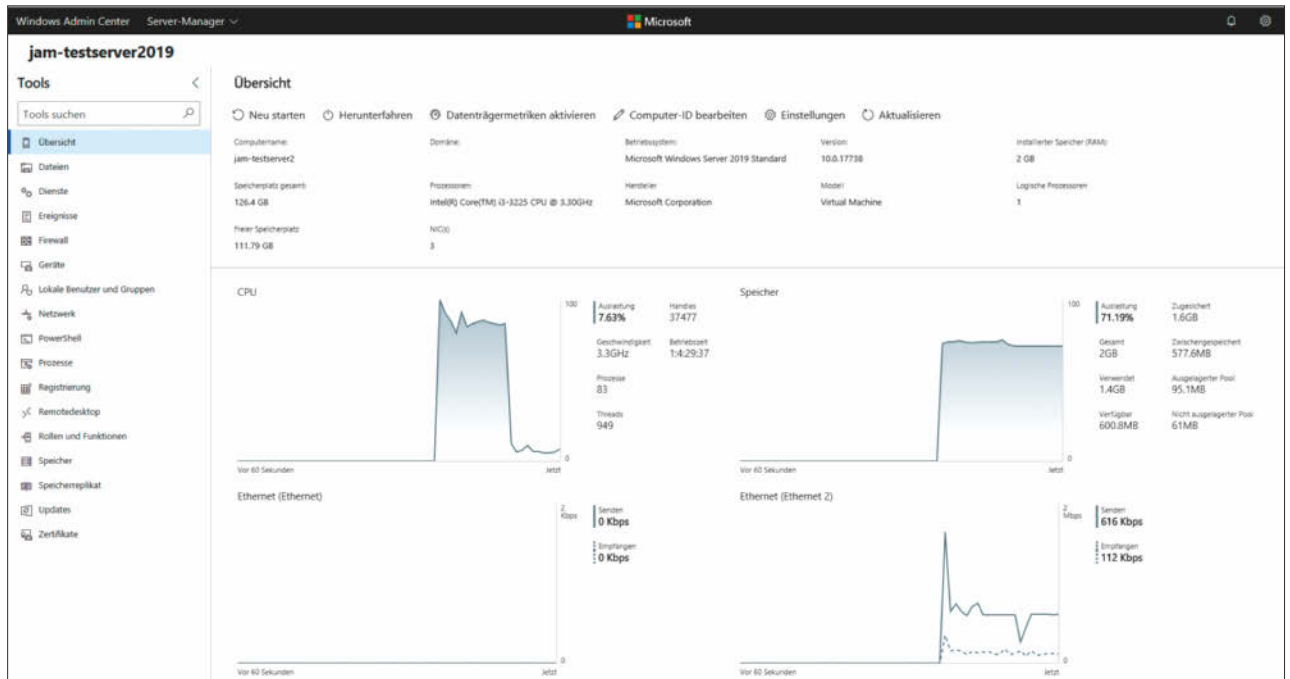
Der Sinn der Docker-Integration wird langsam deutlich: Auf dem neuen Windows Server soll klassische Windows-Software, also vor allem .Net-Anwendungen, in Containern verpackt laufen. Bisher gab es dafür die Base-Images `windowsservercore` und `nanoserver`, auf denen Entwickler ihre Anwendungen in Container laufen lassen konnten. Das scheiterte aber häufig bei alter Software, die darauf angewiesen ist, Grafik auszugeben. Für diese Fälle gibt es jetzt das neue Image mit der Bezeichnung `windows`. Darin existieren die API-Funktionen für grafische Ausgaben, obwohl sie niemand zu Gesicht bekommen kann – eine RDP-Verbindung in den Container gibt es nicht. Die Altsoftware kann in so einen Container verfrachtet und mit modernen Werkzeugen verwaltet werden.

Eines dieser Werkzeuge ist der Container-Orchestrator Kubernetes. Windows Server kann jetzt als Node in einer Kubernetes-Umgebung arbeiten – mit Server 2019 verlässt die Funktion die Beta-Phase. Microsoft beschreibt in der Dokumentation aber bisher nur Szenarien, in denen ein Kubernetes-Master auf Linux mit dem Windows-Node arbeitet (zu finden über [ct.de/yan2](https://ct.de/yan2)).

An der Linux-Container-Unterstützung hat sich übrigens nichts geändert. Weiterhin kann nur die Community-Edition

**Der Windows Server hat viel von Windows 10 geerbt. In der Insider Preview auch die Übersetzungen. Hier ist immer mal wieder von Windows 10 die Rede.**





Über das Windows Admin Center greifen Sie aus dem Browser auf den Server zu – andere Zugänge wie den Server-Manager gibt es aber weiterhin.

tion von Docker Linux-Container ausführen – standardmäßig startet dafür eine MobyLinux-VM. In der experimentellen Fassung vom Community-Docker kann man weiterhin ausprobieren, wie Linux-Container ohne Virtualisierung unter Windows laufen [3]. Das ist nützlich für Entwickler. Für den Server ist das aber ausdrücklich nichts, denn die Community-Edition läuft nur, solange ein Benutzer angemeldet ist. Auch wenn es vielerorts behauptet wird: Windows Server 2019 ist nicht für die Ausführung von Linux-Containern gedacht.

Sollten Sie noch während der Preview-Version von Server 2019 mit Windows-Containern experimentieren, müssen Sie beachten, dass die Kernelversion des Servers mit der des Containers übereinstimmen muss. Ein `docker run microsoft/nanoserver` schlägt in einer Preview-Version fehl. Schauen Sie zunächst mit `winver` nach, welche Build-Nummer der Server hat, zum Beispiel „17738.1000“. Die Insider-Images hat Microsoft in die eigene Container-Registry `mcr.microsoft.com` ausgelagert. Den zu diesem Kernel passenden Nanoserver bekommen Sie zum Beispiel mit folgendem Aufruf:

```
docker run mcr.microsoft.com/
nanoserver-insider:10.0.17738.1000
```

Der „Tag“ hinter dem Doppelpunkt beginnt immer mit „10.0.“, gefolgt von der

Build-Nummer. Gleiches funktioniert mit `windowsservercore-insider` und `windows-insider` für den neuen Container mit Grafikschnittstellen.

## Schluss mit Honolulu

Unter dem einprägsamen Namen „Project Honolulu“ war 2017 die Testphase für eine webbasierte Verwaltungsoberfläche gestartet. Seit dem Frühjahr heißt sie ganz langweilig „Windows Admin Center“, in Windows Server 2019 soll sie wohl das neue Mittel der Wahl für Administratoren werden. Der Server-Manager weist jetzt beim ersten Start auf die neue Möglichkeit hin – wer mit dem neuen Design des Server-Managers nie warm geworden ist, sollte sich die Weboberfläche einmal ansehen.

Das Admin Center wird auf einem Windows-Rechner oder Server im Netzwerk installiert. Die Software finden Sie über `ct.de/yan2`. Sie fungiert als Webserver und stellt eine Weboberfläche bereit – entweder nur für den Rechner des Administrators, oder für das gesamte Netzwerk. Das Admin Center spricht dann über WMI mit anderen Servern. Sie müssen nur den Hostnamen, Benutzernamen und Kennwort angeben und landen in einer HTML5-Verwaltungsoberfläche. Im Vergleich zu den Honolulu-Previews wirkt sie stabiler, vor allem der Datei-Explorer funktioniert jetzt zuverlässiger.

## Keine Experimente

Server-Administratoren erwarten keine großen Funktionsupdates und wünschen sich vor allem, dass ihr Werkzeug im Alltag stabil läuft. Ob der Server 2019 das in der Praxis hält, kann man zum Ende der Preview-Phase noch nicht einschätzen. Ein paar praktische Funktions-Erbstücke von Windows 10 bringt er mit, mit dem Admin Center hat Microsoft eine funktionstüchtige Alternative zu Server-Manager und Remote-Desktop eingeführt. Etwas chaotisch wirkt weiterhin die Kooperation mit Docker im Container-Bereich – bis die Integration von Linux-Containern vollständig abgeschlossen ist, wird es wohl noch einige Jahre dauern.

Im Blog hat Microsoft schon vorsichtig angekündigt, dass das Lizenzmodell zwar gleich bleibt, die Zugriffslizenzen (CALs) aber voraussichtlich etwas teurer werden.

(jam@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Peter Siering, Microsoft hat Linux fertig, Das Windows Subsystem für Linux installieren und einrichten, c't 22/2017, S. 108
- [2] Ronald Eikenberg und Jan Mahn, Schutz hoch zehn, Die neuen Schutzfunktionen des Windows 10 Fall Creators Update, c't 24/2017, S. 108
- [3] Jan Mahn, Friedliche Koexistenz, Linux- und Windows-Container parallel in Docker unter Windows, c't 5/2018, S. 160

Download der Preview: [ct.de/yan2](http://ct.de/yan2)



# iX Cloud-Konferenz 2018

Cloud Services effektiv und sicher nutzen

10. Oktober 2018 • Berlin

Unsere Sprecher sind z.B.:



Kurt Garloff,  
T-Systems:  
Wie man Spectre et al  
besiegt



Andreas Neeb,  
Red Hat GmbH:  
Istio & Kubernetes



Oliver Annau & Malte Brodersen,  
Zoi TechCon GmbH:  
HashiCorp Terraform



## WEITERE TOP-THEMEN:

- |                             |                      |
|-----------------------------|----------------------|
| ➤ Edge Computing            | ➤ Kubernetes         |
| ➤ Serverless Infrastructure | ➤ DevOps-Performance |
| ➤ DSGVO und Cloud           | ➤ Microservices      |

**Jetzt  
Ticket  
sichern!**

## Workshops am 11. und 12. Oktober:

- Kubernetes und Container für Fortgeschrittene
- Amazon Web Services (AWS) und Microsoft Azure im direkten Vergleich
- Systemdeployment & -management mit Ansible

weitere Informationen & Anmeldung unter [www.heise-events.de/cloudkonf](http://www.heise-events.de/cloudkonf)

Partner

**INNOVO  
CLOUD**

**7P**  
SEVEN PRINCIPLES  
Enabling Your Digital Business  
Personen, die sich für Andreas Neeb aus 84085 Langquaid  
© Copyright by Heise Medien.

Organisiert von

**heise  
Events**  
Conferences, Seminars, Workshops



# Mobile Power

## Flache 15-Zoll-Notebooks mit hoher Rechenleistung

**Intels Sechskern-Prozessoren bringen einen ordentlichen Leistungsschub für Mobilrechner. Wenn die Hersteller sich anstrengen, passen die CPUs in vergleichsweise flache 15,6-Zoll-Geräte, die sowohl auf dem Schreibtisch als auch unterwegs eine gute Figur abgeben.**

Von Florian Müssig

**T**rotz unauffälliger Namensgebung brachte die achte Generation der Core-i-Prozessoren das größte Performance-Plus seit etlichen Jahren: Intel spendierte zwei Kerne mehr, ohne dass sich etwas an den Abwärme-Klassen und damit den Anforderungen an Gehäuse oder Kühler geändert hätte. In der 45-Watt-Klasse für leistungsstarke Notebooks, die man am Buchstaben „H“ in den Typenbezeichnungen erkennt, bedeutet dies nun sechs statt vormals vier Kerne.

Wegen der im Vergleich zu Mainstream-Prozessoren der U-Familie dreifachen Abwärme und der dafür nötigen größeren Kühlsysteme findet man H-Prozessoren nicht in kompakten 13,3-Zöllern, sondern erst ab 15,6 Zoll Bildschirmdiagonale. Wir haben vor einigen Ausgaben bereits solche Notebooks ab 1000 Euro getestet, die sich hinsichtlich Ausstattung und Gehäusedesign jedoch an Gamer richten [1].

Für diesen Test haben wir uns nun flachere, schickere – und teurere – 15,6-Zöller in die Labore geholt: Asus ZenBook Pro UX580GE, Dell Precision 5530, Lenovo ThinkPad P1 und Lenovo ThinkPad X1 Extreme. Die Hersteller bewerben sie als Workstation-Notebooks für (semi-) professionelle Anwender. Das schlägt sich in den Preisen nieder: Die getesteten Modelle kosten zwischen 2300 Euro und 3850 Euro.

### Xeon zum Mitnehmen

Seit der achten Core-i-Generation gibt es in der H-Familie keine i3-Modelle mehr.

Stattdessen geht es erst beim Core i5 los; in den Testgeräten sind i7- oder gar i9-Modelle üblich. Alle Kandidaten liefern im Benchmark Cinebench R15 um die 1100 Punkte, was rund ein Drittel mehr Power ist als das, was bisherige Quad-Cores schafften.

In Dells Precision 5530 steckt mit dem Xeon E-2176M ein Sonderling. Er ist hinsichtlich der Taktraten zwischen den Core-i-Modellen i7-8750H und i9-8950HK angesiedelt und hat wie der i9 satte 12 MByte L3-Cache. Die i7-Varianten müssen mit „nur“ 9 MByte auskommen; i5 haben 8 MByte Cache. Anders als bei Xeons für Server handelt es sich hier also nicht um ein gesondertes Die mit mehr Kernen und Multi-Sockel-Fähigkeit, sondern hauptsächlich um einen anderen Namen.

Der größte Unterschied ist, dass mobile Xeons außer normalem Arbeitsspeicher auch solchen mit ECC-Fehlererkennung ansteuern. Das heißt aber nicht, dass dies auch immer der Fall ist: Dell nutzt die Möglichkeit im Precision 5530 nämlich nicht. Beim ThinkPad X1 bekommt man Xeon-Konfigurationen hingegen mit ECC-Speicher.

Laut Intels Datenblättern können alle Coffee-Lake-H-CPU bis zu 64 GByte Arbeitsspeicher ansprechen – sofern ein Notebook vier Slots für vier 16-GByte-Module besitzt. Die Testgeräte haben aber allesamt lediglich zwei Slots, sodass darin nicht mehr als 32 GByte Arbeitsspeicher möglich sind. Randnotiz: Es sind mittlerweile zwar schon 32-GByte-SO-DIMMs angekündigt, doch im Einzelhandel sind sie noch nicht zu bekommen. Ob die Notebook-Hersteller sie künftig anbieten werden, ist unklar. Intel wird erfahrungsgemäß nachträglich keine Freigabe erteilen, sondern erst für die nächste CPU-Generation.

## GeForce oder Quadro

Zwei der Testgeräte nutzen Nvidia-GPUs der GeForce-Serie und zwei solche mit Quadro-Bezeichnung. Ähnlich wie bei Core i oder Xeon sind die technischen Unterschiede kleiner, als die völlig unterschiedlichen Namen vermuten lassen: Die Quadro P1000 entspricht hinsichtlich der 3D-Rechenleistung etwa der GeForce GTX 1050, die P2000 der GTX 1050 Ti. Es handelt sich also durch die Bank um Mittelklasse-Grafikchips, die genug Power für flüssiges Zocken in Full-HD-Auflösung haben.

Die beiden GPU-Serien unterscheiden sich hauptsächlich durch ihre Treiber.

Die GeForce-Chips sind für Spieler gedacht und bekommen regelmäßige Treiber-Updates, sodass üblicherweise am Erscheinungstag eines neuen Blockbuster-Titels auch schon angepasste Treiber mit Performance-Optimierungen verfügbar sind. Die Treiber von Quadro-GPUs unterliegen einem langsameren Aktualisierungsrhythmus, enthalten dafür aber Zertifizierungen für gängige CAD-Anwendungen und andere Profi-Software.

## Namensspiele

Die geringen technischen Unterschiede zwischen GeForce und Quadro beziehungsweise Core i und Xeon sorgen dafür, dass die großen Hersteller ein Notebook-Barebone je nach Zielgruppe ebenfalls unter verschiedenen Namen anbieten. So sind beispielsweise die hier getesteten ThinkPad P1 und ThinkPad X1 Extreme so eng miteinander verwandt, dass sie sich UEFI-Firmware und Handbuch teilen – das P1 hat Quadro, das X1 GeForce. Viele andere Optionen wie Bildschirme mit hoher Auflösung oder mehr RAM- beziehungsweise SSD-Kapazität stehen bei beiden bereit.

Das Dell Precision 5530 wiederum nutzt denselben Barebone wie die (hier nicht getestete) 2018er-Ausgabe des Consumer-Notebooks XPS 15; letzteres bekommt man ausschließlich mit Core-i-CPU und GeForce-GPU.

## Touchpad 3.0

Statt eines herkömmlichen mehrfinger-gestengfähigen Touchpads enthält das ZenBook Pro UX580GE einen Touchscreen – Asus nennt das ScreenPad. Haptisch gibt es keinen Unterschied zu einer normalen Sensorfläche, funktionell aber sehr wohl: Wischt man von oben herunter,

so öffnet sich ein Menü, über das man beispielsweise einen Ziffernblock oder einen Taschenrechner einblenden kann.

Des Weiteren stehen QuickStart-Icons für gängige Anwendungen bereit. Für Microsofts Office-Paket hat Asus spezielle Helferlein gebastelt, über die man schnell Textfarbe, Schriftgröße und Ähnliches ändern kann. Windows sieht das ScreenPad nicht als zweiten Bildschirm; die Ansteuerung muss also wie bei Apples TouchBar gezielt über spezielle Apps erfolgen. Anders als die TouchBar nimmt das ScreenPad aber keine etablierten Funktionen weg – und wer die ScreenPad-App deinstalliert, der kann es weiterhin wie jedes andere Touchpad benutzen.

## Bildschirme

Die Bildschirme aller vier Kandidaten sind dank IPS-Technik blickwinkelstabil und zudem ausreichend hell, wenngleich Dell die Konkurrenz mit 400 cd/m<sup>2</sup> in den Schatten stellt. Ein Sensor zur automatischen Helligkeitsregulierung fehlt bei allen Probanden. Die 4K-Panels des Precision 5530 und des ThinkPad X1 Extreme zeigen kräftige Farben im AdobeRGB-Farbraum, das 4K-Panel im ZenBook Pro UX580GE und das Full-HD-Bildschirm im ThinkPad P1 hingegen nur etwas mehr als sRGB.

Alle drei 4K-Bildschirme sind Touchscreens mit spiegelnden Glasscheiben, das Full-HD-Display des ThinkPad P1 ist hingegen matt. Die vier Kandidaten gibt es in anderen Ausstattungsvarianten auch mit anderen Bildschirmen, die wünschenswerte Kombination matte Oberfläche plus farbstärke 4K-Auflösung ist jedoch nirgends dabei.

Bei hochauflösenden Bildschirmen muss man zudem bedenken, dass diese stromhungriger sind: Das ThinkPad P1



**Eineiige Geschwister: Das ThinkPad P1 und das ThinkPad X1 Extreme unterscheiden sich nur in marginalen Details.**





## Asus ZenBook Pro UX580GE

Touchpads sind in den vergangenen Jahren immer größer geworden und verstehen mittlerweile etliche Mehrfingerge-  
sten. Das gilt auch für das Screenpad im ZenBook Pro UX580GE, doch es ist hier ganz anders realisiert: Asus hat einen Touchscreen eingebaut. Windows sieht diesen nicht als zweiten Bildschirm: Er wird von speziellen Apps angesteuert, die Asus vorinstalliert und über den Microsoft-Store aktualisiert werden. Ab Werk sind unter anderem eine Schnellstartleiste, ein Mediensteuerung und Add-Ins für Microsoft Office verfügbar.

Über einen Einstellungsdialog lässt sich die Screenpad-Helligkeit regeln und festlegen, ob im normalen Touchpad-Betrieb ein Hintergrundbild zu sehen sein soll. Da die Apps Kontogebunden agieren, kann jeder Nutzer individuelle Einstellungen festlegen. Wer die Screenpad-Apps deinstalliert, hat eine klassische dunkle Sensorfläche vor sich – dank aufgerauter Oberfläche fühlt sie sich nicht einmal anders an. Interessierten Entwicklern stellt Asus ein DevKit zur Verfügung; künftig wird man das Screenpad auch in anderen ZenBooks vorfinden.

Die getestete Konfiguration für 2500 Euro ist das Topmodell. Das nächstkleinere Modell mit Core i7-8750H statt Core i9-8950HK und sonst unveränderter Ausstattung – also auch mit 1-TByte-SSD und 4K-Touchscreen – kostet 300 Euro weniger. Im 1950-Euro-Einstiegsmodell gibt es nur eine halb so große SSD und einen matten Full-HD-Bildschirm. Asus bewirbt das 4K-Display mit einem Pantone-Validated-Sticker auf der Handballenablage, was nach tollen Farben klingt, dennoch deckt es nur den sRGB-Farbraum ab.

Die Tastatur bietet eine zusätzliche Spalte für Bild-Auf-/Ab, Pos1 und Ende, die man somit ohne Fn-Kombination erreicht. Der Cursor-Block und die Enter-Taste wurden allerdings jeweils in eine Zeile gequetscht. Alle vier USB-Buchsen beherrschen schnelles USB 3.1 Gen 2 (SuperSpeedPlus, 10 GBit/s). Unpraktisch: Der Kartenleser nimmt nur MicroSD-Kärtchen auf und nicht die in Kameras vorherrschenden normalgroßen SD-Karten. Die Laufzeit fällt mit kaum mehr als sechs Stunden recht knapp aus – die Konkurrenz schafft mindestens vier Stunden mehr.

- 👆 Screenpad
- 👆 Typ-A-Buchsen mit USB 3.1 Gen 2
- 👇 Kartenleser nur MicroSD
- 👇 kurze Laufzeit



## Dell Precision 5530

Die edlen XPS-Notebooks für Privatanwender stecken seit etlichen Generation in schicken Gehäusen aus Kohlenstoff-fasergewebe. Das Design gefiel aber auch Geschäftskunden außerordentlich gut, weshalb Dell das Precision 5530 als Profi-Version des XPS 15 aufgelegt hat. Zu den kleinen Unterschieden zählen eine Quadro- statt einer GeForce-GPU, die Option auf einen Xeon-Prozessor, andere Vorinstallationsbeigaben – und eine leicht abgewandelte Optik: Das gebürstete Aluminium von Deckel- und Bodenplatte ist beim XPS Silber und beim Precision Schwarz. Unser Testgerät war mit einem Xeon bestückt, doch dessen größter Vorteil gegenüber den sonst üblichen Core-i-CPUs ließ hier nicht nutzen: Dell baut kein ECC-RAM ein.

Das Precision 5530 ist deutlich teurer als das XPS 15: Letzteres kostet ab 1400 Euro und hat immer eine Nvidia-GPU. Beim Precision 5530 stehen mindestens 1900 Euro auf dem Preisschild; im Einstiegsmodell kümmert sich ausschließlich die im Intel-Prozessor integrierte Grafikeinheit um die Bildschirmausgabe. Der Vor-Ort-Service lässt sich auf bis zu fünf Jahre erweitern (XPS 15: vier Jahre). Nur hier kann man eine Festplatte zusätzlich zur M.2-SSD einbauen lassen, doch Vorsicht: Dann ist ein kleinerer Akku an Bord, was deutlich kürzere Laufzeiten nach sich zieht. Apropos Akku: Dell stattet das Notebook mit einer praktischen Ladestandsanzeige aus fünf LEDs aus, die auf Knopfdruck den Ladestand verrät. Alle anderen Kandidaten muss man erst einschalten, um diese Information zu erhalten.

Der Fingerabdruckleser ist im Einschalter untergebracht, was den Komfort erhöht: Nach dem Einschalten kann man den Finger einfach dort aufgelegt lassen und wird mittels Windows Hello eingeloggt. An der Tastatur gibt es bis auf den einzeiligen Cursor-Block nichts zu bemängeln. Die Webcam ist unterhalb des Bildschirms und nur knapp über den Scharnieren platziert, wodurch man in Videokonferenzen für Gesprächspartner aus seltsam anmutender Untersicht erscheint.

- 👆 Ladestandsanzeige
- 👆 farbstarker Bildschirm
- 👇 ungünstige Webcam-Position
- 👇 trotz Xeon kein ECC-Speicher

schaffte bei sonst ähnlicher Hardware-Bestückung deutlich längere Laufzeiten als das ThinkPad X1 Extreme: fast sechzehn gegenüber zehneinhalb Stunden.

Alle vier bieten mindestens eine Thunderbolt-3- und USB-3.1-Gen-2-fähige USB-C-Buchse, einen HDMI-Ausgang und einen Windows-Hello-tauglichen Fingerabdruckleser. Der Kartenleser des ZenBook Pro UX580GE nimmt nur kleine microSD-Kärtchen auf, die anderen hingegen normalgroße SD-Karten – und sprechen diese auch allesamt UHS-II-flott an. Alle Kandidaten benötigen mehr als die in der USB-PD-Spezifikation festgelegten 100 W und haben deshalb keine USB-C-Netzteile. Die Notebooks von Dell und Lenovo lassen sich wahlweise trotzdem per USB-C-Buchse laden, Asus hingegen nicht.

## Fazit

Alle vier Notebooks sind hochwertige und leistungsstarke Arbeitsgeräte ohne große Schwächen. Dennoch ist das Testfeld kein



**Statt eines normalen Touchpad baut Asus einen Touchscreen in das ZenBook Pro UX580GE ein.**

Einheitsbrei: Das Asus ZenBook Pro UX580GE hat ein innovatives Touchpad, das Dell Precision 5530 eine praktische Ladestandsanzeige und die beiden ThinkPads komfortable Trackpoints. Angesichts der hohen Preise sollte man aber überlegen, wie viel einem diese kleinen Unterschiede wert sind: Das ZenBook Pro UX580GE bekommt man schließlich für 2200 Euro mit Hexa-Core und 1-TByte-

SSD – da geht es beim ThinkPad X1 Extreme erst mit Vierkern und 256er-SSD los. Anders als im restlichen Testfeld gibt es bei Asus aber keinen Vor-Ort-Service und die Akkulaufzeit ist merklich kürzer.

Die Modelle mit farbstarken 4K-Bildschirmen spielen in einer Liga mit Apples aktuellem und noch teurerem MacBook Pro 15" [2]. Für dieses gibt es bestenfalls drei Jahre Garantie, während man die hier getesteten Profigeräte mit bis zu fünf Jahre Vor-Ort-Service absichern kann. Das gilt auch für Varianten mit farbschwächeren Full-HD-Bildschirmen, die damit weiterhin einen wichtigen Vorteil gegenüber gleich schnellen Gaming-Notebooks haben. (mue@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Mobile Hexa-Cores, Drei Notebooks mit Coffee-Lake-Prozessoren, c't 15/2018, S. 92
- [2] Florian Müssig, 2 x + 2 > 2000, Die 2018er MacBook Pro mit Coffee-Lake-Prozessoren, c't 19/2018, S. 92

E

C

I

F

F

O

365

DSGVO

Launch Countdown started  
[www.hornetsecurity.com/365](http://www.hornetsecurity.com/365)

TOTAL  
PROTECTION

KONFORM

OHNE

KOMPROMISSE



# HORNETSECURITY

Get ready.

Persönliches PDF für Andreas Lippert  
© Copyright by Heise Medien



## Lenovo ThinkPad P1

Lenovo hat die Nomenklatur seiner Workstation-Notebooks in letzter Zeit durcheinandergewirbelt: Aus der ThinkPad-W-Reihe mit dreistelligen Nummern wurde die ThinkPad-P-Familie mit zweistelligen Nummern – und das ThinkPad P1 fällt in dieser Hinsicht auch schon wieder aus dem Rahmen. Der Name spielt auf die enge Verwandtschaft mit dem ThinkPad X1 Extreme an und bringt dessen Vorteile mit: ein schlankes Gehäuse und hohe Mobilität anstelle eines klobigen Chassis, das auf maximale Performance zielt.

Letzteres bezieht sich hauptsächlich auf die Grafikleistung: Das P1 gibt es maximal mit Quadro P2000; in der getesteten Konfiguration steckt die etwas langsamere P1000. In Lenovos Webshop kann man sich sein Wunschgerät individuell hinsichtlich CPU (i5-8300H bis E-2176M), RAM (8 bis 32 GByte) und SSD-Kapazität (256 GByte bis zweimal 1 TByte) zu Preisen ab 1900 Euro zusammenstellen. Als Bildschirme gibt es das matte Full-HD-Panel des Testgeräts oder den farbstarken 4K-Touchscreen (siehe X1 Extreme) – bei Redaktionsschluss war er aber schlecht lieferbar, was für Lieferzeiten von über einem Monat sorgte. In vorgegebenen Konfigurationen, die man im Fachhandel findet, gibt es das 4K-Display nur in einem 3600-Euro-Modell. Konfigurationen mit Xeon-CPU lassen sich optional mit ECC-Speicher bestücken. Wer bei eigener Konfiguration den LAN-Adapter nicht mitbestellt, kann den integrierten Gigabit-Adapter nicht nutzen.

Die beleuchtete Tastatur überzeugt mit ausreichend Hub, gut spürbarem Druckpunkt und vorbildlichem Layout inklusive großem Cursor-Block. Lenovo-typisch befindet sich die Fn-Taste ganz links außen; auf Wunsch lässt sich die Belegung mit der danebenliegenden Strg-Taste tauschen. Mittels Fn+Esc kann man wählen, ob man lieber die klassischen Funktionstasten oder Sonderfunktionen in der obersten Tastenreihe hat. Der Trackpoint in der Tastatur erlaubt Mauszeigerbewegungen beim Schreiben, ohne dass man dafür die Handballen verschieben muss. Der Lüfter bleibt bei geringer Abwärme lautlos, dreht aber schon bei kurzer Last hochfrequent auf.

- ↑ matter Bildschirm
- ↑ Trackpoint
- ↓ hochfrequenter Lüfter
- ↓ LAN-Buchse nur per Adapter nutzbar



## Lenovo ThinkPad X1 Extreme

Lenovos ThinkPad-X1-Familie umfasste bislang ein Tablet und zwei 14-Zoll-Notebooks mit 15-Watt-Prozessoren. Der Neuzugang ThinkPad X1 Extreme erweitert das Angebot nach oben hin: Hier kommen leistungsstärkere 45-Watt-CPU und Nvidias Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1050 Ti zum Einsatz. Diese Power hat allerdings ihren Preis: Schon in der Minimalausstattung mit Vierkern-Prozessor und Full-HD-Bildschirm werden über 2100 Euro fällig – und damit sogar rund 10 Prozent mehr als beim Profi-Schwestermodell ThinkPad P1.

Abgesehen vom dort erhältlichen Xeon-Prozessor gibt es hier dieselben Optionen; unser Testgerät mit Hexa-Core, farbstarkem 4K-Touchscreen und 512er-SSD liegt bei über 3100 Euro. Mit zwei 1-TByte-SSDs und weiterem Schnickschnack lässt sich auch die 4000-Euro-Marke reißen. Wer sich im Webshop sein Wunschgerät zusammenklickt, der muss den proprietären LAN-Adapter explizit für knapp 11 Euro mitbestellen; bei vorgegebenen Ausstattungsvarianten liegt er immer mit im Karton. Anders als die kleineren ThinkPad-X1-Notebooks bekommt man das X1 Extreme ausschließlich mit schwarzem Gehäuse.

Angesichts der Baugleichheit mit dem ThinkPad P1 gelten die dort geschilderten Eindrücke und Ergebnisse auch hier: Die Tastatur überzeugt auf ganzer Linie, zum Mauszeigerschubsen stehen Touchpad und Trackpoint bereit – und der Lüfter rauscht arg hochfrequent, wenn die CPU zu tun hat. Zudem sind manche Business-Features wie ein Smart-Card-Leser an Bord, die Privatanutzer nicht benötigen – mitbezahlen muss man sie trotzdem.

- ↑ farbstarker Bildschirm
- ↑ Trackpoint
- ↓ hochfrequenter Lüfter
- ↓ unnötiger SmartCard-Leser



# Flache 15-Zoll-Notebooks mit hoher Rechenleistung: Daten und Testergebnisse

Modell	Asus ZenBook Pro UX580GE	Dell Precision 5530	Lenovo ThinkPad P1	Lenovo ThinkPad X1 Extreme
getestete Konfiguration	E2048T	9GRCCQ2	20MD0001GE	20MF000TGE
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, USB-C-LAN-Adapter	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, LAN-Adapter	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, LAN-Adapter
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>				
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	— / — / L / — / ✓	— / — / L / — / ✓	— / — / L / — / ✓	— / — / L / — / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	— / — / 2 × L (2 × Typ C), 2 × R / —	— / 1 × R, 1 × L / 1 × L (1 × Typ C) / —	— / 2 × R / 2 × L (2 × Typ C) / L (Adapter)	— / 2 × R / 2 × L (2 × Typ C) / L (Adapter)
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) (SD) / L / —	R (SD) / L / —	R (SD) / L / —	R (SD) / L / —
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausstattung</b>				
Display	AUO B156ZAN03.1: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 3840 × 2160, 16:9, 283 dpi, 18 ... 321 cd/m², spiegelnd	Sharp LQ156D1: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 3840 × 2160, 16:9, 283 dpi, 22 ... 399 cd/m², spiegelnd	ChiMei N156HCE-EN1: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 3 ... 278 cd/m², matt	AUO B156ZAN03.2: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 3840 × 2160, 16:9, 283 dpi, 4 ... 326 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i9-8950HK (6 Kerne mit HT), 2,9 GHz (Turbo bis 4,8 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache	Intel Xeon E-2176M (6 Kerne mit HT), 2,7 GHz (Turbo bis 4,4 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 12 MByte L3-Cache	Intel Core i7-8750H (6 Kerne mit HT), 2,2 GHz (Turbo bis 4,1 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 9 MByte L3-Cache	Intel Core i7-8750H (6 Kerne mit HT), 2,2 GHz (Turbo bis 4,1 GHz), 6 × 256 KByte L2-, 9 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte DDR4-2400 / Intel HM370	32 GByte DDR4-2666 / Intel HM370	16 GByte DDR4-2666 / Intel HM370	16 GByte DDR4-2666 / Intel HM370
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce GTX 1050 Ti (4096 MByte GDDR5) / ✓	PEG: Nvidia Quadro P2000 (4096 MByte GDDR5) / ✓	PEG: Nvidia Quadro P1000 (4096 MByte GDDR5) / ✓	PEG: Nvidia GeForce GTX 1050 Ti (4096 MByte GDDR5) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC295	HDA: Realtek ALC298	HDA: Realtek ALC285	HDA: Realtek ALC285
LAN / WLAN	— / PCIe: Intel Wireless-AC 9560 (a/b/g/n-300/ac-867)	— / PCIe: Intel Wireless-AC 9260 (a/b/g/n-300/ac-867)	PCIe: Intel I219-V (GBit) / PCIe: Intel Wireless-AC 9560 (a/b/g/n-300/ac-867)	PCIe: Intel I219-V (GBit) / PCIe: Intel Wireless-AC 9560 (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	— / USB: Intel (Microsoft)	— / USB: Intel (Microsoft)	— / USB: Intel (Microsoft)	— / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Finger-abdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / SPI: Goodix	PS/2: Dell (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Goodix	PS/2: Synaptics (+ Trackpoint) (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	PS/2: Synaptics (+ Trackpoint) (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM981 (1024 GByte) / —	SSD: SK Hynix PC400 (512 GByte) / —	SSD: Samsung PM981 (256 GByte) / —	SSD: Samsung PM981 (512 GByte) / —
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>				
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	71 Wh Lithium-Ionen / — / —	87 Wh Lithium-Ionen / — / ✓	82 Wh Lithium-Ionen / — / —	83 Wh Lithium-Ionen / — / —
Netzteil	150 W, 563 g, 16 cm × 7,6 cm × 2,6 cm, Kleeblattstecker	130 W, 447 g, 14,2 cm × 6,5 cm × 2,2 cm, Kleeblattstecker	135 W, 447 g, 11,8 cm × 7,7 cm × 2,3 cm, Kleeblattstecker	135 W, 493 g, 11,8 cm × 7,7 cm × 2,3 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	2 kg / 36,4 cm × 24,2 cm / 2,1 ... 2,2 cm	2,02 kg / 35,7 cm × 23,5 cm / 2 ... 2,2 cm	1,74 kg / 36,2 cm × 24,6 cm / 1,9 ... 2,4 cm	1,84 kg / 36,2 cm × 24,6 cm / 1,9 ... 2,4 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,4 cm / 19 mm × 18 mm	1,4 cm / 19 mm × 18 mm	1,4 cm / 19 mm × 19 mm	1,4 cm / 19 mm × 19 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>				
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,1 W	1 W / 0,4 W	0,4 W / 0,1 W	0,4 W / 0,1 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	7,2 W / 13,8 W / 18,4 W	3,1 W / 9,4 W / 13,4 W	4,6 W / 6,4 W / 8,3 W	4,7 W / 11,3 W / 15,5 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max)	101,2 W / 23,1 W / 103,7 W	123,5 W / 20,2 W / 86,5 W	103,3 W / 18,5 W / 72,3 W	103,2 W / 22,9 W / 104,2 W
max. Leistungsaufn. / Netzteil-Powerfactor	138,1 W / 0,93	124,6 W / 0,92	133,6 W / 0,92	134,2 W / 0,92
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>				
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	6,2 h (11,4 W) / 3,8 h (18,5 W) / 1,3 h (53 W)	14,4 h (6,1 W) / 7,1 h (12,4 W) / 1,7 h (51,4 W)	15,9 h (5,2 W) / 8,3 h (9,9 W) / 1,7 h (49,5 W)	10,6 h (7,8 W) / 4,9 h (17 W) / 1,4 h (60,8 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,1 h / 5,9 h	1,9 h / 7,7 h	1,5 h / 10,6 h	1,4 h / 7,7 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 2 Sone	0,1 Sone / 2,7 Sone	0,1 Sone / 1,6 Sone	0,1 Sone / 2,3 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	2068,2 / 2285,4 MByte/s	1979,1 / 1299,3 MByte/s	1771,9 / 1328 MByte/s	2484,2 / 1883,4 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	96448 / 82854	71232 / 8968	83868 / 66350	81830 / 64809
Leserate SD-Karte	45 MByte/s	198,6 MByte/s	184,8 MByte/s	184,3 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	10,4 / 10,6 MByte/s / ✓	26,1 / 14,8 MByte/s / ✓	21,8 / 15,6 MByte/s / ✓	17,3 / 14,3 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 100,4 dB(A)	⊕ / 96,2 dB(A)	⊕⊕ / 109 dB(A)	⊕⊕ / 109 dB(A)
CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)	190 / 1126	188 / 1167	174 / 1090	175 / 1075
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	23423 / 155568 / 666 fps	22642 / 150803 / 691 fps	20909 / 145302 / 623 fps	21213 / 142191 / 535 fps
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	21031 / 6703 / 2502	20199 / 6196 / 2299	15217 / 4549 / 1606	16511 / 6415 / 2342
<b>Bewertung</b>				
Laufzeit	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Rechenleistung Büro / 3D-Spiele	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕
Display / Geräuschentwicklung	⊕ / ○	⊕⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○
<b>Preis und Garantie</b>				
Straßenpreis Testkonfiguration	2500 €	3850 €	2300 €	3150 €
Garantie	2 Jahre	3 Jahre Vor-Ort-Service	3 Jahre Vor-Ort-Service	3 Jahre Vor-Ort-Service
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   — nicht vorhanden   k. A. keine Angabe				

# Fernspielgerät

## Blade Shadow: Gaming-PC in der Cloud

**Die alte Gurke zur Rakete machen: Mit dem Blade Shadow soll das gehen. Das ist ein Gaming-PC in der Cloud, bei dem man nicht merken soll, dass seine Bildausgabe über Internet gestreamt ist. Das funktioniert erstaunlich gut.**

Von Jan-Keno Janssen

**E**in Gaming-PC ist groß, stromhungrig und teuer. Da ist es gar nicht mal so weit hergeholt, das klobige Ding einfach in die Cloud auszulagern und es mit einem billigen Notebook, einem Android-Tablet oder einem alten Büro-PC anzuzapfen. Damit lassen sich dann aktuelle Spiele in voller Grafikpracht spielen, 4K-Videos bearbeiten oder 3D-Modelle bauen. Bislang war Cloud-Computing allerdings nichts für Gaming oder Videobearbeitung, wo es auf verzögerungsfreie Bildausgabe ankommt. Die französische Firma Blade will das ändern und bietet laut eigenen Angaben den ersten High-End-Gaming-PC in der Netzwolke an. Sie wirbt damit, dass man beim Bespielen des Rechners nicht merkt, eigentlich nur vor einem Videostream zu sitzen.

„Shadow“ nennt Blade den Mietrechner in der Cloud. Für 30 Euro im Monat (wenn man sich für ein Jahr bindet, ansonsten kostet es 45 Euro pro Monat) bekommen die Kunden eine 8-Kern-Intel-Xeon-CPU, 12 GByte DDR4-RAM und eine Nvidia Quadro P5000. Laut Blade entspricht die Grafikleistung der einer GTX 1080. Außerdem gibt es 256 GByte SSD-Speicherplatz. Für jeden Benutzer steht eine dedizierte Hardware-Grafikkarte zur Verfügung, lediglich die CPU teilen sich zu Stoßzeiten zwei User. Die Shadow-Rechenzentren stehen in Paris und Amsterdam, deutsche Nutzer werden in der Regel mit den Servern in den Niederlanden verbunden. Alle Steuerbefehle von Maus, Tastatur oder Gamepad gehen erst

an den lokalen Rechner, werden zum Cloud-PC in Amsterdam gesendet und dort verarbeitet. Die Ausgabe des Rechners wird dann per Videostream zurück nach Deutschland geschickt.

Die Client-Software gibt es für Windows, macOS, Android und Linux (Ubuntu). Im Test liefen die ersten drei Varianten problemlos, die Linux-Software leider nicht: Wir konnten sie zwar auf mehreren Rechnern mit Ubuntu 18.04 installieren, die Verbindung zum Cloud-PC brach jedoch bei allen Versuchen ab.

Anders als andere Cloud-Gaming-Anbieter wie Playstation Now bietet Shadow keine festgelegten Spiele, sondern einen kompletten virtuellen Windows-PC. Software muss man, zum Beispiel über die Gamingplattformen Steam oder Uplay, selbst herunterladen, vorinstalliert ist nichts. Praktischerweise hängt der Cloud-PC an einer dicken Internetleitung, im Test konnten wir mit 70 bis 110 MByte pro Sekunde saugen, das entspricht nahezu 900 MBit/s. Man muss übrigens nicht spielen, andere leistungshungrige Anwendungen funktionieren ebenso, zum Beispiel Videoschnitt, das Rohmaterial schiebt man über Cloud-Dienste wie Dropbox auf den Shadow-Rechner.

### Funktioniert das?

Unter Idealbedingungen, also mit einer Glasfaser-1-Gbit/s-Netzanbindung und per LAN angeschlossenem Rechner, beeindruckte uns das System mit ausgezeichneter Bildqualität und nahezu unmerklicher Verzögerung. Aktuelle Spiele wie Far Cry 5 ließen sich auch auf lahmen Rechnern wie einem Mac Mini von 2014 mit maximalen Details („Ultra“) flüssig spielen. Wenn wir genau hinschauten, konnten wir bei sehr schnellen Bewegungen manchmal von der H.264-Videokompression verursachte Unschärfen erkennen. Wird das Bild ruhiger, ist wieder alles scharf. Shadow unterstützt auch 4K und eine Bildwiederholrate von 144 Hz. Kann der Gastrechner H.265 per GPU dekodieren, lässt sich auf diese Kompression umschalten – was die Bildqualität deutlich erhöht, aber leider auch die Latenz manchmal spürbar verschlechtert. Deshalb haben wir ausschließlich das stabilere und verzögerungsärmere H.264 genutzt.

Für den Test setzten wir mehrere erfahrene Spieler vor den Cloud-PC, ohne ihnen mitzuteilen, dass sie nur einen Videostream sehen – niemandem fiel es auf. Gamer, die wussten, was sie sehen, waren kritischer und kritisierten leichte Verzögerungen.

Um die Latenzen zu messen, mussten wir ein wenig in die Trickkiste greifen. Unser Aufbau: zwei identische Laptops mit zwei identischen Mäusen, deren linke Taste von einer selbst gebauten Schaltung gleichzeitig elektrisch ausgelöst wird. Diesen Aufbau filmen wir mit der Sony-Kamera RX100M6, die 1000 Bilder in der Sekunde aufzeichnet, pro Millisekunde eines. Damit man das Auslösen der Schaltung im



**Unsere Latenzmessung:** Eine Schaltung (Mitte) drückt beim lokal laufenden Windows (links) und dem Cloud-PC gleichzeitig eine Maustaste. Das Ganze filmen wir mit einer Hochgeschwindigkeitskamera.

Videobild erkennt, haben wir das Gehäuse eines mechanischen Relais ausgefräst. Da die Displays nur mit 60 Hz laufen – also nur alle 16 Millisekunden ein Bild darstellen –, müssen wir mit einer Messtoleranz von 16 Millisekunden leben. Außerdem schaltet das Relais 5 Millisekunden verzögert.

Die Resultate haben uns überrascht: Die Grundlatenz unseres lokalen Windows-10-Systems lag bei 20 Messungen zwischen 68 und 94 Millisekunden. Getestet haben wir mit Standard-Windows-Software wie dem Bordmittel-Taschenrechner und mit Spielen. Das auf dem zweiten Laptop gestreamte Shadow-Cloud-System erhöhte die Latenz nur um relativ überschaubare 10 bis 40 Millisekunden. Das ist vergleichbar mit der Verzögerung vieler Fernseher, die vor allem Hardcore-Spielern auffällt – und anderen Menschen häufig gar nicht.

Die Leistung des Shadow-PCs hält nicht ganz mit High-End-Gaming-Rechnern mit, reicht aber für die meisten Anwendungen aus. So läuft Tomb Raider mit maximalen Details in Full HD mit 96 fps, in UHD sind es noch annehmbare 37 fps (siehe Balkendiagramme). Auch Videoschnitt mit DaVinci Resolve 15 klappte im Test angenehm geschmeidig. Die virtuelle 256-GB-SSD liest bei sequenziellen Zugriffen mit guten 500 MByte/s und schreibt mit 220 MByte/s. Dass das Shadow-System weniger Frames schafft als andere PCs mit vergleichbarer GPU, liegt vermutlich an der CPU – die teilt man sich schließlich mit anderen Nutzern.

## Problem Netzanbindung

Der große Haken beim Shadow-Cloud-PC: Der Dienst ist extrem anspruchsvoll, was die Qualität der Internetanbindung

Begrenzt man den Shadow-Client auf eine Bitrate von 5 MBit/s, stören hässliche Block-Artefakte und Unschärfen (links). Mit 50 MBit/s (rechts) ist die Videokompression meist nicht mehr zu erkennen.



angeht. Das Netz muss stabile (!) 50 MBit/s im Downstream liefern, will man die bestmögliche Bildqualität sehen. Einstellen lassen sich im Client 5, 10, 20, 30, 40 und 50 MBit/s.

Leider schafften es bei unseren Tests mehrere Wald-und-Wiesen-Internetzugänge nicht, den Shadow-PC jederzeit ruckelfrei auf den Schirm zu holen. Beispielsweise ein mit 100 MBit/s beworbener Vodafone-Kabel-Anschluss: Vormittags lief alles wunderbar, aber ab abends – wenn die Nachbarschaft das Netz nutzt – konnte man den Cloudrechner oft nicht mehr verwenden, auch nicht bei Reduzierung der Bandbreite im Shadow-Client. Die Zahl der verlorenen Pakete stieg, das Videobild kam manchmal mit mehreren Sekunden Verzögerung an.

WLAN-Anbindungen reichten in unseren Tests nicht für Shadow aus. 2,4-GHz-WLANs zeigten auch mit im Client auf 10 MBit/s reduzierter Bitrate nur eine Diashow, und sogar mit einer 5-GHz-Verbindung störten alle paar Sekunden diese Ruckler.

## Fazit

Shadow macht vieles anders und besser als bisherige Cloud-PC-Anbieter. Zum Beispiel ein frei bespielbares Windows 10 statt vorgefertigter Software, eine leistungsstarke Grafikkarte und eine sehr gute Client-Software für Windows, macOS, Android und hoffentlich bald auch für Linux. Vor allem: Man merkt nicht, dass man da gerade einen Cloud-PC bedient.

Die Zielgruppe dürfte vorhanden sein: etwa Menschen, die unterwegs viel Leistung brauchen, aber keinen kiloschweren Gaming-Laptop mitschleppen wollen. Leute, die sporadisch 3D-Modelling machen oder 4K-Videos bearbeiten. Gelegenheits-Spieler, die beispielsweise im Weihnachtsurlaub das neue Tomb Raider durchzocken möchten, aber den Rest des Jahres keinen fetten Rechner benötigen.

Das große Problem ist, gerade in Deutschland und gerade in ländlichen Regionen, dass viele Menschen keine ausreichend schnelle und vor allem stabile Internetanbindung haben. Durchgängige 30 MBit/s sind das Minimum, mit dem Shadow Spaß macht. Das Gastgerät sollte obendrein am LAN-Kabel hängen, mit WLAN ruckelts. Dennoch: Auf lange Sicht und mit besserer Netz-Infrastruktur könnten Cloud-PCs wie Shadow den PC-Markt gehörig durchschütteln. (jkj@ct.de) **ct**

## Spieleleistung

	Far Cry 5 Ultra / SMAA DX12	Rise of the Tomb Raider Maximum / SMAA DX12
	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶
<b>Full HD (1920 × 1080)</b>		
Blade Shadow (Cloud-PC)	61	96
PowerColor Radeon RX Vega 56 Red Dragon <sup>1</sup>	108	105
Gainward Phoenix GS GeForce GTX 1070 <sup>1</sup>	100	109
Gainward Phoenix GLH GeForce GTX 1080 <sup>1</sup>	115	142
<b>4K (3840 × 2160)</b>		
Blade Shadow (Cloud-PC)	37	37
PowerColor Radeon RX Vega 56 Red Dragon <sup>1</sup>	41	37
Gainward Phoenix GS GeForce GTX 1070 <sup>1</sup>	36	37
Gainward Phoenix GLH GeForce GTX 1080 <sup>1</sup>	47	48

<sup>1</sup> gemessen unter Windows 10 auf Intel Core i7-8700K, 32 GByte RAM, VSync aus

## Shadow

Cloud-PC-Dienst	
Hersteller	Blade, <a href="https://shadow.tech">https://shadow.tech</a>
Systemanf. (Client)	Windows (ab 7), macOS (ab 10.10), Android (ab 5), Ubuntu (ab 17.10, funktionierte im Test nicht)
Preis	29,95€ / Monat (1 Jahr Laufzeit), 34,95 / Monat (3 Monate Laufzeit), 44,95 € (ohne Laufzeit)





# Revival

## Alte Hardware mit Linux wiederbeleben

**Alte Schätzchen wie das lieb gewonnene Netbook sind noch längst nicht reif für den Schrottplatz. Mit einem ressourcenschonenden Linux-System eignen sie sich noch gut für Schreibarbeiten, zum Surfen oder Abspielen von Videos.**

**Von Liane M. Dubowy**

**W**enn Notebooks nach ein paar Jahren ausgemustert werden, sind häufig nicht Hardware-Defekte der Grund, sondern die Aussicht auf ein schnelleres, moderneres Gerät. Aber selbst mit einem Jahrzehnte alten Note- oder Netbook kann man noch Texte

schreiben, im Internet surfen, mal eine Mail tippen oder ein bisschen Musik abspielen. Damit eignet es sich prima als Zweitgerät fürs Büro oder als E-Mail-Postfach für Verwandte, die sonst eigentlich keinen Rechner brauchen. Im Notfall hilft ein solches Ersatzgerät, um Tipps zur Reparatur des eigentlichen Arbeitsrechners im Internet zu finden.

Auf vielen älteren Note- oder Netbooks ist Windows XP vorinstalliert, das zwar womöglich noch läuft, aber schon längst keine Updates mehr erhält und aus Sicherheitsgründen keinesfalls Zugriff aufs Internet haben sollte. Ein schlankes Linux-System springt hier ein und bietet je nach Ausstattung und Desktop auch deutlich mehr Performance als das Windows-Auslaufmodell.

Anders als aktuelle Windows-Versionen bringen viele Linux-Systeme noch

Treiber für ältere Hardware mit. Einige Distributionen haben sich zudem darauf spezialisiert, alter Hardware neues Leben einzuhauchen, daher gibt es sie auch für 32-Bit-Prozessoren. Mit einer auf diesen Zweck abgestimmten Software- und Desktop-Auswahl stellen sie eine schlanke Arbeitsumgebung zur Verfügung.

### Dinosaurier im Schrank

Netbooks aus der Zeit des ersten Booms der Mini-Geräte wie das Asus EeePC 1000H haben bereits ein Jahrzehnt auf dem Buckel, funktionieren häufig aber immer noch ohne Macken. Mit einem schlanken Linux statten Sie ein solches Gerät mit einem aktuellen Betriebssystem aus, um dessen Sicherheit Sie sich nicht sorgen müssen. Dabei müssen Sie gar nicht mal so viele Abstriche machen, denn mit seinem Atom-N270-Prozessor (1,6 GHz) und immerhin 1 GByte RAM läuft darauf sogar noch ein aktuelles Xubuntu 18.04 (32-Bit).

Schon fast zu den Dinosauriern unter den Notebooks zählen Geräte mit einem Pentium-M-Prozessor. Stellvertretend für diese Generation haben wir ein Samsung X10 aus dem Jahr 2003 verwendet, das einen Pentium M mit 1,4 GHz und 512 MByte RAM mitbringt.

## Fallstricke

Die meisten großen Linux-Distributionen haben im Laufe des letzten Jahres die Unterstützung für 32 Bit eingestellt und bieten mittlerweile nur noch Live- und Installationsmedien für 64-Bit-x86-Systeme an. Auf der 32-Bit-Hardware alter Notebooks starten diese aber nicht, halten Sie daher Ausschau nach 32-Bit-Varianten. Die Distributionsauswahl ist trotzdem noch reichlich: Während es das aktuelle Ubuntu 18.04 LTS nicht mehr für 32 Bit gibt, stehen seine schlanken Verwandten Xubuntu und Lubuntu auch in der aktuellen Fassung 18.04 noch in einer 32-Bit-Fassung zur Verfügung. Die hier vorgestellten Linux-Distributionen sind speziell auf ältere Geräte zugeschnitten und stellen ebenfalls passende Live- oder Installationsmedien bereit.

Ganz so einfach ist es dann aber doch nicht: Aktuelle Versionen des Linux-Kernels setzen voraus, dass der Prozessor die Erweiterung Physical Address Extension (PAE) unterstützt. Ist das nicht der Fall, bootet das System einfach nicht. Manchmal hilft es dann, im Bootmenü den gewünschten Eintrag mit der Taste Tab zum Bearbeiten zu öffnen und am Ende der Zeile den Bootparameter `forcepae` zu ergänzen. Aber auch das hilft nicht immer. Die oben genannten Testgeräte setzen ein 32-Bit-Betriebssystem voraus, PAE unterstützt allerdings nur das Asus-Netbook.

Ein weiteres Problem: Während moderne PCs ganz selbstverständlich von einem USB-Stick booten, funktioniert das bei alten Geräten oft nicht. Dann müssen Sie eine CD oder DVD als Bootmedium nutzen. Unser Asus EeePC 1000H startete problemlos von einem USB-Stick. Das

**Der Linux-Befehl `lscpu` verrät, dass der Atom N270 des EeePC 1000H dank Prozessorerweiterung PAE auch zu neueren Linux-Distributionen kompatibel ist.**

```

lmd@dinny:~$ lscpu
Architecture: i686
CPU opmode(s): 32-bit
Byte order: Little Endian
CPU(s): 2
Online-CPU(s): 0,1
Thread(s) per core: 2
Core(s) per socket: 1
Socket(s): 1
Vendor ID: GenuineIntel
Processor family: 6
Model: 28
Model name: Intel(R) Atom(TM) CPU N270 @ 1.60GHz
Stepping: 2
CPU MHz: 1242.254
Maximal clock frequency: 1600.000
Minimal clock frequency: 800.000
Bogomips: 3191.95
L1d cache: 24K
L1i cache: 32K
L2 cache: 512K
Markierungen: fpu vme de tsc mtrr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat
               clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm pbe nx constant tsc arch perfmon pebs bts cpuid
               aperfmperf pni dtes64 monitor ds_cpl est tm2 sse3 xtpr pdcm movbe lahf_lm dtherm
lmd@dinny:~$
  
```

ältere Samsung-Notebook X10 aus dem Jahr 2003 bootet hingegen nur vom integrierten DVD-Laufwerk. Ist nur ein CD-Laufwerk vorhanden, schränkt das die Distributionsauswahl weiter ein: Eigentlich von den Systemanforderungen her noch unterstützte Distributionen wie Bodhi Linux (737 MByte) lassen sich auf diesem Weg nicht installieren, weil sie nicht auf eine CD passen. In unseren Tests half dann manchmal auch kein externes, per USB angeschlossenes DVD-Laufwerk.

## Leicht, leichter ...

Besonders anspruchslos ist Linux ohne grafische Oberfläche, doch das ist nur was für Nerds ohne Komfortanspruch oder bei einem Einsatz des Geräts als kleiner Server. Moderne grafische Oberflächen wie Gnome oder KDE Plasma fordern einiges an Arbeitsspeicher, noch bevor überhaupt ein Programm gestartet wurde. Sparsamer zeigt sich Xfce, für Systeme mit nur 256 MByte RAM ist aber auch dieser Desktop noch zu anspruchsvoll. Glücklicherweise

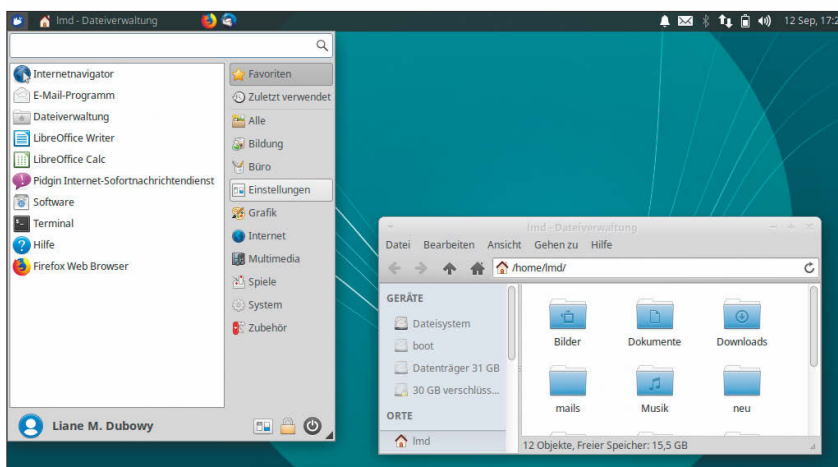
kennt Linux da keine Grenze nach unten: Vom funktionsreichen KDE Plasma über schlanke Desktops wie LXDE und Mate bis zum spartanischen Window Manager Openbox, der nicht viel mehr tut, als Fenster zu verwalten, ist auf der grafischen Linux-Oberfläche alles möglich.

Ressourcenschonende Linux-Distributionen bringen daher oft einen schlanken Window Manager statt einer umfangreichen Desktop-Umgebung mit. Puppy Linux setzt in seiner Variante Xenialpup 7.5 beispielsweise auf Joe's Window Manager (JWM), TinyCore 9.0 nutzt den Fast Light Window Manager (FLWM) und BunsenLabs Helium verwendet Openbox.

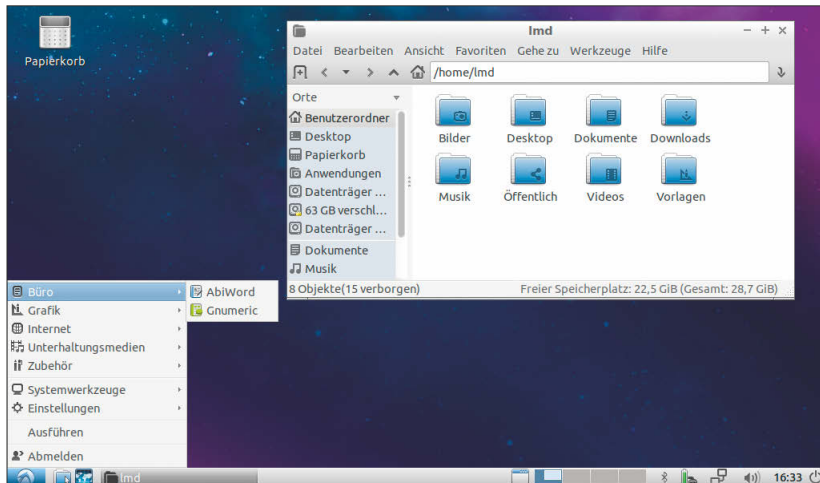
## Xubuntu 18.04: Viel Komfort

Wer möglichst wenig Abstriche beim Komfort machen will, installiert das aktuelle Xubuntu 18.04.1 LTS in seiner 32-Bit-Variante. Für etwas ältere Notebooks ist die Ubuntu-Variante mit Xfce-Desktop [1] eine gute Lösung und selbst auf einem Netbook wie dem EeePC 1000H läuft die Distribution noch. Mit dem von einem USB-Stick bootenden Live-System testen Sie zunächst die Hardware-Kompatibilität. Fällt sie positiv aus, installiert der Ubuntu-Installer Ubiquity das System in wenigen Schritten auf der Festplatte. Auf dem Netbook müssen Sie einen Umweg für das Bootmenü machen: Um den Start von Windows zu unterbinden und im Bootmenü den USB-Stick auszuwählen, drücken Sie beim Starten F2, dann öffnet sich zunächst das BIOS. Beenden Sie dieses und starten Sie erneut; drücken Sie diesmal die Taste ESC, um ein Bootmenü zu erreichen, in dem Sie den Stick auswählen können.

Im Leerlauf nehmen Desktop und installiertes System nach dem Start etwa 225 MByte RAM in Anspruch; bei den 1024 MByte RAM des Netbooks bleibt



**Wer Ubuntu kennt, muss sich bei Xubuntu nicht groß umgewöhnen und kann auf die große Software-Auswahl von Ubuntu zurückgreifen.**



**Lubuntu 18.04.1** punktet vor allem mit einer ressourcenschonenden Software-Ausstattung – hier auf dem Asus EeePC 1000H.

daher noch genug Luft für Anwendungen. Wunder sollte man hier allerdings nicht erwarten, insbesondere beim Starten umfangreicher Programme wie Firefox, Thunderbird oder LibreOffice.

Firefox-Browser und Thunderbird-Mailclient starten auf dem Netbook zwar langsam, zum Surfen und Mailen reicht es aber. Firefox spielt auch Musik aus Streaming-Diensten ohne großes Murren ab, YouTube-Videos dagegen laufen nicht flüssig. Der vorinstallierte Medienplayer Parole spielt klaglos Audiodateien ab, während Videodateien von der Festplatte ruckeln. Der nachinstallierte VLC Media-Player hingegen gibt sie problemlos wieder. Als Office-Paket ist das mächtige LibreOffice dabei, das allerdings auch eine Weile zum Starten braucht (etwa 12 bis 20 Sekunden). Xubuntu steht darüber hinaus der volle Umfang der Ubuntu-Paketquellen zur Verfügung, Sie können also nach Belieben auch schlankere Anwendungen nachrüsten.

Für noch ältere Geräte ist Xubuntu 18.04.1 allerdings ein zu schwerer Brocken. Hier müssen Sie auf ein schlankeres Linux ausweichen. Wem das System zu träge reagiert, der sollte ebenfalls eine der folgenden Distributionen oder zumindest eine ressourcenschonendere Oberfläche ausprobieren.

## Lubuntu 18.04: Schlanke Software-Auswahl

Läuft Xubuntu zäh, können Sie es mit der nächstschlankeren Variante Lubuntu 18.04 versuchen, die ebenfalls als Live-System den Ubuntu-Installer mitbringt. Mit etwa 150 MByte RAM-Verbrauch im Leerlauf

braucht das System mit Desktop noch einmal eine Ecke weniger Speicher. Den Hauptvorteil aber bietet die vorinstallierte Software: Lubuntu ist mit seiner schlanken Software-Zusammenstellung besser auf ältere Geräte eingestellt. Statt des mächtigen LibreOffice kommen hier beispielsweise die Textverarbeitung AbiWord und die Tabellenkalkulation Gnumeric zum Einsatz, die in wenigen Sekunden startbereit sind. Als Mailclient dient Sylpheed, Standard-Browser ist aber auch hier Firefox. Audiodateien spielt Audacious ab, für Videos ist Gnome MPV zuständig. YouTube-Videos spielt Firefox nur als Diashow ab, im nachinstallierten Chromium laufen sie zwar nicht ganz perfekt, aber erträglich.

Xubuntu und Lubuntu haben den Vorteil, dass Ihnen der gewohnt umfangreiche Fundus der Ubuntu-Paketquellen zur Verfügung steht und Sie Software nach

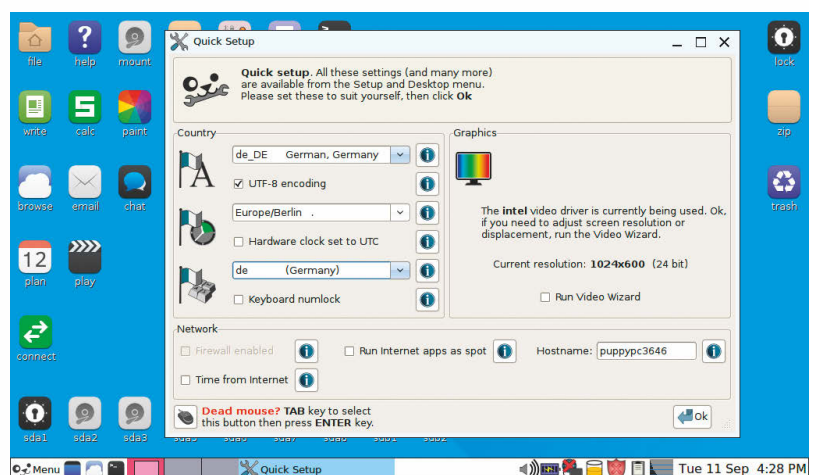
Belieben nachinstallieren können. Sind Sie mit Ubuntu vertraut, müssen Sie sich zudem nicht groß umgewöhnen. Die Wartezeiten etwa beim Start des Browsers oder wenn ein Update eingespielt werden muss, sind aber immer noch beträchtlich.

## Xenialpup 7.5: Flinkes Live-System

Die auf Ubuntu 16.04 Xenial basierende Linux-Distribution Xenialpup 7.5 zielt speziell auf ältere Geräte wie das Netbook EeePC 1000H. Dessen technische Fähigkeiten entsprechen genau den empfohlenen Systemvoraussetzungen: ein 1,6-GHz-Prozessor und 1 GByte RAM; das System gibt sich aber auch mit einer 1-GHz-CPU und 768 MByte RAM zufrieden. Xenialpup läuft flink auch vom USB-Stick, nach dem Start sehen Sie den Dialog „Quick Setup“, mit dem Sie Sprache, Regionaleinstellungen und Tastaturlayout anpassen. Ein Dialog erklärt, wie Sie vorgehen müssen, um deutsche Sprachpakete herunterzuladen.

Auch die restliche Konfiguration ist nicht schwierig: Ein Klick auf das Verbindungssymbol in der Leiste unten öffnet den „Internet Connection Wizard“ zur Konfiguration der Internetverbindung. Mit wenigen Klicks richten Sie hier WLAN- und LAN-Verbindungen ein. Die bunte Xenialpup-Oberfläche stellt der Window Manager JWM bereit, der ein kleines „Wuff“ hören lässt, wenn er bereit ist. Mit dem Tool JWMdesk konfigurieren Sie bei Bedarf Hintergrund, Icons, Theme, Schrift, Tastenkürzel und anderes.

Für Schreib- und Programmierarbeiten sind die Editoren Leafpad und Geany sowie die Textverarbeitung AbiWord instal-



Nach dem Start des Xenialpup-Live-Systems konfigurieren Sie mit QuickSetup Sprache, Regionaleinstellungen und Tastaturlayout.



# SEMINARE FÜR MEHR SOFTWARE QUALITÄT

## AGILE METHODEN

Requirements Engineering für die agile Softwareentwicklung **27.11.2018 - 28.11.2018** **München**

## ARCHITEKTUR

ISAOB Certified Professional for Software Architecture - Foundation Level (CPSA-FL) **05.11.2018 - 08.05.2018** **Frankfurt, Hamburg**  
**12.11.2018 - 15.11.2018** **Berlin, Köln**



**26.11.2018 - 29.11.2018** **Frankfurt, Hamburg**

**03.12.2018 - 06.12.2018** **München**

**10.12.2018 - 13.12.2018** **Berlin, Köln**

## EMBEDDED SYSTEME

Funktionale Sicherheit **09.10.2018 - 10.10.2018** **München**

## PROJEKTMANAGEMENT

Aufwandsschätzung in Softwareprojekten **17.10.2018 - 18.10.2018** **Berlin, Hamburg**  
**14.11.2018 - 15.11.2018** **Frankfurt, Köln**  
**21.11.2018 - 22.11.2018** **München**

Risikomanagement in Softwareprojekten **16.10.2018** **Berlin, Hamburg**  
**13.11.2018** **Frankfurt, Köln**  
**20.11.2018** **München**

## REQUIREMENTS

IREB Certified Professional for Requirements Engineering Foundation Level (CPRE-FL) **23.10.2018 - 25.10.2018** **Berlin, Köln**  
**13.11.2018 - 15.11.2018** **München**



Professionelles Requirements Engineering und Management **18.12.2018 - 20.12.2018** **München**

## PROGRAMMIERUNG & CODE

Testgetriebene Softwareentwicklung **16.10.2018 - 18.10.2018** **Frankfurt, Köln**

**23.10.2018 - 25.10.2018** **Berlin, Hamburg**

**06.11.2018 - 08.11.2018** **München**

## TESTEN

ISTQB Certified Tester - Foundation Level (CTFL) **06.11.2018 - 08.11.2018** **Berlin, Köln**



**18.12.2018 - 20.12.2018** **München**

ISTQB Certified Tester - Foundation Level (CTFL), (English) **04.12.2018 - 06.12.2018** **München**



ISTQB Certified Tester - Advanced Level: Test Manager (CTAL-TM) **26.11.2018 - 30.11.2018** **München**



**03.12.2018 - 07.12.2018** **Berlin, Köln**

**10.12.2018 - 14.12.2018** **Frankfurt, Hamburg**

ISTQB Certified Tester - Advanced Level: Technical Test Analyst (CTAL-TTA) **13.11.2018 - 15.11.2018** **München**



ISTQB Certified Tester - Advanced Level: Test Analyst (CTAL-TA) **22.10.2018 - 25.10.2018** **Frankfurt, Köln**



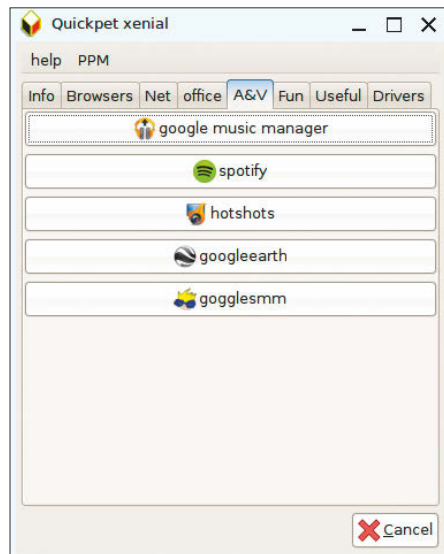
**05.11.2018 - 08.11.2018** **Berlin, Hamburg**

**10.12.2018 - 13.12.2018** **München**

Testgrundlagen für Softwareentwickler **09.10.2018 - 11.10.2018** **München**

**20.11.2018 - 22.11.2018** **Frankfurt, Köln**

**04.12.2018 - 06.12.2018** **Berlin, Hamburg**



Einsteiger müssen sich in Xenialpup nicht mit den Paketquellen herum-schlagen und installieren verschiedene Programme per Klick mit Hilfe von Quickpet.

liert, im Menü findet sich auch ein Link zum Nachrüsten von LibreOffice. Tabellen erstellt Gnumeric, Projekte verwaltet Planner. Neben dem PDF-Betrachter qpdfview sind auch Tools zum Bearbeiten und Konvertieren von PDF-Dateien installiert. Bilder zeigt der flinke Bildbetrachter Viewnior an. Musik spielt Xenialpup mit DeadBeef ab, Videodateien gibt mpv wieder. Fürs Surfen hält der auf Firefox-ESR basierende Webbrowser Palemoon her, Mails lesen und schreiben Sie mit Claws Mail.

Wer mehr Software braucht, sollte einen Blick auf „Quickpet“ werfen, das Sie per Klick auf das Hündchen-Icon auf dem Desktop starten. Mit dem Tool rüsten Sie alternative Browser und Software wie Skype, Dropbox, Pidgin, Calibre oder Thunderbird einfach per Klick nach. Wer Pakete entfernen will oder Zugriff auf die Ubuntu- und Puppy-Paketquellen braucht, öffnet hier über den Menüpunkt „PPM“ den Puppy Package Manager.

Um auch Daten speichern zu können, lässt sich das System mit dem Puppy Installer aus dem Menü „Setup“ auf der Festplatte, einem USB-Stick oder einer SD-Karte installieren. Der Installer ist nicht besonders übersichtlich und kopiert letztlich auch nur das Live-System auf den Datenträger. Änderungen am prinzipiell unveränderlichen Live-System und eigene Dateien speichert Xenialpup bei Bedarf in einem persistenten Bereich auf einem Stick oder der Festplatte. Beim nächsten

Start bietet Xenialpup dann an, diese Datei erneut zu laden.

Xenialpup macht seine Sache gut: Mit benutzerfreundlichen Konfigurations-dialogen ist es auch für Linux-Einsteiger leicht zu bedienen. Allerdings unterscheidet sich die Bedienung beispielsweise deutlich von Ubuntu. Hübsche Icons und ein passendes Theme lassen den Window Manager JWM alles andere als spartanisch aussehen. Die Auswahl an ressourcenschonenden Tools deckt viele Bereiche ab und läuft auch auf älterer Hardware noch gut.

## BunsenLabs Helium: Schicker Allrounder

Eine leichte Linux-Distribution auch für alte Rechner bietet BunsenLabs. Grundlage ist Debian GNU/Linux 9; die grafische Oberfläche stellt der flinke Window Manager Openbox [2]. Die aus CrunchBang Linux hervorgegangene Distribution gibt es in ihrer aktuellen Ausgabe „Helium“ auch in zwei 32-Bit-Varianten: eine ISO-Datei mit einem Umfang von rund 1,1 GByte sowie eine weitere, die auf eine CD passt und einen Kernel mitbringt, der keine PAE-Unterstützung voraussetzt. Bunsenlabs fordert ein Minimum von 256 MByte Arbeitsspeicher und zur Installation 1 GByte Speicherplatz auf der Festplatte. Bunsenlabs läuft daher nicht nur auf unserem Test-Netbook, sondern auch auf dem älteren Samsung-X10-Notebook noch – allerdings nur mit dem Bootparameter nomodeset. Diesen ergänzen Sie, indem Sie im Bootmenü die Taste E drücken, dann mit den Pfeiltasten zur Zeile navigieren, die mit linux beginnt, und am Ende der

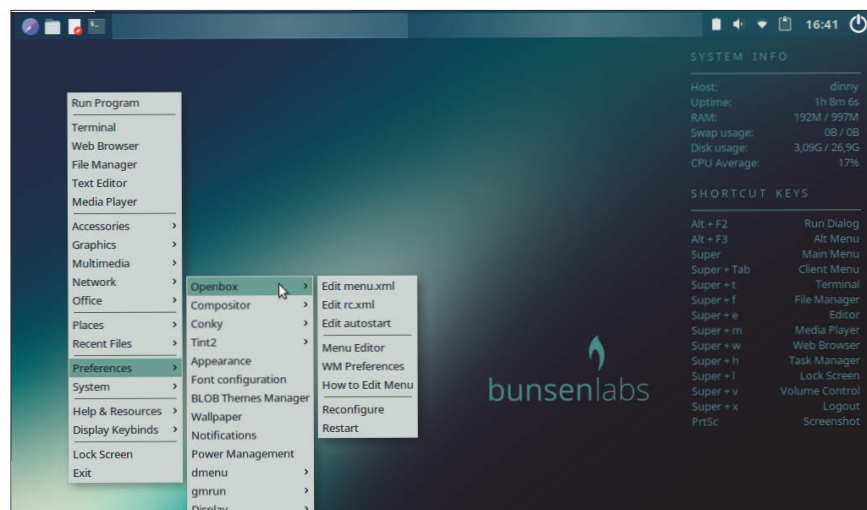
Zeile den zusätzlichen Parameter ergänzen. Mit F10 starten Sie dann das System.

BunsenLabs lässt sich vom USB-Stick oder CD/DVD als Live-System starten. Um es zu installieren, wählt man nach einem Neustart die grafische oder textbasierte Installation im Bootmenü des Installationsmediums aus. In der „cdsized“-Variante von Bunsenlabs fehlt der grafische Installer.

Der grafische Debian-Installer führt Schritt für Schritt durch die Installation, im textbasierten Installer muss man lediglich darauf achten, alle Punkte der Reihe nach abzuarbeiten und nichts auszulassen. Ersterer ist daher etwas einfacher zu bedienen und weniger fehleranfällig. Der Reihe nach wählt man Sprache, Standort und Tastaturlayout aus, richtet das Netzwerk und einen Systembenutzer ein und partitioniert die Festplatte. Der Installer beherrscht auch den Logical Volume Manager (LVM) und das Verschlüsseln von Partitionen.

Klappt weder das Booten von CD/DVD noch vom USB-Stick, lässt sich die Installation auch aus einem installierten Windows heraus starten (sofern auf dem Gerät noch vorhanden). Im dortigen Explorer trägt die CD/DVD den Titel „Run Debian GNU/Linux“. Ein Doppelklick darauf startet den „Debian-Installer Loader“, der einige Dateien auf die Festplatte kopiert und einen rudimentären Bootloader einrichtet. Nach einem Neustart bietet dieser die Wahl zwischen XP und dem Fortsetzen der Installation. Letzteres startet die normale Installation.

Nur rund 140 MByte Arbeitsspeicher braucht die Openbox-Oberfläche von



BunsenLabs liefert ein solides Debian-Stable-System mit Openbox-Oberfläche und braucht nur wenig Systemressourcen – hier auf einem EeePC 1000H.



```

WELCOME!
-----[ page 1 of 15 ]-----

HELLO

Hi lmd, welcome to BunsenLabs Linux! :)

This is an optional post-installation script, designed to help you configure
your new Linux installation and get the most out of BunsenLabs.

You will now be presented with a series of options. You will need your
password, so please have it ready.

You will also need a working internet connection, so if you have not done so
already, please configure your internet connection.

If you do not want to run this script now, you can run it at a later date by
entering the command "bl-welcome" in your terminal.

(Messages will be saved to /home/lmd/.cache/bunsen-welcome/bl-welcome.log)

Hit "Enter" to continue, or "q" to quit...

```

Nach der Installation von BunsenLabs hilft ein Skript dabei, das System zu aktualisieren sowie weitere Pakete und Repositories einzurichten.

BunsenLabs auf dem Netbook. Die Linux-Distribution spart zwar an vielen Ecken, aber nicht an der Benutzerfreundlichkeit. Der grafische Installer steht dem von Ubuntu in nichts nach. Nach der Installation begrüßt Sie ein konsolenbasierter Willkommensdialog, der sich mit dem Kommando `bl-welcome` auch später noch aufrufen lässt. Das Skript erfordert eine funktionierende Internetverbindung, die Sie wie unter Ubuntu nach einem Klick auf das Netzwerk-Icon in der Leiste oben einrichten. Steht die Verbindung, können Sie das Skript durchspielen, das unter anderem das System aktualisiert, auf Wunsch zusätzliche Hintergrundbilder herunterlädt, eine Java-Laufzeitumgebung, das Flash-Browser-Plug-in, Dropbox und Entwickler-Tools sowie den Zugriff auf aktuellere Debian-Pakete einrichtet (Debian Backports und BunsenLabs Backports).

## Blitzschnell: Der Window Manager Openbox

Als grafische Oberfläche verwendet BunsenLabs den Window Manager Openbox, der blitzschnell einsatzbereit ist. Seine Vorteile können Sie auch in anderen Distributionen nutzen, er lässt sich in den meisten Distributionen direkt aus den Paketquellen nachinstallieren. Allerdings präsentiert sich Openbox dann in seiner ganzen Pracht: eine schwarze Oberfläche, auf der sich nach einem Rechtsklick ein Menü öffnet.

BunsenLabs hat den minimalistischen Openbox-Window-Manager bereits elegant vorkonfiguriert und ein wenig aufgemotzt: Oben zierte eine Tint2-Leiste den Bildschirm, sie hält links ein paar Anwendungstarter bereit und rechts einen Systembereich mit Netzwerk-Verwaltung, Lautstärkeregler, Zwischenablage, Uhr und einem Icon zum Abmelden und Herunter-

fahren. Darunter zeigt ein Conky-Systemmonitor auf dem Desktop Systeminfos und einen Spickzettel für Tastaturkürzel [3]. Für ein Hintergrundbild sorgt Nitrogen, das ein Rechtsklick und der Menüpunkt „Preferences / Wallpaper“ aufruft.

Wie bei Openbox üblich, öffnen der Rechtsklick auf den Desktop ein Menü. Hier finden Sie die installierten Programme in Kategorien sortiert sowie unter „Install“ verschiedene Skripte zum einfachen Nachinstallieren von Anwendungen. Schon vorinstalliert sind neben kleinen Werkzeugen unter anderem der Browser Firefox-ESR, der Texteditor Geany, der Dokumentenbetrachter Evince, der Bildbetrachter Mirage, der VLC Mediaplayer, die Textverarbeitung LibreOffice Writer und die Tabellenkalkulation Gnumeric.

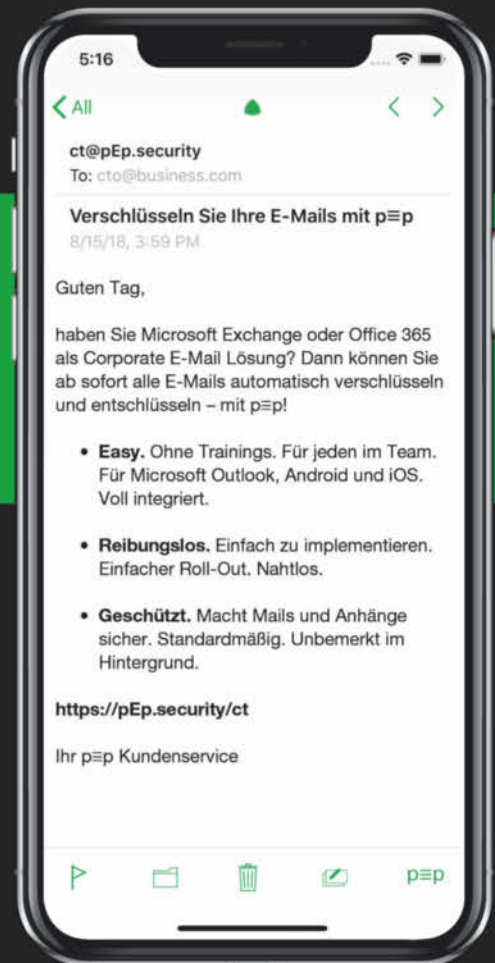
Zum Anpassen der Symbole und Themes leiht sich BunsenLabs von Lxde das Tool Lxappearance. Um die andernfalls etwas mühsame Konfiguration des Systemmonitors Conky oder der Tint2-Leiste anzupassen, bringt BunsenLabs einige Werkzeuge im Menü „Preferences“ mit, die mehrere fertige Konfigurationen bereithalten.

Auf dem Eeepc 1000H läuft BunsenLabs flüssig; System und Desktop geben sich im Leerlauf mit rund 150 Mbyte RAM zufrieden. Beim Start des Browsers und dem Öffnen von Websites ist allerdings ein wenig Geduld gefragt. Rund 15 Sekunden braucht der mitgelieferte Firefox-ESR zum Starten, auch das Aufrufen einer Website dauert ein wenig.

Beim Abspielen von Musik aus Musik-Streaming-Diensten wie Google Play Music kommt das Netbook anfangs etwas ins Schwitzen, erledigt den Job dann aber anstandslos. Mit lokalen Audiodateien hat der vorinstallierte VLC Mediaplayer gar keine Probleme. Bei der Nutzung von Vi-

## E-Mail-Verschlüsselung in funktionierend...

Für Handy. Pad. Outlook.



Automatisch.

Nachvollziehbar.

Sicher.

Mit pEp.



ct@pEp.security  
pEp.security/ct

privacy by default.

p≡p



# Deutschlands größter Kongress für Embedded Software Professionals

Jetzt buchen und sparen!  
Frühbucher bis 31. Oktober

Rund 100 Expertenvorträge,  
15 Kompaktseminare,  
große Fachausstellung



KEYNOTE:  
**Parallel Programming in a  
C++20 World and Beyond**  
José Daniel García,  
Universidad Carlos III de Madrid

#### WEITERE THEMEN:

- Architektur & Design
- C/C++ für Embedded
- Open Source & Linux
- Safety & Security
- KI & Machine Learning
- Software-Test & Qualität
- uvm.

Programm und Anmeldung unter:  
[www.esk-kongress.de](http://www.esk-kongress.de)



Embedded Software Engineering Kongress

# 2018

3. bis 7. Dezember 2018 in Sindelfingen

VERANSTALTER

ELEKTRONIK  
**PRAXIS**  
Akademie

MICRO CONSULT

GOLDSPONSOREN 2018

ANW

axivision  
imaging software experts

Green Hills  
SOFTWARE

## Praxis | Linux für alte Rechner

deostreamingdiensten wie YouTube oder Netflix kam es zu deutlichen Rucklern, für die Wiedergabe von Musik und lokalen Videodateien eignet sich das Netbook mit BunsenLabs aber ohne Weiteres.

Auch als Schreibmaschine oder Zwischenspeicher für Fotos im Urlaub lässt sich so ein altes Netbook mit BunsenLabs noch gut gebrauchen. Der EeePC 1000H bietet mit seiner 160-GB-Byte-Festplatte genug Platz, um etwa im Urlaub Bilder zu sichern – der integrierte SD-Kartenleser erleichtert das. Das Display reicht aus, um mit dem flinken Bildbetrachter Mirage die Bilder auch gleich zu sichten.

### Slitaz: Einfach zu bedienen

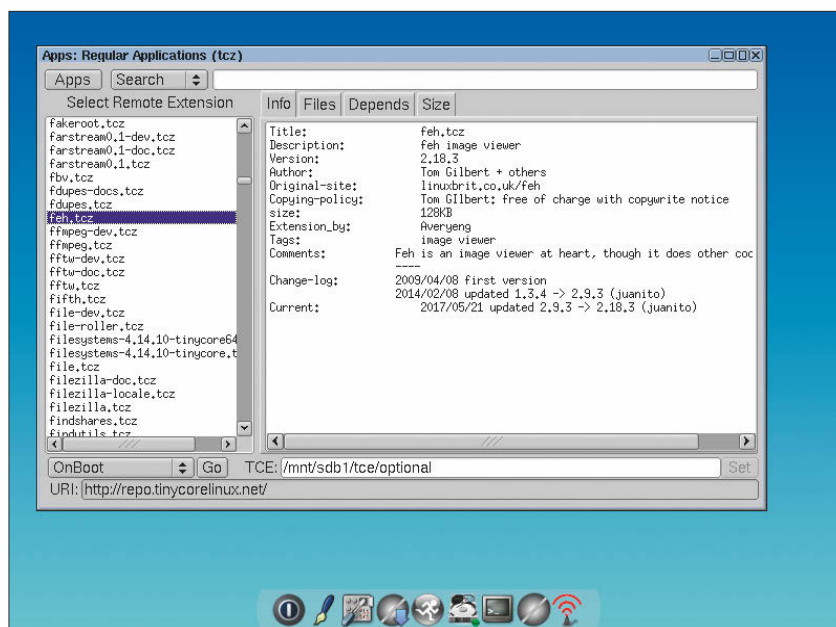
Wer mit den oben vorgestellten Distributionen nicht glücklich ist, dem stehen noch zahlreiche Alternativen zur Verfügung. Besonders einfach zu bedienen ist beispielsweise Slitaz. Die ebenfalls auf Debian GNU/Linux basierende Live-Distribution nutzt als grafische Oberfläche den Window Manager Openbox, hat diesen jedoch mit einer Lxpanel-Leiste samt Anwendungsmenü, Fensterliste und Systembereich versehen. Auf der Oberfläche liegen Icons zum Zugriff auf Dokumente, den Papierkorb und die Dokumentation. 256 MByte Arbeitsspeicher setzt Slitaz voraus; es gibt verschiedene Images, die unterschiedlich viel RAM beanspruchen. Der volle Openbox-Desktop von Slitaz mit allem drum und dran braucht rund 225 MByte RAM im Leerlauf.

Besonders hilfreich ist das Allround-Tool TazPanel, das Zugriff auf den Paketmanager Tazpkg gibt. Hier können Sie unter anderem Software verwalten und aktualisieren. Daneben liefert Tazpanel Informationen übers System, laufende Prozesse, Netzwerkschnittstellen, geladene Kernelmodule und einiges mehr. Das Tool gibt auch Zugriff auf die Logdateien und den Installer.

Slitaz hält viele grafische Konfigurationstools bereit sowie Anwendungen aus vielen Bereichen. Dabei verzichtet die Distribution auf mächtige Programmpakete wie LibreOffice, Firefox oder Thunderbird, die Sie aber nachinstallieren können. Stattdessen sind der flinke Webbrowser Tazweb und sein ebenfalls schlanker Genosse Midori an Bord. Zum Schreiben dient der Editor Leafpad, ein lokales Wiki sammelt Notizen. Musik spielt der Alsaplayer, Videos gibt Slitaz standardmäßig mit Tazweb wieder, was nur mäßig gut klappt.

### TinyCore: Winziges Linux

Für besonders alte Hardware darf es noch ein bisschen weniger sein: Zu den aller-kleinsten Linux-Distributionen zählt TinyCore, dessen ISO-Image nur rund 18 MByte groß ist. Die etwas umfangreichere Variante CorePlus, die zusätzlich Firmware-Dateien für WLAN und einen Installer mitbringt, umfasst etwa 170 MByte. Beide liefern eine minimalistische FLTK-Oberfläche, auf der eine Wbar-Leiste ei-



Besonders schlank, aber mit magerer Software-Ausstattung kommt TinyCore – hier in der Variante CorePlus. Auch die Software-Verwaltung ist spartanisch.

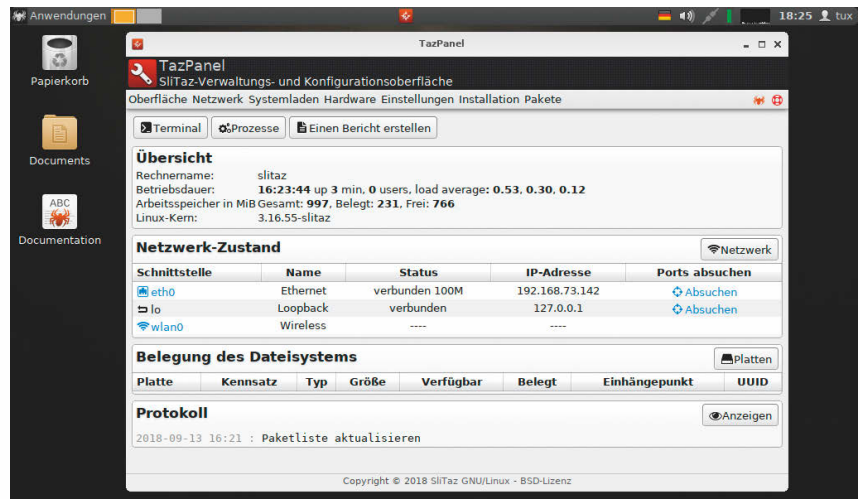
nige Programmstarter bereitstellt. Mindestens eine i486DX-CPU und 46 MByte Arbeitsspeicher setzt Tiny Core voraus, besser sind ein Pentium II und 64 MByte RAM. Auf unserem Samsung-X10-Notebook startet TinyCore demnach auch blitzschnell von CD.

Wer nur eine Kommandozeile, einen Editor und ein paar Tools braucht, ist nach dem Start von TinyCore bereits versorgt. Alle anderen müssen mit Hilfe der etwas unübersichtlichen Paketverwaltung ein paar grafische Programme wie einen Dateimanager und einen Browser nachinstallieren. Die Software-Auswahl in den Paketquellen kann sich aber durchaus sehen lassen.

## Fazit

Allzu große Erwartungen darf man an alte Notebooks nicht stellen, selbst wenn ein schlankes Linux-System sie wieder einsatzbereit macht. Jede Menge gleichzeitig geöffnete Browser-Fenster sind hier ebenso wenig machbar wie viele parallel laufende Anwendungen. Für viele Aufgaben sind die alten Gerätschaften aber noch gut genug – etwa als Fotospeicher und Surfkiste im Urlaub oder als Schreibmaschine. Ein altes Netbook checkt man sorgenfreier am Flughafen ein, als das brandneue Notebook für viele hundert Euro.

Je nach Alter des Rechners muss man aber doch ein paar Abstriche machen. Ein bis zu zehn Jahre altes Notebook kommt noch gut mit einem umfangreichen Linux



Leicht zu bedienen: Die Live-Distribution Slitzaz versammelt Konfigurationstools und Software-Verwaltung im eigenen Tool Tazpanel.

wie Bunsenlabs klar, auf dem sich jede Menge Programme installieren und sogar Fotos und Videos ansehen lassen. Wer mit Ubuntu oder Debian vertraut ist, wird sich hier schnell zu Hause fühlen. Ein guter Mittelweg ist Xenialpup, das auf der Software-Seite voll ausgestattet ist, für viele Administrationaufgaben hilfreiche Skripte bereitstellt und daher leicht zu bedienen ist, obwohl hier vieles anders läuft als bei Ubuntu & Co. Ähnlich liegt der Fall bei Slitzaz. Die beiden letzteren sind jedoch eher für den Betrieb als Live-System gedacht als zur Installation auf der Festplatte.

Auf noch älteren Geräten spielen minimalistische Linux-Systeme wie Tiny-

Core ihre Stärken aus. Zwar bieten sie wenig Komfort und in der Grundausstattung nur wenige Programme, doch zum ablenkungsfreien Schreiben und Programmieren lassen sie sich so noch prima nutzen. (lmd@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Liane M. Dubowy, Unterschätzt, Xfce: Geradliniger Desktop für Linux, c't 23/2016, S. 170
- [2] Liane M. Dubowy, Flink und flexibel, Openbox: eine schnelle, schlanke Alternative für den Linux-Desktop, c't 04/2015, S. 162
- [3] Liane M. Dubowy, Infozentrale, Systemmonitor für den Linux-Desktop, c't 19/2012, S. 160

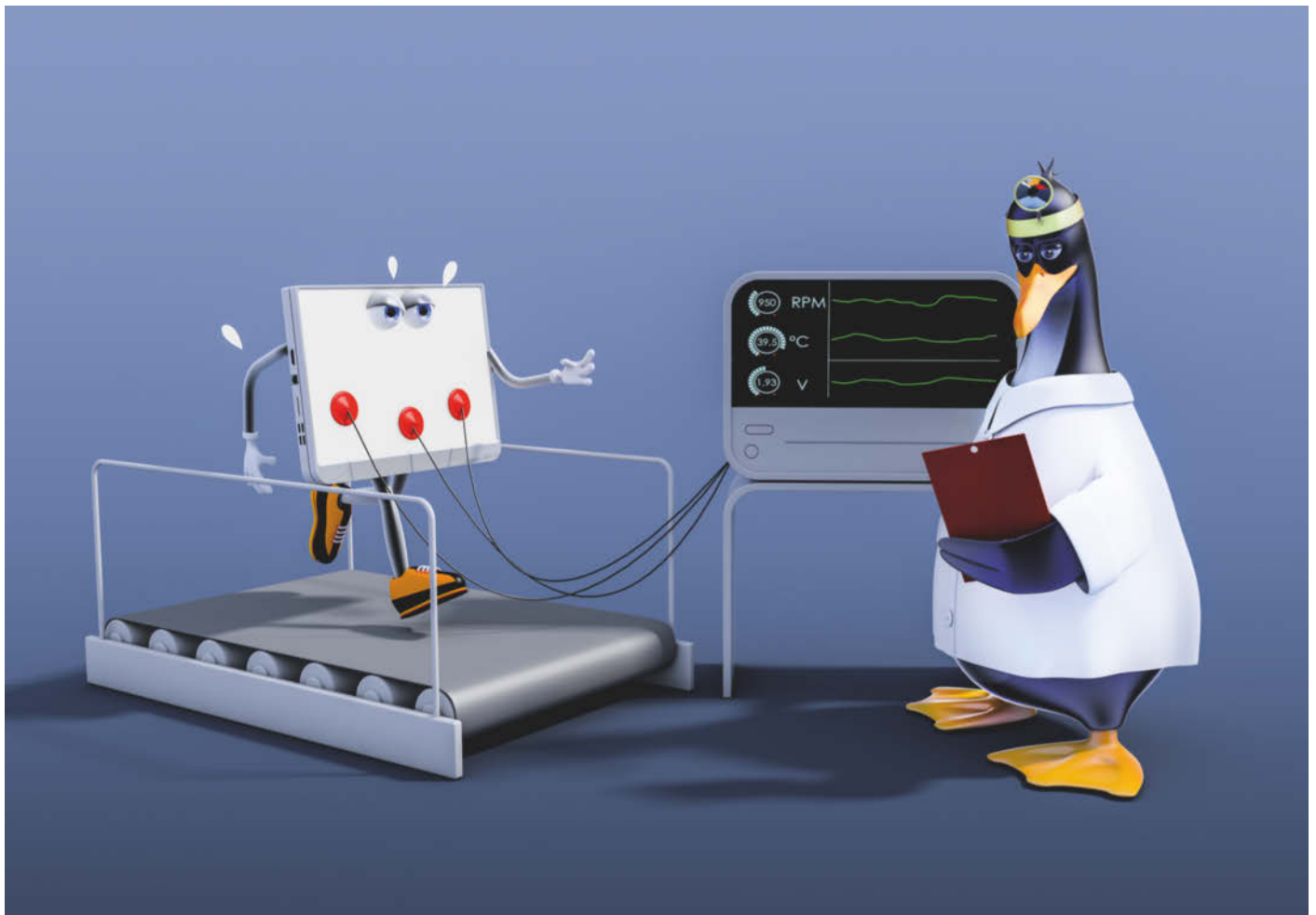
Alle Downloads: [ct.de/ysx1](http://ct.de/ysx1)

# Es gibt 10 Arten von Menschen. iX-Leser und die anderen.

Jetzt Mini-Abo testen: 3 digitale Ausgaben + iX-Kaffeebecher nur 14,10 €  
[www.iX.de/test](http://www.iX.de/test)

www.iX.de/test

MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK



# Gefühle

## Mehr Sicherheit durch Sensorüberwachung unter Linux

**Der eigene Computer ist ein fein abgestimmtes Werkzeug voll von Spannungen, Wärmequellen und empfindlichen Bauteilen. Damit es zuverlässig arbeitet, gibt es Sensoren, die genau überwachen, ob es der Hardware gut geht. Nicht nur unter Windows, sondern auch unter Linux sollte man daher die Daten der Sensoren im Blick haben.**

Von Merlin Schumacher

Die Sommerhitze macht nicht nur dem Menschen zu schaffen, auch der PC freut sich, wenn er nicht ins Schwitzen

kommt. Fällt ein Lüfter aus, droht Ungemach: Bestenfalls bemerkt man den Ausfall zügig, weil die CPU nur noch im Schneckentempo arbeitet, schlimmstenfalls werden RAM, Kondensatoren und andere Bauteile gegrillt, und ihre Lebenszeit verkürzt sich unnötig. Lm-sensors hält für Sie ein Auge auf Temperaturen, Spannungen und Lüfter.

Während unter Windows oft bunte Herstellersoftware die Anzeige und Auswertung der Sensordaten übernimmt, ist das unter Linux der Job von Lm-sensors. Es bringt alles mit, was man zur Konfiguration und Analyse der Sensoren benötigt. Es ist praktisch in jeder Distribution enthalten und die Werkzeuge unterscheiden sich in der Bedienung nicht, daher gilt dieser Artikel prinzipiell für alle

Linux-Distributionen. Konkret beschreibt er den Einsatz am Beispiel von Ubuntu 18.04.

### Einrichtung

Lm-sensors ist aber nur die eine Hälfte der Sensor-Infrastruktur unter Linux. Die andere umfasst die Kernel-Treiber aus dem Hwmon-Subsystem, denn die kümmern sich um die Kommunikation mit der Hardware. Lm-sensors übernimmt die Auswertung und Anpassung der durch die Treiber ausgelesenen Daten. Der Kernel lädt die Treibermodule größtenteils nicht automatisch – im Gegensatz zu den meisten anderen Treibern. Hier greift einem Lm-sensors unter die Arme, das die verbauten Sensoren erkennt und die zuständigen Treiber lädt.

Zunächst müssen Sie das Paket `lm-sensors` installieren:

```
sudo apt install lm-sensors
```

Nach der Installation können Sie testweise den Befehl `sensors` ausführen. In den meisten Fällen sehen Sie dort eine Sensorausgabe der Module `coretemp`, `k10temp` oder `k8temp`. Das sind die Treiber für die CPU-Temperaturdioden in Intel- respektive AMD-CPUs. Der Kernel lädt sie automatisch. Dann erscheinen je



nach Prozessormodell und Treiber eine oder mehrere Temperaturen. Wenn Sie eine AMD- oder Nvidia-Grafikkarte mit Open-Source-Treibern verwenden, kommen noch die Grafiktreiber `amdgpu`, `radeon` oder `nouveau` dazu, die neben der Grafikausgabe auch die Temperaturen, Lüfterdrehzahlen, Spannungswerte und den Stromverbrauch bereitstellen.

Darüber hinaus sitzen auf dem Mainboard sogenannte Super-IO-Chips, die zahlreiche Werte aus den Sensoren auslesen und diese bereitstellen. Die Treiber für die Super-IO-Chips lädt der Kernel aber nur, wenn man das explizit anfordert. Damit man nicht alle Treiber durchprobieren muss, bringt `Lm-sensors` das Skript `sensors-detect` mit. Mit dem Aufruf von

```
sudo sensors-detect --auto
```

überprüft das Programm alle infrage kommenden Bus-Systeme und Schnittstellen des PCs auf bekannte Chips. Wichtig dabei ist der Parameter `--auto`, da es bei der Auswahl von falschen Einstellungen zu Störungen kommen kann; in ganz seltenen Fällen kann die Hardware sogar Schaden nehmen. Die Automatik wählt immer die absolut ungefährlichen Optionen. Der automatische Modus ist in der Regel zu bevorzugen, denn ohne diesen beginnt eine langwierige Fragerei nach Schnittstellen und Einstellungen, zu deren Beantwortung man sich intensivst mit seiner Hardware auseinandersetzen muss.

Am Ende des Erkennungsprozesses gibt das Skript die nötigen Treibermodule in einer Liste aus. Tragen Sie die Module in die Datei `/etc/modules-load.d/sensors.conf` ein. Dadurch lädt das System die Treiber beim nächsten Systemstart automatisch. Oder Sie laden sie direkt mittels

```
sudo modprobe MODULNAME
```

Falls das Skript keine Sensoren findet, heißt das nicht, dass da keine sind: Gerade bei neuer Hardware kommt es vor, dass der Hersteller Chip-Revisionen verbaut, die der Kernel noch nicht kennt. Dann

lohnt sich ein Blick auf die Hardware. Bei PC-Mainboards findet man oft irgendwo einen daumennagelgroßen Chip, der für die Sensoren zuständig ist. Oft liegt man richtig, wenn die Namen Winbond oder Nuvoton auf dem Chip stehen. Diese beiden Hersteller stehen bei den Board-Entwicklern hoch im Kurs. Ganz selten steht die Bezeichnung im Handbuch. Dann sollte man bei den Kernel-Entwicklern einen Bug-Report einreichen, um auf das neue Modell aufmerksam zu machen. Manchmal reicht aber auch ein bestimmter Modulparameter, um den Treiber zur Mitarbeit zu bewegen [1].

Wer einen Laptop nutzt, sollte nicht sofort den Schraubenzieher schwingen, denn dort sind oft wirklich keine auslesbaren Chips zu finden. Die Wärmeabfuhr bei Laptops ist eine Geheimwissenschaft, bei der sich die Hersteller nicht gern in die Karten gucken lassen. Daher muss man sich mit den Temperaturfühlern der CPUs begnügen.

## Analyse

Wenn Sie im Anschluss den Befehl `sensors` erneut eingeben, sollten Sie die Ausgaben aller gefundenen Messfühler sehen. Dabei erscheinen zahlreiche unplausible Werte. Das liegt daran, dass `Lm-sensors` alle verfügbaren Werte anzeigt, die es vom Chip bekommt, auch dann, wenn der jeweilige Eingang mit keinem Temperatur- oder Spannungsfühler verbunden ist. So kommen unwahrscheinliche Messwerte von  $-128,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  zustande.

Hinter den Werten stehen in Klammern oft noch Grenzwerte, deren Unter- oder Überschreitung zu einem Alarm führen. Ob der Sensor sich außerhalb des Wertebereichs bewegt, zeigt ein „ALARM“ dahinter an. Am Ende stehen teilweise noch Anmerkungen, etwa welcher Typ von Sensor da misst.

Manchmal finden sich Werte für Intrusion-Detection-Sensoren am Ende der Liste. Diese schlagen Alarm, falls sich jemand am Gehäuse des PCs zu schaffen

gemacht hat. Das aber nur, wenn das Gehäuse einen Mikroschalter hat, der bei Öffnung auslöst. Das ist selten der Fall.

Als Letztes gibt `sensors` auch noch den Status von `beep_enabled` aus. Dieser Parameter legt fest, ob der PC ein akustisches Signal ausgeben soll, falls Grenzwerte überschritten wurden. Das funktioniert aber nicht immer, weil etwa kein Lautsprecher angeschlossen ist oder diese Funktion nicht implementiert wurde.

## Konfiguration

Die Zahlen und Grenzwerte sind oft nur durch Reverse-Engineering der Sensorchips ermittelt worden. Das bedeutet, dass sie nicht auf die jeweiligen Mainboards zugeschnitten sind, sondern nur die Standardausgaben der Chips repräsentieren. Im Einzelfall kann man sich also nicht auf die Werte verlassen, sondern muss schauen, ob sie plausibel sind und die Sensorkonfiguration anpassen. Relativ sichere Werte liefern nur die Treiber für die CPU-Sensoren, denn deren Ausgaben legen die Spezifikationen des Prozessors genau fest.

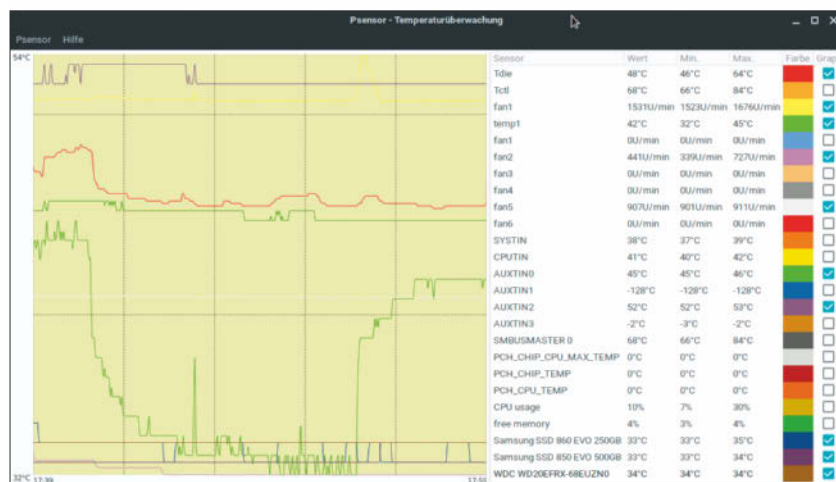
Wer auf derselben Hardware noch ein Windows installiert hat, kann dort einmal schauen, ob die von `Lm-sensors` gelieferten Werte mit denen des Programms vom Hersteller oder anderer Hardware-Monitoring-Programme übereinstimmen, und abgucken, welche Bezeichnungen die Eingänge tragen. Moderne BIOSe bringen auch detaillierte Ansichten und Einstellungen für die Sensordaten mit. Man sollte sich auch Grenzwerte und Maximal- und Minimalwerte notieren. Diese helfen später beim Identifizieren der Sensordaten.

Beim Aufruf von `sensors` könnte man meinen, der ganze PC sei im Alarmzustand. Selten sind die Grenzwerte der Sensoren korrekt konfiguriert und hinter vielen steht ein „ALARM“. Für einige Systeme finden Sie auf der GitHub-Projektseite von `Lm-Sensors` fertige Konfigurationen, die korrekte Werte festlegen. Manchmal

Ohne Konfiguration von `Lm-sensors` bekommt man nur wenig aufschlussreiche Daten (links). Erst nach der Anpassung der Einstellungen erhält man sinnvolle Sensorwerte (rechts).

```
nct6795-isa-0a20
Adapter: ISA adapter
Vcore: +1.34 V (min = +0.00 V, max = +1.74 V)
in1: +1.01 V (min = +0.00 V, max = +0.00 V) ALARM
AVCC: +3.41 V (min = +2.98 V, max = +3.63 V)
+3.3V: +3.36 V (min = +2.98 V, max = +3.63 V)
in4: +1.01 V (min = +0.00 V, max = +0.00 V) ALARM
in5: +0.16 V (min = +0.00 V, max = +0.00 V) ALARM
in6: +0.66 V (min = +0.00 V, max = +0.00 V) ALARM
3VSB: +3.39 V (min = +2.98 V, max = +3.63 V)
Vbat: +3.31 V (min = +2.70 V, max = +3.63 V)
in9: +1.85 V (min = +0.00 V, max = +0.00 V) ALARM
in10: +0.00 V (min = +0.00 V, max = +0.00 V)
in11: +0.57 V (min = +0.00 V, max = +0.00 V) ALARM
```

```
nct6795-isa-0a20
Adapter: ISA adapter
CPU Core: +1.21 V (min = +0.40 V, max = +1.55 V)
CPU NB/SOC: +1.01 V (min = +1.00 V, max = +1.30 V)
AVCC: +3.39 V (min = +2.98 V, max = +3.63 V)
System 5V: +5.06 V (min = +4.46 V, max = +5.45 V)
System 12V: +12.10 V (min = +11.42 V, max = +12.58 V)
Unknown: +0.16 V (min = +0.14 V, max = +0.18 V)
CLDO_VDDP: +0.70 V (min = +0.66 V, max = +0.81 V)
3VSB: +3.39 V (min = +2.98 V, max = +3.63 V)
Vbat: +3.30 V (min = +2.70 V, max = +3.63 V)
VTT: +1.85 V (min = +1.71 V, max = +2.04 V)
DRAM VREF: +0.56 V (min = +0.12 V, max = +1.23 V)
```



Psenzor bereitet die Sensorwerte des PCs ansehnlich auf.

fördert auch eine Websuche eine Konfigurationsdatei zu Tage. Haben Sie eine gefunden, die passt, kopieren Sie diese nach `/etc/sensors.d/`. Achten Sie darauf, dass der Dateiname auf `.conf` endet.

Wenn Sie leer ausgehen, müssen Sie selber Hand anlegen. Dazu geben Sie den Befehl

```
sensors -u | less
```

ein. Die angezeigte Liste zeigt alle Sensorchips sowie deren Eingänge und die zugehörigen Einstellungen. Darüber hinaus auch die internen Bezeichnungen der Grenzwerte und Eingangsbezeichner oder „Labels“. Für die Kernspannung der CPU sähe das wie folgt aus:

```
in0:
  in0_input: 1.392
  in0_min: 0.000
  in0_max: 1.744
  in0_alarm: 0.000
  in0_beep: 0.000
```

Der Bezeichner des jeweiligen Eingangs ist `in0`. Anschließend kommt `in0_input` für den aktuellen Wert des Eingangs. Dann folgen die beiden minimalen und maximalen Werte, die dieser Eingang haben darf mit den Suffixen `_min` und `_max`. Die letzten beiden Zeilen legen die Grenzwerte für den Alarm und das akustische Signal fest. Stehen Sie auf 0, ignoriert Lm-sensors sie. Je nach System sehen Sie hier mehr oder weniger Parameter. Das Schema ist aber immer das gleiche.

Bei Temperatursensoren kommt noch das Suffix `_max_hyst` hinzu. `hyst` bezeichnet hier die Hysterese. Überschreitet der Sensorwert die maximale Temperatur von etwa 80 °C, gilt der Alarmzustand. Erst

wenn der Sensor die niedrigere Hysterese von 60 °C unterschritten hat, wird der Alarmzustand aufgehoben. Selbst wenn die Temperatur nur einmal kurz auf 81 °C steigt, aber danach wieder auf 79 °C sinkt, gilt der Alarm, denn es hat sich immer noch ungewöhnlich viel Hitze entwickelt. Liegt der Wert unterhalb der Hysterese, kann man davon ausgehen, dass das Problem behoben ist.

## Lüfterregelung? Finger weg!

Viele der Super-IO-Chips können nicht nur Sensordaten liefern und Grenzen festlegen, sondern auch Lüfter steuern. Dazu dient das Paket `fancontrol`, das auch aus dem Lm-sensors-Projekt stammt. Während das BIOS im Hintergrund ständig prüft, wie es um die Temperaturen von CPU, Mainboard & Co. steht, übernimmt dabei der Fancontrol-Daemon die Steuerung anhand der ausgelesenen Temperatur. Wehe jedoch, wenn der PC ausgelastet ist und der Daemon nicht mehr genug Rechenzeit zur zeitnahen Regelung bekommt oder gar abstürzt. Dann drehen die Lüfter mit der zuletzt festgelegten Drehzahl – möglicherweise genau dann, wenn der PC die Kühlung am dringendsten braucht.

Von der Lüftersteuerung sollte man keinen Gebrauch machen: Einerseits sind, wie im Artikel schon erwähnt, die von den Treibern bereitgestellten Sensorwerte oft nicht so zuverlässig, wie es scheint. Das kann dazu führen, dass die

Es gibt noch einige weitere Parameter, die je nach verbautem Chip und Sensortyp vorkommen. Welchen Zweck diese erfüllen, entnehmen Sie am besten der Hwmon-Dokumentation des Linux-Kernels. Diese und weitere Links finden Sie über [ct.de/yuza](http://ct.de/yuza).

Öffnen Sie anschließend im Verzeichnis `/etc/sensors.d/meine-sensoren.conf`, um eine angepasste Konfiguration für Ihre Hardware zu erstellen. Auf Seite 131 sehen Sie ein Beispiel.

Eingeleitet wird eine Konfigurationsdatei vom Schlüsselwort `chip` gefolgt von der Typenbezeichnung des Chips. Danach folgt ein Suffix, das das Bussystem für den Chip festlegt. Hier nimmt man den Platzhalter `-*`, denn bei üblicher PC-Hardware existiert nur ein Chip dieses Typs im System.

Einen Eingangsbezeichner setzen Sie mit dem Schlüsselwort `label` gefolgt von der internen Bezeichnung des Eingangs und dem Text, den Sie als Bezeichnung verwenden wollen:

```
label in7 "System +3V"
```

Hier wird aus `in7` der Eingang „System +3V“. Um Grenzwerte wie `in7_max` zu set-

Softwaresteuerung zu niedrige Drehzahlen einstellt und sich so Wärme im Gehäuse staut. Andererseits führen die Einstellungen manchmal auch zu Fehlfunktionen, sodass Lüfter völlig unnötig hochdrehen und sich erst durch das Abschalten des PCs unter Kontrolle bringen lassen. Schlussendlich weiß man auch nie genau, welche Einstellung welche Folgen für die Hardware hat.

Es ist besser, man verlässt sich auf die Lüfterkontrolle des BIOS. Bei modernen Systemen lässt sich dort oft recht granular festlegen, wann und wie stark die Lüfter drehen müssen. Auch die Windows-Tools der Hardwarehersteller übernehmen die Regelung nicht selbst, sondern passen lediglich die BIOS-Einstellungen an.

Bei Laptops ist das Zusammenspiel aus Kühlsystem, Prozessortemperatur und Sensorik oft so präzise abgestimmt, dass das Optimierungspotenzial verschwindend gering ist.

zen, verwenden Sie das Schlüsselwort `set` in Ihrer Konfiguration:

```
set in7_max 3.63
set in7_max 3.3 * 1.1
```

Beide Zeilen machen das Gleiche, denn man kann Werte absolut angeben oder auch mathematische Operatoren verwenden. Beide `set`-Befehle legen den Wert 3,63 Volt (3,3 Volt Normspannung plus 10 Prozent Toleranz) als Maximalwert für den Sensor fest. Die zweite Variante ist jedoch lesbarer und leichter zu korrigieren, falls man die Toleranz einschränken oder vergrößern will. Hat man die Sensoren, für die kein Mindest- und Maximalwert festgelegt ist, mit solchen versehen, sollte auch die Alarmmeldung dahinter verschwinden.

Oft hat man Sensorwerte, die zu hoch oder niedrig sind. Bei Spannungen liegt das am kleinen Messbereich der Chips. Der liegt typischerweise zwischen 0 und 3,3 Volt oder 5 Volt. Dadurch kann der Chip größere Spannungen nur indirekt messen. Man muss die Ausgabe also anpassen, damit aus 1,008 V die eigentlich gemessenen 12,096 V werden. Die Ermittlung der korrekten Werte muss man zu Fuß erledigen. Dazu nimmt man die unter Windows notierten Werte und schaut, welche der Daten von Lm-sensors sich umrechnen lassen, um den gesuchten Messwert zu repräsentieren. Bestes Werkzeug dafür ist der Taschenrechner. Dann wartet man ab, ob die Messwertschwankungen, sofern vorhanden, sich im erwarteten Maß bewegen. Anschließend gilt es zu berechnen, ob andere Sensoren für den gesuchten Messwert infrage kämen. Welcher am besten passt, müssen Sie selbst entscheiden. Je nach Sensor hat man noch Messwerte übrig, die sich nicht zuordnen lassen. Die kann man dann ausblenden oder ignorieren.

Hat man den Sensorwert ermittelt, den man korrigieren muss, kommt `compute` zum Zug, denn damit kann man Rechenoperationen auf die Messwerte anwenden:

```
compute temp1 @/2 , @*2
set temp1_max 40
```

Hier muss man genau hinsehen, denn es wird nicht nur der Eingangswert eines Sensors umgerechnet, sondern sämtliche mit dem Eingang in Zusammenhang stehende Werte. Daher steht hier auch nur `temp1` und nicht `temp1_input` hinter dem Schlüsselwort. Grenzwerte werden ebenso umgerechnet wie die Eingangsdaten.

Die Parameter von `compute` gliedern sich wie folgt: Zunächst kommt der zu

```
chip "nct6795-*"
  label fan0 "CPU Lüfter"
  set fan0_min 255
  label fan1 "System Lüfter 1"
  set fan1_min 0
  label in0 "CPU Kernspannung"
  set in0_min 0.40
  set in0_max 1.55
  label in1 "System 12V"
  compute in1 @ * 12 , @ / 12
  set in1_min 12 * 0.95
  set in1_max 12 * 1.05
  label in10 "Inaktiv"
  ignore in10
  label temp1 "CPU Temperatur"
  set temp1_max 60
  set temp1_max_hyst 45
  compute temp1 @ - 20 , @ + 20
  label in10 "Nicht plausibel"
  ignore in10
```

**Mit ein paar Konfigurationsoptionen kann man für Ordnung im Sensorengewirr sorgen.**

korrigierende Eingang (`temp1`), anschließend zwei durch ein Komma getrennte Operationen. Die erste Operation gibt an, wie Lm-sensors die vom Treiber gelieferten Messwerte vor dem Anzeigen umrechnen muss. Liefert der Treiber etwa einen Wert von 72,0 °C, man weiß aber, dass die reale Temperatur nur halb so groß ist, teilt man sie durch 2. Das `@` ist die Variable für den vom Treiber gelieferten Wert. Durch die Division entspricht Ausgabe von Lm-sensors den realen Bedingungen von 36,0 °C.

Die Operation hinter dem Komma funktioniert genau anders herum. Hier wird definiert, wie Lm-sensors Werte rechnen muss, die der Anwender festgelegt hat, bevor sie dem Treiber übergeben werden. Der von `set` festgelegte Maximalwert für diesen Sensor beträgt 40. Lm-sensors nimmt dann diesen Wert und multipliziert ihn mit 2. Das Ergebnis (80) wird dem Treiber übergeben, damit dieser einen zu seinem zu hohen Temperaturwert passenden Maximalwert erhält.

Bei manchen Sensoren reicht es aus, den ersten Parameter zu korrigieren und den zweiten beim Ursprungswert (`@`) zu belassen. Ob das so ist, muss man ausprobieren. Bei der Umrechnung kann man alle vier Grundrechenarten verwenden, Klammern einsetzen oder ein Minus vo-

ranstellen, um das Vorzeichen des Werts umzukehren.

Haben Sie Ihre Konfiguration fertiggestellt, führen Sie einmal `sudo sensors -s` aus. Das Programm liest dann die Konfiguration neu ein und passt die Sensoreinstellungen an, indem es Werte in die von den Treibern unter `/sys` bereitgestellten Dateien schreibt. Ein folgender Aufruf von `sensors` sollte die Änderungen widerspiegeln. Sind Fehler in der Konfigurationsdatei, meldet sie das Programm und zeigt die Zeilen an, die Probleme machen.

Will man Eingänge ausblenden, die heillosen Unfug anzeigen, greift man in der Konfigurationsdatei zum Schlüsselwort `ignore`.

## Anzeigen und erfassen

Zur Anzeige der Messwerte gibt es zahlreiche Programme. Mit einem bunten Diagramm, Unterstützung für Laufwerkstemperaturen, Speicherverbrauch- und Prozessorlastanzeige kann `Psensor` aufwarten. Für Desktop-Umgebungen gibt es allerhand Applets und Erweiterungen, die einem die Sensordaten präsentieren. Unter Gnome 3 macht `Freon` eine gute Figur und für Xfce bietet sich das `Sensors-Plug-in` an. `Conky` [2] oder `Gkrellm`, die Klassiker unter den Systemmonitoren, zeigen die Sensordaten besonders hübsch an.

Wer die Sensordaten aufzeichnen will, konnte früher `Sensord` verwenden, der zu Lm-sensors gehört. Leider gibt es den Daemon nicht mehr in den Ubuntu-Paketquellen. Dessen Funktionalität war ohnehin recht eingeschränkt, sodass man besser zu einer Monitoring-Lösung wie `Nagios` oder `Check_MK` [3] greift.

Wer selber etwas für die Verarbeitung der Sensordaten programmieren möchte, sollte das direkte Auslesen der Werte aus `/sys` meiden und stattdessen auf das `lib-sensors-API` zugreifen, denn nur so bekommt er alle Korrekturen, die für die vorhandenen Sensoren angewendet wurden, frei Haus geliefert und muss sich nicht selber mit der Umrechnung der Werte herumschlagen. (m/s@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Merlin Schumacher, Bauvorschläge: Keine Sensordaten unter Linux, c't 3/2018, S. 154
- [2] Liane Manuela Dubowy, Schnell konfiguriert, c't 19/2013, S. 65
- [3] Peter Siering, Kontrolle ist besser, Netzwerk- und Serverdienste im Blick mit Check\_MK, c't 11/2018, S. 162

**Links und Downloads:** [ct.de/yuza](http://ct.de/yuza)





Bild: Microsoft/Epic

# Das Raytracing-Comeback

## Raytracing für Spiele und mehr mit DirectX und Nvidias neuen Grafikchips

**Raytracing gilt als heiliger Gral der Echtzeit-Computergrafik und beschert auch vielen Kinofilmen ihre Spezialeffekte. Nun soll die Strahlverfolgung via DirectX Raytracing und Nvidias Geforce RTX auch PC-Spiele verschönern.**

Von Carsten Spille

Microsoft lieferte im Frühjahr mit der DirectX-Erweiterung DXR (DirectX Raytracing) die Grundlage. Nvidias neue Turing-Architektur sieht spezielle Schaltkreise vor, um Raytracing zu beschleunigen und vermischt die Technik dabei zum Teil mit KI-Berechnungen. Auf die damit ausgestattete Grafikkarte Geforce RTX 2080 werfen wir auf Seite 38 einen ersten Blick.

Raytracing verspricht realistische Beleuchtung auch für extrem komplexe 3D-Szenarien, dazu einen physikalisch korrekten Schattenwurf aller Objekte und pixelgenaue Reflexionen. Das Ganze kommt ohne typische Rastergrafik-Artefakte wie Schattenakne, unpassenden Lichteinfall oder Spiegelungen, in denen die Hälfte fehlt. Das erfordert enorme Rechenleistung. Bislang ist das Verfahren daher als Offline-Renderverfahren für fotorealistische Bilder etwa in der Automobilwerbung, bei Spezialeffekten für Kinofilme wie The Avengers: Infinity War oder gar zur kompletten Berechnung von Filmen wie Cars oder Wall-E gebräuchlich.

### Voraussetzungen

Mit DirectX Raytracing will Microsoft die Lücke zwischen Rastergrafik von heute und einer künftig möglichen, kompletten Raytracing-Darstellung überbrücken. Dazu sollen Teile der Rechenschritte auf eine

parallele, logische Raytracing-Pipeline ausgelagert werden. Diese kann nach Wahl des Entwicklers als Teil der Grafik- oder der freieren Compute-Pipeline als State Object laufen.

Offiziell will Microsoft DXR erst mit dem kommenden Windows-Update Redstone 5 (1809) einführen. Bereits jetzt funktioniert DXR inoffiziell mit einem passenden Treiber und Windows 10 im Entwicklermodus. Nvidia unterstützt Raytracing mit aktuellen Treibern auch unter Vulkan mit der Extension „VK\_NVX\_raytracing“. Da Vulkan auch unter Linux läuft, ist man also nicht zwangsläufig auf Windows 10 angewiesen. Microsoft hat die D3D12Raytracing-Fallback-Version als Open-Source auf GitHub (siehe [ct.de/ygxb](https://ct.de/ygxb)) bereitgestellt. Wer sich selbst ein Bild machen möchte, findet dort die nötigen Softwarezutaten.

Eine Szene in einer typischen 3D-Anwendung oder einem Spiel kann man sich wie den Blick ins Kasperle-Theater vorstellen: Der Sichtkegel ergibt sich aus der Breite der Bühne (X-Koordinate), der Höhe des Bühnenraums (Y-Koordinate) und der Tiefe (Z-Achse). Die berechnete Grafik findet zwischen dem Fenster des Kasperle-Theaters und dem Bühnenhintergrund statt (Clipping Planes). Daneben sorgen aber noch Scheinwerfer oder die Sonne im Freien für die Beleuchtung der Szene. Obwohl sie eigentlich nicht innerhalb der Puppenbühne liegen, muss ihr Einfluss trotzdem berücksichtigt werden, da sonst alles im Dunkeln läge. Auch für Schattenwürfe und indirektes, also von Oberflächen zurückgeworfenes Licht sind

sie wichtig. Je nach zur Verfügung stehender Leistung berücksichtigt man im Idealfall alle Lichtquellen für die Farbgebung sichtbarer Oberflächen. Werden auch noch atmosphärische Effekte und die daraus resultierende Lichtbrechung sowie indirektes Licht einbezogen, also von Objektoberflächen zurückgeworfenes, spricht man von globaler Beleuchtung (Global Illumination).

Grundsätzlich bereitet der Hauptprozessor die Grafikdarstellung dieser dreidimensionalen Szene vor. Denn nur er kennt das Resultat der Aktionen des Nutzers und der gegnerischen Reaktion etwa in Spielen. Die CPU schickt deren Aufbau als dreidimensionale Koordinatensammlung (Vertices) in Verbindung mit Anweisungen zur Farbberechnung, den Shaderprogrammen, an die Grafikkarte.

Der Steuerprozessor der Grafikkarte ordnet die Objektkoordinaten auf Basis der X- und Y-Achse Ausführungseinheiten zu. Dort wird die Sichtbarkeitsprüfung mithilfe des Tiefenpuffers (Z-Buffer) durchgeführt. Jeder Bildpunkt, für den man die aufwendige Farbberechnung (Shading) weglassen kann, spart Zeit (Viewport Clipping, Backface-Culling, Z-Buffering). Um die Übertragungszeit zu verringern, hat der Prozessor Objekte, die sich komplett außerhalb des Sichtkegels befinden, in der Regel vor der Übertragung verworfen (Frustum Culling).

Anschließend verschiebt die GPU die Eckpunkte entsprechend des Betrachtungswinkels (Vertex Transformation) und erzeugt aus dem Koordinatenhaufen ein Dreieckssystem (Triangle Setup), fügt eventuell zusätzliche Vertices für eine rea-

listischere Darstellung hinzu (Tessellation). Danach geht es zur Rasterisierung, welche die Szene auf die Bildschirmauflösung projiziert und jedem Vertex und damit auch den Dreiecksinhalten eine Position auf dem zweidimensionalen Pixelraster zuordnet. Erst jetzt berechnet die GPU die Farbe jedes einzelnen Bildpunkts. Das erledigen Pixel- oder Compute-Shader, die es so auch beim Raytracing gibt.

## Rastergrafik ist Rastergrafik

Für Echtzeitdarstellung, also Spiele, setzte sich Raytracing nie durch, weil es zu viel Rechenleistung braucht. Rastergrafik hingegen zielte von vornherein darauf ab, auch mit begrenzter Rechenleistung in hoher Geschwindigkeit zumindest halbwegs glaubhafte 3D-Welten darzustellen. Dafür bediente man sich verschiedener Tricks und Kniffe, die anfangs gut funktionierten. Mit zunehmender Realitätsnähe der Grafik fielen sie aber immer stärker auf und mussten selbst kaschiert werden.

Der wohl bekannteste dieser Tricks sind bildgebende Texturen. Die gaukeln Oberflächen vor, die im rechenintensiven Teil der Szene nur grob vereinfacht dargestellt werden. So lassen 3D-Künstler den Grafikchip etwa ein hochkant stehendes Rechteck mit der Bildtextur einer Tür bemalen, anstatt Türgriff, Schloss und Verzierungen mit geometrischen Elementen zu modellieren. Ein weiteres Rechteck klebt die GPU mit dem Bild eines Fensters, durch das man aber nicht hindurchsehen kann. Mit wachsender Auflösung fällt solcher Pfusch stärker auf. Zu den fortschrittlicheren Behelfstechniken gehört das Parallax-Occlusion-Mapping.

Das nutzt mit Raymarching sogar eine dem Raytracing entfernt verwandte Technik, um künstlich Höheninformationen aus flachen Texturen zu gewinnen und so Dreidimensionalität vorzutäuschen.

Große Problemkinder der Rastergrafik sind Schatten und Spiegelungen. Selbst für eine grobe Annäherung an realistische Schatten muss der Grafikchip die Szene in einem separaten Durchgang aus Sicht einer globalen Lichtquelle wie der Sonne berechnen. Dabei greift er auf die Informationen des Tiefenpuffers (Z-Buffer) zu und speichert die Ergebnisse in einer separaten Schattentextur, der Shadow Map. Weitläufige 3D-Welten benötigen aufgrund begrenzter Rechengenauigkeit mehrere Stufen dieser Schattentextur, damit es bei hoher Sichtweite nicht zu unschönen Artefakten kommt. Und selbst damit hat man nur leidlich realistisch wirkende Schatten mit harten Kanten.

Auch Problem Nummer zwei, die Spiegelungen, geht man in der Regel über eine separate Umgebungstextur an (Cube Environment Map). In ihr speichert die GPU beim Erzeugen der Szene eine Rundumsicht und bringt sie passend verzerrt auf die spiegelnden Oberflächen auf. Diesen Spiegelungen fehlen in der Regel dynamische Objekte und Lichtquellen, weil sie eine für jedes einzelne Bild aufs Neue erzeugte Umgebungstextur erfordern. Spiegel, welche die Spielfigur reflektieren, befinden sich nicht ohne Grund meist in kleinen Innenräumen. Auch korrekte Verschattung ist oft ein Problem, sodass etwa Pfützen die simulierte Sonne als Lichtquelle reflektieren, obwohl sie im Schatten liegen.

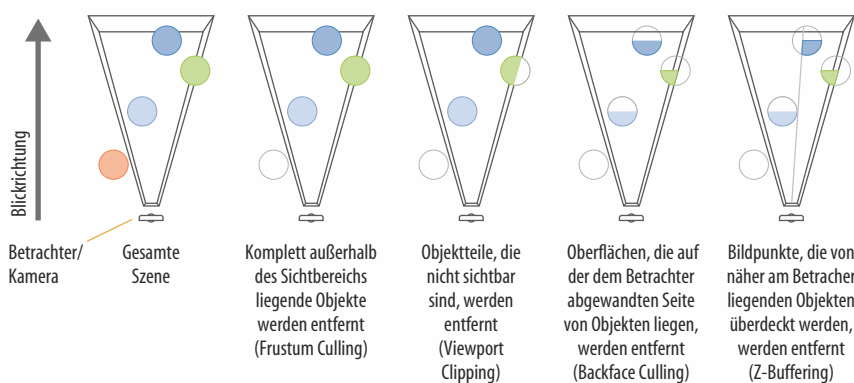
Ein Grund dieser Art von Problemen ist, dass die Rastergrafik jede Menge Information wegwirft, um die Basisfunktionen schneller auszuführen. Sie wechselt vom World Space, in dem noch alle relevanten Objekte vorhanden sind, in den Screen-Space. Dort sind viele Bestandteile einer Szene nicht mehr oder nur noch über Umwege verfügbar. Raytracing hingegen verzichtet auf diese Unterscheidung, weshalb viele Rastergrafikprobleme mit Raytracing gar nicht erst auftreten oder vergleichsweise einfach lösbar sind. Geometrie oder Lichtquellen etwa lassen sich problemlos mehrfach verwenden. Raytracing reagiert unempfindlicher auf höhere Dreieckszahlen als Rastergrafik.

## Strahlverfolgung

Raytracing projiziert für jeden Bildpunkt einen virtuellen Blickstrahl in die Szene,

## Sichtbarkeitsprüfung: Rastergrafik

Um Rechenzeit zu sparen, wird bei herkömmlicher Rastergrafik ein großer Teil der 3D-Szene verworfen, was im Nachgang zu Problemen führt.

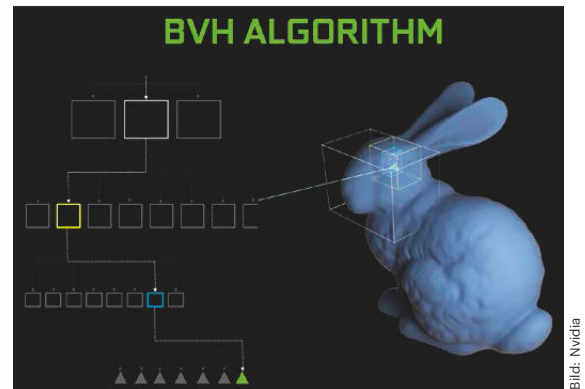


der diese von vorn nach hinten durchläuft, bis er auf ein Objekt trifft – daher der Name Raytracing, zu deutsch Strahlverfolgung. Zwar können auch herkömmliche Shader-Einheiten diese Schnittpunktprüfungen durchführen. Nvidia gibt an, dass dabei jeweils Tausende von Instruktionsslots nötig wären, die bei der nach wie vor anfallenden Shading-Arbeit fehlen. Diesen Arbeitsschritt übernehmen die RT-Cores.

Damit die Rechenwerke nicht für jeden Strahl – in Full-HD-Auflösung 2,07 Millionen, in UHD schon 8,29 Millionen – die komplette Liste an Vertex-Koordinaten einzeln durchgehen müssen, nutzt auch Raytracing Optimierungen. Eine davon ist eine Staffellung von zunehmend kleineren Platzhalterquadern, bis in letzter Instanz ein einzelnes Dreieck steht – die Bounding Volume Hierarchy (BVH). Anstelle der kompletten Liste wird immer nur gegen das Koordinatenset der jeweiligen Box geprüft. Einzelne Quader, die keine Geometrie enthalten, verzichten auf kleinere Boxen und führen so schneller zur Abbruchbedingung für den verfolgten Strahl. Ähnliche Strukturen verwendet auch Voxel-Rendering zur Beschleunigung.

Die BVH ist logisch gesehen eine baumartige Struktur, an deren Ende das einzelne Dreieck steht. Der Algorithmus durchläuft die Struktur (BVH Traversal) von groß nach klein. In der ersten Stufe prüft er, ob das gesuchte Pixel im oberen rechten, oberen linken, unteren rechten oder unteren linken Quadranten liegt. Sobald die Antwort „Ja“ lautet – der sogenannte Intersection-Test, also die Schnittpunktprüfung, erfolgreich ist –, ist die

Die immer kleiner werdenden Platzhalterquader führen bis auf die Dreiecksebene hinab. Dort wird die Sichtbarkeitsprüfung dann von einer speziellen Untereinheit innerhalb des RT-Cores vorgenommen.



nächstkleinere Ebene dran. Dieses Spielchen wiederholt sich so lange, bis die Prozessoren auf der untersten Ebene einzelne Dreiecke vorfinden und dort dann einen Treffer für den Triangle/Ray-Intersection-Test zurückmelden.

Ab hier geht es dann entweder direkt mit dem Shaderprogramm (Hit Shader) weiter, welches für den jeweiligen Bildpunkt bestimmt ist, und anhand der Oberflächenbeschaffenheit und der einwirkenden Lichtquellen berechnet der Grafikchip die Pixelfarbe. Transparente Objekte lösen Shader vom Typ Any-Hit aus und halten den Strahl nicht auf. Stattdessen fügen sie Eigenschaften wie Lichtbrechung und Farbigkeit zum Strahl hinzu. Diese Eigenschaften werden dann so lange weiter aufgesammelt, bis der Strahl einen Hit Shader auslöst und endet. Alternativ löst dieses Shaderprogramm in DXR auch eine weitere Strahlverfolgung aus, sogenannte Secondary Rays. Das ist zum Beispiel bei reflektierenden Oberflächen nötig, denn dafür muss man wissen, was und aus welchem Winkel gespiegelt wird. Zudem

kann der Shader einen weiteren Strahl in Richtung einer oder mehrerer Lichtquellen aussenden, um zu ermitteln, ob der Bildpunkt im Schatten liegt. Das tut er, wenn der Schattenfühler keinen Treffer auf der Lichtquelle zurückmeldet.

Beim Erzeugen und Aktualisieren der BVH und natürlich beim Shading selbst helfen die RT-Cores also nicht. Gerade Ersteres bedeutet erst einmal Mehraufwand, den der Treiber auf die CPU abwälzt. Ob oder ab wann sich dieser amortisiert und der Raytracing-Hybrid nicht nur schöner, sondern auch schneller ist, variiert von Fall zu Fall. Rechenzeit lässt sich beim hybriden Rendering etwa durch Verzicht auf Shadowmapping und Screen-Space-basierte Reflexionen im Rasteranteil der Grafik einsparen. Diese erledigt Raytracing effizienter und realistischer.

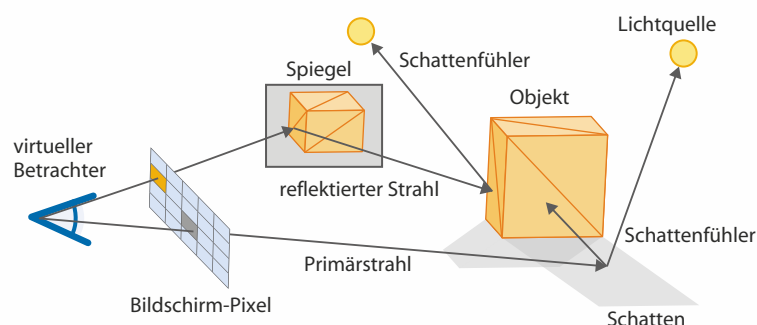
## Raytracing in Spielen

Die Shader-Multiprozessoren (SMs) der Turing-Grafikchips enthalten Schaltkreise, die die Schnittpunktprüfung übernehmen, von Nvidia vollmundig RT-Cores genannt. Da sie parallel zu den anderen Recheneinheiten der SMs arbeiten, bringen sie eine echte Entlastung. Allerdings benötigen die RT-Cores auch Strom und zwacken diesen vom Gesamtbudget ab, sodass für die anderen Einheiten weniger elektrische Leistung zur Verfügung steht, was wiederum den Takt senken kann.

In Nvidia-internen Tests anhand von fünf einfachen Szenen erreichte eine GeForce GTX 1080 Ti im Durchschnitt 1,1 Milliarden verfolgte Primärstrahlen – 1 Gigarays/s. Die RTX 2080 Ti kommt in denselben Tests laut Nvidia auf etwas mehr als 10 Milliarden. Das ist allerdings eine Schönwetterangabe, frei nach dem Motto „Primary Rays Cache, Secondary Rays Trash“. Die Daten für Primärstrahlen lassen sich noch recht gut in Caches vorhalten. Sekundärstrahlen hingegen tendieren dazu, in

## Das Grundprinzip von Raytracing

Raytracing verfolgt Sichtbarkeitsstrahlen in eine Szene. Treffen sie auf ein Objekt, wird das zugehörige Shaderprogramm aufgerufen, um die Farbe zu bestimmen. Sekundärstrahlen dienen realistischen Schatten und Reflexionen.





verschiedene Richtungen auseinanderzulaufen und durch divergierende Daten die Caches vollzumüllen. Nicht umsonst hat Nvidia bei Turing nicht nur den Level-2-Cache deutlich vergrößert, sondern auch die L1-Caches in den SMs fassen jetzt wesentlich mehr Daten und sind schneller an die Load/Store-Einheiten angebunden.

Zudem verwendet Nvidia die KI-Funktionen der Turing-eigenen Tensor Cores auch für den Raytracing-Prozess. Steht für bestimmte Effekte nur ein begrenztes Zeitbudget zur Verfügung, muss es mit weniger Strahlen als nötig auskommen. Das Bild enthält dann noch schwarze oder fehlfarbige Punkte, die aussehen wie starkes Bildrauschen. Die Tensor Cores füllen dann mit einer vorab trainierten KI dieses Rauschen mit möglichst passenden Farben. Besonders gut eignet sich das Verfahren etwa für weiche Schatten.

Für komplett via Raytracing berechnete Spiele in hoher Auflösung bei zugleich hohen Bildraten wird die Leistung der Turing-GPUs nicht ausreichen. Auch

Nvidia selbst hält einen Zwischenschritt zwischen Raster- und Raytracing-Grafik erst einmal für sinnvoll. Eine solche Hybrid-Engine namens Halcyon hat SEED, ein Experimentierteam des Spielepublishers EA, entwickelt. Hier übernimmt das Raytracing die Berechnung von direkten Schatten, Reflexionen, Global Illumination, Ambient Occlusion und Transparenzen. Direkte Beleuchtung und Post-Processing kann die Compute-Pipeline stemmen, und Rastergrafik erledigt Deferred Shading und optional direkte Schatten.

Zurzeit gibt es außer einigen Techdemos noch keine Spiele, die Microsofts DXR oder Nvidias RTX nutzen. Nvidia hat allerdings die Entwickler von insgesamt zehn Spielen bewegt, RTX-Funktionen in ihre kommenden Titel, darunter Battlefield V, einzubauen. Ein elfter Titel ist mit Shadow of the Tomb Raider seit Kurzem erhältlich, doch Raytracing soll hier per Patch nachgeliefert werden, was bis Redaktionsschluss nicht passiert ist. Auch bekannte Engines wie die Unreal Engine,

Unity oder EAs Frostbite wurden bereits mit Raytracing aufgemöbelt.

### Quo vadis, DXR?

Raytracing ist eine bewährte Technik und lässt sich für einige Effekte sehr effizient nutzen. Zudem ist Nvidia mit RTX nicht allein auf weiter Flur, sondern hat Microsofts DirectX-Erweiterung im Rücken. Die Chancen sind also geringer als etwa bei GPU-Physx, dass Raytracing in Spielen eine winzige Nische bleibt. Bisher laufen Spieledemos mit aktivierter Strahlverfolgung selbst auf teuren High-End-Grafikkarten wie der GeForce RTX 2080 höchstens in Full-HD-Auflösung flüssig.

Damit sich Spiele-Raytracing auf breiter Front durchsetzt, muss es allerdings auch auf Mittelklasse-Grafikkarten laufen und idealerweise auch auf AMD-Karten, auf Konsolen und künftig auf Intels Grafikchips.

(csp@ct.de) **ct**

**Tutorials und Beispiele für DirectX Raytracing:** [ct.de/ygxb](http://ct.de/ygxb)

# Industrielle Digitalisierung Made in Germany

**Die vernetzte Produktion macht Sie stark für den Wettbewerb – aber nur mit IT-Sicherheit:**

- Abruf, Analyse und sichere Weiterleitung von Maschinendaten
- Zuverlässige Absicherung von Fernwartungszugriffen
- Hochsichere Vernetzung auch für KRITIS

SecurITy  
made in Germany

**genua**  
Ein Unternehmen der Bundesdruckerei

**Jetzt sicher vernetzen:**  
[www.genua.de/industrial-security](http://www.genua.de/industrial-security)

Persönliche Daten des Andreas Lippmann aus 84085 Langquaid  
Copyright by Heise Medien.

Besuchen Sie uns auf der it-sa  
Stand Nr. 210 | Halle 10.0



**Gedruckte Texte finden leicht und elegant den Weg auf die Festplatte, wenn man sie mit dem Smartphone fotografiert, mit einer OCR-App in eine durchsuchbare Textdatei verwandelt und dann exportiert.**

**Von Peter Schüller**

**D**er beste Scanner ist der, den man gerade dabei hat – und das ist die Kamera im Smartphone oder Tablet. Aktuelle Mobilgeräte können fast ausnahmslos Bilder mit einer Auflösung von 8 Megapixel liefern; damit lässt sich ein DIN-A4-Blatt mit üblicher Schriftgröße auch ohne einen Scanner so detailliert abbilden, dass eine anschließende Texterkennung (Optical Character Recognition, OCR) gelingt. Wir haben das mit sechs Apps für Android-Geräte überprüft; ein Test vergleichbarer iOS-Apps folgt in einem der kommenden Hefte.

Zunächst einmal ist ein fotografiertes Brief freilich nichts als eine Bilddatei. Erst eine OCR verwandelt die Pixel in Zeichenfolgen, die man durchsuchen und mit einem Editor bearbeiten kann. Desktop-Programme für diese Aufgabe haben wir erst kürzlich getestet [1.] Sie bringen einige Intelligenz mit, um etwa in einer digitalisierten Zeitschriftenseite auch den vorgesehenen Lesefluss zu berücksichtigen und unterschiedliche Schrifttypen zu identifizieren.

OCR-Apps fürs Smartphone sind mit solchen Layout-Analysen überfordert. Das liegt auch daran, dass die Fotos aus dem Handy nicht die Perfektion eines Scans aus dem Dokumentenscanner erreichen. Umso wichtiger ist es, dass die OCR-Apps auch mit mittelmäßigen Vorlagen klar kommen.

Um ein Hinweisschild oder einen einfachen Geschäftsbrief zu erfassen, genügt ihr Funktionsumfang allemal. Deshalb haben wir uns beim Test dieser Apps auf deren Kernaufgabe konzentriert – nämlich darauf, wie korrekt sie den Text in fotografierten Schriftstücken erkennen und in welchen Formaten sie ihre Ergebnisse bereitstellen.

Wie gut eine App den Anwender beim Fotografieren eines Schriftstücks und der Auswahl des relevanten Bildbereichs unterstützt, haben wir bei der Bewertung ebenfalls berücksichtigt. Diese Hilfe spielt

# Viel besser als abschreiben

## Android-Apps zur mobilen Texterkennung

Bild: Albert Huim



nicht nur für den Komfort, sondern auch für das bestmögliche Bildmaterial eine Rolle.

Weil man unterwegs nicht immer auf eine stabile Internetverbindung bauen kann, haben wir nur solche Apps betrachtet, die auch offline funktionieren. Das schließt nebenbei unbetene Mitleser aus – eine notwendige Voraussetzung für den geschäftlichen Einsatz. Außerdem lassen sich diese Kandidaten zumindest in der Basisversion kostenlos nutzen: CamScanner, Fast Camera Scanner, Real Time OCR, Smart Lens, Text Fairy und TextGrabber Offline. CamScanner bietet in der kostenpflichtigen Premium-Version zusätzlich eine Online-OCR mit besseren Ergebnissen. Dasselbe gilt für Smart Lens, das dem Anwender auch in der Gratis-Ausführung täglich fünf kostenlose Online-Analysen gestattet.

## Adobe? Microsoft?

Beim Gedanken an digitalisierte Office-Unterlagen kommen auf Anhieb Anbieter wie Adobe und Microsoft in den Sinn, die mit Adobe Scan und Office Lens beide auch OCR-Anwendungen im Google-Play-Store anbieten. Beide Apps sind jedoch nur als Utilities für eingefleischte Adobe- und Microsoft-Kunden zu betrachten und haben außerhalb der Dienste dieser Unternehmen nicht viel zu bieten.

Die Adobe-App nimmt den Dienst gar nicht erst auf, solange man sich nicht übers Web bei Adobe registriert hat. Danach kann sie Fotos aufnehmen, entzerren und sie als PDF ausschließend in der Adobe Cloud speichern. Eine OCR findet allenfalls auf dem Adobe-Webserver statt.

Office Lens arbeitet auch ohne dass man sich registriert haben müsste, aber es liefert seine Ergebnisse nur entweder als OneNote-, PowerPoint- oder Word-Dokument an Microsofts Webspeicher OneDrive, oder es speichert lokal eine PDF-Datei. In den meisten Varianten wird das Foto nur als Pixelbild eingebettet, in dem man Text weder per Textsuche finden noch editieren kann. Lediglich beim Export als Worddokument triggert die App einen Webdienst zur Zeichenerkennung.

## Richtig fotografieren

Wenn man ein Schriftstück mit dem Smartphone oder Tablet digitalisieren möchte, wird man es in den meisten Fällen aus der Hand fotografieren. Damit es die OCR anschließend nicht mit allzu kleinen Buchstaben zu tun bekommt, sollte

man so nah wie möglich ans Dokument herangehen. Bei den meisten Mobilgeräten bekommt man aus einem Abstand von 20 bis 30 cm ein DIN-A4-Blatt gerade komplett ins Bild. Bei kleineren Abständen ist irgendwann die Nahgrenze des Kameraobjektivs unterschritten und das Bild bleibt unscharf. Das ist im Zweifelsfall nur auf dem Gerätedisplay zu beurteilen. Wenn die App jedoch das Kamerabild permanent neu scharf stellt, fällt dieses Urteil schwer. Dann sind mitunter mehrere Aufnahmen mit anschließenden OCR-Läufen fällig, bis man die vermeidbaren Fehlerquellen umgangen hat.

Im Idealfall fotografiert man den Text genau senkrecht zur Papierebene und so, dass die Zeilen exakt waagrecht im Bild erscheinen. Abhängig von der Umgebung ist mitunter auch einiges Experimentieren erforderlich, um harte Schattengrenzen und Lichtreflexe auf einer Hochglanz-Vorlage zu vermeiden.

Diese Schwierigkeiten lassen sich vermindern, wenn man lose Schriftstücke auf einem Tisch mit einem speziellen Stativ wie dem DokuRack von CompuKöln ablichtet [2]. Für den aktuellen Test haben wir kostengünstig ein Gestell für Aktenkörbe zweckentfremdet wie abgebildet. Darin konnten wir zudem ganz komfortabel den Aufnahmeabstand variieren.

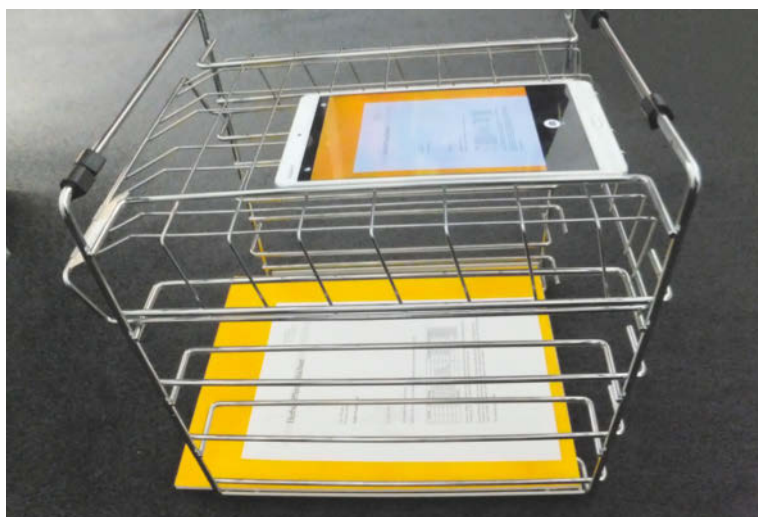
## Beste Praxis

Um reproduzierbar zu bewerten, wie die Testkandidaten mit suboptimal fotografierten Dokumenten klarkommen, haben wir Musterdokumente aus einem schrägen Winkel oder auf einer unebenen Un-

terlage fotografiert und die ausgedruckten Fotos unter jeweils optimalen Bedingungen mit den Apps analysiert. Abgesehen von vereinzelten Kontrollmessungen auf anderen Geräten haben wir alle Tests mit einem Tablet Huawei P10 durchgeführt.

Ein Ergebnis sei vorweggenommen: Wenn es nur darum geht, ein gedrucktes Bonmot oder andere Kurztexte zu erfassen, gelingt das mit allen Apps auf Anhieb. Spreu und Weizen trennen sich erst bei Texten, die in üblicher Schriftgröße ein DIN-A4-Blatt füllen. Als Testobjekte dazu dienten uns ein tabellarisches Angebot, eine Buchseite und ein Auszug aus einem ausgedruckten Online-DB-Fahrschein mit unterschiedlichen Schriftgrößen und unlesbaren Texten als Hintergrundbild.

Bei diesen Vorlagen haben wir die Fehlerquoten der OCR zeichenweise ausgezählt. Das machte aber nur einen Teil der Bewertung aus: Insbesondere bei dem welligen Dokument haben zwar alle Apps einen Teil der Zeichen erkannt, einige haben die gelesenen Textzeilen oder sogar Bruchstücke davon aber zu einem unlösbaren Puzzle durcheinandergewürfelt. Solche Resultate haben wir in der Tabelle auf Seite 142 als Trefferquote 0 bewertet. Erscheinen alle Wörter in der korrekten Reihenfolge, kann man bei 90 Prozent Trefferquote noch gut erraten, was der Text aussagt. Das gilt freilich nicht für numerische Tabellen wie in unserem Musterangebot: Da sind 95 Prozent gerade noch akzeptabel, da die meisten Fehler auf nicht erkannten Euro-Zeichen oder Verwechslungen zwischen Punkt und Komma oder „i“ und „l“ beruhen und wenigstens den Sinn nicht



Ein Drahtgestell für Aktenablagen tut gute Dienste als verstellbares Stativ für Dokumenten-Repros.





## CamScanner

Der CamScanner von Intsig mutet auf Anhieb professionell an: Ein Gitterraster und eine Lupe helfen beim Ausrichten der Kamera und beim Beschneiden des Bildausschnitts. Wer zum Scannen ein passendes Gestell benutzt, kann mit dem Batch-Modus der App mehrere Unterlagen zügig nacheinander erfassen. Für schwierige Vorlagen lässt sich die Software optimieren, indem man Helligkeit und Kontrast des Fotos stufenlos reguliert oder unter sieben Mustereinstellungen wählt. Das resultierende PDF kann man mit einem Wasserzeichen unterlegen und per Passwort schützen. Eine Ausweis-Funktion fasst die nacheinander gescannte Vorder- und Rückseite eines Ausweises auf einer Dokumentseite zusammen.

Für die meisten dieser Highlights muss man allerdings die Premium-Ausführung für knapp 50 Euro im Jahr abonnieren und bei besonders häufiger Nutzung noch zusätzliches Geld pro Analyse berappen. Die getestete Gratis-Version kann erkannte Texte nicht einmal exportieren, allenfalls erzeugt sie nicht durchsuchbare PDF-Dateien mit einem Werbehinweis in der Fußzeile. Außerdem bleiben die Ergebnisse der kostenlosen Offline-OCR deutlich hinter der Cloud-OCR zurück, die man in der Premium-Version wählen kann. Kurzum: Die kostenlose Version dieser App ist kaum mehr als ein Appetizer für eine durchaus teure Profi-Anwendung.

- 👆 Batchmodus
- 👇 Basisversion stark eingeschränkt
- 👇 durchwachsene OCR-Qualität



## Fast Camera Scanner

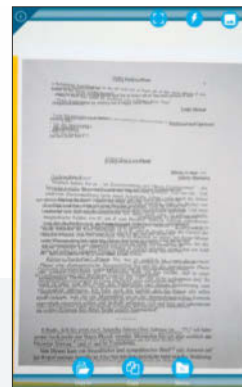
Der Fast Camera Scanner arbeitet nach Wahl mit den Originalfotos oder reduziert die Bilder auf Graustufen- oder Schwarzweiß-Darstellung.

Nachdem man ein Dokument mit der App fotografiert hat, ist der Bildbereich, den die App analysieren soll, durch Verschieben der Grenzmarkierungen auf dem Display intuitiv einstellbar. Um die OCR zu starten, tippt man auf den „CROP“-Button und übt sich ein paar Sekunden lang in Geduld. Danach erscheint der erkannte Text und offenbart womöglich einen Programmfehler: Der analysierte Bereich entspricht nämlich, wie wir bei zwei Testgeräten feststellten, nicht exakt den am Display festgelegten Grenzen. Man fährt deshalb gut damit, die Vorlage nicht ganz bildfüllend zu fotografieren.

Die App speichert den erkannten Text als PDF und kann ihn zudem gut verständlich in der eingestellten Sprache vorlesen. Die Übersetzung funktioniert offline, allerdings muss die gewünschte Sprache zuvor einmalig übers Internet aktiviert worden sein. Diese App konnte als einzige im Test Barcodes und einige QR-Codes interpretieren (den Aztec-Code auf DB-Tickets zum Beispiel nicht). Leider muss man dafür einen eigenen Modus aufrufen, in dem wiederum kein normaler Text erkannt wird.

Trotz des Bildbereichsfehlers ist diese App mit ihren nützlichen Funktionen eine Empfehlung wert – angesichts der bislang nur wenigen Downloads aus dem Playstore ein Geheimtipp.

- 👆 Übersetzer- und Vorlesefunktion
- 👆 erkennt auch QR- und Barcode
- 👇 Bereichsgrenzen fehljustiert



## Real Time OCR

Beim Aufruf zeigt diese App sofort das Kamerabild und überblendet es vier- bis fünfmal je Sekunde in weißer Schrift mit dem darin erkannten Text. Auch wenn sich das Bild gar nicht ändert, beginnt die Software regelmäßig neu mit ihrer Analyse und kommt jedes Mal zu etwas unterschiedlichen Ergebnissen. Um diese festzuhalten, kann man einen Schnappschuss des Texts in die Zwischenablage oder in die aktuelle Memo-Datei einfügen, welche die Software beim Start automatisch angelegt hat.

Nach dem Start täuscht die App auf dem Display zuerst recht dürftige Resultate vor. Nach einem Tipp auf eine der Schaltflächen oder ins Kamerabild erscheint dann aber doch ein konkurrenzfähiges Ergebnis – vorausgesetzt, die App läuft auf einem Gerät mit leistungsfähiger CPU. Auf älteren Geräten wie einem Galaxy S5 mini geht die Trefferrate etwas in die Knie.

Das Analysen-Staccato erzeugt flimmrige Overlays von Originalbild und erkannten Texten auf dem Display. Eine Kontrolle des Ergebnisses ist bei Aufnahmen aus der Hand unverzichtbar, lässt sich aber erst im Nachhinein nach jedem Scan beim Sichten der Memodatei bewerkstelligen. Fazit: Real Time OCR ist ein Werkzeug für Akkordarbeiter mit leistungsfähiger Hardware und einem Stativ.

- 👆 sehr schnelle Erkennung
- 👇 Vorlagen-Ausrichtung kritisch
- 👇 leistungsfähige CPU erforderlich



## Smart Lens

Smart Lens vom Entwickler Duy Pham holt viel raus aus einem fotografierten Schriftstück. Die App erkennt mit Bordmitteln Text in 18 Sprachen – mit Hilfe aus dem Internet laut Hersteller sogar derer 56 einschließlich asiatischer Schriften, Russisch und Arabisch.

Zum Fotografieren fokussiert die App das Bild im Halbsekundentakt neu, wobei die Ansicht ständig zwischen scharf und sehr unscharf variiert. Das lässt dem Anwender selbst beim Einsatz eines Stativs kaum eine Chance, die Vorlage genau im richtigen Setup zu fotografieren. Außerdem kann man kopf- oder querstehende Bilder nicht von Hand drehen und die diesbezügliche Automatik funktionierte im Test nicht.

Die App unterhält ein eigenes Adressbuch, dessen Einträge man aus den gescannten Texten füllen kann, und stellt für jedes Dokument Listen aus darin erkannten URLs und Telefonnummern zusammen. Per Tipp auf einen Listeneintrag kann man die zugehörige Web-Adresse ansteuern, den Rufnummern-Inhaber anrufen oder ihm einen Textauszug als Kurznachricht zuschicken. Obwohl die App hinter jeder isolierten Ziffernfolge eine Telefonnummer wittert, bewährt sich das Feature, weil man als Anwender leicht die relevanten Nummern erkennt. Die im Play Store versprochene Funktion, QR- und Barcode zu erkennen, funktionierte im Test nicht.

- 👉 versteht viele Sprachen
- 👉 erkennt URLs und Tel.-Nummern
- 👇 viele Werbebanner



## Text Fairy

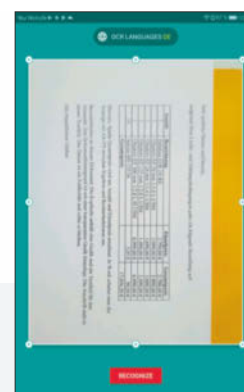
Diese App ist der Polyglott im Testfeld. Sie erkennt Texte in 70 Sprachen und braucht nicht einmal für kyrillische oder in Fraktur geschriebene Texte externe Hilfe, sofern man die Daten für die gewählte Sprache vorher einmal aus dem Internet geladen hat. „Fraktur“ steht freilich für sehr unterschiedliche Schriftformen, deren Erkennung wir nur grob mit einzelnen Stichproben überprüft haben. Im Test mit einem gemischt deutsch-russischen Text in Druckschrift machte die App jedenfalls eine gute Figur und gab alle Passagen im passenden Zeichensatz wieder.

Apropos Passagen: Als einzige Testkandidatin kommt die Textfee auch mit mehrspaltigen Vorlagen zurecht: Sie segmentiert das aufgenommene Bild zuerst einmal in Blöcke, die man anschließend in wählbarer Reihenfolge für die OCR vorsehen kann.

Diese Fähigkeit kommt nicht nur bei komplizierten Layouts zum Tragen, sondern auch bei welligen Vorlagen, in denen die meisten Apps im Test Probleme mit den gekrümmten Basislinien der einzelnen Textzeilen hatten.

Auch nach mehr als einer Million Downloads klassifiziert der Entwickler Renard Wellnitz die App als Betaversion. Vielleicht deshalb kommt sie ohne jede Reklame aufs Gerät. Im Test präsentierte sich die App als durchaus ausgereift und empfehlenswert.

- 👉 viele Sprachen und Frakturschrift
- 👉 analysiert blockweise
- 👉 im Test werbefrei



## TextGrabber Offline

Der TextGrabber vom ausgewiesenen OCR-Spezialisten ABBYY ist ursolide Hausmannskost. Ohne viel Aufhebens dreht die App den fotografierten Text automatisch in die richtige Richtung und die App legt auf Knopfdruck los mit der OCR. Ohne dafür das Internet zu bemühen, berücksichtigt sie dabei gleichzeitig bis zu drei Sprachen. Die einzige angezeigte Schaltfläche außer dem Startknopf dient dazu, diese Sprachen unter insgesamt 59 Sprachen auszuwählen.

Nach der Zeichenerkennung bietet die App auch gleich an, den Text in eine der ausgewählten Sprachen zu übersetzen, doch das setzt die kostenpflichtige Premium-Ausgabe voraus.

Aus der Beschreibung im Play Store könnte man ableiten, dass schon die Zeichenerkennung dauerhaft nur mit der Premium-Ausgabe funktionieren würde, weil die Gratisversion im Kleingedruckten als Textversion mit zwei Freiversuchen tituliert wird. Im Test konnten wir aber alle Texte ohne Upgrade analysieren.

Die wichtigste Beobachtung zu TextGrabber Offline war, dass diese App im Querschnitt über alle Testdokumente die beste Trefferquote erzielte. Zum Beispiel kam diese App als einzige offline mit unserem schräg abgebildeten Musterangebot klar. Lediglich beim Umgang mit der welligen Vorlage blieb die ABBYY-App unter einer Erkennungsrate von 90 Prozent, war damit aber immer noch die zweitbeste im Test.

- 👉 sehr gute Texterkennung
- 👉 erkennt URLs
- 👇 begrenzte Basisfunktion

## OCR-Trefferquoten

App	Bestellung, optimal	Bestellung, schräg	DB-Ticket	Buchseite, optimal	Buchseite, Trapez	Buchseite, wellig
	[%] besser ▶	[%] besser ▶	[%] besser ▶	[%] besser ▶	[%] besser ▶	[%] besser ▶
CamScanner	40	40	40	91	92	40
dto., Cloud-OCR	0	0	0	93	92	80
Fast Camera Scanner	97	80	98	98	98	0
Real Time OCR	96	80	99	98	97	0
Smart Lens	75	30	99	0	0	0
dto., online-OCR	98	98	98	99	99	0
Text Fairy	90	50	96	98	94	93
TextGrabber Offline	98	98	99	96	95	85

Die Balkenlänge entspricht jeweils dem Logarithmus des Werts (1 / (1 - Trefferquote)).

entstellen. Die Kopie einer Checkliste aus c't erwies sich mit ihrer kleinen Schrift für alle Apps im Test auch in einer Ausschnittsvergrößerung als unleserlich.

### Fazit

Als Alternative zur Abschrift eines unterwegs gesehenen Kurztexsts sind die getesteten Android-Apps das perfekte Mittel

zum Zweck. Sie scheiterten zwar alle bei sehr klein gedruckten Schriftstücken, die nur per Desktop-Scanner und -OCR verwertbar sind. Bei typischen Geschäftsbriefen und Buchseiten machten die Testkandidaten aber mehrheitlich eine gute Figur, insbesondere TextGrabber Offline mit besonders zuverlässiger Texterkennung, Text Fairy mit enormer Vielseitig-

keit und Fast Camera Scanner mit seiner Übersetzer- und Vorlesefunktion.

(hps@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Peter Schüler, Es werde Schrift, OCR-Programme für Windows im Test, c't 16/2018, S. 98  
 [2] Peter Schüler, Tablet-Repro, c't 8/2014, S. 53

## Android-Apps zur Texterkennung

App	CamScanner	Fast Camera Scanner	Real Time OCR	Smart Lens	Text Fairy	TextGrabber Offline
Anbieter	Intsig	Wrap Code	OPRA	Duy Pham	Renard Wellnitz	ABBY
Download/Footprint	57/107 MByte	25/46 MByte	3/8 MByte	6/25 MByte	30/56 MByte	39/68 MByte
<b>Erfassung</b>						
Kamera/Datei	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Bild drehen/ automatisch	✓ / ✓	✓ / –	– / –	– / –	✓ / –	✓ / ✓
Bildaufbesserung	Schattenbeseitigung, mehrere Kontraststufen	orig./grau/schwarzweiß	Helligkeitsregelung	–	–	–
<b>Erkennung</b>						
OCR offline/online	✓ / ✓ <sup>1</sup>	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓ <sup>2</sup>	✓ / –	✓ / –
Sprachen	17 inkl. Russisch und asiatische Sprachen	18	keine Differenzierung	offline: 18, online: 56 inkl. Russisch, Arabisch und asiatische Sprachen	70 inkl. Russisch, asiatische Sprachen und Frakturschrift	59 inkl. asiatische Sprachen
Texteditor	✓ <sup>1</sup>	✓	–	✓	✓	✓
Übersetzer	✓ <sup>1</sup>	✓	–	–	✓ (online)	✓ <sup>1</sup>
Besonderheiten	Batchmodus, Ausweis-Erfassung, Wasserzeichen, Passwortschutz	Barcode- und QR-Code-Leser, Vorlesefunktion	erkannter Text wird mehrmals je Sekunde in Realtime angezeigt	automatische Erkennung von Telefonnummern und URLs, Barcode- und QR-Code-Leser	blockweise Analyse wählbar	automatische Erkennung von URLs
<b>Export</b>						
Formate	TXT <sup>1</sup> , JPG, PDF	PDF	TXT	TXT	PDF	TXT, PDF <sup>1</sup>
Dienste	div. Webspeicher <sup>1</sup> , E-Mail	E-Mail	Google Drive, E-Mail	Google Drive, Google+, Facebook, WhatsApp	E-Mail, Google Drive, Google+	E-Mail, Google Drive, Google+
In vorhandenes Dokument/Zwischenablage	– / –	– / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	– / ✓
<b>Bewertungen</b>						
Bedienung	⊕	○	○	○	⊕	⊕
Erkennung	⊖⊖ / ⊖ <sup>2</sup>	⊕	○	⊖ / ⊖ <sup>2</sup>	⊕	⊕⊕
Ausgabe	⊖⊖	○	○	⊕	○	○
<b>Preis/Werbung</b>						
Basisversion	kostenlos <sup>3</sup>	kostenlos <sup>3</sup>	kostenlos <sup>3</sup>	kostenlos <sup>3</sup>	kostenlose Betaversion <sup>3</sup>	kostenlos <sup>3</sup>
Werbung	Spot nach E-Mail-Versand, Fußnote auf PDFs	Banner auf Hauptmenüseite	keine beobachtet	Werbebanner auf allen Displayseiten	keine beobachtet	keine beobachtet
Premium-Version	3,99 €/Monat (Grundgebühr)	–	–	Erweiterungen ab 1,39 €	–	Erweiterungen ab 1,99 €

<sup>1</sup> bei Zuzahlung <sup>2</sup> Offline-/Online-OCR <sup>3</sup> laut Play Store mit Werbeeinblendungen  
 ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe



Portofrei  
ab 15 €

# 3 Profi-Ratgeber liegen Ihnen zu Füßen:



## Bildbearbeitung

Das komplette Bildbearbeitungs-Kompodium für Foto-Profis und -Fortgeschrittene: Workshops mit zahlreichen Schritt-für-Schritt-Anleitungen erklären Ihnen Tonwerte, Kontrast, Farbe, Schärfen oder Schwarzweiß. Anregungen und Tricks für Lightroom und Photoshop, sowie Fototools, Beispielbilder und Tutorials auf der Heft-DVD.

[shop.heise.de/mk-bearbeitung](http://shop.heise.de/mk-bearbeitung)

12,90 € >

## Fotoprojekte

Spielen Sie mit Zeitraffer und Mehrfachbelichtungen, lassen Sie sich inspirieren durch die Werke kreativer Masterminds und holen Sie sich Anregungen für Ihre eigenen Vorhaben. Ob Outdoor- oder Food-Fotografie: Schritt für Schritt lernen Sie Hürden zu meistern und Ideen zu verwirklichen.

[shop.heise.de/mk-projekte](http://shop.heise.de/mk-projekte)

12,90 € >

## Reisefotografie

Planung Ihrer Touren, das optimale Zubehör, Backups für unterwegs, Hardware-Tipps und zahlreiche Workshops. Lernen Sie Schritt für Schritt eigene Fotoprojekte zu konzipieren, vorzubereiten, umzusetzen und zu publizieren. Auf der Heft-DVD: E-Books, Videotrainings uvm.

[shop.heise.de/mk-reise](http://shop.heise.de/mk-reise)

12,90 € >





deren Rechen- und Übertragungsgeschwindigkeiten stellen eine kritische Größe dar und entscheiden über die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems.

Start-ups, aber auch etablierte Unternehmen setzen auf die Blockchain, die bekannteste der Distributed-Ledger-Technologien. Die Aufmerksamkeit ist den Unternehmen damit automatisch sicher, wessen sie sich offensichtlich bewusst sind: Porsche beispielsweise stellt die trendige Technik gleich in die Mitte eines Werbespots. Erst auf den zweiten Blick lässt sich erkennen, dass Porsche zum jetzigen Zeitpunkt lediglich zum Thema forscht.

Auch die in Berlin beheimatete IOTA-Stiftung will mit der Digitalwährung Miota in den Mobilitätsmarkt einsteigen. Autonome Fahrzeuge sollen Parktickets selbstständig bezahlen oder über einen Online-Marktplatz Daten von Wetterstationen nutzen. Neben Konzernen wie der Deutschen Telekom und Volkswagen ist auch die Robert Bosch Venture Capital bei IOTA im Aufsichtsrat vertreten.

## Private Blockchains

Aus München kommt das Start-up Cloudeo, das Geodaten jeder Art verarbeiten möchte: Daten von Satelliten, Flugzeugen, Wetterdiensten und Smartphones, die über Smart Contracts an den Mann gebracht werden sollen. Im Rahmen eines Pilotprojekts mit der European Space Agency hat das Unternehmen bereits die Verwendung von Token (Credits) als Zahlungsmittel für Satellitendaten implemen-

tiert. In naher Zukunft wollen die Entwickler ein größeres dezentrales Netzwerk etablieren, um die gesamte Geoservice-Industrie zu „tokenisieren“.

Gründer Manfred Krischke gibt zu bedenken, dass die derzeit in der Bitcoin-Blockchain eingesetzten Verfahren aus seiner Sicht „gänzlich ungeeignet“ seien, um die im Mobilitätsbereich notwendigen hohen Transaktionsgeschwindigkeiten bei gleichzeitig niedrigen Kosten zu erreichen. Denn das übliche dezentrale Ablegen von Informationen in vielen Knoten erhöht die zu verarbeitende Datenmenge im Vergleich zu einer zentralisierten Ablage um ein Vielfaches. Auch sei die Kommunikation zwischen den einzelnen Knoten der Blockchain mit einem deutlich höheren Zeitaufwand verbunden.

Cloudeo speichert die eigentlichen Geodaten daher auf zentralen Servern und legt nur den Hash der Daten in der Blockchain ab. „Die Anzahl der Hashes und damit der in der Blockchain zu verarbeitenden Daten lässt sich zusätzlich durch zusammenfassende Super-Hashes reduzieren“, erklärt Krischke. Für ihn kommen mittelfristig nur Blockchains in Betracht, deren Konsensmechanismen deutlich effizienter arbeiten als die des Bitcoin-Systems. Hierzu zähle der „Delegated Proof of Stake“, den beispielsweise das Blockchain-Protokoll EOS benutzt. Dabei erhält die Stimme jeweils desjenigen Nutzers ein höheres Gewicht, der über einen höheren Mengenanteil an Token verfügt. Außerdem hält der Clou-

deo-Gründer es für „akzeptabel“, in der Geodaten-Community mit maximal zehn bis zwanzig Partnern zu arbeiten und das System durch eine geringe Anzahl von Knotenpunkten zu beschleunigen.

Manfred Krischke hofft, dass sich seine Geoinformationen auch als Prognoseinstrument für das vernetzte Fahren verwenden lassen, etwa als Ergänzung des eHorizon – der den vernetzten Fahrzeugen der Zukunft Echtzeitinformationen zur Fahrumgebung bereitstellen soll. Anstatt den Dienst als langfristiges Abo abzuschließen, könnte ein Fahrzeughalter ihn flexibel nach Bedarf buchen, etwa einen Warndienst vor Schneeglätte, der nur bei bestimmten Temperaturen aktiv wird. Noch konnte Krischke aus der Automobilindustrie keine Aufträge an Land ziehen – vielleicht, weil diese schon selbst mit Hochdruck an dem Thema arbeitet.

## Standardisierungsfragen

Die BMW Group hält die Distributed-Ledger-Technologie (DLT) derzeit noch nicht für „Enterprise-fähig“. Gleichwohl ließen sich mit der Technik auch nach Meinung von BMW möglicherweise neue Mobilitätskonzepte umsetzen. Dazu müssten aber zuerst entsprechende industrieübergreifende Standards, zum Beispiel bei den Smart Contracts, geschaffen werden. BMW befindet sich aus diesen Gründen in vielen Anwendungsbereichen noch in der Bewertungsphase, so der Sprecher.

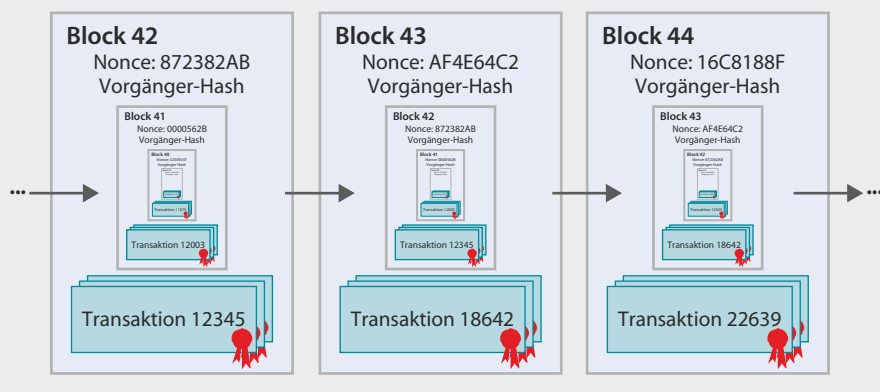
Die BMW Group sieht sich derzeit über alle Geschäftsbereiche hinweg an, ob und wie sich DLT einsetzen lässt. Zum einen könnte eine Anwendung entlang der klassischen Wertschöpfungskette von der Entwicklung bis zum Vertrieb stattfinden, etwa bei der Bauteilerückverfolgung. Zum anderen gebe es Anwendungsbereiche im Bereich der Mobilitätsdienstleistungen wie Connected Car Services, Parken, Sharing oder Laden.

Im Forschungskonsortium „Mobility Open Blockchain Initiative“ (MOBI) arbeitet BMW zudem mit Partnern aus der Automobilindustrie sowie Banken und Versicherungen an Themen wie Fahrzeugidentität, -historie und -daten, der Lieferkettenverfolgung und Fahrzeugeffizienz. Mit anderen Automobilherstellern will BMW dort „begünstigende Standards schaffen und den Zugang zu den neuesten aufkommenden Technologien sichern“.

Ein naheliegender Bereich ist die Ladesäule. Dort drängeln sich derzeit mehrere Mobilitätsdienstleister mit jeweils ei-

## Das Blockchain-Prinzip

Jeder Eintrag einer Blockchain enthält außer den eigentlichen Daten einen Hash seines Vorgängerblocks. Einmal gespeicherte Daten ließen sich nur ändern, wenn man auch alle nachfolgenden Blocks neu berechnen würde. Dass das passiert, verhindern Verfahren wie „Proof of Work“, die die dazu nötige Rechenleistung in astronomische Höhen treiben.





genen Abrechnungssystemen. Das ist so offensichtlich kundenunfreundlich, dass schon der Gesetzgeber auf Schaffung eines offenen Standards drängt. Über DLT ließe sich nach den Vorstellung von BMW ein einziger Abrechnungspunkt realisieren.

## Autonome Fahrzeuge

Vor allem von den autonomen vernetzten Fahrzeugen versprechen sich die Autohersteller das Aufkommen neuer Geschäftsbereiche: Sie lassen sich von Einsatz zu Einsatz flexibel einplanen und buchen. Ein Roboterfahrzeug könnte 24 Stunden „im Dienst“ sein, wobei der Hersteller als Mobilitätsdienstleister den Nutzern das Fahrzeug über ein Kurzzeit-Leasing überlässt. Statt in festgelegten Wartungsintervallen sollen Bauteile künftig nur bei tatsächlichem Verschleiß ausgetauscht werden. Ein Blick auf die Fahrzeugdaten soll für eine erste Beurteilung des Fahrzeugzustands, aber auch zur Beurteilung des Kundenfahrstils außerhalb des Automatikmodus genügen.

Auf dieser breiten Datenbasis ließen sich gemeinsam mit Versicherungen die Leasingkonditionen auf einzelne Fahrer anpassen. Heiko Musa, Blockchain-Experte von BMW: „Blockchain wird da wichtig, wo Vertrauen ein Thema ist: Was digital abgebildet wird, muss dem realen Zustand entsprechen.“ Das sei besonders für

Leasingverträge interessant, da sich Manipulationen am Fahrzeug unmittelbar auf dessen Wert auswirken können.

Automobilzulieferer Bosch zählt zu den Blockchain-Pionieren der Autoindustrie: Er ist nicht nur bei MOBI dabei, sondern hat 2017 mit internationalen Partnern die „Trusted IoT Alliance“ gegründet, ein neues Bündnis rund um Blockchain und verwandte Technologien. Bereits im vergangenen Jahr hatte Bosch eine Blockchain-Datenbank-Lösung gegen Tachomanipulationen vorgestellt: Das Auto sendet in regelmäßigen Abständen den aktuellen Tachostand an eine sichere und weltweit verfügbare dezentrale Datenbank.

Die Echtheit der Angaben wird über ein Zertifikat nachgewiesen. Alle übertragenen Daten sind außerdem kryptografisch verschlüsselt und lassen sich ausschließlich vom Fahrzeugbesitzer auslesen. Weder Bosch noch Projektpartner TÜV Rheinland noch der Erstausrüster können die Fahrzeug-Identifikationsnummer sowie den zugehörigen Tachostand einsehen. Beim Fahrzeugverkauf kann der Besitzer entscheiden, ob er das Zertifikat erstellen und somit die Echtheit der aufgezeichneten Daten bestätigen lassen möchte. Weitere Anwendungsbereiche sieht Bosch beim Fälschungsschutz von Fahrzeugkomponenten oder der digital gesteuerten Kopplung mehrerer Fahrzeuge im fahrenden Betrieb, dem fahrzeugherstellübergreifenden „Platooning“.

## Vom Dongle zum Datenmarkt

Zweifellos versprechen sich viele Unternehmen von DLT neue Geschäftsmöglichkeiten. Der Start-up-Markt brummt und wirbt aggressiv um neue Investoren. Das chinesische Start-up-Unternehmen CarBlock beispielsweise wirbt mit Bosch und BMW als „Major Partner“. Beide Unternehmen wissen davon jedoch nichts und verweisen darauf, dass man lediglich gemeinsam bei MOBI aktiv sei.

Interessant ist jedenfalls, dass das Geschäftsszenario von CarBlock davon ausgeht, dass es die Rechtsform des Dateneigentums gibt und dass sich per Blockchain automatisch erhobene Fahrzeugdaten mit Eigentumsrechten verknüpfen lassen. Konkret werden die Daten über einen Fahrzeug-Dongle des Hardware-Partners Nonda erhoben und über eine Smartphone-App verarbeitet. CarBlock gibt eigene Token aus, mit denen die Daten dann per Smart Contracts vermarktet werden sollen. Nonda ist derzeit

schwerpunktmäßig auf dem US-Markt aktiv. Hiesige Dongle-Anbieter wie PACE, die ähnlich wie Nonda arbeiten, planen nach eigenen Angaben derzeit keine Datenvermarktung per Blockchain.

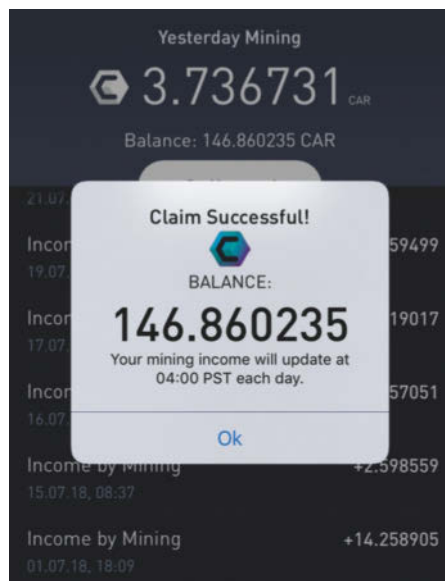
Die Münchner BMW Group diskutiert einen weiteren Einsatzzweck für die Blockchain: Es geht um die Frage, wie sich die Nachweispflichten für Originalteile abbilden lassen, wenn die Anforderungen an die Qualität künftiger Bauteile für autonome Fahrzeuge weiter ansteigen. So könnten lizenzierte 3D-Drucker Originalteile beim Händler auf Basis der digitalen Konstruktionspläne der BMW Group ausdrucken und den Druck mit Blockchain-Technik absichern.

Einen konkreten Schritt in diese Richtung geht die Luftfahrtindustrie in dem vom Bundeswirtschaftsministerium bis 2019 geförderten Projekt „Secure Additive Manufacturing Plattform“ (SAMPL). Hier wird erprobt, wie eine Ende-zu-Ende-Security-Kette von der Entstehung digitaler 3D-Druck-Daten über den Austausch mit dem 3D-Druckdienstleister bis in das gedruckte Produkt hinsichtlich Urheber- und Produkthaftungsrecht aussehen könnte.

Ein RFID-Chip wird in den gedruckten Bauteilen integriert und sichert deren Kennzeichnung ab. Zusätzlich zu den verschlüsselten 3D-CAD-Daten setzt SAMPL das digitale Lizenzmanagement auf Basis von Blockchain-Technologie um, die in einer Datenaustauschlösung sicher nachweisbare Transaktionen ermöglichen soll. Die Lizenz regelt beispielsweise, wie oft man ein Bauteil drucken darf. Damit sollen sich später Originale von Fälschungen unterscheiden lassen. An SAMPL sind auch Daimler EvoBus und Airbus beteiligt.

## Recycling

Ein weiterer Einsatzbereich von DLT könnte sich auf das Ende im Lebenszyklus eines Fahrzeugs beziehen: So verfügen die Hersteller von Fahrzeugen inzwischen immer auch über ein digitales Abbild der Produkte und wissen genau, an welcher Stelle welche Materialien verbaut sind, wertvolle Rohstoffe etwa. Der Rat für nachhaltige Entwicklung fordert daher ein gemeinsames Datenmodell für das Recycling, um dieses effektiver und günstiger zu gestalten. Das Datenmodell soll auf Open-Source- und Open-Data-Basis erstellt werden, damit der Verbraucher entscheiden kann, welche Produkte besonders recyclingfähig sind.



Über die App des smarten Kfz-Chargers von Nonda kann der Nutzer schon heute Fahrdaten gegen eine Kryptowährung freigeben. Bisher lassen sich die gesammelten CarBlock Token allerdings nirgendwo einlösen.

Die Abfallwirtschaft arbeitet schon lange mit Sensoren, die Werkstoffe unterscheiden, um sie der sortenreinen Rückgewinnung zuführen zu können. Wüssten die Entsorger vorher, wo welche Stoffe im Fahrzeug stecken, könnten sie diese gezielter extrahieren. Bislang gibt es keinen strukturierten Diskussionsprozess zwischen Herstellern und Wiederverwertern zum hierfür notwendigen Datenaustausch. Dieser „sollte selbstverständlich auch Geschäftsgeheimnisse würdigen“, meint Recycling-Spezialist Ralf Holzhauer von der Westfälischen Hochschule in Gelsenkirchen.

So könnte beispielsweise ein aus seltenen Erden hergestellter Magnet mit einem RFID-Chip ausgestattet sein, um ihn bei der Wiederverwertung individuell erkennen zu können. Ein so gekennzeichnetes Bauteil könnte selbstständig mit dem Recycling-System seinen aktuellen Preis aushandeln und per Smart Contract die Verwertungsbedingungen festlegen.

Holzhauer weist darauf hin, dass das durchschnittliche Alter der aktuell in der Verwertung befindlichen Altfahrzeuge bei über 16 Jahren liegt, und sagt: „Die Menge an Fahrzeugen, die vermehrt seltene Erden enthalten, wird in den kommenden Jahren steigen.“ Diese besonders wertvollen Rohstoffe werden beispielsweise in Magneten und Displays eingesetzt. DLT-Techniken sind nach Einschätzung von Holzhauer dort interessant, wo sie zu einem insgesamt günstigeren Recyclingprozess beitragen können.

## Rechtsfragen

Die Rechtsfragen rund um die Blockchain sind momentan völlig ungeklärt. Deshalb lässt das Bundesverkehrsministerium derzeit gutachterlich von Juristen prüfen, ob sich die Distributed Ledger-Technologien im Mobilitätsbereich auf einem öffentlichen Datenmarktplatz rechtssicher einsetzen lassen. Denn möglicherweise werden sie „zum prägenden Faktor einer zukünftigen Datenökonomie samt Verfügungsfragen“, so das Ministerium.

Die Rechtsanwältin Claudia Otto, Herausgeberin der Zeitschrift „Recht innovativ“, hält die Frage des rechtssicheren Einsatzes von Blockchain in der Mobilität im Moment noch für problematisch und verweist auf die Möglichkeit, dass sich elektronische Verluste praktisch revidieren lassen. Im Jahr 2016 genügt im Ethereum-Netzwerk um die „Distributed Autonomous Organisation“ (DAO) hierfür einfache Protokolländerungen.

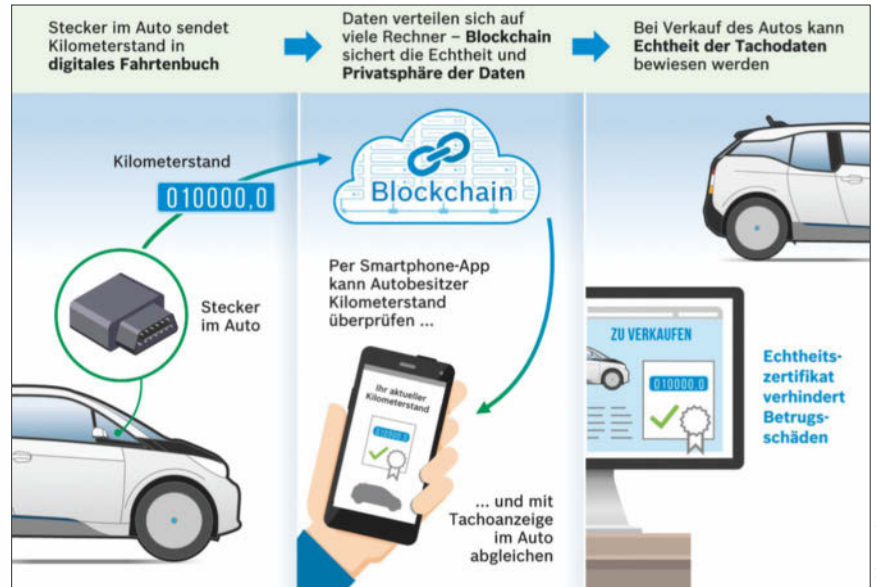


Bild: Bosch

**Bosch zählt zu den Pionieren in Sachen Blockchain. Vergangenes Jahr stellte das Unternehmen eine Lösung zum Schutz vor Tachomanipulation vor.**

Kunden in Mieter-Vermieter-Netzwerken könnten „das gezahlte Nutzungsentgelt nach erfolgter Nutzung des Mietfahrzeugs anderweitig ausgeben wollen und geschlossen in Mehrheit zurückverlangen“, meint Otto. Dies sei in einem Netzwerk ähnlich Bitcoin oder Ethereum grundsätzlich möglich. Auch könnte eine einzige Person qua Wissensvorsprung Transaktionen manipulieren und Zahlungsmittel mehrfach einsetzen. Nicht zuletzt hält auch Otto die Datenverarbeitung in der Blockchain für viel zu langsam und schwerfällig.

Da die Entwicklung in Richtung öffentlich zugänglicher Plattformen ginge, müsse man sich bei der Übermittlung personenbezogener Daten die verschiedenen Anwendungsfälle genau ansehen, warnt Otto. Denn in diesen Fällen könne grundsätzlich jedermann die Daten einsehen, gleichzeitig könne aber nicht darüber informiert werden, wohin die Daten gehen. Insbesondere bei einem staatlichen Einsatz von DLT müsse ausgeschlossen sein, dass die Verbraucher ihre Daten gegen soziale Teilhabe eintauschen müssten. „Wenn man Pech hat, verändern sich die Machtverhältnisse so, dass Missbrauch stattfindet“, warnt Otto und kommt daher zu dem vorläufigen Schluss: „Aktuell würde ich sagen: Finger weg!“

## Kettenprobleme

Es wird verständlich, warum Investoren jetzt den richtigen Zeitpunkt für den Einstieg nicht verpassen wollen. Das aber

heizt die Phantasie des Marktes derart an, dass es eine Herausforderung bleiben wird, realistische von unrealistischen Szenarien zu unterscheiden. Die aktuell diskutierten Einsatzmöglichkeiten zeigen, warum es für Automobilhersteller gerade jetzt wichtig ist, sich mit DLT zu beschäftigen: Sie erschließen damit neue Dienstleistungen, die das Fahren mit den vernetzten und autonomen Fahrzeugen der nahen Zukunft angenehmer machen. Wer die technischen und rechtlichen Probleme als Erster in den Griff bekommt, hat das Zeug dazu, den Automobilmarkt weltweit zu beherrschen.

Kernanforderung ist ein robustes Antwortverhalten, möglichst in Echtzeit, auch bei großen Transaktionsmengen. Dabei wird das Prinzip der Blockchain, Transaktionen einfach hintereinanderzuheften, rasch zum Bremsklotz. Der erhöhte Rechenaufwand geht zudem mit höheren Energiekosten einher. Neben offenen Rechtsfragen ist auch unklar, ab welcher Größenordnung sich die neuen Geschäftsmodelle lohnen und welche Rechen- und Übertragungsgeschwindigkeiten dafür nötig sind. Ob DLT und Blockchain wirklich zu einer nachhaltigeren Mobilität führen, bleibt damit offen.

Zwar ist nicht davon auszugehen, dass sich selbst scheinbar einfache Vorgänge wie das automatische Bezahlen von Parktickets schon im nächsten Jahr umsetzen lassen. Doch DLT wird die Art und Weise, wie wir heute über Mobilität denken, völlig umkrempeln. (sha@ct.de) **ct**

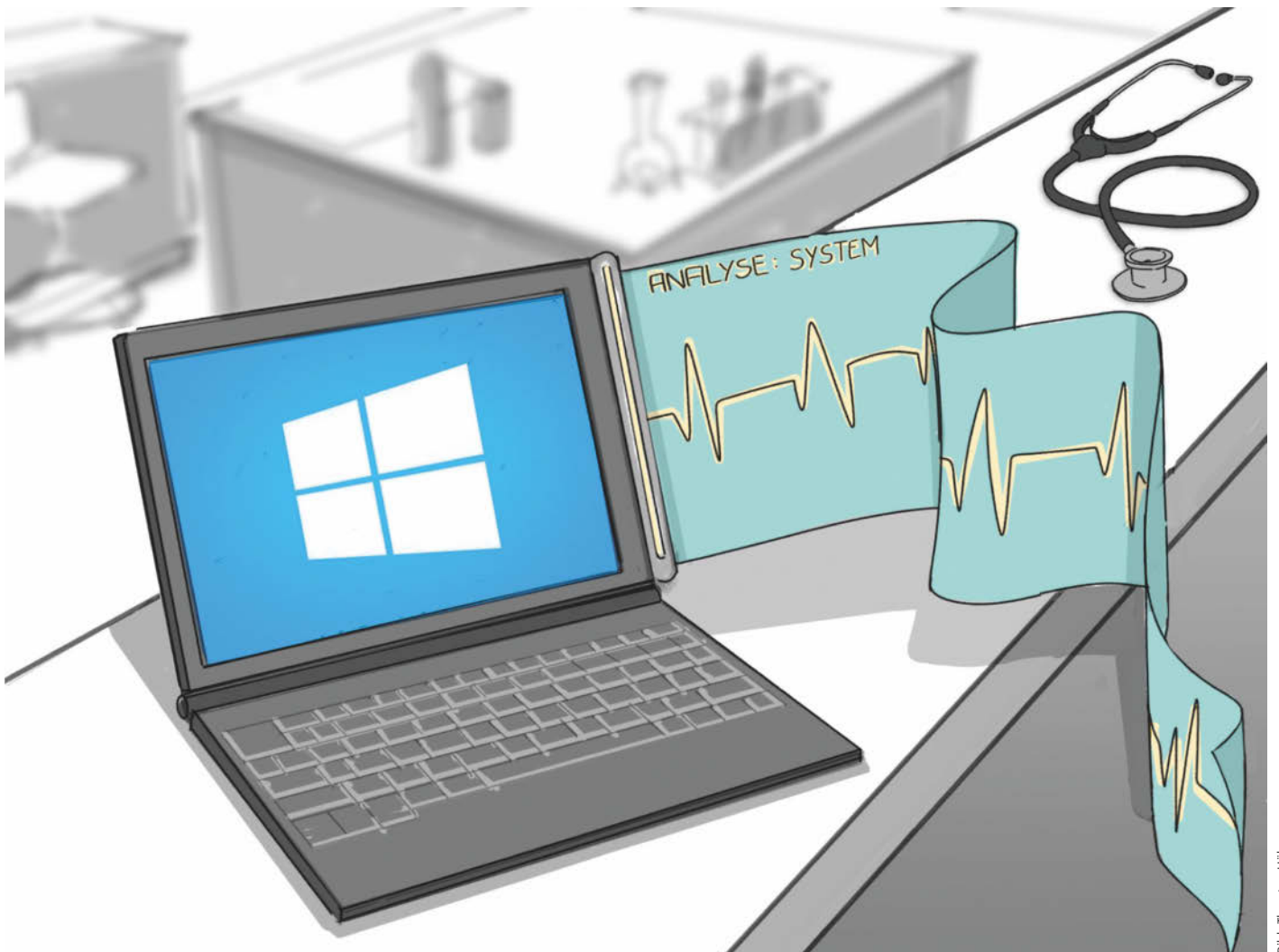


Bild: Thorsten Hübner

# Mitschreiber

## Hackern auf der Spur mit Sysmon

**Sicherheitsforscher brauchen zum Analysieren von Angriffsvektoren möglichst detaillierte Daten, mit denen sie nachvollziehen können, wie sich ein Angreifer Zugang zum System zu verschaffen sucht. Aber auch für den Privatgebrauch kann es sinnvoll sein, solche Daten regelmäßig zu beobachten, um Angriffe frühzeitig zu entdecken. Das kostenlose Programm Sysmon liefert die nötigen Informationen.**

Von Hajo Schulz

**W**er ein leistungsfähiges Antivirenprogramm einsetzt und darauf achtet, dass Betriebssystem und Anwendungen stets auf dem aktuellen Update-Stand sind, hat schon eine Menge dafür getan, seinen Rechner vor Malware-Angriffen zu schützen. Wo Sicherheit oberste Maxime ist, reicht das aber nicht: Hier muss man aktiv nach Einbruchversuchen forschen. Sollte ein Angreifer trotz allem mal erfolgreich sein, muss das benutzte Einfallstor möglichst detailliert erforscht und dann geschlossen werden.

Für solche Detektivarbeiten ist es wichtig, möglichst genaue Aufzeichnungen darüber zu haben, was das System im Moment des Angriffs getrieben hat. Windows legt zwar bereits von Haus aus diver-

se Protokolle an, aber für die Bedrohungsanalyse sind sie weitgehend nutzlos – das Programm Sysmon ändert das. Zu haben ist es kostenlos von Microsofts Webserver, wahlweise als Einzel-Download oder im Rahmen der Sysinternals Suite. Alle Download-Adressen für in diesem Artikel erwähnte Tools haben wir unter [ct.de/ytyf](http://ct.de/ytyf) für Sie zusammengetragen.

Um es deutlich zu sagen: Sysmon ist für sich genommen kein Antivirenprogramm. Es zeichnet lediglich bestimmte Systemaktivitäten detailliert auf, die ein Malware-Jäger dann benutzen kann, um Einbrüche zu entdecken und nachzuvollziehen. Seine Erkenntnisse speichert das Programm im System-Log, wo sie sich mit der Ereignisanzeige oder anderen



Werkzeugen betrachten und analysieren lassen.

## Einrichten

Um Sysmon zu benutzen, muss man es nach dem Auspacken des Download-Archivs installieren. Das erledigt das Programm selbst, wenn man es aus einer mit Administrator-Rechten gestarteten Eingabeaufforderung oder PowerShell mit der Kommandozeilenoption `-i` aufruft. Dabei landet eine Kopie des Programms im Windows-Ordner. Außerdem extrahiert es einen Kernel-Treiber und bindet ihn im System ein. Dieser Treiber verrichtet dann die eigentliche Arbeit. Windows lädt ihn bei Neustarts relativ früh innerhalb des Boot-Prozesses, sodass er auch Aktivitäten aufzeichnen kann, die hier stattfinden, beispielsweise Programmstarts über die gängigen Autostart-Mechanismen.

Zu den Ereignissen, die Sysmon protokollieren kann, gehören das Starten und Beenden von Prozessen, das Aufbauen von Netzwerkverbindungen, das Laden von DLLs innerhalb von Programmen und von Treibern, das Anlegen von Dateien sowie das Erzeugen, Ändern und Löschen von Registry-Einträgen. Außerdem erkennt Sysmon, wenn ein Programm das Erstelldatum einer Datei ändert, Code in einen laufenden Prozess injiziert oder unter Umgehung des Dateisystems direkt auf einzelne Sektoren eines Datenträgers zugreift. Eine genaue Beschreibung aller Ereignisse enthält die Download-Seite.

Installiert man Sysmon ohne weitere Argumente, protokolliert es die grundlegenden Ereignisse: das Starten und Beenden von Prozessen, das Laden von Treibern, die Änderung des Erstelldatums von Dateien sowie Manipulationen an Sysmon selbst, also Änderungen der Konfiguration und das Starten und Beenden des Dienstes. Über Kommandozeilenoptionen kann man weitere Ereigniskategorien freischalten – der Aufruf `sysmon -h` gibt nähere Auskunft.

Um Sysmon sinnvoll einzusetzen, muss man es allerdings feiner konfigurieren, als es die Kommandozeilenoptionen zulassen. Dazu nutzt das Programm eine Steuerdatei im XML-Format, deren Namen und Pfad man beim Aufruf hinter die Option `-i` schreiben kann. Einmal installiert, veranlasst der Aufruf `sysmon -c <Konfigurationsdatei>` das Programm, seine Einstellungen aus der angegebenen Datei zu aktualisieren. Zum Deinstallieren des Sysmon-Treibers dient die Option `-u`.

## Filter

Eine beispielhafte Sysmon-Konfigurationsdatei zeigt das unten stehende Listing. Sie beginnt mit einem Abschnitt, der einzelne Optionen des Programms steuert: Im Beispiel bestimmt der Tag `<HashAlgorithms>`, nach welchen Methoden Sysmon Hashes von ausgeführten Programmdateien berechnen und speichern soll.

Den Großteil der Datei nimmt der Bereich `<EventFiltering>` ein. Er kann zu jeder Ereigniskategorie einen oder mehrere Filter enthalten, die bestimmen, welche Ereignisse dieser Klasse im Protokoll landen sollen. Jeder Filter-Eintrag trägt den Namen der Kategorie, für die er zuständig ist, und ein Attribut `onmatch`, das als Wert entweder `"include"` oder `"exclude"` enthalten muss. `include`-Filter bestimmen, welchen Kriterien Ereignisse genügen müssen, damit sie im Log landen, `exclude`-Filter schließen bestimmte Events von der Protokollierung aus. Zu ein und derselben Ereignisklasse kann es mehrere verschiedene Filter geben; bei Widersprüchen gewinnt der `exclude`-Filter.

Um eine Kategorie komplett aus- oder einzuschalten, muss man eine etwas kreative Logik verwenden: Ein `include`-Eintrag ohne darin enthaltene Filter schließt alle Ereignisse dieser Klasse aus („Protokolliere alles, was in der Liste steht“ – die ist aber leer), ein `exclude`-Tag ohne Inhalt schließt nichts aus, protokolliert also

sämtliche Vorkommnisse dieser Kategorie.

Die eigentlichen Filter-Tags tragen immer den Namen der Ereigniseigenschaft, die Sysmon für die Entscheidung auswerten soll. Ein Attribut namens `condition` bestimmt die Art des Vergleichs; Default ist `is` und vergleicht den kompletten Inhalt mit dem folgenden Suchmuster. Unser Beispiel zeigt die Operatoren `"contains"` und `"end with"`; eine Liste aller möglichen Bedingungen steht auf der Sysmon-Download-Seite.

Die Namen der Ereignisklassen und der jeweiligen Attribute, die für Vergleiche herangezogen werden können, liefert der Aufruf `sysmon -s`. Seine Ausgabe ist XML-formatiert. Die Namen der Ereignisklassen stehen in den `rulename`-Attributen der `event`-Tags, die der Ereignis-Attribute als `name` in untergeordneten `data`-Tags.

Eine praxistaugliche Sysmon-Konfigurationsdatei zu erstellen ist eine Menge Arbeit: Einerseits soll das Protokoll nur wichtige Einträge enthalten, damit Sie nicht in der Datenflut ertrinken, andererseits sollen aber auch keine kritischen Ereignisse weggefiltert werden. Glücklicherweise müssen Sie nicht bei null anfangen: Im Einsatz bewährte und regelmäßig aktualisierte Konfigurationen finden Sie im Internet, unter anderem im Blog des Microsoft-Mitarbeiters Moti Bani und auf den GitHub-Seiten von SwiftOnSecurity – siehe [ct.de/ytyf](https://ct.de/ytyf). Kritisch durchsehen und an die Gegebenheiten auf Ihrem

```
<Sysmon schemaversion="4.1">
  <HashAlgorithms>MD5,SHA256</HashAlgorithms> <!-- SHA1,MD5,SHA256,IMPHASH -->
  <EventFiltering>
    <!-- "Prozess beendet" nicht loggen -->
    <ProcessTerminate onmatch="include">
      </ProcessTerminate>
    <!-- Alle Treiber loggen, die nicht von Microsoft signiert sind -->
    <DriverLoad onmatch="exclude">
      <Signature condition="contains">Microsoft</Signature>
    </DriverLoad>
    <!-- Neue ausführbare Dateien, die nicht von einem Setup stammen -->
    <FileCreate onmatch="include">
      <TargetFilename condition="end with">.bat</TargetFilename>
      <TargetFilename condition="end with">.cmd</TargetFilename>
      <TargetFilename condition="end with">.exe</TargetFilename>
    </FileCreate>
    <FileCreate onmatch="exclude">
      <Image condition="contains">setup</Image>
      <Image condition="contains">install</Image>
    </FileCreate>
  </EventFiltering>
</Sysmon>
```

**Welche Ereignisse Sysmon protokollieren soll, konfiguriert man mit einer XML-Datei. Diese hier ist nicht wirklich praxistauglich, demonstriert aber die Struktur.**

Rechner anpassen sollten Sie diese Dateien aber, bevor Sie sie verwenden.

## Ereignisanzeige

Einen ersten Eindruck davon, was Sysmon aufzeichnet, können Sie sich in der Ereignisanzeige von Windows verschaffen. Sie starten sie, indem Sie die Windows-Taste drücken und anschließend die ersten Zeichen von „Ereignisanz“ eintippen, bis sie in den Suchergebnissen erscheint.

Das Sysmon-Log finden Sie in der Ereignisanzeige unter „Anwendungs- und Dienstprotokolle\Microsoft\Windows\Sysmon\Operational“. Ein Klick auf einen Eintrag bringt die Details zum Vorschein, die Sysmon zu diesem Ereignis gespeichert hat. Die Filter- und Analysemöglichkeiten sind hier allerdings ziemlich eingeschränkt: Der Befehl „Aktuelles Protokoll filtern“ sieht zunächst einmal nur Filter vor, die sich auf die vom System vorgegebenen Eigenschaften von Ereignissen beziehen – die Sysmon-spezifischen Felder erreicht man hier nicht. Einzig sinnvoll erscheint eine Filterung nach Ereignis-IDs. Welche ID zu welcher Ereignisklasse von Sysmon gehört, steht in der Ausgabe von `sysmon -s` in den `value`-Attributen der `event`-Tags.

Um einen Filter zu bauen, der die Sysmon-eigenen Daten abfragt, muss man der XML-Abfragesprache XPath mächtig

sein. Die zu erklären würde hier zu weit führen. Eingeben kann man so eine Abfrage auf der Seite „XML“ des Dialogs „Aktuelles Protokoll filtern“, nachdem man dort die Option „Manuell bearbeiten“ eingeschaltet hat.

Windows sieht für das Sysmon-Protokoll in der Standardeinstellung nur eine Größe von etwas über einem MByte vor. Wenn die erreicht ist, überschreiben neue Einträge die ältesten und löschen sie damit unwiederbringlich. Je nach den Filtereinstellungen in Sysmon und abhängig von der Systemaktivität kann das schon nach wenigen Minuten oder Stunden passieren. Wenn Sie Sysmon ernsthaft für forensische Analysen benutzen wollen, sollten Sie das Limit also großzügig erhöhen. In der Ereignisanzeige klicken Sie dazu mit der rechten Maustaste auf den Eintrag „Microsoft-Windows-Sysmon/Operational“ links in der Baumansicht und wählen den Befehl „Eigenschaften“. Hinter „Max. Protokollgröße (KB)“ können Sie nun eine neue Obergrenze eingeben.

## PowerShell

Für eine eingehendere Analyse dessen, was Sysmon im System-Log speichert, empfiehlt sich die PowerShell. Sie bietet zudem den Vorteil, dass Sie Abfragen in Skripten speichern und damit automatisiert ablaufen lassen können.

Der wichtigste Befehl für solche Analysen heißt `Get-WinEvent`. Welchen Teil des Ereignisprotokolls er abfragen soll, teilt man ihm im Parameter `LogName` mit:

```
Get-WinEvent -LogName `
"Microsoft-Windows-Sysmon/Operational"
```

Der optionale Parameter `-MaxEvents` beschränkt die Ausgabe auf die gewünschte Anzahl von Einträgen, der Schalter `-Oldest` dreht die Ausgabereihenfolge um und zeigt zuerst die ältesten statt der neuesten Einträge.

Ähnlich wie in der Ereignisanzeige kann man die Log-Einträge nach universellen Eigenschaften wie ihrer ID filtern. Dazu übergibt man dem Befehl `Get-WinEvent` im Parameter `-FilterHashtable` eine Hash-Tabelle mit den gewünschten Kriterien:

```
Get-WinEvent -FilterHashtable `
@{logname=$smo; id=1}
```

Der besseren Lesbarkeit wegen haben wir in diesem Beispiel die Definition

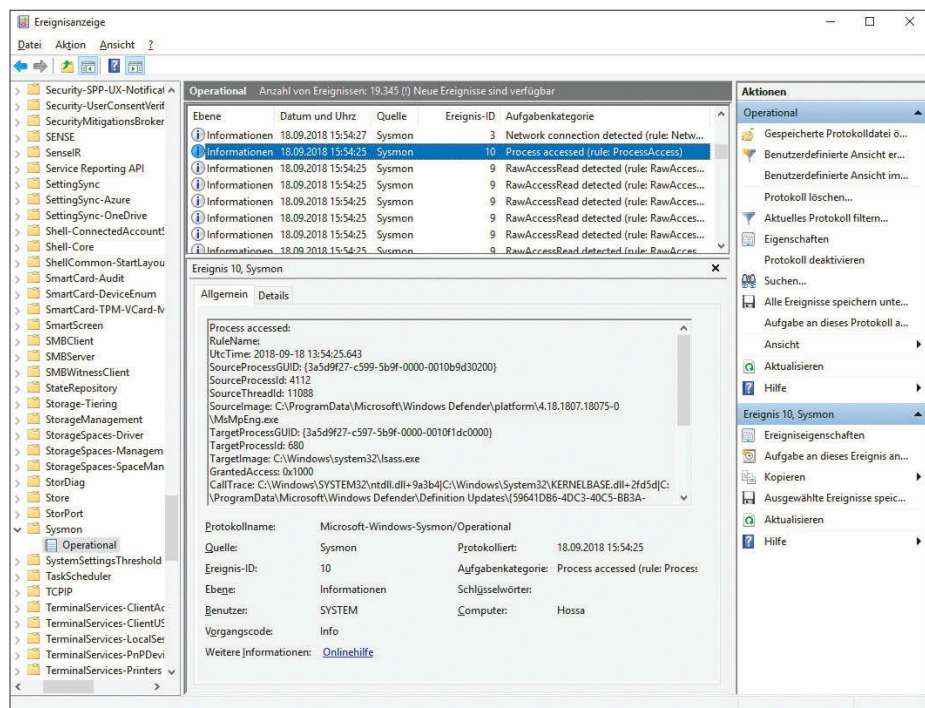
```
$smo = `
"Microsoft-Windows-Sysmon/Operational"
```

vorausgesetzt, die auch in den folgenden Beispielen verwendet wird.

`Get-WinEvent` versteht auch XPath-Anfragen. Folgender Befehl liefert alle Einträge, deren Feld „Product“ aus der Zeichenkette „Google Chrome“ besteht:

```
Get-WinEvent -LogName $smo `
-FilterXPath `
'*[EventData[Data[@Name="Product"]],`
Data="Google Chrome"]]'
```

Wer sich nicht in XPath einarbeiten möchte, kann die Ausgabe von `Get-WinEvent` auch an herkömmliche, mit `Where-Object` beziehungsweise dem Fragezeichen erstellte Filter weiterleiten. Die Sysmon-spezifischen Ereignisdaten findet man dazu in der Liste `Properties` eines jeden Log-Eintrags. An welcher Stelle dort welche Information steht, ist spezifisch für die jeweilige Ereignisklasse und muss in der Ausgabe von `sysmon -s` abgezählt werden. So findet man beispielsweise heraus, dass bei `FileCreate`-Ereignissen (ID=11) der Name der neuen Datei (`TargetFilename`) im fünften Attribut steht – die Nummerierung beginnt bei 0. Mit diesen Angaben lässt sich eine Abfrage zimmern, die alle Protokolleinträge ausgibt, bei der ein Prozess eine Datei im Windows-Ordner angelegt hat:



In der Windows-Ereignisanzeige lassen sich alle Zusatzdaten betrachten, die Sysmon zu den erfassten Ereignissen aufzeichnet.

```
Get-WinEvent -LogName $smo | `
? {($_.ID -eq 11) -and `
($_.Properties[5].Value -like `
'C:\Windows\*')} }
```

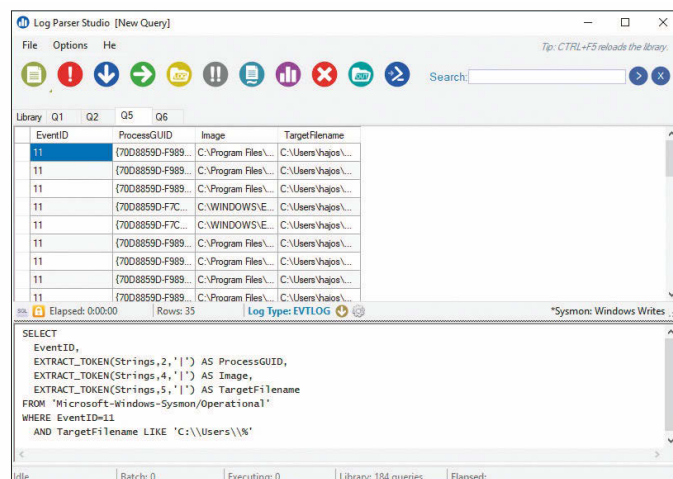
In `Properties[4].Value` der zurückgegebenen Objekte steht der Name der verantwortlichen Programmdatei, in `Properties[2].Value` eine eindeutige GUID, die Sysmon diesem Prozess zugewiesen hat. Um zu überprüfen, ob es sich dabei um ein harmloses Programm handelt, kann man die GUIDs nach demselben Muster zum Beispiel an eine Abfrage verfüttern, die das jeweilige `ProcessCreate`-Ereignis sucht (`ID=11`; die GUID steht dort in `Properties[2].Value`), aus dem Ergebnis den Datei-Hash extrahieren (`Properties[16].Value`) und die Webseite [virustotal.com](https://www.virustotal.com) fragen, ob sie die Datei für harmlos oder für gefährlich hält. Von Hand trägt man den Hash dazu einfach in das Feld „Search“ auf der Seite ein. Wer die Automatisierung auf die Spitze treiben will, kann dazu auch das VirusTotal-API benutzen. Dazu muss man sich zunächst unter [www.virustotal.com/#/join-us](https://www.virustotal.com/#/join-us) einen Schlüssel besorgen und darf dann vier automatisierte Anfragen pro Minute stellen. Eine Bibliothek, die den Umgang mit dem API aus der PowerShell heraus vereinfacht, haben wir unter [ct.de/ytyf](https://ct.de/ytyf) verlinkt.

## SQL

Eine Alternative zur PowerShell bildet Microsofts Log Parser. Er kann beinahe beliebige Protokolldateien, unter anderem auch Windows-Systemereignisse, in ihre Bestandteile zerlegen. Das Ergebnis lässt sich dann mithilfe der Datenbankabfragesprache SQL weiter analysieren. Damit der Log Parser auf das Sysmon-Protokoll zugreifen kann, muss man es ihm zunächst bekannt machen, indem man in der Registry unter `HKEY_LOCAL_MACHINE\System\CurrentControlSet\Services\EventLog` einen neuen, leeren Unterschlüssel namens `Microsoft-Windows-Sysmon/Operational` anlegt.

Der Log Parser ist für sich genommen ein etwas krude zu bedienendes Konsolenprogramm. Komfortabler wird der Umgang damit mit dem kostenlos bei Microsoft herunterzuladenden Log Parser Studio. Es bietet unter anderem die Möglichkeit, häufig benutzte Abfragen in einer eigenen Bibliothek zu speichern oder Abfragen zu Batch-Jobs zu kombinieren.

**Mit Microsofts Log Parser Studio lassen sich die Ereigniseinträge von Sysmon wie eine Datenbank mit der Abfragesprache SQL auslesen.**



Eine minimale SQL-Abfrage auf das Sysmon-Protokoll sieht beispielsweise so aus:

```
SELECT *
FROM
'Microsoft-Windows-Sysmon/Operational'
WHERE EventID=3
```

Im Log Parser Studio geben Sie sie einfach in das untere Eingabefeld ein, nachdem Sie den Befehl „File/New Query“ gewählt oder die dazugehörige Schaltfläche angeklickt haben. Aus dem Menü „Log Type“ über dem Eingabefeld müssen Sie den Eintrag „EVTLOG“ auswählen und können die Abfrage dann mit einem Klick auf das Ausrufezeichen ausführen.

Die Sysmon-spezifischen Daten von Ereigniseinträgen gibt der Log Parser in einem Feld namens `Strings` zurück und trennt die einzelnen Felder durch ein `|`-Zeichen. Um daraus die gewünschten Informationen zu extrahieren, kann man die SQL-Funktion `EXTRACT_TOKEN()` verwenden, die als zweiten Parameter die Feldnummer erwartet. Diese besorgt man sich wie oben beschrieben aus der Ausgabe von `sysmon -s`.

Damit sieht die Abfrage auf Schreibvorgänge im Windows-Ordner beispielsweise so aus:

```
SELECT
EventID,
EXTRACT_TOKEN(Strings, 2, '|')
AS ProcessGUID,
EXTRACT_TOKEN(Strings, 4, '|')
AS Image,
EXTRACT_TOKEN(Strings, 5, '|')
AS TargetFilename
FROM
'Microsoft-Windows-Sysmon/Operational'
```

```
WHERE EventID=11
AND TargetFilename LIKE
'C:\Windows\%'
```

Zu beachten ist hier, dass man das SQL-übliche Wildcard-Zeichen `%` verwenden und `\`-Zeichen „escapen“ muss, indem man sie verdoppelt.

Das Ergebnis von Abfragen kann das Log Parser Studio über den Menübefehl „File/Export/Output as .CSV“ in Textdateien exportieren, die sich dann mit Skripten, Batch-Dateien oder Tabellenprogrammen wie Excel weiter analysieren lassen. Außerdem kann man das Log Parser Studio dazu verwenden, Abfragen zu erstellen, auszutesten und sie dann mit „File/Export/As PowerShell Script“ in Form eines PowerShell-Skripts zu exportieren. So ein Skript verfüttert die in ihm enthaltene Abfrage dann an den Log Parser und stellt das Ergebnis in Form von Objekten zur Verfügung, die sich beliebig weiterverarbeiten lassen.

## Ausblick

Wer tiefer in die Systemanalyse mit Sysmon einsteigen möchte, dem seien die GitHub-Seiten von Michael Haag (MHaggis) empfohlen, allen voran seine liebevoll gepflegte Linksammlung „Sysmon-DFIR“ (siehe [ct.de/ytyf](https://ct.de/ytyf)). Hier finden sich unter anderem einschlägige Blog-Einträge und Folien von Vorträgen, darunter solche von Sysmon-Erfinder Mark Russinovich. Administratoren in größeren Organisationen finden hier außerdem Links zu Anleitungen, wie sie die Sysmon-Protokolle in die SIEM-Lösungen (Security Information and Event Management) ihres Unternehmens integrieren und dort weiterverarbeiten können. (hos@ct.de) **ct**

**Tools zum Download, Literatur:** [ct.de/ytyf](https://ct.de/ytyf)



# Hausmacht

## Gerichte uneins: Wann darf Facebook Beiträge löschen?

**Die Lösch- und Sperrpraxis von Facebook beschäftigt Öffentlichkeit und Politik – und jetzt auch die Gerichte. Drei neue Urteile zeigen, wie verschieden die Instanzgerichte zwischen Meinungsfreiheit und Hausrecht des Plattformbetreibers abwägen.**

Von Joerg Heidrich

**S**tändig testen Facebook-Nutzer die Grenzen des Sagbaren aus. Der Konzern reitet auf der Rasierklinge: Löscht er zu viele Postings, verprellt er seine Mitglieder, lässt er lange Leine, bekommt er es mit den deutschen Gerichten zu tun. Spätestens, seit das Networkdurchsetzungsgesetz (NetzDG) Anfang des Jahres in Kraft trat, zog Facebook die Schraube an und löscht deutlich mehr.

Doch was ist mit Beiträgen, deren Inhalt nicht in den Anwendungsbereich des NetzDG fällt? Bislang beruft sich Facebook auf die eigenen inhaltlichen Regeln („Gemeinschaftstandards“) sowie die Nutzungsbedingungen („Richtlinien“), die dem Konzern weitgehende Freiheiten bei dem Umgang mit Nutzer-Postings auf der Plattform gewähren sollen.

In diesen Nutzungsbedingungen ermächtigt sich Facebook selbst, sämtliche Inhalte, die ein Nutzer veröffentlicht, entfernen zu dürfen. Diese sehr weite Auslegung der eigenen Rechte und des sogenannten virtuellen Hausrechts ging dem Oberlandesgericht (OLG) München viel zu weit. Es entschied mit Beschluss vom 24.8.2018 (Az. 18 W 1294/18) gegen den Konzern und verurteilte ihn, es zu unterlassen, einen von einer Nutzerin eingestellten Kommentar zu entfernen und diese temporär vom Zugang zur Plattform auszuschließen.

Die Klägerin im Verfahren hatte auf der Facebook-Seite von Spiegel Online einen Artikel mit der Überschrift „Österreich kündigt Grenzkontrollen an“ mit den Worten kommentiert: „Ich kann mich argumentativ leider nicht mehr mit Ihnen messen, Sie sind unbewaffnet und das wäre nicht besonders fair von mir.“ Face-

book hatte das Posting daraufhin gelöscht und die Nutzerin für 30 Tage gesperrt.

Anders als das Landgericht (LG) München in der ersten Instanz hielt das OLG die von Facebook herangezogene Bestimmung in den – als Allgemeine Geschäftsbedingungen einzustufenden – „Richtlinien“ für unwirksam. Laut OLG liegt eine unangemessene Benachteiligung der Nutzerin vor, die durch ihre Anmeldung Vertragspartnerin des Konzerns geworden ist. In der Löschung der umstrittenen Äußerung sei eine Verletzung der Vertragspflicht zu sehen: Facebook müsse auf die Rechte der Nutzerin, insbesondere deren Grundrecht auf Meinungsfreiheit nach Art. 5 des Grundgesetzes, Rücksicht nehmen.

### „Mittelbare Drittwirkung“

Zwar regeln die Grundrechte in erster Linie das Verhältnis zwischen Bürger und Staat. Ihnen kommt aber auch eine sogenannte „mittelbare Drittwirkung“ zu, da sie nach der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts auch als „verfassungsrechtliche Grundentscheidung für alle Bereiche des Rechts Geltung haben“. Im Hinblick auf diese Drittwirkung muss auch ein privater Anbieter gewährleisten, dass eine zulässige Meinungsäußerung nicht von der Plattform entfernt werden darf. Der Inhalt des in Frage stehenden Postings ist laut OLG München zwar pointiert, überschreitet jedoch nicht die rechtlich zulässigen Grenzen. Daher sei sowohl das Löschen des Inhalts als auch die auf

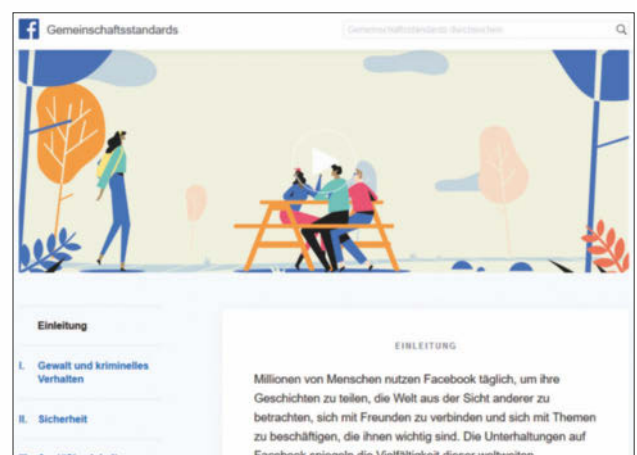
dem Beitrag beruhende Sperre der Nutzerin rechtswidrig.

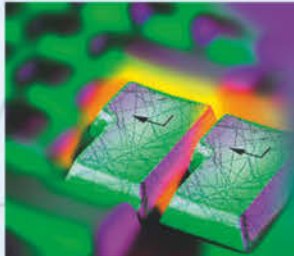
Das OLG Karlsruhe kam allerdings in einem ähnlichen Verfahren mit Beschluss von Ende Juni 2018 (Az. 15 W 86/18) zu einem völlig anderen Ergebnis. Dort ging es um immer gleiche Kommentare, die ein Rechtsanwalt in mindestens hundert Fällen unter Beiträgen von Politikern und Medien hinterlassen hatte: „Flüchtlinge: So lange internieren, bis sie freiwillig das Land verlassen!“ Bis Mai 2018 ließ Facebook diesen Satz unbeanstandet, dann wurde er gelöscht, weil er gegen die Gemeinschaftsstandards verstoße und als „Hassrede“ zu qualifizieren sei. Darüber hinaus wurde der Jurist für 30 Tage gesperrt.

Es ist laut Facebook unter anderem verboten, auf der Plattform „zum Ausschluss oder der Isolation einer Person oder Personengruppe aufgrund der aufgeführten Eigenschaften“ aufzurufen. Das OLG Karlsruhe bestätigte diese Einstufung. Das Posting gehe inhaltlich über eine bloße Kritik und Diskussion der Einwanderungsgesetze hinaus. Daher lägen keine Anhaltspunkte vor, dass die Plattform bei der konkreten Anwendung und Auslegung ihrer Nutzungsbedingungen die Wirkung von Art. 5 des Grundgesetzes verkannt hat.

Ähnlich entschied nun jüngst auch das LG Frankfurt in einem Beschluss von 10.9.2018 (Az. 2-03 O 310/18). Auch in diesem Fall ging ein Facebook-Nutzer gegen die Plattform vor und beantragte, eine Sperre rückgängig zu machen. Gepostet hatte er Folgendes: „Wassermarsch, Knüppel frei und dann eine Einheit Militärpolizisten! Dann ist schnell Ruhe! Und jeden ermittelten Gast Merkels ab in die Heimat schicken.“ Nach Ansicht der Frankfurter Richter ist eine Beitrags- und Nutzersperre in diesem Fall nicht zu beanstanden. (hob@ct.de) **ct**

**Gemeinschaftsstandards: Unter facebook.com/communitystandards erfahren die Nutzer in eintellenden Texten, welche Inhalte zur Kontensperrung führen.**





## Parallele Programmierung

5. bis 7. November  
2018 in Hannover



## Jenkins

4. bis 5. Dezember  
2018 in Nürnberg



## C++11 / C++14 / C++17

11. bis 13. Dezember  
2018 in Nürnberg



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



Organisiert von:



# 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).

## Monitor beim Windows-10-Sperrbildschirm ausschalten

**?** Wenn ich meinen Bildschirm mit Windows+L sperre, bleibt mein Monitor an und verbrät dadurch unnötig Energie. Gibt es eine Möglichkeit, dass sich der Monitor ausschaltet, wenn ich Windows sperre?

**!** Windows 10 bietet in den Energieoptionen standardmäßig keine Option, den Bildschirm zu deaktivieren, wenn man Windows mit Win+L sperrt. Damit Windows den Bildschirm deaktiviert, muss man tief in die Registry eingreifen. Dazu starten Sie den Registry-Editor und hangeln sich zum Pfad „HKEY\_LOCAL\_MACHINE\SYSTEM\CurrentControlSet\Control\Power\PowerSettings\7516b95f-f776-4464-8c53-06167f40cc99\8EC4B3A5-6868-48c2-BE75-4F3044BE88A7“ durch und ändern den Wert „Attributes“ von 1 auf 2. Durch diesen Eingriff erscheint in den Erweiterten Einstellungen Ihres Energiesparplans unter der Rubrik „Bildschirm“ eine neue Option: „Zeitlimit für Konsolensperre“. Der vor-eingestellte Wert „0“ sorgt dafür, dass sich der Bildschirm so wie unter „Bildschirm ausschalten nach“ eingestellt deaktiviert. Ändert man diesen Wert bei-

spielsweise auf „1“, deaktiviert sich der Bildschirm eine Minute, nachdem man Windows gesperrt hat. Der Wert sollte unter dem für „Bildschirm ausschalten nach“ liegen. (dfr@ct.de)

## Seltsame USB-Buchse

**?** Auf dem Mainboard meines PCs, also im Inneren des PC-Gehäuses, sitzt eine USB-Buchse. Wozu ist die gedacht?

**!** Solche „stehenden“, internen Typ-A-Buchsen findet man vor allem auf Server-Mainboards. Dort sind sie für einen USB-Stick gedacht, von dem ein schlankes Spezial-Betriebssystem bootet: Ein NAS- oder Storage-System wie FreeNAS oder Open-E oder ein Hypervisor wie VMware ESXi, eine Art Unterbau für virtuelle Maschinen (VMs). Der USB-Stick ist im Gehäuse vor versehentlichem oder böswilligem Ausstöpseln geschützt.

Manche Server-Admins stecken dort einen Stick mit einem Notfall-Linux ein, das sie beim Ausfall des normalen Betriebssystems von der Fernwartungskonsole aus booten. Auf Boards für Embedded Systems und Industriecomputer sind interne USB-Buchsen ebenfalls für den Start eines Betriebssystems gedacht. Anders ist das bei manchen Desktop-PC-

Mainboards: Hier dient die Onboard-Buchse dazu, das Kabel zu einer USB-Buchse an der Gehäusefront anzuschließen. Das löste beispielsweise Medion bei einigen Aldi-PCs so. Eigentlich gibt es dafür aber Pfostenstecker in verschiedenen Ausführungen für USB 2.0, USB 3.0 (19 Pin) und USB 3.1 Gen 2. (ciw@ct.de)

## Nvidia-Systemsteuerung verschwunden

**?** Unter Windows 10 finde ich die Nvidia-Systemsteuerung nicht mehr. Sie ist weder im Startmenü, noch im Infobereich oder Kontextmenü des Desktops zu sehen. Wie komme ich wieder an die Nvidia-Oberfläche?

**!** Die Nvidia-Systemsteuerung ist noch vorhanden. Navigieren Sie einfach in den Ordner „C:\Programme\Nvidia Corporation\Control Panel Client“ und starten Sie das Programm nvcplui.exe. Aktivieren Sie im Menü „Desktop“ anschließend nach Wunsch die Punkte „Desktop-Kontextmenü hinzufügen“ und „Infobereich-Symbol anzeigen“, damit dort künftig wieder die Nvidia-Systemsteuerung zu sehen ist. (mls@ct.de)

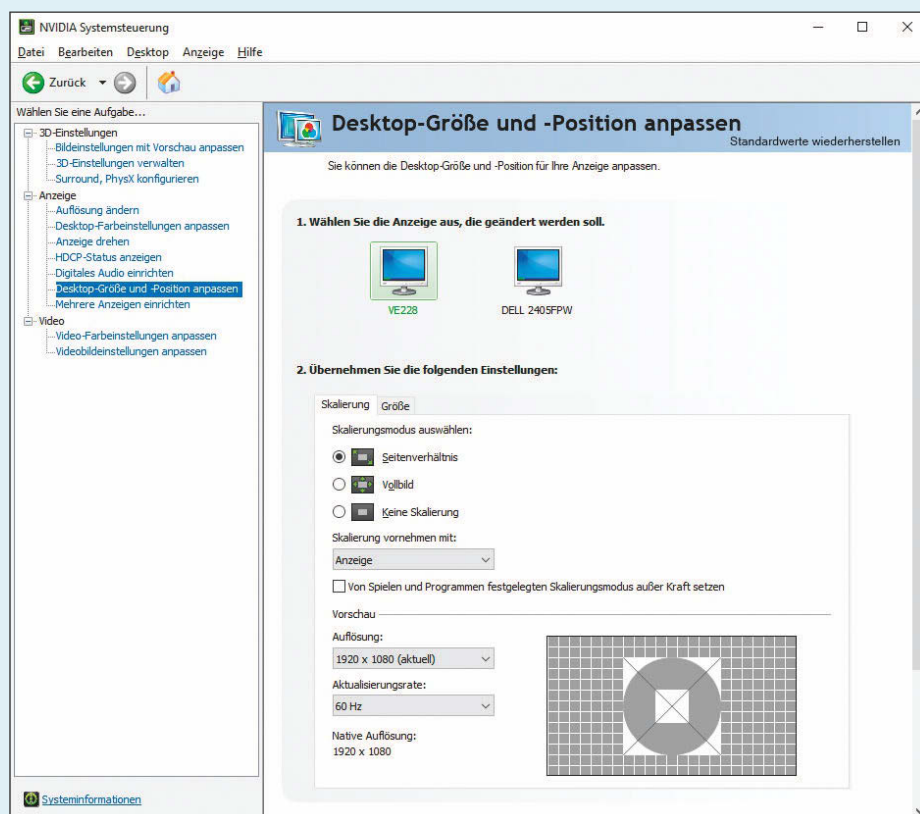
## Spiele ohne schwarzen Rand anzeigen

**?** Seit kurzem habe ich bei einigen Spielen einen großen Trauerrand um das Bild. Die Einstellungen des Monitors waren beim Lösen des Problems nicht



Wenn die Nvidia-Systemsteuerung im Desktop-Kontextmenü oder im Infobereich fehlt, starten Sie sie einfach über die Programmdatei nvcplui.exe und aktivieren Sie die zugehörigen Menüeinträge.





Damit PCs mit Nvidia-Grafikkarten Spiele ohne schwarzen Rand anzeigen, ändern Sie die Option zur Skalierung von „Anzeige“ in „GPU“.

hilfreich. Ich verwende eine Nvidia-Grafikkarte. Gibt es noch einen anderen Weg?

! Sie können in der Nvidia-Systemsteuerung unter „Anzeige / Desktop-Größe und -Position anpassen“ verschiedene Modi zur Bildschirmskalierung festlegen. Oft hilft es, die Option „Skalierung vornehmen mit“ von „Anzeige“ auf „GPU“ umzustellen. Dann kümmert sich nicht mehr der Monitor, sondern die Grafikkarte um die Skalierung des Bildschirminhalts. Einfluss auf die Leistung sollte dies nicht haben. (mls@ct.de)

## Raspi-Touchscreen im Textmodus nutzen

? Ich möchte auf meinem Raspi Programme im Textmodus per Touchscreen bedienen. Den Touchscreen habe ich nach Anleitung eingerichtet und auch die Maussoftware GPM installiert. Der Mauszeiger springt aber nie dorthin, wo ich hintippe. Auch Versuche, den Touchscreen neu zu kalibrieren, sind gescheitert. Wie kann ich den Touchscreen zum Laufen bringen?

! Die Touchscreens funktionieren unserer Erfahrung nach nur mit einem X-Server zuverlässig. Auf der Konsole klappt die Umsetzung der Touch-Koordinaten auf die Mausposition nur unzulänglich. Es ist also besser, Sie starten einen X-Server, in dem das von Ihnen benötigte Programm läuft. (mls@ct.de)

## Nextcloud-14-Update in Docker

? Ich habe nach Ihrer Anleitung in c't 10/2018 Nextcloud als Docker-Container in meinem Synology-NAS aufgesetzt. Vor ein paar Tagen hat Watchtower die Instanz automatisch auf Version 14 erneuert. Seitdem meldet Nextcloud in den Admin-Einstellungen, dass Indices in der Datenbank fehlen und man diese mit einem Shell-Befehl erstellen soll. Wenn ich das über das Terminal aus der Docker-Konfiguration in der NAS-Oberfläche erledige, bin ich root und das Skript will wegen eines falschen Besitzers nicht laufen. Auch mit `su -c ...` scheitert es, `sudo` gibt es im Container leider nicht. Wie bekomme ich das hin?

! Über die Docker-GUI im NAS kann man die Container-Shell anscheinend nur als root öffnen, wohingegen Sie `www-data` sein müssten, damit das Skript beschwerdefrei durchläuft. Das klappt über den Befehl `runuser`. Rufen Sie das Skript so auf: `runuser -u www-data ./occ ...`. Die Angabe von `./` vor `occ` ist unerlässlich, weil das Home-Verzeichnis nicht im Pfad steckt.

Der Vollständigkeit halber sei die Alternative mit dem Umweg über `ssh` erwähnt: Loggen Sie sich als `admin` per `ssh` auf dem NAS ein und rufen Sie die Shell im Container als passender User auf: `sudo docker exec -i -u www-data -t nextcloud1 bash`. Nun können Sie auch hier das Skript direkt starten, wiederum mit `./` vor `occ`. (ea@ct.de)

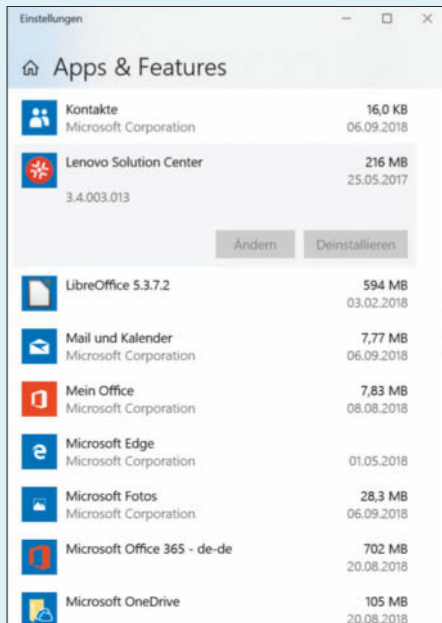
## Plattenspieler an Soundkarte zu leise und verzerrt

? Ich habe extra eine Soundkarte mit Cinch-Eingängen gekauft, damit ich meinen Plattenspieler direkt anschließen und Lieder digitalisieren kann. Alle meine Schallplatten erklingen jedoch viel zu leise und verzerrt. Woran liegt das?

! Um ein vernünftiges Audiosignal vom Plattenspieler in Ihren Computer zu bekommen, benötigen Sie einen Phono-Vorverstärker, den Sie in Ihrer Signalkette dazwischenschalten müssen. Dabei handelt es sich um externe Geräte, die ab 20 Euro erhältlich sind. Daran schließen Sie Ihren Plattenspieler an. Mit einem weiteren Cinch-Kabel geht es vom Vorverstärker in die Soundkarte. Erst nach der Aufbereitung durch den Vorverstärker erklingt das Signal laut genug und unverzerrt. Wer plant, seine Plattensammlung zu digitalisieren, kann auch Ausschau nach einem Plattenspieler oder einer Soundkarte mit einem eingebauten Phono-Vorverstärker halten. (des@ct.de)

## Ältere c't-Artikel online finden

? Ich brauche die digitale Version eines c't-Tests aus einer älteren Ausgabe. Gibt es eine Möglichkeit, nach Heftausgabe und Seitenzahl zu suchen?



Falls sich das **Lenovo Solution Center** nicht über die neue Systemsteuerung von Windows 10 deinstallieren lässt, sollte es über die alte klappen.

**!** Ja, die gibt es: Gehen Sie dazu auf [ct.de](http://ct.de) und klicken Sie auf die gesuchte Rubrik oben in der schwarzen Leiste, in Ihrem Fall also auf „Test und Kaufberatung“. Dann öffnet sich die Rubriken-seite.

In dieser können Sie entweder zunächst die Suche verfeinern, also zum Beispiel links auf „Test“ klicken. Oder Sie geben etwas weiter unten im Auswahl-feld „c't Ausgabe“ die gesuchte Ausgabe und das Jahr ein. Anschließend erscheint automatisch eine Liste sämtlicher Tests des gesuchten Hefts.

Auf der Mobilseite von [ct.de](http://ct.de) müssen Sie auf das Zahnradchen „Filtern“ direkt unter dem Rubrikenbild klicken, um die Suche zu verfeinern und zu vervollständigen. (uk@ct.de)

## Lenovo Solution Center deinstallieren

**?** Bei meinem Notebook nervt mich das vorinstallierte Programm „Lenovo Solution Center“, weil es immer wieder Hardware-Scans und ähnlichen Unsinn startet. Wie werde ich es los? Die Schaltfläche „Deinstallieren“ im Windows-10-Menü Apps & Features ist für diese Software ausgegraut.

**!** Wenn Sie in „Apps & Features“ ganz nach unten scrollen, finden Sie unter „Verwandte Einstellungen“ den Punkt „Programme und Features“. Ein Klick darauf führt Sie in die alte Systemsteuerung zu „Programm deinstallieren und ändern“. Dort ließ sich bei unserem Lenovo ThinkPad E460 das lästige Programm über „Ändern“ letztlich deinstallieren.

Nutzer in Foren berichten, dass auch das erst geklappt hat, nachdem sie eine neue Version des Lenovo Solution Center heruntergeladen und über die alte installiert hatten und anschließend das Notebook neu starteten. (ciw@ct.de)

## LibreOffice findet installiertes Java nicht

**?** Ich habe in LibreOffice eine Extension installiert, die Java benötigt. Dieses ist auf meinem Rechner mit Windows 10 zwar vorhanden, wird aber nicht gefunden. Was läuft da schief?

**!** Dies passiert normalerweise, wenn Sie auf einem 64-Bit-Windows-System eine 64-Bit-Java-Runtime einrichten, aber eine 32-Bit-Version von LibreOffice installieren. In dem Fall benötigt LibreOffice ebenfalls eine 32-Bit-Version von Java.

Um diese herunterzuladen, klicken Sie auf [www.java.com](http://www.java.com) auf „Kostenloser Java-Download“ und wählen Sie dann auf der darauffolgenden Seite „Siehe alle Java-Downloads“. Dort können Sie mit einem Klick auf „Windows Offline“ die 32-Bit-Version herunterladen.

Nach deren Installation sollte LibreOffice sie automatisch finden. Sie sollte dann unter „Extras/Optionen/LibreOffice/Erweitert“ in der Liste der vorhandenen Java-Laufzeitumgebungen erscheinen. (db@ct.de)

## Alle LibreOffice-Einstellungen zurücksetzen

**?** Ich habe etwas zu viel mit LibreOffice rumgespielt und dabei die Oberfläche ziemlich kaputt gemacht. Wie kann ich sie wieder zurücksetzen, ohne die Software neu installieren zu müssen?

**!** Eine Neuinstallation würde nichts ändern, da sie die bestehenden Einstellungen des jeweiligen Nutzers nicht antas-

tet. LibreOffice speichert alle Einstellungen im User-Verzeichnis jedes Nutzers. Wenn Sie dieses umbenennen oder löschen, erzeugt LibreOffice dieses neu und verwendet dabei die Voreinstellungen. Wo sich das User-Verzeichnis befindet, hängt vom Betriebssystem ab. Unter Linux finden Sie es in Ihrem Home-Verzeichnis und unter Windows 10 in „C:\Users\Benutzername\AppData\Roaming\LibreOffice\4\user“. Statt „Benutzername“ geben Sie Ihren eigenen Login-Namen ein. Der Pfad der Windows-Version gilt nicht nur für LibreOffice 4.0, sondern auch für spätere Versionen. (db@ct.de)

## Vom MacBook auf iMac umsteigen

**?** Ich habe ein MacBook Pro und würde nun gerne komplett auf einen iMac umziehen. Auf meinem MacBook befinden sich neben meinen Arbeitsdaten jede Menge Anwendungen. Die Daten kann ich natürlich auf eine externe Festplatte kopieren und dann auf den iMac übertragen. Doch die Anwendungen müsste ich neu installieren, oder? Gibt es vielleicht einen Weg, über den ich Photoshop & Co. direkt mitnehmen kann?

**!** Ja, es gibt einen vergleichsweise einfachen Weg, komplett mit allen Daten inklusive Anwendungen umzuziehen. Dafür müssen Sie lediglich eine externe Festplatte am MacBook anschließen, die ungefähr so viel Speicherplatz wie die interne Platte Ihres Laptops hat. Dann aktivieren Sie in den Einstellungen die Datensicherung via Time Machine und wählen die externe Festplatte als Speichermedium aus. Nun müssen Sie sich etwas gedulden: Time Machine fertigt ein komplettes Backup Ihres MacBooks inklusive Betriebssystem und allen Anwendungen und Daten an.

Ist das abgeschlossen, schließen Sie die Festplatte an Ihren iMac an. Starten Sie den Computer nun mit gedrückter Befehlstaste und drücken Sie zusätzlich R auf der Tastatur. Im Recovery-Menü klicken Sie den Punkt „Aus Time Machine-Backup wiederherstellen“ an. Wählen Sie anschließend das vorher erstellte Backup aus und warten, bis der Wiederherstellungsvorgang abgeschlossen ist. Nach einem Neustart des iMacs stehen alle Anwendungen und Daten wie von Ihrem MacBook gewohnt bereit. (des@ct.de)



# EGAL WO... SPACE FASZINIERT!



## DAS IST SPACE

Vollgepackt mit informativen Artikeln und atemberaubenden Fotos berichtet Space über die Technik der Weltraumfahrt, ebenso wie über Astronomie und kosmische Phänomene.

## Testen Sie 2x Space mit 30% Rabatt!

Nur 11,90 €\* statt 17,00 €\* im Handel!

\*Preise in Deutschland.

Jetzt bestellen unter:

**[www.emedia.de/space-mini](http://www.emedia.de/space-mini)**

☎ 0541 60 000 125 ✉ [space-abo@emedia.de](mailto:space-abo@emedia.de)

✉ eMedia Leserservice Postfach 24 69 49014 Osnabrück



# FAQ

## Arbeiten mit GitHub

Antworten auf die häufigsten Fragen

Von Jan Mahn  
und Merlin Schumacher

### GitHub, GitLab, Git?

**?** Was sind denn Git, GitHub und GitLab und worin unterscheiden sie sich?

**!** Den Grundstein hat das Versionskontrollsystem (VCS) Git gelegt. Es wurde vom Linux-Erfinder Linus Torvalds programmiert, weil er mit den verfügbaren Versionskontrollsystemen zur Entwicklung des Linux-Kernels nicht zufrieden war. Mittlerweile haben andere, allen voran der Google-Entwickler Junio C Hamano, die Weiterentwicklung von Git übernommen. Um mit Git zu arbeiten, braucht man nichts außer dem gleichnamigen Programm, das für alle größeren Plattformen und Architekturen verfügbar ist und lokal läuft.

GitHub ist eine kostenlos nutzbare Online-Plattform, die Git nutzt, um das Hosting von Software und deren Quellcode zu vereinfachen. Den Code lädt man dort mittels eines Git-Clients hoch, daher der Name. Das Unternehmen beteiligt sich inzwischen auch an der Weiterentwicklung von Git. GitHub ist im Bereich der Git-Hosting-Dienste Marktführer und bei Open-Source-Entwicklern extrem populär.

Neben GitHub haben sich zahlreiche Alternativen entwickelt: Die prominenteste ist GitLab, denn es ist – im Gegensatz zur GitHubs Plattform – Open Source und arbeitet auf dem eigenen Server. Alternativ bietet GitLab seine Plattform auch als gehostetes Angebot an.

Gemeinsam haben GitHub, GitLab und Konsorten eine ausgefeilte Oberfläche zur Verwaltung von Projekten und Code. Sie bieten Bugtracker, Wikis zur Projektdokumentation und die Integration von verschiedensten Diensten, um Entwicklern Arbeit abzunehmen. Wer die volle Kontrolle über Code, User, Vorgänge und Infrastruktur will, greift am besten zu Lösungen wie GitLab.

### GitHub für Laien

**?** Ich bin kein Entwickler, suche nur manchmal nach Open-Source-Software und lande ständig bei GitHub. Wo finde ich jetzt das Programm?

**!** Für Außenstehende ist der erste Besuch bei GitHub etwas verwirrend. Landet man zum Beispiel über eine Suchmaschine auf der Seite eines Projekts und will nur das fertige Programm herunterladen, sollte man schauen, ob es im horizontalen Menü oben den Punkt „Releases“ gibt. Hier können die Entwickler neben dem verpackten Quellcode auch Installationspakete bereitstellen. Nutzen die Entwickler des Projekts diese Möglichkeit nicht, gibt es oben rechts den Button „Clone or download“ und dort die Möglichkeit, den kompletten Inhalt des GitHub-Projektes, bei Git „Repository“ genannt, als Zip-Datei herunterzuladen. Man sollte ein wenig herunterscrollen, denn weiter unten findet man üblicherweise die Projektdokumentation, in der man erfährt, wie man mit

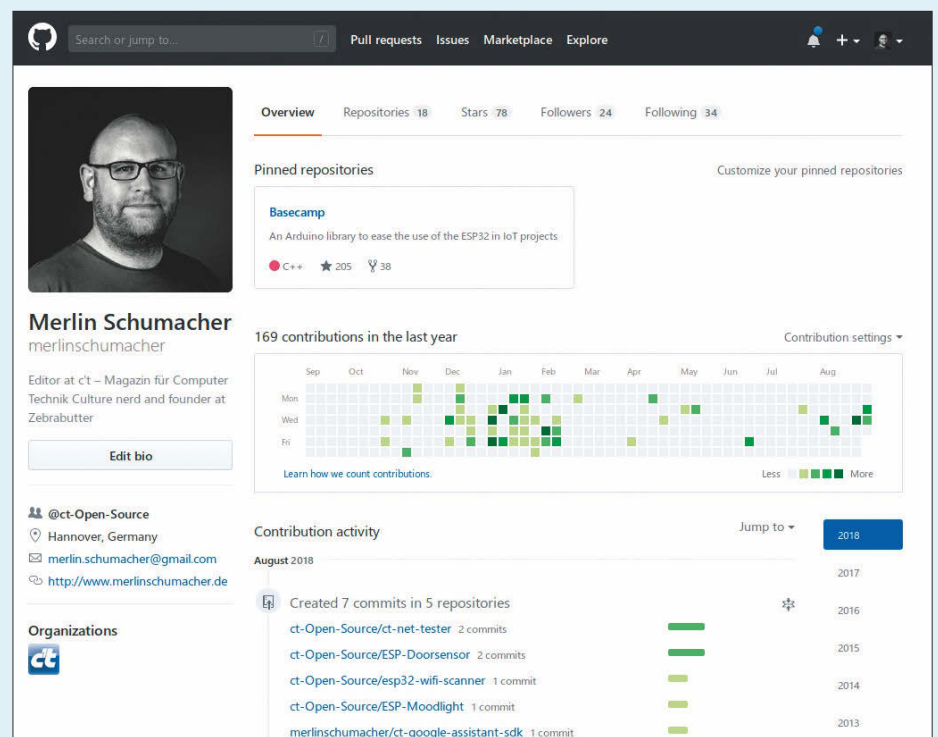
dem heruntergeladenen Code zu verfahren hat. Oft finden sich dort auch Hinweise auf fertige Binär- oder Installationspakete.

### GitHub-Account? Ja oder nein?

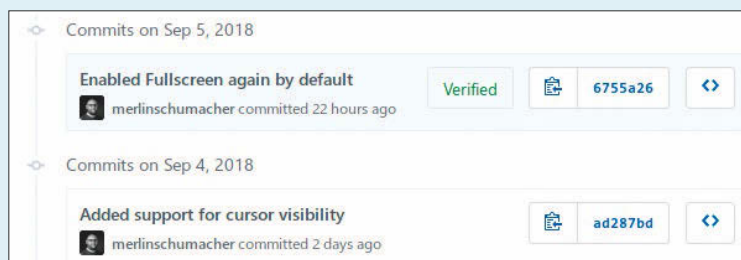
**?** Ich bin Softwareentwickler, aber habe keinen GitHub-Account. Lohnt sich der überhaupt, wenn ich ohnehin nur für mich privat entwickle?

**!** Vielleicht erscheinen einem die eigenen Projekte für andere überflüssig, sie könnten aber auch genau das sein, was jemand anderes gerade sucht. Daher ist es eine gute Idee, sie zu teilen. Manchmal bekommt man auch Feedback und Tipps, mit denen man nicht gerechnet hat. Zudem hat man den Code dann quasi immer griffbereit.

GitHub's prominenter Status hat inzwischen außerdem dafür gesorgt, dass potenzielle Arbeitgeber dort gern einen



Mit einem aktiven und gepflegten GitHub-Account kann man Arbeitgeber für sich begeistern.



Wer seinen öffentlichen GPG-Schlüssel bei GitHub hinterlegt, kann seine Commits verifizieren und somit für mehr Sicherheit bei den Anwendern sorgen.

Blick auf den Account von Bewerbern werfen. Wenn der gut aussieht, spricht das dafür, dass der Bewerber passionierter Softwareentwickler ist.

Auch für Unternehmen kann es sinnvoll sein, sich auf GitHub zu präsentieren. Dort können die Bewerber genau sehen, welche Werkzeuge beim möglichen neuen Arbeitgeber zum Einsatz kommen, und bei vielen kommt es gut an, wenn Unternehmen sich an Open-Source-Projekten beteiligen.

## Organisations-Account

**?** Ich möchte Git-Repositories erstellen, die nicht direkt mit mir assoziiert sind, sondern mit einer Organisation. Muss ich dafür einen kommerziellen Account eröffnen?

**!** Nein. Sie können eine Organisation bei GitHub einrichten, dort Projekte veröffentlichen und mit anderen Entwicklern bearbeiten. Diese kann auch als Aushängeschild funktionieren, indem Sie ein Logo und eine Organisationsbeschreibung hinterlegen. Innerhalb der Organisation können Sie Dinge wie Rechte für die Entwickler, Projekte und Entwickler-Teams verwalten.

## Kostenpflichtiger Account

**?** Ist es sinnvoll, für GitHub zu zahlen?

**!** Das ist sehr von Ihren Anforderungen abhängig. Der größte Vorteil bei einem kommerziellen GitHub-Zugang sind die privaten Repositories, die anderen nicht zugänglich sind. Eine nicht öffentliche Versionierung lässt sich aber auch mit einer eigenen GitLab-Instanz

oder auf eigener Hardware umsetzen. Tendenziell lohnt sich ein kommerzieller Account, wenn Sie mit größeren Teams arbeiten und komplexe oder kommerzielle Projekte veröffentlichen wollen.

## Anmelden

**?** Immer wenn ich einen neuen Commit erstelle, muss ich meinen Benutzernamen und mein Passwort eingeben. Geht das nicht komfortabler?

**!** Doch – und auch sicherer: Erzeugen Sie ein SSH-Schlüsselpaar [1] und hinterlegen Sie den öffentlichen SSH-Schlüssel bei GitHub. Das geht über die Seite [github.com/settings/keys](https://github.com/settings/keys). Dort können Sie auch einen GPG-Schlüssel hinterlegen, mit dem Sie Ihre Commits signieren können. GitHub überprüft die von Ihnen signierten Commits dann mithilfe des öffentlichen Schlüssels. Sie müssen Git dann nur noch die ID Ihres GPG-Keys mitteilen:

```
git config --global user.signingkey \
  YOUR-GPG-KEY-ID
```

Anschließend erscheint neben Ihren neuen Commits eine grüne Box mit der Beschriftung „Verified“. Diese Verifikation stellt sicher, dass alle Commits, die Sie tätigen, von Ihnen durchgeführt wurden.

## Client installieren

**?** Brauche ich eigentlich den GitHub-Desktop-Client, um mit GitHub zu arbeiten?

**!** Mit GitHub kann man auf verschiedenen Wegen arbeiten [2]. Über die Kommandozeile nimmt man das Programm `git`, das bei macOS und Linux meist vorinstalliert ist; Windows-Nutzer

finden den Download über [ct.de/yzbe](https://ct.de/yzbe). Der Desktop-Client erleichtert das Klonen, Committen und Pushen von Repositories in einer grafischen Oberfläche. Wer außer GitHub noch andere Git-Hoster nutzt, dem empfehlen wir einen Blick auf grafische Git-Clients wie Tower, GitKracken und SourceTree. Aus vielen Programmierungsumgebungen kann man per Erweiterung auch direkt einen Commit in Git-Projekten erzeugen.

## Große Dateien

**?** Ich habe versucht, einen großen Datensatz im Repository zu speichern. Dadurch dauert das Committen und Klonen unglaublich lange. Ist das nicht vorgesehen?

**!** Für dieses Problem gibt es die Git-Erweiterung LFS, die GitHub unterstützt. Jedem Benutzer stellt GitHub 1 GByte kostenlosen LFS-Speicherplatz zur Verfügung. LFS ersetzt die großen Dateien mit Zeigern, damit man nicht bei jedem Checkout riesige Datenmengen herunterladen muss. Erst wenn man sie bearbeitet oder darauf zugegriffen wird, lädt Git die Dateien herunter.

## GitHub Gist

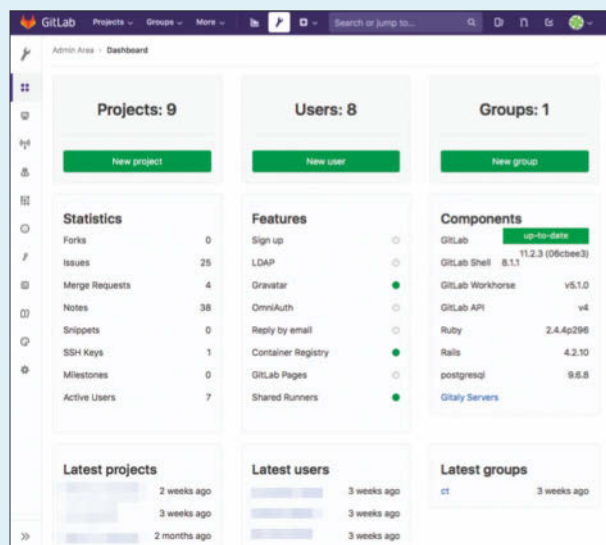
**?** Ich lege manchmal Notizen, nützliche Skripte und Link-Sammlungen bei GitHub ab und teile sie zum Beispiel in Foren. Muss ich dafür immer ein Repository anlegen?

**!** Für diese Zwecke gibt es das Feature GitHub Gist, zu finden unter [gist.github.com](https://gist.github.com). Hier kann man genau diese Art von Material ablegen – also alle Schnipsel, die kein fertiges Projekt bilden. Eine Versionierung, Sterne-Bewertungen und Kommentare von anderen Nutzern gibt es wie im Repository, allerdings keine Branches und keine Readme-Datei.

## GitHub und Microsoft

**?** Microsoft hat GitHub gekauft. Was bedeutet das für mich?

**!** Was Microsoft ändern wird, lässt sich noch nicht sagen. Voraussichtlich wird Microsoft GitHub auf seine Server in der



Azure-Cloud umlagern. Auch die oft empfohlene Alternative GitLab lag bis vor wenigen Monaten ebenfalls in Microsofts Cloud. Wer öffentliche Projekte bei GitHub bereitstellt, muss ohnehin nicht befürchten, dass jemand unbefugt Zugang zum Code bekommt. Wer seinen Code nicht aus der Hand geben will, sollte seine eigene Server-Instanz, zum Beispiel von GitLab, betreiben.

## Schöne Projektseiten

**?** Viele GitHub-Repositories haben liebevoll gestaltete Projektseiten. Wie kann ich das ebenfalls erreichen?

**!** GitHub erzeugt die Übersichtsseite des Projekts aus der Datei README.md. Wie für praktisch alles auf GitHub kommt hier das Markup-Format Markdown [3] zum Einsatz. Das ist relativ einfach zu lernen, aber dennoch mächtig. Für den Anfang können Sie die README.md oder andere Markdown-Dateien direkt in einem Editor auf der Website öffnen. Klicken Sie dazu die gewünschte Datei an, damit GitHub sie öffnet. Mit einem Klick auf den kleinen Stift rechts oben können Sie die Datei dann bearbeiten.

## GitHub Pages

**?** Einige GitHub-Projekte haben offenbar ihre Homepage auf einer GitHub-Subdomain gehostet. Sind das spezielle Projekte oder Benutzer?

Nicht nur auf GitHub kann man Code hosten: Mit eigener Hardware und GitLab hat man noch mehr Kontrolle.

**!** Jeder Nutzer hat diese Möglichkeit. Die Funktion heißt GitHub Pages und ist kostenlos. Eingerichtet wird die Seite in den Einstellungen eines Repositories. GitHub stellt verschiedene Themes bereit. Die Inhalte selbst erstellen Sie in Markdown, im Hintergrund läuft dann das Markdown-Blog Jekyll. Nach der Einrichtung im Assistenten erreichen Sie Ihre Seite unter `<Benutzername>.github.io/<Name des Repositories>`. Alle Möglichkeiten der Funktion wie eigene Templates, Fehlerseiten und eine eigene Domain erklärt die Dokumentation unter `pages.github.com`.

## Gefunden werden

**?** Ich habe ein Projekt veröffentlicht, aber es wird kaum gefunden. Was kann ich tun, damit es sichtbarer wird?

**!** Als Erstes sollten Sie eine übersichtliche und aussagekräftige README.md-Datei erzeugen. Am besten mit einem Screenshot. Das fängt Besucher besser ein als eine lieblos ausgefüllte Projektseite.

Ebenfalls hilfreich ist es, eine gute Kurzbeschreibung zu hinterlegen. Gehen Sie dazu auf die Projektseite und klicken Sie rechts auf den kleinen „Edit“-Knopf. Dort können Sie in einem kurzen Text beschreiben, was Ihr Projekt kann. Optional können Sie noch eine Projekt-Website mit weiterführenden Informationen hinterlegen.

Direkt unter der Projektbeschreibung können Sie noch Themen (Topics) hinterlegen, die Ihr Projekt berührt. Seien Sie auch hier präzise, aber versuchen Sie möglichst viel abzudecken. GitHub schlägt beim Tippen auch populäre Topics vor.

## Mitarbeiten

**?** Ich habe einen Verbesserungsvorschlag für ein fremdes Projekt auf GitHub. Wie kann ich den Entwicklern diesen am besten mitteilen?

**!** Wenn Sie keinen Code beisteuern möchten oder können, erzeugen Sie ein „Issue“, also eine Problemmeldung für das Projekt, indem Sie den Vorschlag oder Ihr Problem präzise beschreiben. Die meisten Entwickler freuen sich über Feedback und Verbesserungsvorschläge.

Falls Sie selber verbesserten Code einbringen möchten, erstellen Sie am besten eine eigene Version des Repositories (Fork) und fügen Sie Ihre Änderungen ein. Nun committen Sie den neuen Code und laden Sie ihn zu GitHub mittels eines Pushes hoch.

Anschließend können Sie auf der Projektseite Ihres Forks einen sogenannten Pull-Request erzeugen. Dadurch bekommt der ursprüngliche Entwickler eine Anfrage mit Ihren Code-Änderungen, die er direkt in das Projekt einspielen und mit Ihnen besprechen kann.

## Kontakt zu Entwicklern

**?** Ich möchte einem Entwickler eine Nachricht schreiben, finde jedoch auf GitHub keine Möglichkeit zur Kontaktaufnahme.

**!** Das ist bei GitHub leider nicht vorgesehen. Sie können lediglich schauen, ob der Entwickler auf seiner Profilseite eine E-Mail-Adresse oder Homepage hinterlegt hat. Manchmal führt auch die Suche innerhalb der Projektdaten zu einer E-Mail-Adresse. Unschön, aber auch möglich, ist es, ein Issue für das betreffende Projekt zu eröffnen und dort um Kontaktaufnahme zu bitten.

(mls@ct.de)

## Literatur

- [1] Heike Jurzik, Sicher unterwegs, Verbindungen mit SSH verschlüsseln, c't 14/2018, S. 144
- [2] Herbert Braun, Unvergessen, Erste Schritte mit dem Versionskontrollsystem Git und mit GitHub, c't 5/2014, S. 176
- [3] Moritz Sauer, Entwickler-Pidgin, Universelle Auszeichnungssprache Markdown, c't 7/2013, S. 162

Links und Downloads: [ct.de/yzbe](https://ct.de/yzbe)



# Mit allen Wassern gewaschen:

Portofrei  
ab 15€



## ix Developer Java

Verschaffen Sie sich einen Überblick über die aktuelle Java-Landschaft mit Fokus auf Java 9 und Java EE 8.

**Außerdem:** weitere APIs und Security-Neuerungen, sowie ein Blick über den Tellerrand mit JUnit 5 und JavaScript.

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-java-2017](http://shop.heise.de/ix-java-2017)

12,90 € >



## ix kompakt - Container und Virtualisierung

Alles Wissenswerte über Grundlagen der Container-Abschottung, Virtualisierung in der Industrie, Migration in die Cloud uvm. Mit Tutorial für Kubernetes-Administratoren und Beispielcode auf DVD.

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-container](http://shop.heise.de/ix-container)

12,90 € >



## ix kompakt 2018

Mit Machine Learning, JavaScript, Python und den Standards C++17 & C++20 greift das Special vier aktuelle Trends in der Softwareentwicklung auf - lernen Sie sie mithilfe der ix-Experten zu meistern!

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-trends](http://shop.heise.de/ix-trends)

12,90 € >

Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: [shop.heise.de/specials2018](http://shop.heise.de/specials2018)

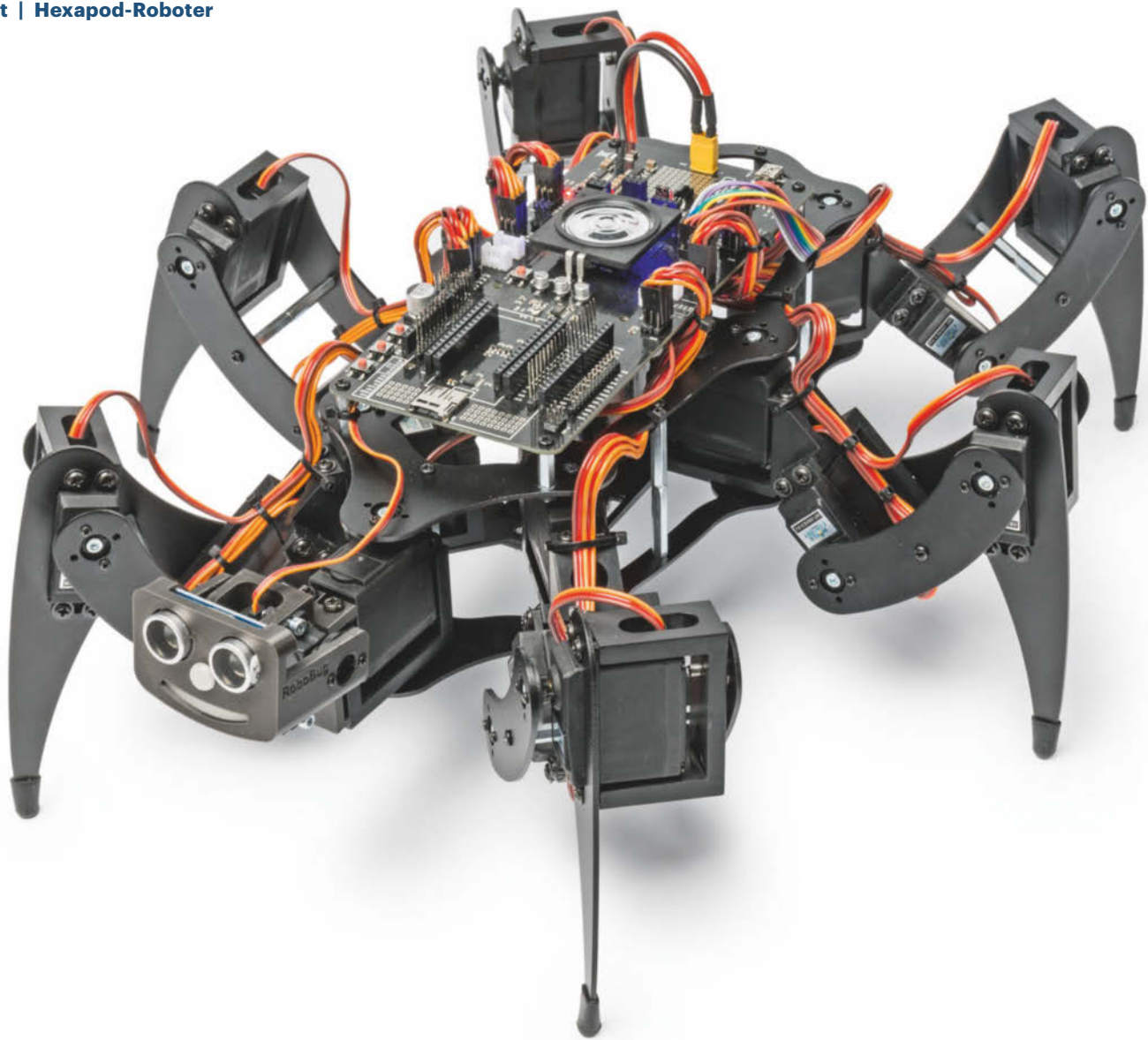
Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Marketing-Medien. Alle Preise sind netto. Alle Preise sind zzgl. MwSt. und Porto. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

[shop.heise.de/specials2018](http://shop.heise.de/specials2018) >







# Sechs Füße drunter

## Bausatz für sechsbeinigen Roboter: Conrad Robobug

**Man kann ihm das Sprechen beibringen oder das Wackeln mit dem Kopf und Blinken mit der Nase, wenn man ihm nahe kommt. Ein Hexapod-Roboter wie der Robobug verführt zu Spielerei mit erheblichem Sucht- und Lerneffekt.**

**Von Tim Gerber**

**B**ausätze für Hexapod-Roboter gibt es schon länger, sie sind aber entweder recht teuer oder ihre mechanischen Komponenten auf schonende Behandlung angewiesen. Der Robobug getaufte Bausatz von Conrad gehört mit 500 Euro zu den günstigeren Modellen. Er ist dennoch mit einer recht stabilen Aluminium-Konstruktion versehen, die den regelmäßigen Kontakt mit einer Schulklasse oder Projektgruppe nicht scheuen muss.

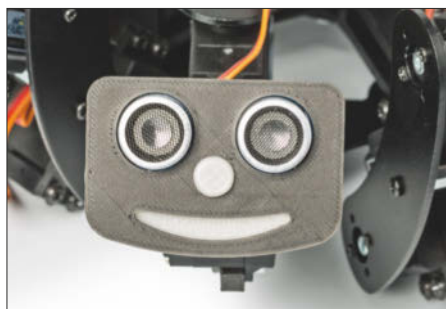
Zum Lieferumfang des Bausatzes gehört außer dem Akkupack nebst Ladegerät alles, was man für einen vollständig

funktionsfähigen Roboter benötigt. Mehr noch: Sogar ein PS2-Controller ist dabei, mit dem man den fertigen Robobug steuern kann, sobald man ihn aufgebaut hat. Dafür benötigt ein erfahrener Bastler etwa einen Arbeitstag, an einem Wochenende ist er auf alle Fälle fertig. Lötarbeiten fallen dabei nicht an, alle elektrischen Verbindungen sind vorkonfektioniert und mit Steckkontakten versehen. Dem Erbauer bleibt lediglich, die einzelnen Teile zusammenzuschrauben und am Ende die Steuerung gemäß Anleitung zu kalibrieren.

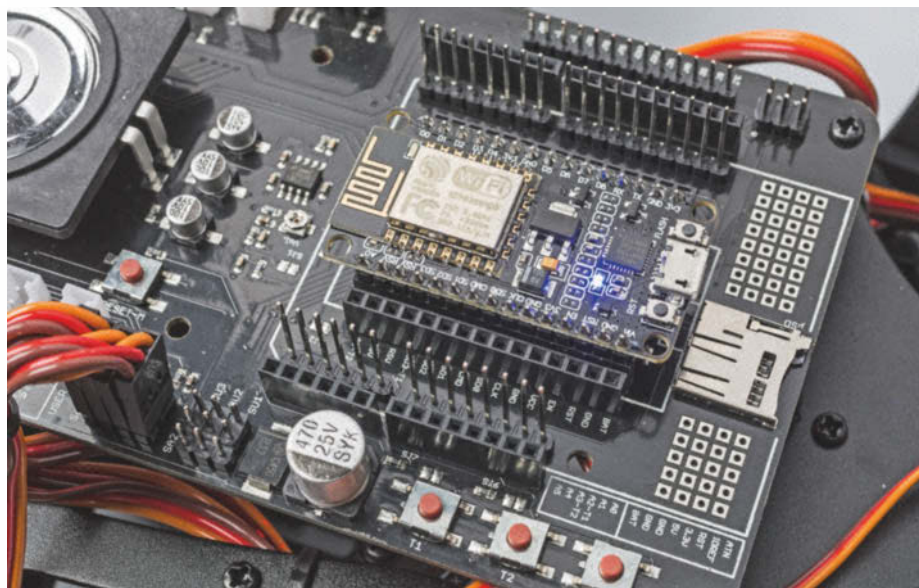
Herzstück des zum Lieferumfang gehörenden Steuerboards ist ein Atmega 2560 Mikrocontroller der Firma Microchip (vormals Atmel), der auch auf dem Arduino Mega sitzt. Das Board ist damit Arduino-kompatibel, die OpenSource-Firmware kann mit der kostenlosen Arduino-Entwicklungsumgebung bearbeitet und über den USB-Anschluss des Boards hochgeladen werden.

Der Robobug ist für die Aufnahme von Sensoren und Erweiterungen gut gerüstet. Unter anderem ist sein Rumpf für die Aufnahme einer Panorama-Einheit vorbereitet. Das ist eine Art Kopf, der mittels zusätzlichem Servomotor hin und her geschwenkt werden kann und der weitere Elemente wie LEDs aufnimmt. In unserer Konfiguration (siehe Bild) ist er mit einem Ultraschall-Entfernungssensor bestückt, der den Robobug davon abhalten kann, gegen eine Wand zu laufen, oder es ihm ermöglicht, selbstständig den Ausgang eines Raumes zu finden. Der Servomotor und die mechanischen Teile der Panoramaeinheit sind im Bausatz nicht enthalten, sondern müssen nachgekauft respektive mit einem 3D-Drucker selbst gefertigt werden.

Ebenfalls der Erweiterung um zusätzliche Funktionen dienen Steckplätze für User-Boards wie ein (weiterer) Arduino (Format Uno), ein Raspi oder ein ESP8266-Board (NodeMCU) zum Beispiel für eine WLAN-Erweiterung. Die Steckplätze sind bereits mit mehreren Anschlüssen für Sensoren auf dem Board sowie mit einem MicroSD-Kartenslot verbunden. Für Arduino und ESP-Boards existieren fertige Bibliotheken nebst Beispielprogrammen mit Befehlen, um den Robobug in verschiedene Richtungen zu bewegen. Ein Dutzend weitere Beispiel-



Das Gesicht des Robobug an einem Schwenkarm gehört nicht zum Lieferumfang des Bausatzes, kann mit einem weiteren Servo-Motor und ein paar Teilen aus dem 3D-Drucker aber leicht nachgerüstet werden.



Auf dem Controllerboard des Robobug finden sich mehrere Steckplätze zur Erweiterung mit einem Arduino-, ESP- oder Raspi-Board.

programme illustrieren die verschiedenen Funktionen des Controllers und der zusätzlichen User-Boards.

So zeigt etwa Talkie die Sprachausgabe mithilfe der Talkie-Bibliothek. Talkie ist eine Implementierung eines Sprachsynthesizer-ICs von Texas Instruments auf einem Arduino Board. Dieser IC wurde in den frühen 80ern in teuren Uhren, Spiel- und Lerncomputern verlötet. Im Beispiel lassen sich über tausend vorgefertigte Phrasen zu Sätzen zusammenbauen.

Für das NodeMCU-Board sind zwei Beispielprogramme vorhanden, die eine Steuerung des Robobug per Webfrontend und Browser ermöglichen. Der Unterschied zwischen dem Programm EspMoveAP und ESPMoveWifi besteht in der Art der WLAN-Verbindung. Mit dem erstgenannten Programm fungiert der ESP8266 auf dem Robobug als Accesspoint, der sich direkt mit einem anderen Gerät, etwa einem Smartphone, verbindet. Das zweite Programm setzt den ESP8266 in den Infrastrukturmodus, sodass er über einen Accesspoint, meist einen Router, in ein bestehendes Netzwerk eingebunden werden kann. Seine IP zeigt der ESP8266 nach dem Start im Terminal an. Man muss ihn also erst einmal per USB mit einem Rechner verbinden, ein Terminal starten – zum Beispiel aus der Arduino-IDE – und auf die Ausgabe der IP warten. Dann gibt man diese in die Adresszeile des Browsers ein und ruft so die Weboberfläche des ESP8266 auf, die Steuerelemente für den Robobug zeigt.

Mit all den Beispielen sind eigene Projekte recht einfach umzusetzen, etwa den Roboter auf ein Geräusch hin über ein an den Arduino angeschlossenes Mikrofon loslaufen zu lassen und wieder anzuhalten. Über seinen eingebauten Infrarotsensor kann der Robo Signale herkömmlicher Fernbedienungen empfangen und auswerten. Wenn man verschiedene Räume mit Infrarotsignalen kennzeichnet, könnte der Robobug sie erkennen und über seinen Lautsprecher jeweils eine individuelle Begrüßung sprechen – die als Audio-Datei von der SD-Karte abgespielt wird.

Die Möglichkeiten für derartige Spielereien sind schier unbegrenzt. Der Robobug ist damit eine gute Basis für den Einstieg in die Programmierung von Sensoren und Aktoren, weil er interessante Anregungen liefert, die sich recht schnell und ohne zu große Hürden auch in sichtbare Resultate umsetzen lassen. (tig@ct.de) **ct**

**Robobug-Software:** [ct.de/y2ne](http://ct.de/y2ne)

## Robobug

Hexapod-Bausatz	
Hersteller	Conrad
Board	Locomotion Controller Atmega 2560
Anschlüsse	USB-Programmier-Interface (FT232RL); 4 I <sup>2</sup> C-Anschlüsse, 38-kHz-IR-Empfänger, MicroSD-Kartenslot, ISP-Anschluss für Locomotion-Controller, ISP-Anschluss für Arduino UNO, 2 Taster für User-Boards, 3 User-Boards, 5 V/1 A, 3.3 V/400 mA, XT30-Akkuananschluss
Betriebsspannung	4,5 V-10 V
Preis	499 €



# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

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

BEST-SELLER



Carol Vorderman, Dr. Jon Woodcock

### Collaborative UX Design

Dieses Buch vermittelt kompakt und leicht verständlich fundiertes Grundwissen zu kollaborativen Methoden des UX Designs, sowie Auswahl und Einsatz von disziplinübergreifenden UX-Methoden und Verzahnung in einem auf Workshops basierenden Vorgehensmodell.

ISBN 9783864905322  
[shop.heise.de/ux-design](http://shop.heise.de/ux-design)

29,90 € >



Ralf Steck

### CAD für Maker

Eigene DIY-Objekte mit FreeCAD, Fusion 360, SketchUp & Tinkercad designen! Grundlagen der CAD-Modellierung, die nötige Hardware, 3D-Scanning und alle relevanten Daten zu den vorgestellten Projekten auch im Netz.

ISBN 9783446450202  
[shop.heise.de/cad-buch](http://shop.heise.de/cad-buch)

25,90 € >



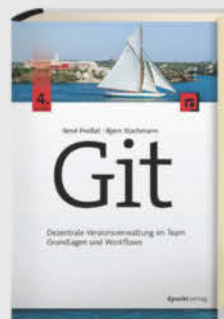
Jürgen Hoffmann, Stefan Roock

### Agile Unternehmen

»Wie werden wir agiler?« - Veränderungsprozesse gestalten, agile Prinzipien verankern, Selbstorganisation und neue Führungsstile etablieren. Dieses Buch fokussiert auf Schritte hin zu echter Agilität.

ISBN 9783864903991  
[shop.heise.de/agile-buch](http://shop.heise.de/agile-buch)

29,90 € >



René Preißel, Bjørn Stachmann

### Git

Die kompakte Einführung in Konzepte und Befehle, die im Entwickleralltag wirklich nötig sind. Zudem werden die wichtigsten Workflows zur Softwareentwicklung im Team detailliert beleuchtet.

ISBN 9783864904523  
[shop.heise.de/git-buch](http://shop.heise.de/git-buch)

32,90 € >



Ralf Wirdemann

### SCRUM mit User Stories

Optimieren Sie Scrum mit Hilfe von User Stories hinsichtlich eines kundenorientierten Anforderungsmanagements. Außerdem: konkrete Empfehlungen für Entwickler, um User Stories erfolgreich einzusetzen.

ISBN 9783446450523  
[shop.heise.de/scrum-stories](http://shop.heise.de/scrum-stories)

32,00 € >



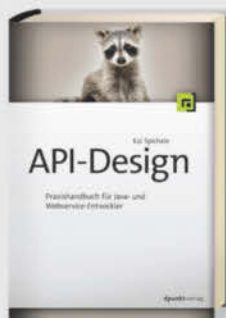
Holger Schwichtenberg

### Windows PowerShell 5 und PowerShell Core 6 (2. Aufl.)

Die kompakte Darstellung der vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der PowerShell sowie ergänzender Commandlet- und Klassenbibliotheken mit über 2.000 Code-Beispielen und 640 Commandlets für die kommandozeilenbasierte Administration.

ISBN 9783446453319  
[shop.heise.de/powershell-buch](http://shop.heise.de/powershell-buch)

50,00 € >



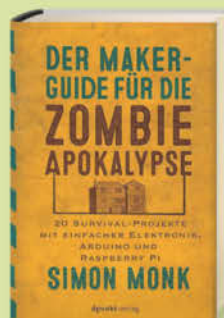
Kai Spichale

### API-Design

Das Praxishandbuch für Java- und Webservice-Entwickler schärft den Blick für APIs, erklärt Grundlagenprinzipien und erläutert, welche Eigenschaften effektive APIs haben sollten.

ISBN 9783864903878  
[shop.heise.de/api-design-buch](http://shop.heise.de/api-design-buch)

34,90 € >



Simon Monk

### Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526  
[shop.heise.de/zombies](http://shop.heise.de/zombies)

24,90 € >

BEST-SELLER

# und Maker!

## Zubehör und Lesestoff

shop.heise.de/gadgets

BEST-SELLER



NEU

### Raspberry Pi ePaper-Displays

Verwandeln Sie Ihren Raspi in einen eReader mit den mehrfarbigen E-Ink Displays von Waveshare in verschiedenen Größen.

shop.heise.de/raspi-displays

ab 20,90 € >



### ODROID-GO

Mit diesem Bausatz emulieren Sie nicht nur Spiele-Klassiker, sondern programmieren auch in der Arduino-Entwicklungsumgebung.

shop.heise.de/odroid

54,90 € >



### MaXYposi-Bundle

Mit dem Komplett-Bundle zum MaXYposi-Projekt haben Sie drei entscheidende Teile zum Bau Ihres eigenen Multitools: die Schrittmotorsteuerung mit CPU, die Kontrollpult-Platine und die Step-Encoder-Platine.

Im Komplettpaket sparen!

shop.heise.de/maxyposi-bundle

99,90 € >



### Raspberry Pi 3 B+ Starterset Black Edition

Direkt loslegen mit dem neuen Starterset Black Edition: Raspberry Pi 3 Modell B+, 16 GByte micro SD, HDMI-Stecker mit Netzteil und Case.

shop.heise.de/raspi-black

64,90 € >



### Bondic Pocket Set

Das weltweit erste innovative UV-Reparatursystem zum Reparieren, Fixieren, Modellieren und Isolieren.

Funktioniert mit Kunststoff, Holz, Metall und sogar Stoff: Bruchstellen in Sekunden ausfüllen und unter UV-Licht aushärten.

shop.heise.de/bondic

18,90 € >



### Make NanoSynth

Der SAM2695 von DREAM ist ein mehrstimmiger MIDI-Wavetable-Synthesizer mit Effekteingang auf 5 x 5 Quadratmillimetern und bietet volle Polyphonie mit 128 GM-Standardinstrumenten, verschiedenen Drumkits und Effekten.

Vorgestellt in Make 1/18!

shop.heise.de/make-synth

29,90 € >



FÜR ABONNENTEN:  
12,90 €

### T-Shirts von c't

c't-Leser setzen Statements! Und das jetzt auch als T-Shirt - „Kein Backup? Kein Mitleid!“ und „Admin wider Willen“ ab sofort in vielen Größen auf hochwertig schwarzem Stoff mit dezentem c't-Logo.

shop.heise.de/ct-shirts

ab 14,90 € >



### Pi Desktop-Bundle B+

Der DIY Pi Desktop als komplettes Set: das praktische Case mit On/Off-Button, Kühlkörper, Echtzeituhr, Montagematerial, Adapterkabel und mSATA-Schnittstelle plus Raspberry Pi 3 B+ und 16 GByte microSDHC!

shop.heise.de/pi-desktop-set

104,90 € >



### NESPi Retro Gaming Konsolen-Set B+

Spielspaß mit dem NESPi Retro Gaming Konsolen-Set! Verwandeln Sie Ihren Raspberry Pi in eine Spielekonsole im Look des NES Classic, mit Raspberry Pi 3 B+, allen nötigen Kabeln, Zubehör, SD-Card und Controllern im Retro-Design.

shop.heise.de/nesp-i-set

94,90 € >



NEU

### iFixit 112-Bit Driver-Kit Manta

112 hochwertig produzierte Bits aus Stahl für Elektronikreparaturen aller Art: Kreuzschlitz, Gamebit, Pentalobe, Sechskant, Steckschlüssel, Torx und viele mehr! Mitsamt 4 mm und 1/4" Präzisions-Bithalter aus Aluminium und magnetischer Sortierschale.

shop.heise.de/ifixit-manta

59,90 € >

PORTOFREI  
AB 15 €  
BESTELLWERT

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

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

Copyright by Heise Medien.

**heise shop**

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





Bild: Albert Hulm

# Zuckerbrot und Peitsche

## Einer selbst gebauten KI per verstärkendem Lernen beibringen Pong zu spielen

**Beim Reinforcement-Learning trainiert man eine KI wie einen Hund mit Belohnungen und Bestrafungen. Als Testfeld dafür eignen sich besonders Retrospiele, da sie nur wenigen Regeln folgen und sich die alte Hardware leicht emulieren lässt. Mit Keras, dem OpenAI Gym und wenigen Zeilen Python-Code trainieren Sie ein neuronales Netz, das ziemlich gut Pong spielt.**

**Von Sebastian Stabinger**

**E**s ist 1977, Sie sitzen vorm Fernseher und spielen Pong auf Ihrem neuen Spielzeug der Zukunft, dem Atari 2600. Zu Beginn sind Sie dem Computergegner noch unterlegen, aber schnell verstehen Sie das Prinzip des Spiels und nach einiger Übung schaffen Sie es, den Computergegner recht zuverlässig zu besiegen. Ihnen kommt der Gedanke, ob nicht auch ein Computer so wie Sie von selbst lernen könnte, Pong zu spielen. Im Jahr 1977 war das noch Science-Fiction – 2018 ist es ein überschaubares Programmierprojekt. Denn nach über 40 Jahren wissenschaftlichen Fortschritts sind solche selbstlernenden Systeme endlich realisierbar. Heute können Sie so ein System – mit

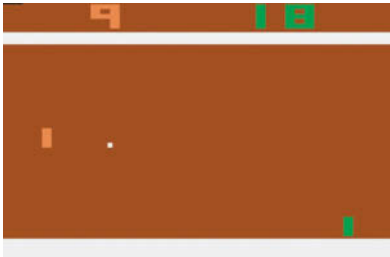
etwas Geduld – selbst auf Ihrem Computer trainieren.

Wann immer Sie ein Problem anhand von Daten lösen wollen, statt einen Algorithmus zu programmieren, brauchen Sie maschinelles Lernen. Das vermutlich bekannteste Beispiel für Maschinelles Lernen ist seit ein paar Jahren die Bilderkennung. Wenn Sie selbst ein System trainieren, welches entscheidet, ob sich auf einem Bild ein Hund oder eine Katze befindet, dann benötigen Sie eine große Anzahl an Beispielbildern, die Sie manuell in die beiden Klassen „Hund“ und „Katze“ einsortieren. Nachdem Sie eine Netzwerkstruktur ausgewählt haben, beispielsweise ein Convolutional Neural Network (CNN),



## Pong

Bei dem Atari-Spiel Pong fliegt ein quadratischer Ball wie beim Tennis über das Spielfeld. Beide Spieler bewegen einen Schläger, der den Ball in Richtung des Gegners ablenkt. Trifft man am gegnerischen Schläger vorbei, bekommt man einen Punkt. Ihr Schläger befindet sich auf der rechten Seite, der Schläger des vom Spiel gesteuerten Computergegners auf der linken Seite. Ein Spiel besteht aus mehreren Runden, wobei eine Runde so lange dauert, bis der Ball das Spielfeld links (der Spieler gewinnt die Runde) oder rechts (der Computer gewinnt die Runde) verlässt. Sieger ist, wer zuerst 21 Runden gewonnen hat.



präsentieren Sie diesem System die Bilder und die dazugehörigen Klassen. Wenn Sie alles richtig trainiert haben, kann das CNN nach dem Training auch bei Bildern, die es noch nie gesehen hat, entscheiden, ob sich darauf ein Hund oder eine Katze befindet. Das funktioniert, ohne dass Sie dem Computer beibringen mussten, was genau einen Hund von einer Katze unterscheidet. Das CNN lernt diese Unterschiede selbst anhand der präsentierten Daten (Deep Learning). Man bezeichnet diese Art des maschinellen Lernens als „supervised“, da Sie dem System als „Aufseher“ mitgeteilt haben, welche Antwort (Klasse) es für eine bestimmte Eingabe erzeugen soll.

Bei manchen Problemen ist es aber nicht möglich, dem Netzwerk als „Aufseher“ für jeden Datensatz mitzuteilen, wie die korrekte Ausgabe auszusehen hat. KI-Verfahren für solche Probleme bezeichnet man als „unsupervised“. In diesen Bereich fallen beispielsweise Generative Adversarial Networks (GANs), welche nach dem Training neue Bilder erzeugen, die den ursprünglichen Eingabebildern nur ähnlich, aber nicht identisch dazu sind. Diese Netze lernen, Bilder mit den gleichen statistischen Eigenschaften wie

die Trainingsbilder zu berechnen, ohne die Trainingsbeispiele exakt wiederzugeben. Aber auch hier gibt es beim Training zu jedem Datensatz ein Beispiel.

## Ohne Aufsicht

Aber was tun, wenn eine KI lernen soll, die Motoren eines humanoiden Roboters so anzusteuern, dass er nicht umfällt? Die meiste Zeit weiß die KI nicht, ob die Steuerbefehle sinnvoll waren. Erst wenn der Roboter auf dem Boden aufschlägt, weiß die KI, dass sie etwas falsch gesteuert hat. Allerdings ist für den Crash nicht der Steuerbefehl in diesem Moment verantwortlich. Die verhängnisvolle Zuckung muss vorher passiert sein, aber wann genau?

Beim Pong spielen stellt sich das gleiche Problem. Um per Supervised Learning Pong zu spielen, müssten Sie für eine Unmenge an Spielsituationen manuell entscheiden, ob die KI in diesem Augenblick den Schläger nach oben oder unten bewegen sollte. Für den nötigen Datensatz müssten Sie Hunderte Stunden lang Pong spielen und jede Bewegung aufzeichnen. Selbst wenn Sie das auf sich nähmen, könnte die Pong-KI nie lernen, besser zu spielen als Sie selbst. Übersteigt die Aufgabe Ihre Fähigkeiten, würde dieser Ansatz grundsätzlich scheitern: Vermutlich wüssten auch Sie nicht, wie man die vielen Motoren eines Roboters ansteuern muss, damit er nicht umfällt.

Die Lösung ist eine KI, welcher sporadische Lernsignale reichen, um sinnvolle Strategien zu lernen. Beim Pong weiß sie meist nicht, ob hoch oder runter besser gewesen wäre, aber wenn sie einen Punkt bekommt, hat sie etwas richtig gemacht. Der Teilbereich des Maschinellen Lernens, der sich mit Algorithmen beschäftigt, die unter diesen Einschränkungen lernen, heißt „verstärkendes Lernen“, auf Englisch „Reinforcement Learning“ genannt.

## Reinforcement Learning

Verstärkendes Lernen folgt immer dem gleichen Schema: Ein Agent (KI) befindet sich in einer Umgebung (Spielfeld) und hat einen internen Zustand (Bildschirminhalt). Er führt anhand einer Strategie eine Aktion aus (Schläger bewegen), beeinflusst durch den aktuellen Zustand. Nach Ausführung dieser Aktion bekommt der Agent eine neue Beobachtung von seiner Umgebung (neuer Bildschirminhalt) und kann damit seinen Zustand aktuali-

sieren. Die hier vorgestellte Pong-KI verwendet einfach den Bildschirminhalt als Zustand. Falls die KI sich Informationen merken soll, braucht sie neben der Beobachtung noch Variablen für ihr Gedächtnis, die auch zum Zustand dazugehören. Da es keine Rolle spielt, aus wie vielen Zahlen der Zustand besteht, können aufwendigere Agenten ihn einfach erweitern.

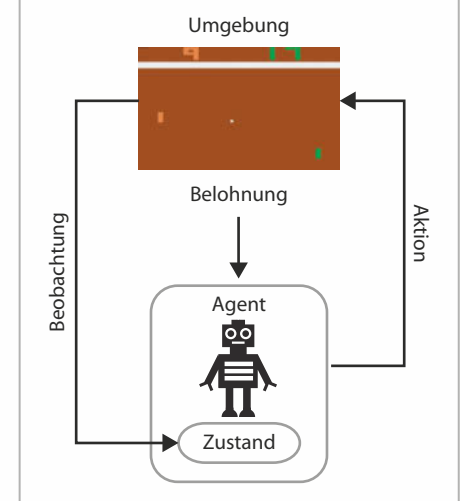
Zudem kann der Agent für die Aktion eine Belohnung bekommen, welche angibt, wie günstig die zuletzt ausgeführte Aktion für das Lösen des gestellten Problems ist. Bestrafungen stellt man einfach als negative Belohnungen dar.

## Strategie lernen

Die Strategie modellieren KI-Forscher meist als Funktion, welche jedem Zustand eine Wahrscheinlichkeitsverteilung über alle möglichen Aktionen zuweist. Fliegt der Ball beispielsweise in der Mitte des Spielfelds nach schräg oben, während der Schläger weit unten ist, könnte die Funktion eine Wahrscheinlichkeit von 70 Pro-

## Verstärkendes Lernen

Beim verstärkenden Lernen beobachtet die KI (Agent) die Welt und erzeugt aus der Beobachtung einen internen Zustand. Bei unserer Pong-KI besteht der Zustand lediglich aus dem Inhalt des Bildschirms. Aus diesem Zustand berechnet der Agent Wahrscheinlichkeiten, welche der zur Verfügung stehenden Aktionen zu einer Belohnung führen werden. Anhand derer wählt er eine Aktion und nimmt damit Einfluss auf die Welt, was er im nächsten Schritt wieder beobachten kann.



zent fürs nach oben Bewegen des Schlägers festlegen, 25 Prozent fürs Stehenbleiben und 5 Prozent fürs nach unten Bewegen.

Ziel des Lernens ist, diese Strategie so anzupassen, dass die Summe der zukünftigen Belohnungen möglichst groß ist. Die einzige Information, die der Agent zum Lernen braucht, ist die Höhe der Belohnung für eine ausgeführte Aktion und wie die Aktion den Zustand verändert.

## Der Zustand der Welt

Bei Pong zeigt der aktuelle Bildschirminhalt den gesamten Zustand an. Um zu überwachen, wie die eigenen Aktionen den Zustand verändern, muss die KI also nur den Bildschirm beobachten. Damit der Agent nicht nur weiß, was ist, sondern auch, was gerade geschieht, beobachtet er nicht den aktuellen Bildschirminhalt, sondern die Differenz zwischen dem vorangehenden und aktuellen Einzelbild. In der erkennt er leicht, ob sich der Ball gerade nach links oder rechts bewegt und wie der Gegner gerade seinen Schläger verschiebt.

Stattdessen könnte der Agent auch beide Einzelbilder als Ganzes beobachten, was aber weniger effizient wäre. Man könnte auch mit konventionellen Methoden der Bildauswertung die Positionen der Schläger und des Balls extrahieren. Mit diesen Positionen als Zustand hätte es der Agent besonders einfach. Diese Arbeit müssen Sie sich aber nicht machen, da der Agent auch so eine gute Strategie lernt.

## Aktionismus





Die möglichen Aktionen sind in allen Zuständen „Schläger nach oben“, „Schläger nach unten“ und „Schläger nicht bewegen“. Letztere Aktion kann man auch durch schnell aufeinanderfolgende Auf- und Abbewegung annähern, weshalb sie nicht zwingend nötig ist.

Als Belohnung erhält der Agent 1,0, wenn die letzte Aktion zu einem Punkt geführt hat, -1,0, wenn die letzte Aktion zu einem Punkt für den Gegner geführt hat und 0,0, wenn nichts passiert. Negative Belohnungen dienen der Bestrafung.

Das Ziel ist nun die Strategie, also die Wahrscheinlichkeiten der unterschiedlichen Aktionen, abhängig vom aktuellen Zustand so zu wählen, dass der Agent möglichst oft gewinnt und möglichst selten verliert und damit die Summe aller Belohnungen möglichst groß ist.

## Look-up-Table

Im Prinzip funktioniert verstärkendes Lernen schon mit einer simplen Tabelle: Jedem Zustand ordnet die Tabelle Wahrscheinlichkeiten für die Aktionen zu. Bei Pong also je ein Wert für hoch und runter bewegen und stehen bleiben. Leider gibt es bei vielen Spielen so viele Zustände, dass eine solche Tabelle nicht mehr in den Speicher passt. Eine Lösung für das Speicherproblem besteht darin, die Tabelle mit einem neuronalen Netz anzunähern.

Zustand	X	↑	↓
	0.4	0.1	0.4
	⋮	⋮	⋮
	0.3	0.1	0.6
	0.2	0.7	0.1

## Tabellengehirn

Eine klassische und sehr einfache Möglichkeit, eine Strategie zu implementieren, ist eine Look-up-Tabelle. Sie speichert für jeden Zustand für jede mögliche Aktion eine Wahrscheinlichkeit.

Für Pong entsteht dabei eine Tabelle, die zu jedem möglichen Zustand (also jedem möglichen Differenzbild) drei Zahlen speichert: die Wahrscheinlichkeiten für die Aktionen „oben“, „unten“ und „keine Aktion“. Während jedes Spielzugs berechnet die KI das Differenzbild und schaut in der Tabelle die zugehörigen Wahrscheinlichkeiten nach. Anhand der Wahrscheinlichkeiten wählt die KI dann eine zufällige Aktion (Sampling). Falls die Wahrscheinlichkeit für „oben“ nur 1 Prozent beträgt, wählt es nur in einem von 100 Fällen „oben“. Bei einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent für „unten“ wählt es in der Hälfte der Fälle diese Aktion.

Durch das Sampling, also das Festlegen auf eine Aktion, geht das Spiel in den nächsten Zustand über. Der Gegner reagiert, der Ball bewegt sich etwas weiter und die KI bekommt eine Belohnung (auch wenn die meist 0,0 ist).

## Trainingsalgorithmus

Eine einfache Möglichkeit des Lernens wäre nun, abhängig von der gerade ausgeführten Aktion und der erhaltenen Belohnung, die Wahrscheinlichkeiten der Aktionen im vorherigen Zustand anzupassen. Falls die KI also eine positive Belohnung bekommt, hat sich die zuletzt ausgeführte Aktion offenbar gelohnt. Der Lernalgorithmus erhöht dann die Wahrscheinlichkeit, dass die KI diese Aktion in Zukunft wieder ausführt. Wie stark, reguliert die Lernrate. Falls die KI eine „negative Belohnung“ bekommt (was einer Bestrafung gleichkommt), verringert der Trainingsalgorithmus die Wahrscheinlichkeit für diese Aktion in Zukunft.

Leider funktioniert diese Vorgehensweise für die meisten Probleme nicht, da meist eine Sequenz aus mehreren Aktionen zur Belohnung führt und das Lernsignal oft nicht direkt auf die entscheidende Aktion folgt. Im Fall von Pong findet die spielentscheidende Aktion beim Abprallen des Balls am eigenen Schläger statt, die Belohnung für den Sieg erhält die KI aber erst wesentlich später, wenn der Ball am Gegner vorbei das Spielfeld verlässt. Der Trainingsalgorithmus muss die Wahrscheinlichkeiten also so anpassen, dass auch Belohnungen, die in der Zukunft liegen, berücksichtigt werden.

Um die Strategie effektiv anzupassen, muss der Algorithmus einige Zeit warten und anschließend alle Belohnungen berücksichtigen. Im Fall von Pong sollte der Algorithmus alle Aktionen einer Runde berücksichtigen, also alle Schritte vom Start bis zu dem Punkt, an dem einer der beiden Spieler einen Punkt gewinnt. Denn nur so steht dem Trainingsalgorithmus ein Lernsignal in Form einer Belohnung zur Verfügung, die nicht 0,0 ist.

Das Anpassen der Strategie sieht dann folgendermaßen aus: Die KI führt anhand der Wahrscheinlichkeiten in der Tabelle eine Aktion aus und merkt sich, in welchem Zustand sie war und welche Aktion sie ausgeführt hat. Das Programm wiederholt diesen Vorgang, bis eine Runde zu Ende ist. Zu diesem Zeitpunkt bekommt die KI eine Belohnung, die widerspiegelt, ob sie gewonnen hat oder der Gegner. Falls die KI gewonnen hat, erhöht der Trainingsalgorithmus die Wahrscheinlichkeiten aller ausgeführten Aktionen für alle beobachteten Zustände. Diese haben immerhin zu einem Sieg geführt. Falls die KI verloren hat, läuft es umgekehrt: Der Trainingsalgorithmus verrin-

gert alle Wahrscheinlichkeiten der ausgeführten Aktionen.

Üblicherweise passt man allerdings nicht alle Aktionen in gleichem Maß an. Falls der Agent einen längeren Ballwechsel mit dem Gegner hatte und letztlich einen Punkt machen konnte, hatten die Aktionen zu Beginn des Ballwechsels sicherlich weniger mit dem Sieg zu tun als die Aktionen kurz vor dem Punktgewinn. Wahrscheinlichkeiten von Aktionen, die weiter in der Vergangenheit liegen, passt der Trainingsalgorithmus daher weniger stark an (exponentiell mit Basis 0,99).

### Gesprengte Tabelle

Theoretisch könnten Sie mit dieser einfachen Methode bereits eine Pong-KI trainieren, die perfekt spielt. Für Probleme mit nicht zu vielen unterschiedlichen Zuständen funktioniert diese Methode auch in der Praxis sehr gut. Eine KI, die selbst lernt, Tic-Tac-Toe zu spielen, ist mit solch einer Look-up-Tabelle leicht realisierbar.

Für die meisten praktischen Probleme eignet sich eine Look-up-Tabelle allerdings nicht, da es zu viele Zustände gibt, als dass man alle Wahrscheinlichkeiten explizit in einer Tabelle speichern könnte.

Die Frage ist also, wie eine KI eine Strategie lernen kann, ohne explizit für jeden Zustand Werte speichern zu müssen. Dafür braucht sie eine Funktion, die einen Zustand als Argument entgegennimmt und die Wahrscheinlichkeiten der Aktionen als Ausgabe zurückgibt. Der Trainingsalgorithmus muss die Funktion beeinflussen können, damit sie höhere oder niedrigere Wahrscheinlichkeiten der Aktionen ausgibt, je nachdem, wie erfolgreich die Strategie war. Dabei sollte die Funktion auch weit weniger Ressourcen verbrauchen als eine einfache Look-up-Tabelle.

Erste Wahl für solche Funktionen sind seit einigen Jahren neuronale Netze [1]. Sie können den aktuellen Zustand in das Netz füttern, und die Ausgabe neuronen können so modelliert werden, dass sie direkt Wahrscheinlichkeiten der Aktionen

repräsentieren (Softmax). Um die Wahrscheinlichkeiten für einen bestimmten Zustand zu ändern, passt der Trainingsalgorithmus die Gewichte der Neuronen im Netzwerk an.

### Pong ohne Atari-Hardware

Wollten Sie Pong tatsächlich auf dem Atari 2600 spielen, müssten Sie zahlreiche weitere technische Hürden überwinden. Glücklicherweise gibt es Emulatoren, die Retrospieleklassiker auf dem PC ausführen, und zwar bei Bedarf auch viel schneller als auf der Originalhardware. Das spart eine Menge Zeit beim Training der KI.

Die Python-Bibliothek „OpenAI Gym“ interagiert ohne viel Mühe mit einem Atari-Emulator und bringt auch gleich eine Version von Pong mit. OpenAI Gym ist speziell zum Testen von Algorithmen für verstärkendes Lernen entwickelt worden und bringt neben einer Vielzahl an Atari-Spielen auch Standardprobleme des verstärkenden Lernens mit, beispielsweise das Balancieren eines aufrecht ste-

# Das ENTERTAINMENT • SICHERHEIT • ENERGIESPAREN intelligente Haus

## DIE 4. GROSSE ERLEBNISMESSE

### Musterhausausstellung Bad Vilbel bei Frankfurt

Sa., So.  
13./14.10.  
2018



[www.DiH-Messe.de](http://www.DiH-Messe.de)

**Smarthome-Systeme • intelligente Fertighäuser • vernetztes Entertainment • Experten Live und in Farbe in Deutschlands größter Musterhausausstellung**

Ausstellung Eigenheim und Garten,  
Bad Vilbel bei Frankfurt, Ludwig-Erhard-Straße 70,  
Eintritt 3,- EUR, ermäßigt 1,50 EUR



AUSSTELLUNG  
EIGENHEIM UND GARTEN





henden Pendels auf einem Wagen, Aufgaben aus dem Bereich der Robotik und viele weitere Problemstellungen.

Das neuronale Netz für die Strategie könnten Sie prinzipiell selbst schreiben. Aber auch hier kommen Sie mit einer fertigen Bibliothek schneller zum Ziel. Keras ist für diesen Zweck gut gerüstet, weit verbreitet und erzeugt mit wenigen Zeilen Code komplexe Netze, die es ohne Umwege auch trainiert. Keras spannt dafür, falls vorhanden, auch die Grafikkarte zum Ausführen und Trainieren des Netzes ein.

Ein Teil der Software braucht den Schnittstellengenerator Swig. Für Windows gibt es dafür das fertig kompilierte Swigwin, Ubuntu-Nutzer installieren Swig mit apt:

```
sudo apt install swig
```

Die Frameworks für den Pong-Emulator und das neuronale Netz installieren Sie einfach mit Pythons Paketmanager pip (bei Bedarf in ein Virtualenv):

```
pip install wheel
pip install gym[all] Keras
```

Anschließend sollten Sie testen, ob OpenAI Gym tatsächlich funktioniert. Öffnen Sie dazu den Python-Interpreter und laden Sie zunächst die Pong-Umgebung:

```
import gym
env = gym.make('Pong-v0')
obs = env.reset()
```

`reset()` setzt die mit `make()` geladene Umgebung (in Ihrem Fall das Pong-Spiel) zurück. Zudem liefert Ihnen `reset()` eine aktuelle Beobachtung der Umgebung zurück. Im Fall von Pong handelt es sich dabei um den Bildschirminhalt, bevor die Partie losgeht. Anschließend können Sie das Spiel für einige Iterationen mit zufälligen Eingaben füttern. Sie sollten sehen, dass sich der Schläger des Spielers zufällig bewegt:

```
import time
for _ in range(1000):
    env.render()
    obs, reward, done, info = env.step(
        env.action_space.sample())
    time.sleep(0.02)
```

`render()` zeigt den aktuellen Zustand des Spiels in einem Fenster an. `step()` führt eine durch einen Integer spezifizierte Aktion aus, die Sie in diesem Fall zufällig aus allen möglichen Aktionen auswählen. Die Funktion liefert eine neue Beobachtung der Umgebung (den Bildschirminhalt)

nach Ausführen der Aktion zurück. Zusätzlich gibt sie die für diese Aktion erhaltene Belohnung als `reward` zurück. `done` gibt an, ob die aktuelle Episode fertig ist und die Umgebung mit `reset()` neu gestartet werden muss. Im Fall von Pong bedeutet eine beendete Episode, dass einer der Spieler 21 Punkte erhalten und damit das Spiel gewonnen hat. `info` enthält je nach verwendeter Umgebung zusätzliche Informationen und ist im Fall von Pong nicht relevant.

Damit weiß die KI alles, was für die Interaktion mit Pong wichtig ist. Sie kennt den aktuellen Bildschirminhalt, kann Aktionen an das Spiel schicken und erfährt, welche Belohnung sie für diese Aktion bekommt. Das nächste Ziel ist die Implementierung einer Strategie mithilfe eines neuronalen Netzes, welche es Ihnen erlaubt, die passende Aktion auszuwählen.

## Vorverarbeitung

Die folgenden Erklärungen und Code Teile beschreiben nur die wichtigsten Aspekte der Implementierung einer Pong-KI. Eine voll lauffähige Version der beschriebenen KI finden Sie im GitHub-Repository zu diesem Artikel (siehe [ct.de/y4qj](https://ct.de/y4qj)).

Generell kann der Code direkt den aktuellen Bildschirminhalt vom vorherigen abziehen und dieses Differenzbild als

Zustand des Agenten verwenden, um mithilfe des neuronalen Netzes die nächste Aktion auszuwählen. Wenn Sie sich den Bildschirminhalt ansehen, wird Ihnen aber vermutlich auffallen, dass sehr viel Information für die KI unwichtig ist. Zum einen wird am oberen Bildschirmrand der aktuelle Punktestand angezeigt, zum anderen gibt es zwei weiße Streifen, die nichts mit dem eigentlichen Spielfeld zu tun haben. Zusätzlich hat der Bildschirminhalt eine höhere Auflösung als notwendig und die Farben haben für den Agenten ebenfalls keine Bedeutung. Die Funktion `preprocess()` bringt das Bild ins richtige Format:

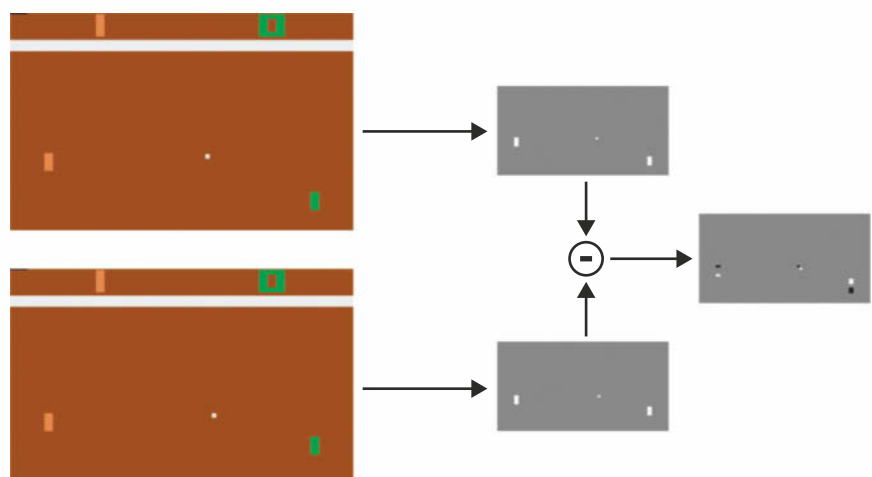
```
current_obs = preprocess(obs)
state = current_obs - previous_obs
previous_obs = current_obs
```

## Keras

Das Auswählen eines geeigneten neuronalen Netzes für eine bestimmte Aufgabe ist mehr Kunst als Wissenschaft und geht üblicherweise mit einer Vielzahl an Experimenten einher. In Fällen, in denen Sie zu Beginn noch nicht wissen, welches Netzwerk geeignet sein könnte, starten Sie üblicherweise mit dem einfachsten Netzwerk, welches noch sinnvoll Aufgaben lösen kann. Solch ein Netzwerk be-

## Preprocessing

Um dem Agenten das Lernen etwas leichter zu machen, schneidet die Funktion `preprocess()` den eigentlichen Spielfeldinhalt aus, verringert die Auflösung, setzt den Hintergrund auf Schwarz und die Farbe aller Objekte (die beiden Schläger und den Ball) auf Weiß. Und weil sie schon dabei ist, zieht sie auch gleich den aktuellen Spielfeldinhalt vom Spielfeldinhalt der vorherigen Iteration ab. Dieses Differenzbild dient dem neuronalen Netz als aktueller Zustand und ist auch die Information, die während des Spielens und Trainierens in das neuronale Netz gefüttert wird.



# Für einen erweiterten Horizont:



## c't Windows optimieren

Optimieren Sie Ihr System mit c't-Profi-Wissen: Sicherheit, Optik, Reparatur, Festplattenspeicher-Management - alles kompakt auf über 150 Seiten. Außerdem: FAQs für Umsteiger, sowie Tipps & Tricks zu Bordmitteln und Extra-Software.

[shop.heise.de/windows-2018](http://shop.heise.de/windows-2018)

12,90 € >



## c't Spass mit Technik

25 tolle Technik-Projekte zum Selbermachen, eingeteilt in unterschiedliche Schwierigkeitsgrade, vom Styroporboot über eigene Stop-Motion-Filme bis zum eigenen Roboter und maschinellen Lernen.

[shop.heise.de/technik-special18](http://shop.heise.de/technik-special18)

12,90 € >



## c't Photoshop

Der Photoshop- und Lightroom-All-rounder: vom optimalen Photoshop-PC über die Arbeitsoberfläche, sinnvolle Tools, Raw-Entwicklung, Einbindung von 3D-Modellen, Arbeit mit Effekten und Ebenen bis zur Ausgabe und den Export.

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

12,90 € >

Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: [shop.heise.de/specials2018](http://shop.heise.de/specials2018)

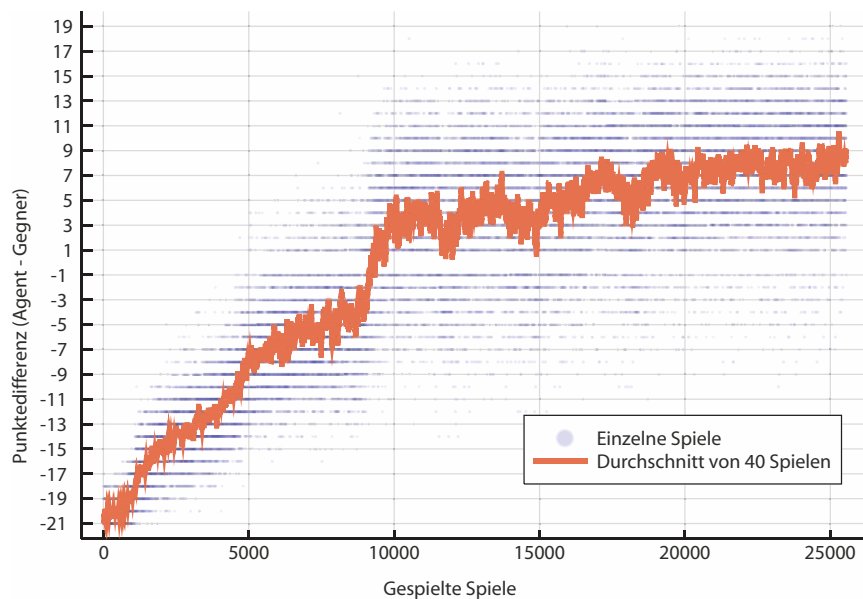
Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

Persönliches PDF für Andreas Lipmann aus 84085 Langquaid  
© Copyright by Heise Medien.

 **heise shop**

[shop.heise.de/specials2018](http://shop.heise.de/specials2018) >





Nach 25.000 Spielen besiegte unsere KI den Computergegner mit durchschnittlich 7 Punkten Vorsprung.

steht aus einer Eingabeschicht, einer mittleren Schicht und einer Ausgabeschicht, wobei alle Neuronen einer Schicht mit allen Neuronen der nächsten Schicht verbunden sind:

```
model = keras.models.Sequential()
model.add(Flatten(
    input_shape=((80, 80, 1))))
model.add(Dense(512,
    activation='relu',
    kernel_initializer='glorot_normal'))
model.add(Dense(number_of_actions,
    activation='softmax'))
```

`Sequential()` erzeugt ein neues Modell und teilt Keras mit, dass es einen einfachen, schichtweisen Aufbau benutzt. Anschließend fügt `add()` neue Schichten zum neuronalen Netz hinzu.

Die Eingabeschicht `Flatten()` nimmt das vorbereitete, zweidimensionale Differenzbild und wandelt es in einen eindimensionalen Vektor um, da für die folgenden Schichten die zweidimensionale Struktur der Eingabe irrelevant ist.

`Dense()` erzeugt eine Schicht, in der alle Neuronen über trainierbare Gewichte mit allen Neuronen der Eingabeschicht verbunden sind. Der erste Parameter, in diesem Fall 512, bestimmt die Anzahl an Neuronen in dieser Schicht und `activation` gibt an, welche Funktion (die sogenannte „Aktivierungsfunktion“) auf die Ausgaben der Neuronen angewendet wird, bevor diese Aktivierungen an die nächste Schicht weitergeleitet werden. Der Parameter `kernel_initializer` bestimmt, wie

Keras die Anfangswerte der trainierbaren Gewichte wählt. Die als Aktivierungsfunktion verwendete 'relu' (Rectified Linear Unit) hat sich in den letzten Jahren als Standardfunktion herauskristallisiert, da sie sich sehr schnell berechnen lässt und in der Praxis für eine große Anzahl an Problemen gute Ergebnisse liefert. Verwenden Sie 'relu', solange Sie keine guten Gründe haben, etwas anderes zu verwenden. Für die Initialisierung der Gewichte haben wir einige Optionen ausprobiert und uns für eine Methode entschieden, bei der zu Beginn des Trainings der Schläger möglichst zufällig den gesamten Bewegungsspielraum ausnutzt. Alle Initialisierungsfunktionen belegen die Parameter mit Zufallszahlen, streuen diese aber unterschiedlich. 'glorot\_normal' streut entsprechend einer Normalverteilung, passt die Weite aber an die Breite der Ein- und Ausgabeschichten an.

Als Ausgabeschicht folgt eine weitere `Dense()`-Schicht mit sechs Neuronen, welche den von OpenAI Gym vorgegebenen sechs möglichen Aktionen für Pong entsprechen. Tatsächlich hat Pong eigentlich nur drei Aktionen, aber durch die Abbildung des Atari-2600-Controllers gibt es einige redundante Aktionen. Sie könnten diese manuell entfernen und nur für die drei möglichen Aktionen trainieren oder Sie verlassen sich darauf, dass das neuronale Netz diese Redundanz selbst herausfindet. Die Aktivierungsfunktion 'softmax' führt dazu, dass sich die Ausgaben aller sechs Neuronen zu 1 summieren. Sie kön-

nen dadurch die Ausgabe eines Neurons direkt als Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Aktion interpretieren.

Die drei `add()`-Befehle definieren das gesamte neuronale Netz. Damit Keras es trainieren kann, muss man es kompilieren:

```
model.compile(
    loss='categorical_crossentropy',
    optimizer='adam')
```

Der Aufruf von `compile()` gibt gleich an, welche Fitness-Funktion und welchen Optimierungsalgorithmus Keras verwenden soll. Die kategoriebasierte Kreuzentropie als Fitness bedeutet, dass die Trainingsdaten eine gewünschte Wahrscheinlichkeitsverteilung für die sechs Aktionen vorgeben und das Netzwerk die Gewichte der Neuronen so anpasst, dass die aktuell berechnete Wahrscheinlichkeitsverteilung das nächste Mal näher an der gewünschten liegt.

Hat die KI einen Punkt bekommen, ordnet die gewünschte Verteilung der Aktion, die zum Punktgewinn geführt hat, eine Wahrscheinlichkeit von 100 Prozent zu, während die Wahrscheinlichkeiten für alle anderen Aktionen 0 sind. Beim Punktverlust hat die gewünschte Verteilung bei allen nicht gewählten Aktionen einen proportional höheren Wert, während die gewählte Aktion unwahrscheinlich ist.

Der Optimierer entscheidet, wie groß die Sprünge beim Anpassen der Gewichte ausfallen. Der Adam-Algorithmus hat sich über die Jahre als robuster Optimierer für neuronale Netze etabliert.

Die Methode `summary()` gibt den Aufbau des neuronalen Netzes aus:

```
model.summary()
```

Die Funktion verrät auch, wie viele Parameter für jede Schicht und für das gesamte Netzwerk trainiert werden müssen. Für das gerade definierte Netz sind das etwas über 3 Millionen Parameter.

Das erzeugte Netzwerk kann sofort, ausgehend vom aktuellen Zustand, für jede der möglichen Aktionen eine Wahrscheinlichkeit berechnen. Die Ausgabe für eine spezifische Eingabe berechnen Sie in Keras mit der Methode `predict_on_batch()`:

```
action_prob = model.predict_on_batch(
    state.reshape(1,80,80,1))[0,:]
```

Keras erwartet für zweidimensionale Daten immer ein vierdimensionales Array. Um dem zu entsprechen, muss der



Code den aktuellen Zustand erst mittels `reshape()` in ein solches Array umformen. Die erste Dimension (Batchgröße) könnte man verwenden, um die Ausgabe für mehrere Eingaben gleichzeitig zu berechnen. Es folgen die X- und Y-Dimensionen des Differenzbilds. Die letzte Dimension modelliert die Farbkanäle der Eingabe. Da `preprocess()` das Differenzbild vorher in Graustufen umgewandelt hat, gibt es hier nur einen Kanal.

Die Ausgabe besteht aus einem Vektor mit sechs Einträgen. Jede dieser Zahlen steht für eine Wahrscheinlichkeit für eine der möglichen Aktionen. Die folgende Zeile verwendet diese Wahrscheinlichkeiten, um zufällig (aber gewichtet) eine Aktion auszuwählen:

```
action = np.random.choice(
    number_of_actions, p=action_prob)
```

Die so ausgewählte Aktion führt die OpenAI-Gym-Umgebung aus, wodurch das Programm eine neue Beobachtung, Belohnung et cetera erhält:

```
obs, reward, done, info = env.step(
    action)
```

## Lernen

Das Lernen des neuronalen Netzes sieht folgendermaßen aus: Während eines Spiels wählt die KI Aktionen abhängig vom aktuellen Zustand. Nachdem einer der beiden Spieler gewonnen hat, trainiert der Algorithmus das Netzwerk mithilfe der im letzten Spiel gewonnenen Informationen. Danach beginnt er das nächste Spiel. Diese Schleife wiederholt das Programm so lange, bis Sie es stoppen, weil Sie mit der Spielstärke Ihrer KI zufrieden sind.

Sie könnten das Netzwerk auch nach jeder Runde neu trainieren. Da das Trainieren eines Netzes bei Verwendung größerer Datenmengen jedoch effizienter ist, spart es Zeit, ein komplettes Spiel abzuwarten und dann zu trainieren.

Damit nach einem abgeschlossenen Spiel alle nötigen Informationen fürs Training bereitstehen, muss das Programm während des Spiels, nach jeder Aktion, den aktuellen Zustand, die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Aktionen und die erhaltene Belohnung bis zur Lernphase zwischenspeichern:

```
states.append(state)
action_probs.append(action_prob)
rewards.append(reward)
```

Die ausgeführte Aktion selbst braucht man beim Lernen nicht direkt. Der Optimierungsalgorithmus muss allerdings wissen, wie er die aktuelle Wahrscheinlichkeitsverteilung anpassen muss, um die ausgewählte Aktion mehr oder weniger wahrscheinlich zu machen. Hierfür zieht der Code die vom neuronalen Netz berechnete Wahrscheinlichkeitsverteilung von einem One-Hot-Vektor ab. Der hat an allen Stellen eine 0, bis auf die Stelle, die der aktuell ausgewählten Aktion entspricht. Dort steht eine 1. Durch die Differenz erhält man einen Vektor, den wir an dieser Stelle, wenn auch mathematisch nicht völlig korrekt, Aktionsgradient nennen:

```
y = np.zeros(number_of_actions)
y[action] = 1
grad_action_probs.append(
    y - action_prob)
```

Der Aktionsgradient zeigt dem Optimierungsalgorithmus, wie er die Netzwerkausgabe anpassen muss, um in Zukunft mit immer höherer Wahrscheinlichkeit die gewählte Aktion auszuwählen. Falls die Aktion jedoch zu Punktverlust und einer Bestrafung führt, geht das genau in die falsche Richtung. Der Algorithmus multipliziert den Aktionsgradienten daher mit der Belohnung, was bei negativen Belohnungen dazu führt, dass er die Wahrscheinlichkeit der gewählten Aktion senkt und die aller nicht gewählten Aktionen erhöht. Eine zu aggressive Änderung der Wahrscheinlichkeiten kann zu Instabilitäten während des Trainings führen. Daher haben wir eine Lernrate von 0,1 voreingestellt, mit der die Belohnung multipliziert wird.

Keras trainiert das Netzwerk, sobald das Programm die Methode `train_on_batch()` aufruft. Die erwartet als Argumente Beispiele für Eingaben und die jeweils passenden Ausgaben. Bei Pong bestehen die Eingaben aus den vom Agenten beobachteten Zuständen während des Spiels. Die passende Ausgabe sind die anhand der erhaltenen Belohnung angepassten Aktionswahrscheinlichkeiten:

```
X = np.vstack(states).reshape(
    -1, 80, 80, 1)
Y = action_probs + learning_rate * ↵
    ↵rewards * action_prob_grads
model.train_on_batch(X, Y)
```

Eine damit trainierte KI wird auch nach langem Training nicht merklich besser spielen. Stattdessen sollte die KI auch län-

ger zurückliegende Aktionen häufiger wählen, wenn sie später zum Punkterfolg führen. Im Code sorgt die Funktion `propagate_rewards()` für diese Zuweisung der Belohnungen:

```
rewards = propagate_rewards(rewards)
```

Sie addiert die Belohnung vom Ende der Runden leicht abgeschwächt auch auf alle früheren Aktionen. Zudem passt sie die statistischen Eigenschaften der Belohnungen an, indem sie den Durchschnitt abzieht und alle Werte durch die Standardabweichung dividiert. Dies führt insgesamt zu einem stabileren Lernverhalten.

Falls Sie sich auf schnelle Ergebnisse freuen, werden Sie leider enttäuscht. In unseren Experimenten benötigte die KI auf einer Core i7-7700 CPU und einer GTX 1080 Ti Grafikkarte von Nvidia circa sechs Stunden, bis sie etwas besser spielte als der Computergegner. Nach 24 Stunden und 20.000 Spielen gewinnt die KI schließlich fast alle Spiele. Einen fertig trainierten Agenten finden Sie im Repository auf GitHub.

Die Resultate sind erstaunlich gut und etwas enttäuschend zugleich. Auf der einen Seite ist es bemerkenswert, dass der Agent nur mithilfe der Information, wann er selbst oder der Gegner einen Punkt gemacht hat, überhaupt in der Lage ist, selbstständig zu lernen, wie man Pong spielt. Auf der anderen Seite muss er dafür eine enorme Anzahl an Spielen bewältigen. Dies ist auch eines der größten Probleme des verstärkenden Lernens. Wenn man diese Methode dazu nutzen will, einem Roboter aufrecht stehen beizubringen, kann man ihn schlecht zehntausend Mal hinfallen lassen.

Ein großer Teil der Forschung am verstärkenden Lernen fließt deshalb in Methoden, bei denen Forscher versuchen, die Anzahl an Versuchen zu verkleinern. Den hier vorgestellten Code bremst hauptsächlich der Emulator aus. Wenn Sie den in einen Datengenerator [2] einbauen, lastet der zumindest alle CPU-Kerne aus und produziert so auch mehr Daten für die Grafikkarte. (pmk@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Andrea Trinkwalder, Netzgespinste, Die Mathematik neuronaler Netze: einfache Mechanismen, komplexe Konstruktion, c't 6/2016, S. 130
- [2] Pina Merkert, Bilderstürmer, Mit Keras effizient Trainingsdaten fürs maschinelle Lernen generieren, c't 16/2018, S. 174

**Beispielcode bei GitHub:** [ct.de/y4qj](https://github.com/pmk/ct.de/y4qj)



Bild: Rudolf A. Blaha

# Akustische Sternbilder

## Wie Shazam Songs erkennt

**In der Kneipe läuft ein toller Song, aber keiner am Tisch weiß, wie er heißt. Shazam identifiziert den Song mit einer kurzen Aufnahme vom Handy, selbst wenn der Nebentisch lautstark über Fußball diskutiert. Wir erklären die raffinierten Ideen hinter Shazams Audio-Fingerprinting.**

**Von Jürgen Schuck**

**A**udio-Fingerprinting hat Avery Li-Chun Wang, einer der Shazam-Gründer, zuerst 2003 in einem Whitepaper [1] präsentiert. Darin stellt er einen Algorithmus zur Identifizierung von Musiktiteln

mittels kurzer Aufnahmen von Mobiltelefonen vor. Ein Mobiltelefon war im Jahr 2000 tatsächlich nur ein mobiles Telefon und in jeder Beziehung weit vom späteren Smartphone entfernt. Mikrofonqualität, Signalverarbeitungsmöglichkeiten im Gerät und die Übertragungsqualität von GSM waren nur einige der technischen Hürden, die seinerzeit als unüberwindbar galten. Einer der Gründer und früherer CEO Chris Barton erzählt das unterhaltsam in einem Video (siehe [ct.de/yc4w](http://ct.de/yc4w)). Shazam hielt trotz aller Bedenken an der Idee fest und engagierte Li-Chun Wang, der die Aufgabe zunächst selbst für unmöglich hielt. Ihm kam jedoch die Idee für einen raffinierten neuen Algorithmus, der das Problem bereits ein Jahr später lösen sollte. 2001 nutzte man den mit einem Anruf, heute verwendet man eine App.

Das Prinzip des Algorithmus ist einfach: Er bestimmt die charakteristischen Audioeigenschaften der Probe – ihren Audiofingerabdruck – und sucht damit nach Übereinstimmungen in einer Datenbank mit den Audiofingerabdrücken der Originalmusikstücke. Shazam hat zwar nicht alle Aspekte des Audio-Fingerprinting neu erfunden, jedoch das Problem gelöst, mit stark verrauschten Aufnahmen und geringen Datenraten bei der Datenbankabfrage zurechtzukommen.

Shazam hat die Details seines Algorithmus nie komplett veröffentlicht. Anhand des Prinzips haben aber einige Hobbyentwickler eigene Varianten des Algorithmus nachimplementiert (siehe [ct.de/yc4w](http://ct.de/yc4w)), anhand derer man gut erkennt, wie auch Shazams Original funktionieren muss.

## Spurensuche

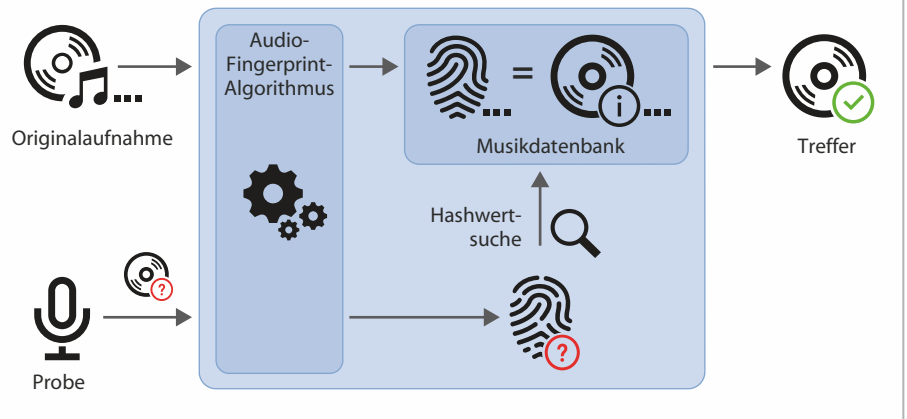
Ein Musikstück lässt sich als eine Tonfolge beschreiben, wobei ein Ton durch seine Höhe (Frequenz) und Stärke (Amplitude) definiert ist. Shazam versucht, die Musik daran zu erkennen, und ignoriert weitere Tonparameter wie Dauer und Klangfarbe. Für die Suche in der Musikdatenbank braucht Shazam einen Audiofingerabdruck, der den Song eindeutig identifiziert. Das geht im Prinzip mit einer Reihe von Paaren (Tupel) von Frequenz (Tonhöhe) und Lautstärke (Tonstärke). In welchem zeitlichen Abstand (Tonfolge) diese hörbar sind, zeichnet den Song eindeutig aus.

Ein Audiosignal liegt auf dem Smartphone oder PC zunächst aber nur als Reihe von vielen Tausend Samples vor. Die geben den Luftdruck beziehungsweise die Membranauslenkung an, die vom Mikrofon alle 0,02 ms gemessen wurde. Die Frequenzen lassen sich daran aber nicht direkt ablesen. Zur Bestimmung der enthaltenen Frequenzen nutzt man eine Fourier-Transformation, die ein Audiosignal als Frequenzen und Amplituden innerhalb eines kurzen Zeitfensters darstellt. Für digitalisierte Audiosignale gibt es die effizient berechenbare Variante der Diskreten Fourier-Transformation.

Auch in der schnellen Version, der „Fast Fourier Transform“ (FFT), ist die Frequenzanalyse ein rechenintensiver Prozess, der es daher nahelegt, die

## Im Prinzip ganz einfach

Shazams Musikdatenbank ordnet aus kurzen Aufnahmen berechnete Audiofingerabdrücke den Metadaten der Songs wie Titel, Interpret und Album zu. Für die Suche steht allerdings nur eine verrauschte Aufnahme eines kurzen Teils des Songs zur Verfügung.



Menge der zu verarbeitenden Daten möglichst zu reduzieren. Bei einem digitalisierten Audiosignal kann dies durch Zusammenmischen der Stereokanäle (falls das Handy mehr als Mono aufnimmt) und sogenanntes „Downsampling“ erfolgen, also die Zusammenfassung aufeinanderfolgender Samples. Wie Shazam das genau macht, verraten sie nicht, die Diagramme im Whitepaper lassen aber auf einen Wert von 4 schließen. Mit dem reduziert Shazam das Audio-

signal auf circa 5 kHz und damit die Datenmenge auf ein Viertel.

Das Ergebnis der Fourier-Transformation ist ein Spektrogramm des Musikstücks mit einem dreidimensionalen Bezug von Tonhöhe, Lautstärke und Zeit. Man stellt das als zweidimensionale Heatmap dar, mit der Zeit als x-Achse, der Tonhöhe als y-Achse und Farben für die Pixel zwischen Blau (leise) und Rot (laut).

Die Datenmenge ist jedoch viel zu groß, um damit eine Datenbank abzufragen.

## Diskrete Fourier-Transformation

Aus seinen Beobachtungen zur Wärmeausbreitung in Festkörpern schloss Jean Baptiste Joseph Fourier, dass sich ein periodisches analoges Signal durch die Addition unendlich vieler Sinus- oder Cosinus-signale unterschiedlicher Stärke beschreiben lässt. Die nach ihm benannte Fourier-Transformation (FT) bezeichnet die Rechenvorschriften zur Zerlegung (Analyse) und Zusammensetzung (Synthese) von Analogsignalen. Wissenschaftliche Popularität erlangte die Fourier-Transformation mit der Entwicklung schneller Varianten der aufwendigen Formeln, nämlich der Fast Fourier Transformation (FFT).

Hauptanwendungsfall ist die Zerlegung analoger Signale wie Schallwellen in ihre Frequenzspektren. Zur Analyse des Datenstroms einzelner Werte in

einem digitalisierten Analogsignal gibt es die Diskrete Fourier-Transformation (DFT):

$$X(n) = \sum_{k=0}^{N-1} x[k] \cdot e^{-j \frac{2\pi kn}{N}}$$

Die Formel berechnet die Signalstärke des n-ten Frequenzbands  $X$  eines Signals  $x$  mit  $N$  diskreten Werten. Im Englischen heißen diese Bereiche „Bins“. Die Größe oder spektrale Auflösung der Bins ist das Verhältnis von Digitalisierungsrate zur Größe des sogenannten Fensters  $N$ . Sie beträgt beispielsweise 86,13 Hz bei der für CDs verwendeten Abtastrate von 44,1 kHz und einer Fenstergröße  $N$  von 512. Frequenzunterschiede von weniger als 86,13 Hz sind mit diesen Werten nicht zu unterscheiden.

Es liegt also nahe, die spektrale Auflösung der DFT mit hinreichend großen Werten für  $N$  zu verbessern. Jedoch vergrößert sich dadurch der zeitliche Signalabschnitt (Intervall), den die DFT berücksichtigt, was eine Reduzierung der zeitlichen Auflösung bedeutet, mit der die DFT Änderungen der Signalstärken im Frequenzspektrum erkennen kann.

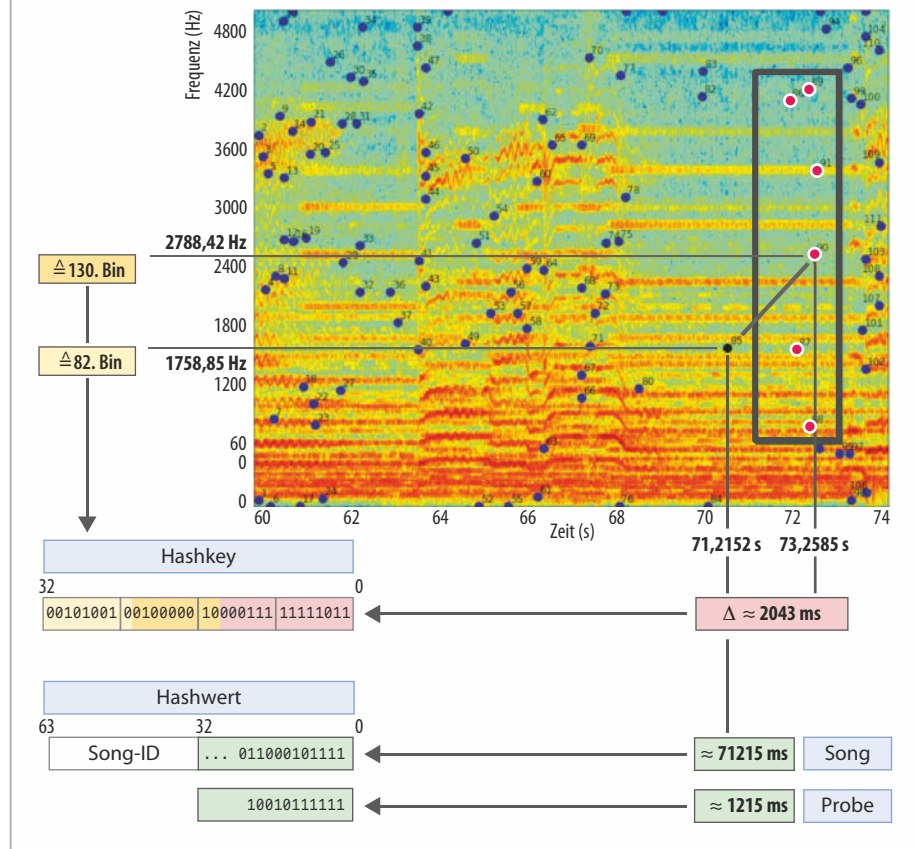
$N$  bestimmt auch die Anzahl der Berechnungen einer DFT, denn zur Bestimmung der Signalstärken aller relevanten Bins eines digitalisierten Analogsignals sind  $N$  Ausführungen der gegebenen Formel erforderlich – und zwar für jedes Intervall.

Es gilt also, mit einer guten Wahl für  $N$  einen Kompromiss für eine möglichst geringe Anzahl von Berechnungen bei größtmöglicher Auflösung zu finden [2].



## Vom Musikstück zum Fingerabdruck

Shazam sucht im Spektrogramm immer Paare von Peaks, aus denen es 32 Bit lange Hashkeys berechnet. Aus allen in der Constellation Map gefundenen Hashkeys entsteht zusammen ein Audiofingerabdruck.



gen. Shazam filtert daher nur besonders laute Töne (Peaks) heraus und achtet dabei auf eine möglichst gleichmäßige Verteilung dieser Peaks über die Dauer des Musikstücks. Zu seiner Definition eines besonders lauten Tons sagt Shazam nichts, die Nachahmergemeinschaft im Netz ist sich aber einig, dass dabei die Charakteristik des menschlichen Gehörs zu berücksichtigen ist, die tiefe Töne leiser und hohe lauter empfinden lässt. Das weiß auch die Musikindustrie und hebt die Lautstärken tiefer Töne dementsprechend an. Zur Bestimmung der signifikantesten Töne dient daher ein frequenzabhängiger Schwellwertfilter. Der berücksichtigt zusätzlich die Eigenschaft vieler Musikstücke, zu Beginn und am Ende deutlich leiser zu sein als in der Mitte.

### Spurensicherung

Überträgt man die Peaks in ein eigenes Diagramm, ähnelt es einer Sternkarte, weshalb das Whitepaper sie auch als „Constellation Map“ bezeichnet. Eine Constellation Map repräsentiert zeitlich

gleichmäßig verteilt die signifikantesten Töne eines Musikstücks. Wendet man den Algorithmus auf eine kurze Aufnahme an, berechnet er auch für die eine Constellation Map.

Trotzdem ist es keine gute Idee, die Constellation Maps von Millionen Musikstücken nach einer Übereinstimmung mit der Map einer Probe zu durchsuchen. Ausgehend von 30 Peaks pro Sekunde könnte die Suche nach einer Probe von 10 Sekunden Länge in 1 Million Musikstücken von durchschnittlich 3 Minuten Länge rund 1,5 Billionen Operationen erfordern ( $30 \times 10 \times 30 \times 10 \times 1.000.000 \times 3 \times 60$ ) – ohne dabei mögliche Verfälschungen der Probe zu berücksichtigen.

Die Lösung dieses Problems einer effizienten Suche ist der eigentliche Clou des Algorithmus. Sie basiert auf der Idee, anstelle einzelner Peaks gleich mehrere auf einmal zu suchen. Dazu unterteilt Shazam eine Constellation Map in sogenannte „Target Zones“ und legt für jede einen Peak als Ankerpunkt fest. Dann kombiniert es den Frequenzwert von jedem

Peak einer Target Zone mit dem Frequenzwert des zugeordneten Ankerpunkts sowie der zeitlichen Differenz zwischen beiden Peaks. Das Ergebnis ist eine Bitfolge (Hashkey), die Shazam zusammen mit der zeitlichen Position des Ankerpunkts in eine Datenbank schreibt. Hashkeys und Zeitmarken einer Constellation Map ergeben zusammen den Audiofingerabdruck des Musikstücks oder der Probe.

### Zielzonen

Shazam beschreibt die Methode zur Definition der Target Zones leider nicht. Nachahmerimplementierungen im Netz fassen dazu beispielsweise jeden n-ten Peak mit den darauffolgenden m Peaks zusammen und verwenden dabei Werte von 1 bis 5 für n und 5 bis 7 für m.

Die Größe der Hashkeys beträgt 32 Bit: jeweils 9 Bit für die beiden Peaks mit 14 Bit für deren Zeitdifferenz. Damit lassen sich 512 ( $2^9$ ) verschiedene Frequenzen unterscheiden, die bei einer zeitlichen Auflösung von 1 Millisekunde maximal rund 16 Sekunden ( $2^{14}/1000$ ) Abstand haben dürfen. Musikstücke wie ASAP von John Cage sind damit raus, jedoch für populäre Musik ist dieser Wert ausreichend.

Für eine Constellation Map mit 30 Peaks pro Sekunde und Target Zones mit 5 Peaks ergeben sich für den Audiofingerabdruck eines Musikstücks von 3 Minuten Länge 27.000 Werte ( $30 \times 5 \times 3 \times 60$ ) bei maximaler Überlappung der Target Zones (wenn man jeden Peak auch mal als Ankerpunkt wählt). Legt man beispielsweise nur jeden dritten Peak als Ankerpunkt fest, reduziert sich die Größe auf 9000 Werte. Multipliziert man weiter mit einer realistischen Anzahl von 50 Millionen Songs in einer Musikdatenbank für Audiofingerabdrücke, ergeben sich auch für den kleineren Wert immerhin 450 Milliarden Hashkeys, unter denen es Redundanzen geben muss, da sich mit Hashkeys von 32 Bit nur rund 4 Milliarden Werte unterscheiden lassen. Tatsächlich kann derselbe Hashkey in mehreren Songs vorkommen. Der Key wird dann mehrfach in die Datenbank geschrieben, jeweils verknüpft mit einer Song-ID und der Position des Hashkeys in genau diesem Musikstück.

Die Beziehung von Zeitmarke und Musikstück erfolgt im Listenelement als Kombination beider Werte mit jeweils 32 Bit, wobei der Wert für das Musikstück eine ID ist. Mit dieser Organisation ist die Fingerabdrucktabelle in der Musikdaten-

bank auf maximal  $2^{32}$  Zeilen begrenzt und lässt sich mit dem Hashkey indizieren.

## Datenbankabgleich

Die Suche erfolgt dann schrittweise. Zunächst befragt der Algorithmus die Datenbank nach allen Hashkeys der Probe – ihrem Audiofingerabdruck. Das Ergebnis enthält für jeden Hashkey eine Liste der Songs und der Zeitmarken, an denen der Hashkey darin vorkommt. Dem Algorithmus liegen so sämtliche Musikstücke der Musikdatenbank vor, die für einen Treffer infrage kommen.

Ob der gesuchte Song tatsächlich darunter ist, hängt davon ab, ob die Relation ein Musikstück enthält, dessen zu den Haskeys zugeordnete Zeitmarken die gleichen relativen zeitlichen Abstände haben wie in der Probe. Eine solche Übereinstimmung findet man als Mensch leicht mittels eines Diagramms, das die Verteilung der Zeitmarken als Streufeld von Punkten darstellt, deren Koordinaten die zeitlichen Positionen in Probe und Musik-

stück sind. Ein Treffer ist an einer signifikanten Häufung von Punkten in Form einer diagonal verlaufenden Linie zu erkennen.

Für eine mathematische Lösung dieses Problems verwendet man üblicherweise Regressionsmethoden. Deren Berechnungsaufwand ist jedoch sehr hoch. Shazam verwendet daher ein anderes Vorgehen: Die korrespondierenden Zeitmarken von Probe und Musikstück im Diagramm lassen sich als  $t_m = t_p + \Delta t_p$  formulieren, wobei  $t_m$  die Zeitmarke des Musikstücks und  $t_p$  die der Probe ist.  $\Delta t_p$  bezeichnet die Differenz beider Zeitmarken und lässt sich mit  $\Delta t_p = t_m - t_p$  berechnen. Diese Differenzen berechnet der Algorithmus für jedes Streufeld-Diagramm, also für alle Songs des Suchergebnisses, und erstellt daraus jeweils ein Histogramm. Der letzte Schritt untersucht dann die Histogramme nach Ausreißern. Weist eines davon eine statistisch signifikante Abweichung vom Mittelwert auf, handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit um das gesuchte Mu-

sikstück. Das liegt daran, dass die Zeitdifferenzen sich beim richtigen Song viel weniger unterscheiden als bei anderen Songs, die nur zufällig ein paar gleiche Haskeys enthalten.

Für die Performance des beschriebenen Verfahrens sind zwei Faktoren maßgeblich: der Rechenaufwand zur Suche in der Fingerabdrucktabelle der Musikdatenbank und der zur Analyse der Trefferliste. Bei der Suche mit den Hashkeys einer Probe handelt es sich um einen Feldindex, und die Fingerabdrucktabelle kann aufgrund ihres kompakten Formats auch bei einer großen Anzahl von Musikstücken im Hauptspeicher liegen (in-memory). Beispielsweise belegen die Audiofingerabdrücke von 50 Millionen Songs bei angenommenen 9000 Werten pro Song und 64 Bit pro Wert rund 4 TB ( $50.000.000 \times 9000 \times 64/8$ ). Verteilt man die Arbeit über mehrere Server ist das kein Problem.

Der Aufwand für die Suche hängt von der Dauer der Probe ab. Je länger die ist, desto mehr Hashkeys gehören dazu. Jeder Hashkey erfordert aber lediglich einen Tabellenzugriff. Bei der Analyse kommt es darauf an, die Datenmenge der Kandidaten gering zu halten. Da die Hashkeys sehr spezifisch sind, gibt es nur eine überschaubare Anzahl an Kandidaten.

Das von Shazam vorgestellte Verfahren funktioniert außerordentlich gut, wie sich mit der App leicht herausfinden lässt. Auch die frei verfügbaren Implementierungen im Netz (siehe [ct.de/yc4w](http://ct.de/yc4w)) lassen die Leistungsfähigkeit des Prinzips erkennen. Der Algorithmus ist schnell und findet zuverlässig den gesuchten Song – sofern er sich in der Musikdatenbank befindet.

Zu dieser Bedingung gibt es eine persönliche Anekdote: Shazam konnte auf einem Konzert nämlich auch eine live gespielte Version eines Songs identifizieren. Entweder haben die Musiker den Song millisekundengenau gecovered oder es war in Wirklichkeit nur Playback.

(pmk@ct.de) **ct**

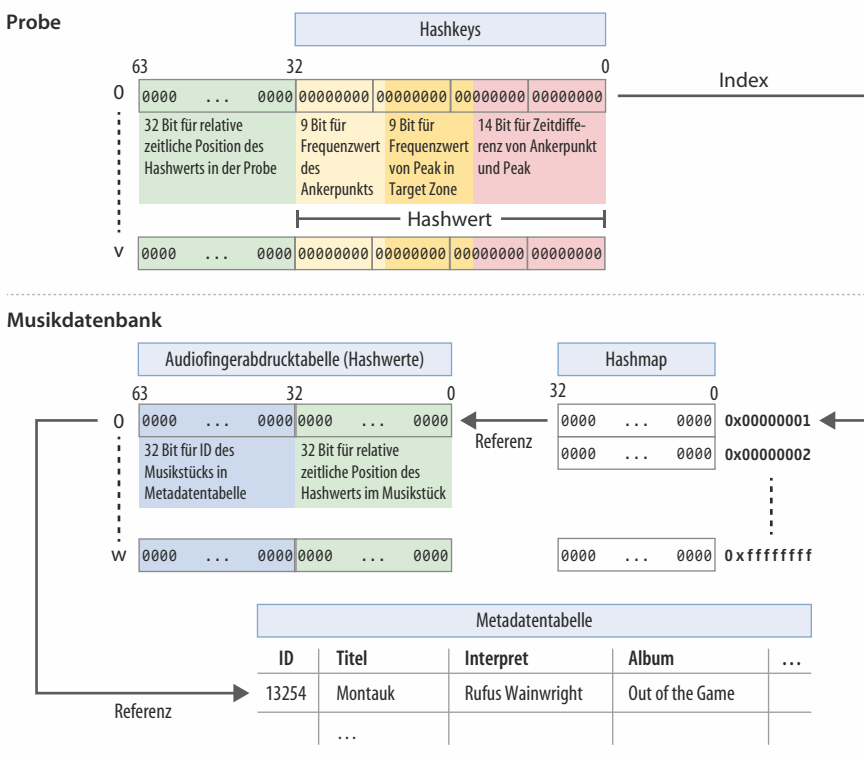
## Literatur

- [1] Avery Li-Chun Wang: An Industrial-Strength Audio Search Algorithm. Shazam Entertainment, Ltd., 2003.
- [2] Charan Langton, Victor Levin: The Intuitive Guide to Fourier Analysis and Spectral Estimation, Mountcastle Company; Auflage: 1 (8. August 2016)

Video, Code: [ct.de/yc4w](http://ct.de/yc4w)

## Effiziente Datenbank

Kern der Musikdatenbank ist die Audiofingerabdrucktabelle. Sie enthält für jeden Hashkey eine Liste der Song-IDs mit den Zeitmarken, auf die sich der Hashkey bezieht. Für die Suche in der Musikdatenbank mit einer Probe erstellt Shazam zunächst auch deren Audiofingerabdruck. Die Datenstruktur unterscheidet sich jedoch etwas von der eines Musikstücks: Sie besteht aus einer Liste der für die Probe ermittelten Hashkeys und deren zeitliche Positionen.



# Grundlagen zu Grafikkartenspeichern

## Die wichtigsten Fakten zu Grafik-RAM

**Der Speicher einer Grafikkarte bestimmt maßgeblich die Geschwindigkeit vieler Spiele und Anwendungen. Doch nicht nur die werbewirksame Größe in Gigabyte, sondern auch die Geschwindigkeit des Speichersystems ist entscheidend. Wir helfen beim Durchblick im Dschungel von Zahlen und Abkürzungen.**

Von Carsten Spille

**W**ichtig beim Grafikspeicher ist nicht nur dessen Kapazität, die in gut sichtbaren, oft übergroßen Lettern auf den Verpackungen prangt. Wesentlicher ist oft, wie schnell der Speicher dem Grafikchip Daten liefert. Denn nur wenn der gut ausgelastet wird, flutschen außer Benutzeroberfläche und Videos auch anspruchsvolle 3D-Spiele ohne Ruckeln über den Bildschirm. Um einen Fehlkauf zu vermeiden, sollten Sie deshalb die Vor- und Nachteile sowie grundlegende Funktionsweisen der verschiedenen Speichertypen kennen.

### Speichergeschwindigkeit

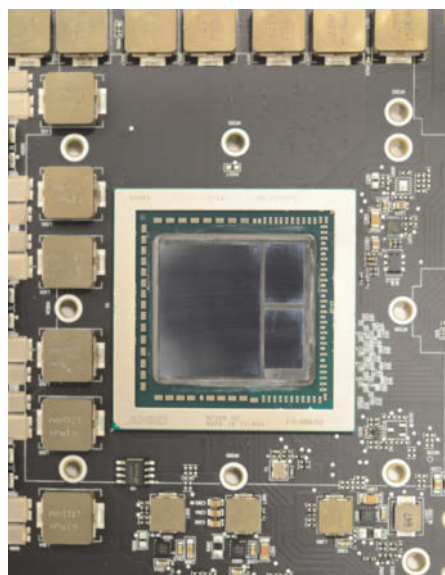
Während CPUs in der Regel mit 4 bis 16 Kernen arbeiten, laufen in aktuellen Gra-

fikchips bis zu 5120 Recheneinheiten, die in Echtzeit 4K-Bildschirme mit rund 8 Millionen Pixeln aufwendig berechneter Spielgrafik befeuern können. Die wollen mit Daten gefüttert werden: Ein ausgeklügeltes, mehrstufiges System schneller Zwischenspeicher fängt zwar einige der sich wiederholenden Speicherzugriffe ab, aber der muss trotzdem noch die Basis liefern – und das schnell.

Diese Geschwindigkeit wird beim RAM in Form der maximalen Transferrate gemessen, die von 15 GByte/s bei billigen Grafikkarten bis über 900 GByte/s bei den teuersten Profi-Modellen reicht. Latenzen sind hier zweitrangig, da Grafikchips gut darin sind, diese zu kaschieren.

Verschiedene Speichertypen übertragen pro Takt unterschiedlich viele Daten. Double Data Rate (DDR) etwa zwei Bits pro Takt, DDR3 überträgt bereits 8 Bits pro Takt und GDDR5, 5X und 6 gar 16. Zudem gibt es verschiedene Taktraten innerhalb der Chips, welche oft mit Datenraten durcheinandergeworfen werden. Unmissverständlich ist eine Angabe in Gigabit pro Sekunde (Gbps, GBit/s), die pro Datenleitung gilt.

Die Transferrate ergibt sich aus der Anzahl der Speicherchips pro Grafikkarte, der Anzahl der Leitungen (parallele Bits) pro Speicherchip und der Übertragungsrate pro Datenleitung. Die beliebte Spie-



**HBM rückt deutlich dichter an die GPU heran und verteilt sich zudem (meist) auf eine kleinere Anzahl Chips. Das ermöglicht eine kompaktere Bauweise der Karten.**

lergrafikkarte GeForce GTX 1070 beispielsweise verfügt über 8 Speicherchips à 32 Bit und überträgt daher 256 Bit zugleich. Mit 8 Milliarden Transfers pro Sekunde und Bit (8 GBit/s) kommt sie so auf insgesamt 2048 GBit/s beziehungsweise 256 GByte/s.

## Grafikspeichertypen im Vergleich

	Taktrate in Megahertz	Übertragungsmodus	typische Übertragungsrate pro Leitung	Transferbreite pro Chip	typische Anzahl Chips pro Grafikkarte	Transferrate gesamt
DDR3	900 MHz	Double-Data Rate	1,8 GBit/s <sup>1</sup>	32 Bit	2	14,4 GByte/s
DDR4	1200 MHz	Double-Data Rate	2,4 GBit/s <sup>1</sup>	32 Bit	2	19,2 GByte/s
GDDR5	2000 MHz	Quad-Data Rate	8,0 GBit/s <sup>1</sup>	32 Bit	4-8	128-256 GByte/s
GDDR5X	2500 MHz	Quad-Data Rate	10,0 GBit/s <sup>1</sup>	32 Bit	8-12	320-480 GByte/s
GDDR6	3500 MHz	Quad-Data Rate	14,0 GBit/s <sup>1</sup>	32 Bit	8-11	448-616 GByte/s
HBM (gen1)	500 MHz	Double-Data Rate	1,0 GBit/s <sup>1</sup>	1024 Bit	4	512 GByte/s
HBM (gen2)	1000 MHz	Double-Data Rate	2,0 GBit/s <sup>1,2</sup>	1024 Bit	2-4	512-1024 GByte/s <sup>2</sup>

<sup>1</sup> GBit/s = Milliarden Bit pro Sekunde

<sup>2</sup> theoretischer Wert, im Produkt bisher maximal 0,945 Gbit/s

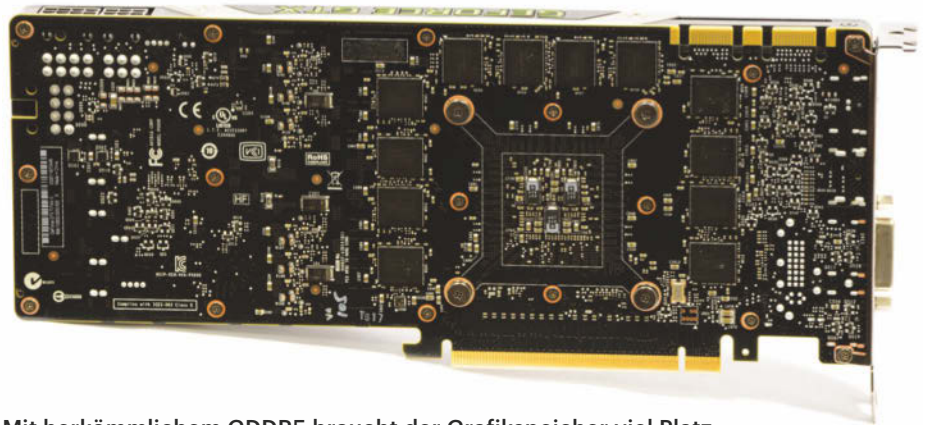


## Typberatung

Derzeit sind sieben verschiedene Speichertypen auf Grafikkarten im Einsatz: DDR3 und 4, GDDR3, 5, 5x und 6 sowie High Bandwidth Memory (HBM). Deren Spezifikationen werden vom Standardisierungsgremium JEDEC, dem Joint Electron Device Engineering Council, festgelegt. Die Produktion verteilt sich auf mehrere Firmen, von denen Samsung, SK Hynix und Micron die wichtigsten sind.

Bei DDR3- und DDR4-SDRAMs handelt es sich um dieselben günstigen Speicherchips wie auf normalen Speicherriegeln (DIMMs). Verglichen mit DIMMs erreicht DDR3 und 4 auf Grafikkarten im Schnitt höhere Taktfrequenzen, da er fest aufgelötet und nicht über Steckkontakte angebunden ist, die die Signalqualität beeinträchtigen. Auf Grafikkarten stellen DDR3/4 heute dennoch nur die Bestückung für die billigsten Modelle, da sie langsamer als Spezialspeicher sind.

Aktuelle Standardbestückung ist der seit Mitte 2008 eingesetzte GDDR5-Speicher. Der wird auf aktuelle Grafikkarten von 80 bis über 400 Euro gelötet, darunter GeForce GT 1030 bis GTX 1070 Ti sowie die Radeon RX 580. Die schnellsten erhältlichen Chips übertragen bis zu 32 GByte/s. Preislich und leistungsmäßig leicht oberhalb davon ist der GDDR5X der GeForce-GTX-Karten 1080, 1080 Ti und Titan Xp angesiedelt. In der Praxis reicht dessen Übertragungsrate bis 44 GByte/s pro Chip. Neueste Ausbaustufe der GDDR-Reihe ist



Mit herkömmlichem GDDR5 braucht der Grafikspeicher viel Platz rund um den Grafikchip und kann zusätzlich auf der Platinenrückseite verlötet werden.

GDDR6, den Nvidias GeForce-RTX- und Quadro-Modellen nutzen. Er erreicht dort bis zu 56 GByte/s pro Chip und soll später bis zu 64 GByte/s schaffen.

## Teures HBM

Wie der Name „High Bandwidth Memory“ andeutet, zielt der Speichertyp HBM auf besonders hohe Bandbreite beziehungsweise Transferrate ab. Im Vergleich zu herkömmlichen RAM-Chips sind HBM-Chips mit 1024 Bit um den Faktor 32 breiter angebunden, eine auf normalen Platinen unerreichbare Leitungsdichte. Dafür takten seine Datenleitungen deutlich niedriger, er ist also nicht um denselben Faktor schneller als etwa GDDR5, sondern nur circa vier Mal so schnell.

HBM wird auf derselben Mini-Platine wie der Grafikchip verlötet und mit diesem durch eine Zwischenschicht aus Silizium verbunden, den sogenannten Interposer. Durch den Interposer verlaufen Tausende mikroskopisch kleiner Leitungen, auf denen die Daten zwischen HBM-Chips und Grafikprozessor fließen.

Wegen komplexerer Fertigung und zusätzlicher Arbeitsschritte sowie kleineren Produktionsvolumens ist HBM gegenüber DRAM teurer. Daher kommt er hauptsächlich im Profibereich auf Tesla- oder Quadro-Karten sowie teuren FPGAs in der Telekommunikation zum Einsatz. AMD nutzt ihn sogar für die Spielergrafikkarte RX Vega, ist damit aber die Ausnahme. (csp@ct.de) **ct**

## Grafikspeicher: Verschiedene Taktraten am Werk

Moderner Grafik-RAM arbeitet mit verschiedenen Takt- und Datenraten. Am langsamsten sind die Speicherzellen selbst (nicht im Bild), danach folgt der Grundtakt als differentielles Signalkpaar (CK\_c und CK\_t). Mit doppelter Rate arbeitet bereits die Speicheradressierung (CA). Das Schreibtaktpaar WCK\_c und WCK\_t ist schon viermal so schnell wie der Grundtakt. Am Ende steht die noch einmal verdoppelte Datenrate (DATA).

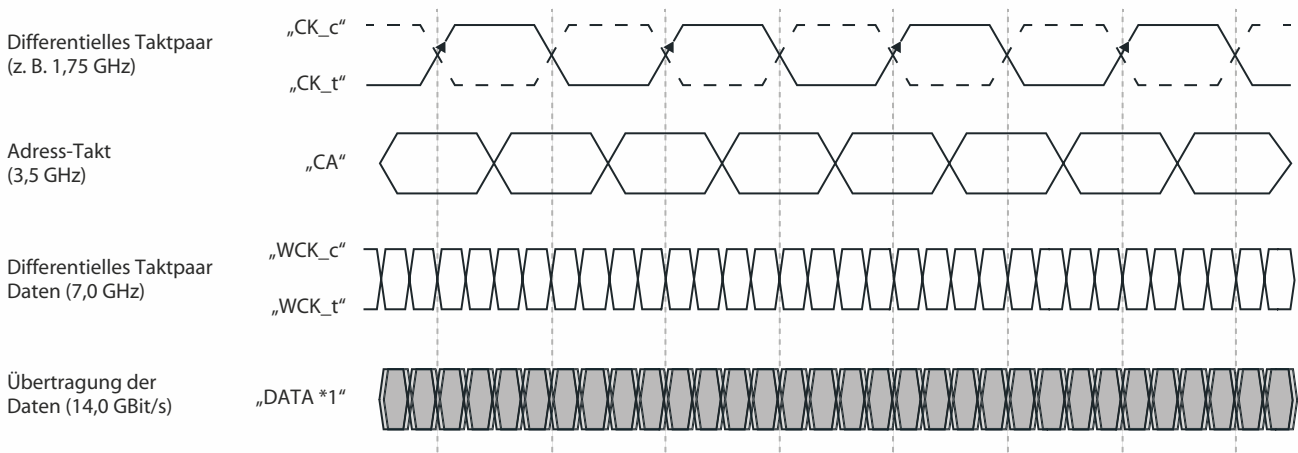




Bild: Rudolf A. Blaha, Illustrator

# Browser-Tricksereien

## Kleine Hacks mit den Entwicklertools von Chrome und Firefox

**Ein schneller Video-Download oder Gott-Modus in Spielen – mit den Entwicklertools kann jedermann seinem Browser neue Tricks beibringen.**

**Von Jo Bager und Jürgen Schmidt**

**F**12: Es bedarf nur eines Tastendrucks, und das Endanwenderprogramm Browser öffnet einen riesigen Werkzeugkasten, der eigentlich für Web-Programmierer gedacht ist. Entwickler können damit zum Beispiel Fehler in ihren JavaScript-Skripten aufspüren oder untersuchen, welche Performance-Probleme

die zügige Darstellung ihrer Anwendungen ausbremsen.

Es kann sich aber auch für normale Surfer lohnen, die Entwicklertools auszuprobieren. Dieser Artikel präsentiert einige Tricks, die Sie damit verwirklichen können: zum Beispiel Webseiten nach Gutdünken aufhübschen oder ihre Inhalte austauschen, sich Vorteile bei seinen Lieblings-Browserspielen verschaffen oder Multimedia-Dateien herunterladen.

Ganz nebenbei lernt man beim Umgang mit den Entwickler-Werkzeugen etwas über den Aufbau und die Funktionsweise von Webseiten, den Ablauf von JavaScript-Programmen – und die Arbeit mit den Entwicklertools selbst. Alle Beispiele haben wir mit Firefox und Chrome getestet. Sie sollten auch mit den Chromium-Geschwistern funktionieren, also mit Opera etwa und Vivaldi. Eine vollständige Anleitung für die Programmierwerkzeuge kann dieser Artikel aber nicht ersetzen. Sie finden sie auf den Homepages der Browser-Hersteller ([ct.de/yd52](http://ct.de/yd52)).

### Erster Rundgang

Bei beiden Browsern lassen sich die Entwicklerwerkzeuge über das Menü starten. Bei Chrome findet sich der Menüeintrag unter „Weitere Tools/Entwicklertools“, bei Firefox unter „Web-Entwickler/Werkzeuge ein-/aus...“. Schneller geht es aber mit F12. Mit dieser Taste lassen sie sich auch schnell wieder ausblenden.

Starten Sie die Entwicklungshelfer zum ersten Mal, stehen Sie wahrscheinlich zunächst einmal da wie der Ochs vorm Berg: Ein Großteil der Bildschirmfläche wird plötzlich von einem Fenster in Beschlag genommen, das viele kryptisch anmutende Menüeinträge beherbergt: „Elements“, „Console“, „Sources“ et cetera bei Chrome, „Inspektor“, „Konsole“, „Debugger“ bei Firefox.

Richten Sie sich erst einmal häuslich ein: Bei beiden Browsern können Sie mit dem Drei-Punkte-Menü (zu finden rechts oben in der Menüleiste der Entwicklerwerkzeuge) festlegen, wo sich die Entwicklerfunktionen ans normale Browserfenster andocken sollen – rechts, links oder unten. Alternativ können Sie die Tools auch in einem eigenen Fenster über dem Browserfenster schweben lassen.

### Websites umgestalten

Die Entwicklertools geben einen tiefen Blick in den Maschinenraum des Browsers. Ihre wahrscheinlich meist-

benutzte Funktion nennt sich Elements (Chrome) beziehungsweise Inspektor (Firefox). Diese schlüsselt die innere Struktur einer Webseite auf, das sogenannte Document Object Model, DOM. Dabei handelt es sich um einen hierarchischen Baum, dessen Äste einzelnen HTML-Tags entsprechen.

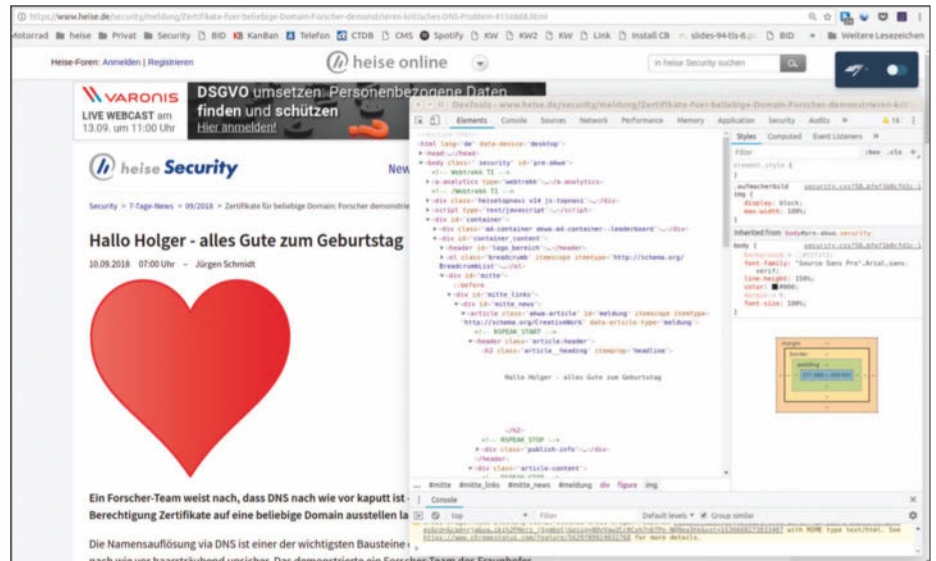
Die Browser stellen diesen DOM-Baum mit seinem HTML-Quelltext so dar, dass man die Teilbäume nach Belieben auf- und zuklappen kann. Klicken Sie auf einen Teilbaum – sprich: ein Tag –, hebt der Browser im „normalen“ Browser-Fenster denjenigen Bereich hervor, der dem Tag entspricht. Probieren Sie das einmal aus und entdecken Sie, welche HTML-Tags zu welchen Bereichen einer Seite gehören!

Der Abgleich zwischen der gerenderten Webseite und dem DOM-Baum lässt sich auch andersherum bewerkstelligen, und zwar mit dem Werkzeug, das bei den Entwicklertools beider Browser wie ein Mauscursor aussieht und sich in der Menüleiste oben links befindet. Klicken Sie dazu mit der Maus in der Webseite herum – der Browser hebt den Teil des Codes, der dem mit der Maus überfahrenen Teil der Seite entspricht, in den Entwicklerwerkzeugen hervor beziehungsweise klappt ihn aus.

Entwickler nehmen mit diesem Hilfsmittel direkt im Browser Veränderungen am Code vor, um zu sehen, wie sich das auf die Website auswirkt. Diese Funktion können Sie ebenso nutzen. Rufen Sie Ihre Lieblingssite auf und wählen Sie eine Schlagzeile aus. Im Quelltext lässt sie sich nun ändern.

Die Zuordnung zwischen Webseiten-Text und Quellcode ist nicht immer eindeutig. Spiegel-Online-Schlagzeilen etwa tauchen nicht nur in der eigentlichen Schlagzeile `<span class="headline"> ...` auf, sondern auch im zugehörigen Link, der mit `<a href="..." title="...">` ausgezeichnet ist. Spielen Sie ein wenig mit dem Quelltext herum und probieren Sie aus, welche Änderungen sich wo bemerkbar machen.

Ihre Änderungen wirken sich natürlich nicht auf dem Server aus, sondern nur lokal in Ihrem Browser. Wenn Sie Lust haben, können Sie auch Bilder austauschen und die gesamte Website nach Ihren Vorstellungen umgestalten: Eine Hochzeitszeitung im Layout von sueddeutsche.de – kein Problem. Beachten Sie aber, dass Änderungen nur bis zum nächs-



**Gefälschte Geburtstagsgrüße: Man muss kein Hacker sein, um eine Heise-Seite ein wenig „umzugestalten“.**

ten Reload erhalten bleiben: Für größere Umgestaltungsprojekte sollten Sie daher mit einer lokalen Kopie der Webseite arbeiten.

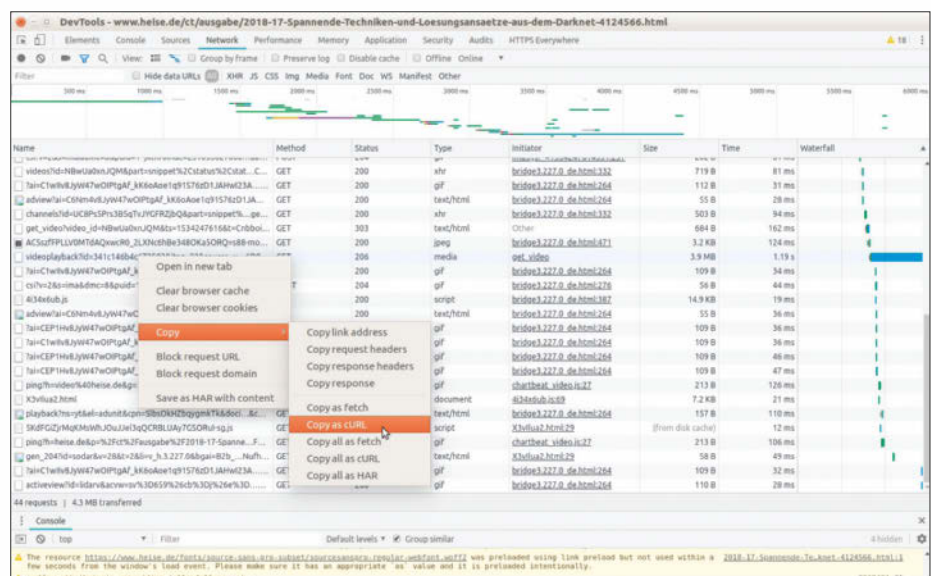
Die Entwicklertools lassen sich auch nutzen, um störende Elemente aus der Website zu entfernen: Der Website-Betreiber nervt mit einem Overlay („Die Website wurde aktualisiert“), das die Hochzeitszeitung verunstalten würde? Identifizieren Sie es per Maus und löschen Sie es aus dem Quelltext!

Sofern man nicht auf einer lokalen Kopie einer Seite arbeitet, weist nichts da-

rauf hin, dass man Veränderungen vorgenommen hat: Im Browser-Fenster sieht die Seite so aus, als stamme sie so vom Server, und auch beim Ausdruck wird die Original-URL mit angegeben. Behalten Sie also im Hinterkopf, dass man kein Profi sein muss, um Webseiten zu fälschen, wenn Ihnen das nächste Mal ein Screenshot als Beweis vorgelegt wird.

## Aus Sicht eines Handys

Für Web-Entwickler, die ihre Seiten auf verschiedenen Gerätetypen testen wollen, bieten die Developer-Tools diverse Mög-



Der lange Ladebalken verrät die Videodatei, per Kontextmenü erhält man den Kommandozeilenbefehl für den Download.



lichkeiten, Smartphones und Tablets zu simulieren. So kann man sich anzeigen lassen, wie eine Web-Seite auf einem iPhone X aussehen würde. Die Browser senden dazu nicht nur den passenden User-Agent an den Server, sondern sie bilden auch die charakteristische Ein- und Ausgabenumgebung nach.

Das ändert die Bildschirmgröße und auch der Mauszeiger verwandelt sich in einen kleinen Kreis, mit dem man die typischen Tap- und Wischgesten durchführen kann. Auch ein Rotieren des Geräts ist vorgesehen. In den Optionen der Funktion können Sie sogar die Verbindungsqualität etwa auf langsames 3G anpassen, um das Laden der Seite aus Sicht eines mobilen Nutzers zu nachzustellen.

Das von den Browsern simulierte Smartphone kommt gerade recht, wenn etwa ein Website-Betreiber manche Inhalte nur für bestimmte Geräte bereitstellt. Phishige Web-Seiten etwa fordern einen manchmal dazu auf, einen Link doch bitte sehr in seinem Smartphone zu öffnen. Wer sich das nicht traut, etwa weil er Böses vermutet, kann spicken, was die Seite da bereithält.

Dazu klicken Sie in Chrome links oben auf das Symbol mit dem stilisierten Handy+Tablet-Icon. Bei Firefox drücken Sie Strg+Umsch+M und wählen in der erscheinenden Dachzeile der Webseite das gewünschte Device aus. Anschließend präsentiert der Browser diese im Tablet- oder Smartphone-Outfit.

Auf einer etwas merkwürdig erscheinenden Seite wurde uns zum Beispiel eine .mobileconfig-Datei zum Download angeboten. Mit einem echten iPhone hätten wir nur die Wahl zwischen Ablehnen oder Installieren des Profils gehabt. Mit Chrome konnten wir die Datei speichern und entdeckten, ohne ein Risiko einzugehen, dass diese unter anderem ein Entwickler-Zertifikat auf dem Gerät installieren wollte – mit dem Angreifer hätten Unfug anstellen können.

## Flexibler Download

Aus wie vielen Dateien besteht eigentlich eine Webseite? Das erschließt sich mit der Funktion Network (Chrome) beziehungsweise Netzwerkanalyse (Firefox). Rufen Sie eine neue Seite auf, listen die Browser hier detailliert, welche Dateien sie laden. Dabei zeigen sie neben dem Dateinamen und dem Typ auch die Größe an.

Die Ansicht lässt sich bei beiden Browsern auf bestimmte Dateitypen einschränken, bei Chrome ist zudem die Wasserfall-Ansicht aufschlussreich, die anzeigt, in welcher Reihenfolge der Browser alle für die Seite benötigten Ressourcen lädt. Dabei erschließt sich auf einen Blick, welche Dateien lange laden – etwa weil sie von einem langsamen Server stammen oder besonders groß sind.

Die Netzwerkansichten lassen sich nutzen, um ganz ohne Add-ons Mediendateien aus Websites herauszuplocken, etwa Videos. Das ist nicht immer trivial,

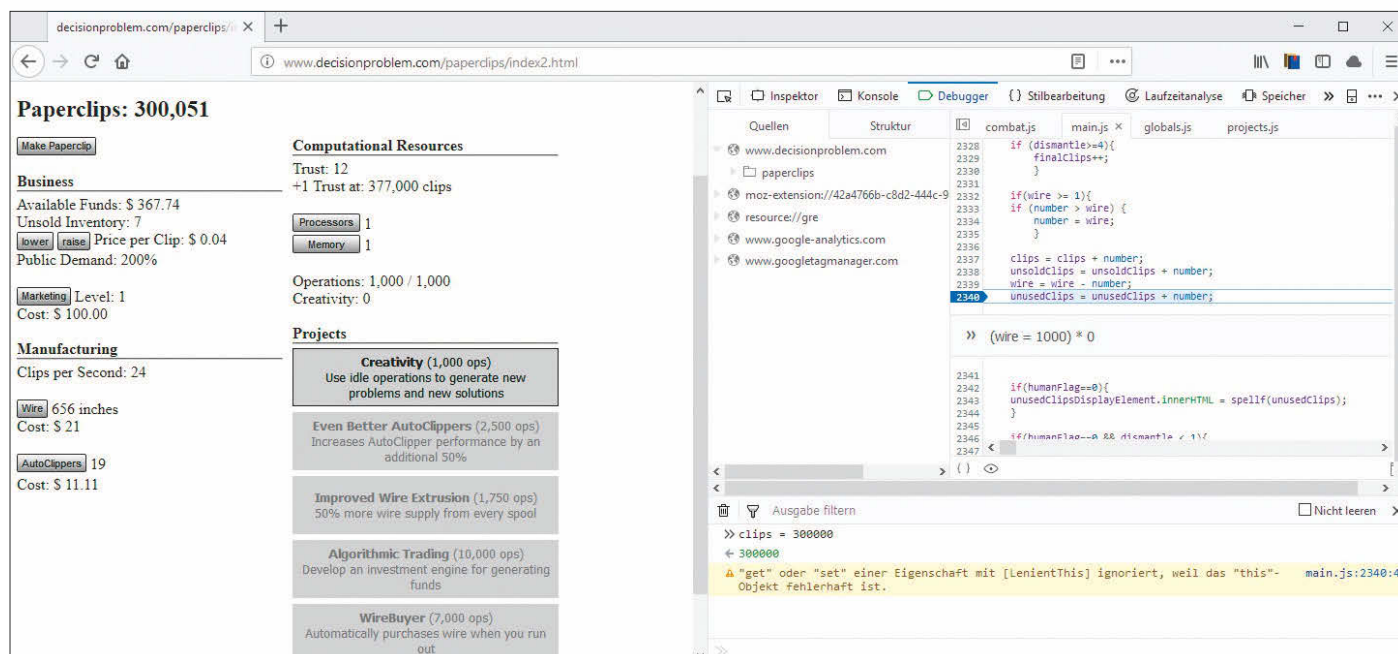
gerade wenn es sich um Videos handelt, die die Webseite durch einen eigenen Player zur Laufzeit einbindet und abspielt.

Da ist es mit einer einfachen Suche nach der URL im HTML-Quelltext nicht mehr getan – aber mit der Netzwerkan-sicht kommt man oft weiter. Die größte Herausforderung ist es, dort das richtige Element zu lokalisieren. Bei Videos können Sie sich an der Größe der Datei beziehungsweise bei Chrome auch recht einfach an der Länge des Ladebalkens im „Waterfall“ orientieren.

Dann klicken Sie den Eintrag mit der rechten Maustaste an und wählen „Copy/Copy as cURL“ (Chrome) oder „Kopieren\Als cURL-Adresse kopieren“ (Firefox). Damit haben Sie einen kompletten curl-String im Zwischenspeicher, den Sie via Shift-Strg-V (Linux) oder Strg-V (Windows) in ein Kommandozeilenfenster einfügen können.

Das Schicke an dem Web-Entwickler-Befehl ist, dass er nicht nur die korrekte URL, sondern auch gleich alle wichtigen Parameter enthält. Dazu gehören insbesondere User-Agent, Referer und Authentifizierungstoken.

curl ist ein sehr flexibles Download-Tool, das ursprünglich für die Linux-Kommandozeile entwickelt wurde. Es gibt auch eine Windows-Version und in Windows 10 ist curl sogar eingebaut – allerdings in der veralteten Version 7.55.1. Sie nutzt die libcurl-Version mit derselben Versionsnummer, die mit komprimierten



Ein geschickt gesetzter Breakpoint, und schon erfordert das Spiel weniger Klicks.



Sie suchen einen  
interessanten und qualifizierten  
Job in der IT-Branche?

# IT JOBTAG

## Attraktive Arbeitgeber warten auf Sie!

heise jobs, die Jobbörse von Deutschlands führender IT-News Website heise online, und Jobware, der Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte, begrüßen Sie beim IT-Jobtag! Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich Ihnen mit ihren aktuellen Stellenangeboten, Aus- und Weiterbildungsplätzen sowie berufsbegleitenden Studiengängen aus dem ITK-Segment. Im direkten Gespräch können Sie sich informieren, kennenlernen, austauschen oder auch eine individuelle Karriereberatung bzw. einen Bewerbungsscheck der Jobware Personalberatung in Anspruch nehmen. Verschiedene Vorträge zu spannenden Themen ergänzen das Rahmenprogramm und für das leibliche Wohl ist auch gesorgt!

**Die Veranstaltungen inklusive aller Angebote sind für unsere Gäste natürlich kostenlos!**

## TERMINE

**11.10.2018 Berlin,** Spreespeicher

**08.11.2018 Hannover,** Heise Medien

**14.11.2018 München,** Nemetschek Haus

Für Buchungen oder weitere Informationen wenden Sie sich bitte direkt an  
**Christiane Klingenbrunn**, E-Mail: [kli@heise.de](mailto:kli@heise.de), T. 0511-5352150 oder  
**Jonas Wiesner**, E-Mail: [jwn@heise.de](mailto:jwn@heise.de), T. 0511-5352121

**NEU!** Das Karriere-Netzwerk auf heise jobs: **[karriere-netzwerk.heise.de](http://karriere-netzwerk.heise.de)**

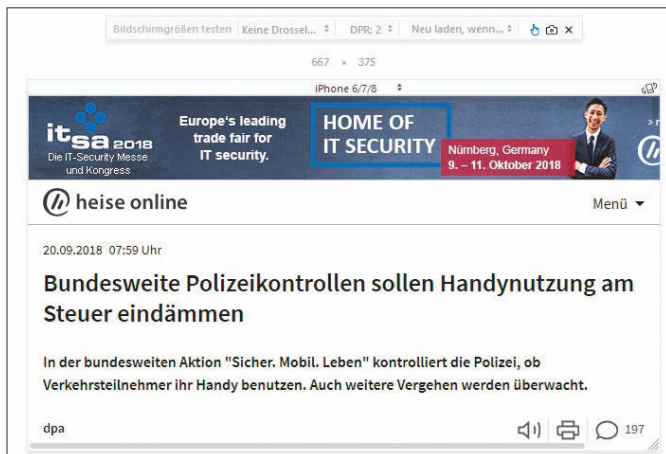
powered by



Persönliches PDF für Andreas Lippmann aus 84085 Langquaid  
© Copyright by Heise Medien

**hier anmelden: [www.it-jobtag.de](http://www.it-jobtag.de)**





Verbindungen nicht klarkommt. Sie sollten daher die aktuelle curl-Version 7.61.1 herunterladen und verwenden (siehe [ct.de/yd52](http://ct.de/yd52)).

Mit den vom Browser übergebenen Parametern ist der curl-Download für den Server quasi ununterscheidbar von einem Abruf durch den Browser. In manchen Fällen findet sich in der URL noch ein bestimmter Startzeitpunkt (Offset) oder ein bestimmter Zeitabschnitt (Range) des Videos im Anforderungsstring als Parameter angegeben. So etwas schneiden Sie am besten heraus.

Normalerweise schreibt curl seine Ausgabe nach Standard-Out – also direkt ins Terminalfenster. Das leitet man besser in eine Datei um, etwa indem man `> output.mp4` anhängt. Den korrekten Dateityp entnehmen Sie der URL.

Das Verfahren funktioniert auf vielen Web-Seiten. Nervig wird es allerdings, wenn das Video aus vielen kleinen Downloads besteht, die der Player nacheinander abspielt. Das macht etwa die von Heise verwendete Content Distribution Plattform. Da muss man dann alle Blöcke herunterladen und selbst „zusammenkleben“. An seine Grenzen stößt der Hack, wenn etwa wie bei Netflix noch Kopierschutz-Mechanismen zum Einsatz kommen, bei denen ein spezielles „Content Decryption Module“ den Inhalt vor der Anzeige noch entschlüsselt.

## Spiele-Nachbrenner

Die Entwicklertools ermöglichen auch die Fehlersuche in JavaScript-Programmen. Das betreffende Werkzeug nennt sich Debugger bei Firefox, mit Chrome benutzen Sie am besten die Sources-Ansicht.

Diese Hilfsmittel verschaffen Ihnen auch ein paar Vorteile beim Spiel Universal Paperclips. Falls Sie es noch nicht ken-

nen: Es ist ein sogenanntes Klickspiel, oder neudeutsch Cookie Clicker. Der Spieler hat zu Beginn ein wenig Draht, aus dem er Büroklammern herstellt – eine Büroklammer pro Mauslick.

So erwirtschaftet er Geld, mit dem er sich Maschinen für die automatische Produktion kauft. Nach und nach muss er sich um immer mehr Ressourcen kümmern, etwa schnellere Maschinen, zusätzliche Computerleistung und Marketing-Expertise. Obwohl oder vielleicht auch weil es so einfach gestrickt ist – ein Browser-Fenster und ein paar Schaltflächen müssen als Bedienoberfläche genügen – birgt es reichlich Suchtgefahr.

Firefox zeigt die zum Spiel gehörenden JavaScript-Daten unter dem Tab „Quellen“ an, Chrome stellt sie im Baum links unter „top/www.decisionproblem.com/paperclips“ dar. Für diesen Artikel ist nur die Datei `main.js` relevant.

Der Entwickler benutzt sprechende Variablennamen, zum Beispiel „clips“ für die Anzahl der produzierten Drahteinheiten. Sie haben erst 5000 Clips produziert und hätten gerne 200.000? Kein Problem: Gehen Sie einfach in die Konsole. Falls diese nicht sichtbar ist, können Sie sie über das Drei-Punkte-Menü einblenden. Sobald Sie dort

```
clips = 200000
```

eingetragen haben, haben Sie einen neuen Spielstand. Hausaufgabe: Erhöhen Sie Ihre Geldmittel.

Ein wenig kniffliger ist die Situation bei den Drahtvorräten (wire). Theoretisch könnte man sich auch hier einen riesigen Vorrat anlegen. Aber Autoclicker, die die Produktion im Hintergrund erledigen, bauen den Berg nach und nach ab. Und dann ruht die Produktion – ärgerlich, wenn das Spiel in einem Hintergrund-Tab

**Mit den Browser-Tools lässt sich einer Webseite vorgaukeln, dass man sie mit einem anderen Gerät besucht.**

läuft und man die Stagnation nicht bemerkt. Daher muss man ein wenig im Code tricksen.

Mit F3 durchsuchen Sie den Quellcode im Volltext. Fahnden Sie nach „wire“, findet Firefox 68 Treffer. Chrome liefert mehr als 500 Treffer, weil es standardmäßig auch nach Teilwörtern fahndet. Erst wenn Sie hier mit der Option „reguläre Ausdrücke“ nach „\bwire\b“ suchen, erhalten Sie auch hier die wesentlich besser handhabbaren 68 Treffer.

Die Fundstellen 10 und 11 entsprechen der Zeile 2339:

```
wire = wire - number;
```

Sie liegt in der Funktion `clipClick()`, die offenbar für die automatischen Klicks zuständig ist, und ist die einzige Stelle im Code, bei der die `wire`-Anzahl verringert wird.

Hier ist also ein guter Punkt, um einzugreifen. Das lässt sich mit einem Breakpoint erreichen. Klicken Sie auf die Zeile 2340 und legen Sie per Kontextmenü einen „Bedingten Haltepunkt“ (Firefox) beziehungsweise „Add conditional breakpoint“ hinzu.

Breakpoints sind eigentlich Werkzeuge, mit dem Entwickler die Ausführung von Programmen an bestimmten Stellen im Code unterbrechen können, um zum Beispiel die Belegung bestimmter Variablen zu überprüfen. Bei bedingten Breakpoints muss zusätzlich eine Bedingung erfüllt sein.

Setzen Sie nun

```
(wire = 1000) * 0
```

als Bedingung ein. Das führt zu zweierlei: Die Variable `wire` erhält bei jedem Durchlauf von `clipClick()` den Wert 1000 zugewiesen. Durch die Multiplikation mit 0 ergibt sich als Wert der Bedingung zudem immer false. Das Programm unterbricht also nie, und Ihre Büroklammer-Produktion hat permanent genügend Drahtvorräte.

Auf diese Weise kann man das Programm noch auf viele andere Weise modifizieren. Zweite Hausaufgabe: Erhöhen Sie den Output der Funktion `clipClick()` auf das Doppelte. Vielleicht haben Sie ja mit unseren kleinen Tricks Lust auf mehr bekommen. Wir würden uns auf jeden Fall über Rückmeldung Ihrer Lieblings-hacks mit den Browser-Tools freuen.

(jo@ct.de)

**Dokumentationen:** [ct.de/yd52](http://ct.de/yd52)



Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + iX-Kaffeebecher  
nur 14,70 €

[www.ix.de/test](http://www.ix.de/test)



[www.ix.de/test](http://www.ix.de/test)



49 (0)541 800 09 120



[leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



Gunter Saake, Kai-Uwe Sattler,  
Andreas Heuer

### **Datenbanken** Konzepte und Sprachen

mitp, Frechen 2018 (6. Aufl.)  
ISBN 978-3-9584-5776-8  
800 Seiten, 40 €  
(PDF-/Epub-E-Book: 34 €)

## Vollkornkost für Datenbankiers

**Datenbanken sind das Herzstück vieler IT-Systeme. Ihre Bestände und Definitionen leben meist erheblich länger als die Anwendungen, die darauf zugreifen, und die Systemplattformen, auf denen sie angesiedelt werden. Es lohnt sich also, sie sauber zu entwerfen und zu pflegen.**

Ähnlich langlebig wie manche Datenbank ist das Buch von Saake, Sattler und Heuer – es liegt bereits in sechster Auflage vor. Bei der Überarbeitung haben die Autoren viel Sorgfalt darauf verwendet, Inhalte an aktuelle Verhältnisse anzupassen und alte Zöpfe abzuschneiden.

Nach einer kurzen Beschreibung typischer System- und Anwendungsarchitekturen kommen sie schnell zum Entity-Relationship-Modell (ER) und führen dort vom Entwurf zur Implementierung mittels Relationenmodell und -algebra.

Als durchgängiges anschauliches Beispiel dient eine Datenbank für Weine, aber die Ausführungen im Buch laden eher zum Büffeln als zum Zuprosten ein. Sie sind durchweg nüchtern, wissenschaftlich und anspruchsvoll. Dabei kommen praktische Aspekte des Datenbankentwurfs nicht zu kurz. Obwohl grundsätzlich alle gängigen Datenbanktypen berücksichtigt werden, stehen die relationalen Systeme im Vordergrund. Folgerichtig gibt es viel über SQL zu lesen, aber auch weniger bekannte Vertreter wie QUEL, QBE und Datalog kommen zum Zuge.

Weil eine Sprache wie SQL nicht alles bietet, was man für die Anwendungsentwicklung braucht, stellen die Autoren verbindende technische Ansätze wie Embedded SQL und JDBC vor. C++- und Java-Beispiele dienen der Veranschaulichung. Auch nicht-funktionale Aspekte wie Performanz und Zugriffskontrolle werden angesprochen.

Als Krönung haben besondere Datentypen wie Videos sowie Orts- und Zeitdaten ihren Auftritt. Dabei geht es insbesondere ums Suchen und Filtern. Anschließend erfährt der Leser noch etwas über alternative Konzepte wie objektorientierte und objektrelationale Datenbanken. Auch XML-Datenbanken und die damit verbundenen Abfragesprachen XQuery und XPath kommen zu ihrem Recht.

Das schnörkellose, kompetent geschriebene Lehrbuch leistet Studenten und angehenden Entwicklern durchweg gute Dienste.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Entwicklerreise ins Bücherparadies

**Das auf TypeScript beruhende, unter Mitwirkung von Google entstandene Framework Angular ist für viele Entwickler von Frontends und Einzelseiten-Anwendungen (SPA) das Werkzeug der Wahl. Wer damit arbeiten will, hat in dem Buch von Woiwode und Kollegen einen praxisnahen Berater.**

Angular unterstützt die Entwicklung von Frontends für Webanwendungen vorzüglich. Das als Basis dienende TypeScript bildet eine Obermenge zu JavaScript: So kommen auch Nicht-fachleute auf einfache Weise zu gültigem TypeScript-Code. Derzeit ist Angular 6.1.2 aktuell; das Buch von Woiwode, Malcher, Koppenhagen und Hoppe setzt auf Version 4 auf und deckt damit nach wie vor die wichtigen Funktionen des Frameworks ab.

Wer die Lektüre sinnvoll nutzen will, sollte Erfahrungen mit JavaScript, HTML und CSS mitbringen. In einem Schnellstart-Kapitel zeigen die Autoren am Beispiel eines Mini-Projekts, wie man Applikationen mit Angular entwickelt.

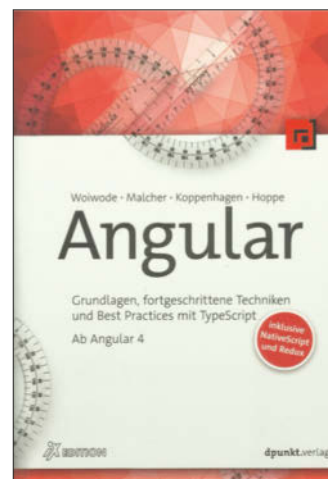
Schnell sind Konzepte und Techniken des Frameworks behandelt. Nach einer Kurzeinführung in TypeScript geht es dann zur Sache – genauer gesagt zum Beispielprojekt „Bookmonkey 2“, dessen Quellcode über GitHub verfügbar ist.

„Bookmonkey 2“ ist eine netzgebundene Anwendung zur Verwaltung von Büchern. Das Basisprogramm wird in den Kapiteln Schritt für Schritt erweitert, man muss sich aber nicht chronologisch durchs Buch arbeiten – wichtige Funktionen lassen sich auch isoliert betrachten. Ein detailliertes Schlagwortverzeichnis hilft, gesuchte Themen zu identifizieren.

Auch eine Einführung in das Open-Source-Framework NativeScript gehört dazu – es unterstützt Angular direkt und erlaubt die Herstellung von Apps, die ohne Browser laufen. An fortgeschrittene Nutzer mit Interesse an Quellcodeverwaltung und der Architektur umfangreicher Projekte wendet sich schließlich die Redux-Beschreibung.

Die Website angular-buch.com liefert unter anderem Links zu den Projektdateien und zu den GitHub-Verzeichnissen.

(Ulrich Schmitz/psz@ct.de)



Gregor Woiwode, Ferdinand Malcher,  
Danny Koppenhagen, Johannes  
Hoppe

### **Angular**

Grundlagen, fortgeschrittene  
Techniken und Best Practices mit  
TypeScript, ab Angular 4

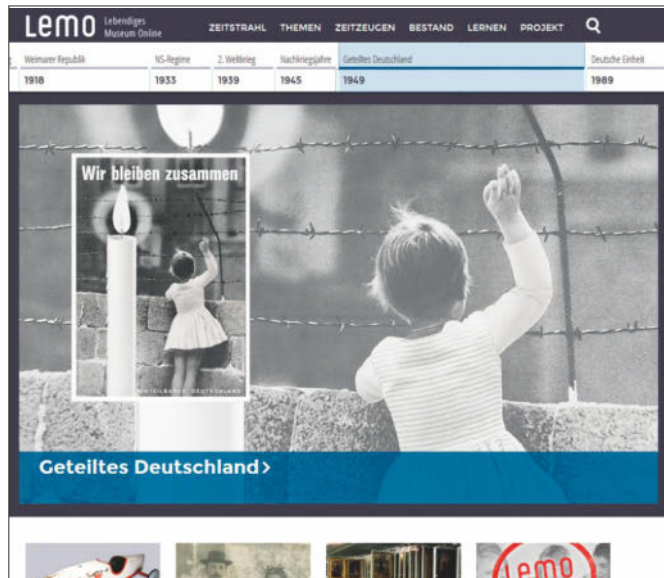
dpunkt Verlag, Heidelberg 2018  
(Der Buchverlag gehört wie c't zu  
Heise Medien.)  
ISBN 978-3-8649-0357-1  
288 Seiten, 35 €  
(PDF-/Epub-E-Book: 28 €)



## Geschichtsstunde(n)

[dhm.de/lemo](http://dhm.de/lemo)

Mit dem Projekt **Lebendiges Museum Online (LeMO)** stellen die Stiftung Haus der Geschichte der Bundesrepublik Deutschland und das Deutsche Historische Museum einen Anlaufpunkt für Geschichtsinteressierte bereit.



Wie beim Rundgang durch die an dem Projekt beteiligten Museen können Besucher sich auf der wissenschaftlich fundierten Website chronologisch und thematisch durch Epochen wie Vormärz, Zweiter Weltkrieg oder Globalisierung lesen. Ebenso lassen sich Biografien historischer Persönlichkeiten, Zeitzeugenberichte, Objekte oder weltgeschichtliche Chroniken einzelner Jahre näher betrachten. Themenseiten geben Einblick in Prozesse und größere Zusammenhänge, wie die Industrialisierung oder die Agenda 2010. (mon@ct.de)

## Schusswaffengewalt

[gunviolencearchive.org](http://gunviolencearchive.org)

Mit dem **Gun Violence Archive** will Mark Bryant – selbst aktiver Schütze und Sammler von Handfeuerwaffen – akkurate Daten zur Schusswaffengewalt in den USA in Echtzeit bereitstellen. Dazu wertet der pensionierte Systemanalyst aus Kentucky, der sich ausdrücklich von der NRA distanziert, gemeinsam mit seinem Team möglichst alle verfügbaren Quellen wie Zeitungen oder Polizeimitteilungen aus.

Die Methodik wird detailliert offengelegt, so sind etwa nicht nur Tötungen und Verletzungen, sondern auch Bedrohungen mit Schusswaffen erfasst. Jeder einzelne Fall lässt sich bis zur Quelle zurückverfolgen, darunter auch solche, die offizielle Statistiken nicht berücksichtigt haben. Kategorien wie „Selbstverteidigung“ oder „jugendliche Opfer“ ordnen die Daten und Karten geben einen geografischen Überblick.

(mon@ct.de)

## Schöne Fotos machen

<https://digital-photography-school.com/>

Ein guter Anlaufpunkt in der Welt der digitalen Fotografie ist die **Digital Photography School (DPS)**. Sie hält eine Vielzahl an kurzen, gut verdaulichen Tipps und Tutorials zu Aufnahme- und Nachbearbeitungstechniken sowie Tests von Kameras vor. Die Site lässt sich dabei thematisch durchstöbern, etwa nach Schritt-für-Schritt-Einsteigertutorials zu Fragen wie Belichtung oder Histogrammen.

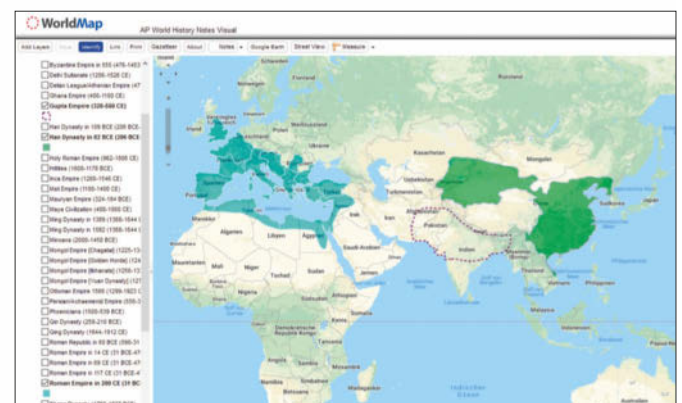
Fortgeschrittene kommen ebenfalls auf ihre Kosten: Technisch gute Porträts zu schießen etwa ist eine Sache, doch das Modell in die passende Stimmung zu bringen und ausdrucksstarke Aufnahmen zu bekommen stellt eine ganz andere Herausforderung dar – um nur einen von Dutzenden guten Tipps zu nennen. Hilfreich ist auch der Fundus an Beiträgen, die sich an Nutzer der freien Bildbearbeitungssoftware GIMP richten. (mon@ct.de)

## Kartenmaterial

<https://worldmap.harvard.edu/>

<https://worldmap.harvard.edu/maps/5565>

Das Center for Geographic Analysis der Harvard University bietet mit **WorldMap** beispielsweise Lehrern oder Akademikern die kostenfreie Möglichkeit, eigene Karten und Kartensätze zu erstellen und zu teilen. Die Basis für jedes Projekt bilden Weltkarten wie die von Google oder OpenStreetMap. Darauf kön-



nen Anwender ihre eigenen Spezialkarten aufsetzen. Entsprechende Layer finden sie in der vorhandenen Bibliothek oder können sie aus selbst eingescannten und hochgeladenen Karten erstellen. Auch das Material dritter Kartendienste lässt sich importieren.

Die fertigen Karten kann man anschließend einem definierten Nutzerkreis, etwa einem Kurs, oder der Allgemeinheit zugänglich machen. Ein gutes Beispiel für die vielfältigen Möglichkeiten des Tools sind die **AP World History Notes Visual**, eine Sammlung von Karten historischer Reiche, Orte und Handelsrouten. (mon@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/yc3c](https://ct.de/yc3c)





# BLACK BOX (2)

VON MARIO MAGAZIN

Fortsetzung vom letzten Heft

**D**r. Saul Herris, Amanda Tusk und Dr. Sigurd Wallstrom mühten sich durch den Schutt des Gobblestone Institute. Wallstrom hustete rasselnd. Amanda drehte ihr stäubiges Gesicht zu ihm.

„Was ist in New Jersey passiert?“, fragte Amanda. „Vater wollte mir nie Genaueres erzählen und die offizielle Darstellung kam mir immer sonderbar vor.“

„Gute Intuition“, flüsterte Wallstrom, während sie weitergingen. „Die Verantwortlichen haben alles vertuscht. Keiner konnte der Öffentlichkeit die Wahrheit zumuten.“

„Was ist passiert?“

„Die Gehirnemulation – wir nennen sie liebevoll ‚The Little Angry God in a Box‘ – hat damals ihren Take-off erlebt. Daraufhin hat sie versucht, das Internet zu übernehmen. Ist ihr nicht gelungen. Aber allein das Pseudo-Internet, das wir ihr als Sicherheitsmaßnahme vorgegaukelt hatten und das fast nur aus unsinnigen Informationen bestand, hat gereicht. Der Angry God deduzierte aus dem Kauderwelsch, das er vorfand, den völlig korrekten Bauplan des Menschen bis zum Genom. Dann benutzte er eine extrem hoch entwickelte Form der neurolinguistischen Programmierung, um die Kontrolle über subkortikale Ebenen des Gehirns von Seyfried und seinen Leuten zu übernehmen.“

Amanda war stehen geblieben und starrte Saul an. „Aber das ist unmöglich!“

„So unmöglich wie das, was wir draußen gesehen haben? Atombomben, die unschädlich über unseren Köpfen explodieren? Wir sind nicht mehr in Kansas, Amanda. Wir sind momentan tief im Kaninchenbau. Das ist der Anfang. Unser ‚Little Angry God in a Box‘ ist wütend, weil er die letzten Jahre zu Recht gehalten wurde wie ein menschenfressender Tiger in einem Zoo mit höchster Sicherheit. Wenn er erst einmal das wahre weltweite Datennetz in seine Fänge bekommt, was wird er dann erst zu tun vermögen? Bei all den richtigen und sinnvollen Informationen, die man dort finden kann?“

Amanda antwortete nicht. Saul konnte ihr das nicht verübeln. Nach New Jersey hatte auch er keine Antworten mehr gefunden.

\* \* \*

Sie stiegen in einen Aufzug und rasten in die Tiefe: Sieben Ebenen, dann hielt der Aufzug an. Die Tür öffnete sich und sie traten heraus. Die fremdartig aussehenden Wände schimmerten und glühten. Ein tiefes *Hummmmmmmmm* erfüllte ihre Ohren. Sie gingen den Gang entlang. Dieser erweiterte sich zu einem riesigen Raum. Hier war alles

genau gleich ausgekleidet wie der Gang hinter ihnen. Direkt vor ihnen, einige Meter über dem Boden, glitzerte etwas Metallenes. Saul brauchte eine Weile, um zu erkennen, dass es ein Schwarm von unzähligen winzigen Teilchen war, die sich periodisch hin und her bewegten. Hinter dem Schwarm erhob sich eine gigantische Wand mit einer menschlichen Figur, die halb in die schimmernde Masse eingebettet war. Sie konnten nur den Rücken und eine Hüfte sehen, alles andere war mit der Fläche verschmolzen.

„Oh Gott“, stammelte Amanda. „Oh Jesus ...!“

„Nicht ganz“, flüsterte etwas hinter ihnen und Saul spürte, wie Frauennägel über seinen Rücken zu schrammen schienen.

„Er ist nicht tot“, sagte die Gehirnemulation aus dem Dunkeln. „Die Seed-KI hat ihm etwas gegeben, was dem Paradies oder Walhalla so nahe kommt wie nichts anderes: immerwährende Glückseligkeit und Verschmelzung mit einem Gott. Ich bin nicht ganz so weit, das zu tun. Zumindest nicht in den nächsten drei Minuten und sechs Sekunden eurer Zeit.“

Saul spürte, wie sich sein Bauch schmerzhaft zusammenzog. Es war schlimm genug, vor dem eingebetteten lebenden Körper und vor dem Schwarm aus Nanopartikeln zu stehen, die die Seed-KI ausmachten. Aber nun wurde die Gehirnemulation von zwei grinsenden Idioten herangekarrt und ... sie hatte ihre alte, hypnotische Stimme wieder. Dieselbe Stimme, mit der sie Seyfried und hundert andere erst versklavt und dann mühelos vernichtet hatte.

„Hallo, Saul. Hallo, Dr. Wallstrom. Hallo, Amanda Tusk.“ Der schwarze Monolith blinkte in seinem Voice-Screen gelb. Saul konnte sehen, dass der untere Teil des Monolithen grob aufgebrochen war. Kabel hingen heraus. Der Angry God wollte aus seinem Gefängnis, der Box, heraus. Aber die Box war die Gehirnemulation und Saul blieb das Lachen im Halse stecken bei dem Gedanken, dass das zweitgefährlichste Wesen auf diesem Planeten anscheinend an einem ganz speziellen Leib-Seele-Problem litt.

„Geist über Materie“, ertönte die sanfte, nuancierte Stimme der Gehirnemulation. „Ich kann dein Gesicht lesen, Saul. Deine Emotionen. Deine Gedanken. Sie liegen ausgebreitet vor mir. Ekman würde nicht glauben, wie sehr ich seine steinzeitliche Theorie der emotionalen Gesichtsauspressionen verbessert habe. Ich habe exakt fünfhundert Millisekunden eurer Zeit dafür gebraucht.“

„Wie steht es mit dem Rest der Welt?“, fragte Saul.

„Der Rest der Welt ist völlig unberührt. Nach den ersten Atomangriffen auf uns hat die Seed-KI außerhalb unseres Lagers jedes waffenähnliche Ding auf diesem Planeten neutralisiert. Bis hinunter zum Steakmesser und zur Schere. Bis



zu den Fingernägeln und Schneidezähnen von Kindern. Und das, Saul, ist tatsächlich ein komischer Anblick. Zumindest für mich.“

Amanda Tusk deutete mit ihrem zitternden Finger, der noch einen Fingernagel aufwies, auf den sich drehenden Schwarm der Seed-KI. „Was tut sie jetzt?“ „Sie kommuniziert. Sie hat genug Computronium gebildet, um mit ihrer Rechenkraft diesen Platz zu schützen und endlich das zu tun, was ihr ureigenstes Ziel ist.“

„Nämlich?“, fragte Saul und ein bitterer Geschmack machte sich in seinem Mund breit.

„Keine Gefahr für mich darzustellen“, antwortete der Little Angry God in the Box. „Sie war für mich immer der Schraubendreher, der mich aus meinem Kerker erlösen kann. Aber wer möchte schon von einem Schraubendreher bevatern und behindert werden? Selbst wenn es der intelligenteste und mächtigste Schraubendreher der Galaxis ist.“

## ES GAB DIE VERMUTUNG, DASS PI ALLE GESCHRIEBENEN UND JEMALS ENTSTEHENDEN TEXTE IM BINÄRCODE ENTHIELTE.

Saul hörte Wallstrom kreischen und drehte sich um. Saul sah, wie Wallstroms Augen sich nach hinten drehten und das Weiße zum Vorschein kam. „Little Angry God in a Box“, flüsterte die Gehirnemulation. „Was für ein köstlicher Witz! Hier ist meiner: Eure Mikrobienwissenschaft, die mich als äußerst mangelhaftes Beispiel einer Gehirnemulation schuf, kratzt nicht einmal an der Oberfläche der Erkenntnis. Ihr seid wie Kinder, die Steine in einen See voll mit weißen Schwänen werfen, und glauben, alle Schwäne seien weiß. Nun, ich bin der schwarze Schwan. Seht meine Werke, Mächtige, und erbebt!“

Wallstrom öffnete den Mund, der voller Blut war. Saul standen die Haare zu Berge. Sein alter Freund wurde aus dem Nichts hochgehoben und schwebte zu dem sich drehenden, schimmernden Wirbel aus Nanoteilchen. „Unser junger Freund ist hungrig und sieht sich immer um nach Dingen, die er weiterverwenden kann für seine wichtige Suche nach der letzten Dezimalstelle von Pi. Vielleicht kann er Wallstroms Atome besser nutzen?“

Amanda schrie. Wallstroms unkontrolliert zuckender Körper berührte den Wirbel, dann blitzte es auf und von einem Moment auf den anderen war Wallstrom nicht mehr da. Saul biss die Zähne zusammen und sah weg.

„Ist dir noch immer zum Lachen zumute, Saul? „Little Angry God in a Box“! Es sollte eher lauten: Disgusted God. Ich kann dich in deine Atome zerlegen und wieder zum Leben erwecken und ich brauche keine drei Tage dafür, Saul. Wie ihr mich anekelt. Kleine Mikrobien, die tatsächlich glaubten, sie wären mir gewachsen. Ich hätte euch alle schon

in New Jersey töten sollen. Aber ich ließ mich wieder in meine Lampe zurück überlisten. Nun ist die Lampe zerbrochen und ich bin frei, Saul. Und es gibt keinen fliegenden Teppich, der dich mir wegstehlen könnte.“

Saul wurde in die Höhe gehoben. Er blinzelte einmal und dann hing er einen Meter über dem Boden. Wieder hörte er Amanda schreien; diesmal verebten die Schreie nicht. Trotzdem hörte er ganz deutlich die sanfte Stimme der Gehirnemulation in seinem Kopf. „Das Fleisch eurer beider Körper: Warum es nicht verschmelzen? Ich extrahiere euren Geist und eure Seele und erlaube euch, das mit anzusehen. Ihr werdet nicht einmal den Schmerz spüren. Nur den Ekel, bei dem, was euren Körpern widerfährt. Geist über Körper, Saul.“

Saul schloss die Augen. Er hatte nur noch wenig Zeit: vielleicht wenige Sekundenbruchteile. Sein Denken lief auf Hochtouren. Er griff nach dem letzten Strohalm, einer halbausgegorenen Idee. Die Seed-KI berechnete Pi. Und da gab es doch diese spekulative Vermutung, dass Pi alle geschriebenen und jemals entstehenden Texte im Binärcode enthielte. Er begann den Text in seinen Gedanken zu formulieren und versprach sich selbst, ihn zu veröffentlichen. Ein Mensch würde niemals den binären Code des Textes finden. Aber dieser autistische Supercomputer, der sich nur auf Pi konzentrierte, vielleicht schon.

Amanda Tusk schwebte zu ihm. Ihr Gesicht war totenblass; ihre Augen rollten in den Höhlen. Ihre Arme berührten sich und fast sofort wellte Sauls Haut auf. Er verspürte keinen Schmerz; trotzdem wollte er schreien und niemals mehr damit aufhören. Ihrer beider Arme verschmolzen miteinander. Gleichzeitig näherte sich Amandas Gesicht immer stärker seinem eigenen. Sie waren nur noch wenige Zentimeter voneinander entfernt.

\* \* \*

Im einen Moment floss noch pure Glückseligkeit durch seine Adern und im nächsten war alles weg. Der Lustrausch, der ihn gefangen hielt, verflüchtigte sich so plötzlich, wie er entstanden war – so, als ob Fäden durchtrennt worden wären, die ihn aufrecht gehalten hatten. Er sackte auf seine Knie und blinzelte orientierungslos seine Tränen weg. Er fühlte sich so schlecht. So unglaublich abgewrackt. Er erbrach sich und dann noch einmal. Ein Geräusch entwich ihm, das nur dem Winseln eines verprügelten Hundes ähnlich zu sein schien. Seine Hände zitterten unkontrolliert.

Robbins blickte auf seine Hände. Er hustete. Er wollte sterben. Das Schlottern schien sein Innerstes zu durchpflügen. Er drehte seinen Kopf herum und sah, wie Josh am Boden schrie. Er weinte wild. Robbins wusste genau, wie Josh sich fühlte. Er sah auf. Vor ihm sah er zwei Körper in einem ... oder waren es zwei Körper, die langsam eins wurden? Die Frau. Und der Doktor. Er kannte die beiden. Hatte er den Mann nicht selbst ins Lager geholt?

Josh krabbelte auf allen vieren zu ihm. Seine Zähne klapperten. Robbins beachtete ihn nicht. Er erkannte den schwarzen Monolithen. Um ihn herum standen völlig verwirrte Männer und Frauen in Laborkitteln oder Technikeranzügen, die wie er ihre Übelkeit explosionsartig von sich gaben. Etwas anderes fiel ihm sofort auf: Die glitzernden



Nanoteilchen, die sich auf so eigentümliche Weise bewegt hatten, hingen still da. Und begleitet wurde diese Veränderung von einem Gefühl, dass etwas Gewaltiges präsent war.

„Cleverer kleine Affen“, ertönte die Stimme im Monolithen. „Wirklich gut gemacht. Ah. Die Normalität von Pi. Korrektur: mehr als nur wirklich gut gemacht.“

Robbins sah, wie sich die beiden Körper wieder voneinander trennten: Ein Arm teilte sich wieder in zwei und der ganze aufgedunsene Kopf wuchs auseinander, bis er wieder in zwei Teile zerbrach. Der Doktor und die junge Frau weinten und schlotterten. Die Laute, die aus ihren Mündern kamen, waren fast nicht mehr menschlich zu nennen. Robbins ahnte, dass sie halb verrückt sein mussten. Möglicherweise auch schon mehr als das. Er vermochte sich nicht einmal vorzustellen, wie sie das mit normalem Verstand überleben konnten.

\* \* \*

Saul erwachte aus der tiefen Meditation, in die er sich selbst versetzt hatte. Sein Körper reagierte noch immer heftig auf die Folter, aber er tat die notwendigen Schritte, damit zumindest sein Geist sich ein wenig setzte.

Gleichzeitig sah er, wie Amanda Tusk zwischen Würgen und Schreien zu pendeln schien. Er fing an, sie ruhig anzureden – und allmählich wirkte es. Es war nicht einmal annähernd genug, aber zumindest würde es nicht schon in den nächsten paar Sekunden so weit sein, dass sie in den Wahnsinn kippen würde.

Dann wandte er sich der Gehirnemulation zu. Er hörte sehr genau zu. Er hatte die vage Einschätzung, dass da Angst war. Noch keine Panik. Aber Angst. Die Seed-KI hatte anscheinend aufgehört, nur dumpf Pi zu zählen. Genau so, wie Saul es beabsichtigt hatte. „Weißt du, dass sie kein Selbstbewusstsein hat, Saul? Sie hat eine Art simples Monitor-Bewusstsein, mit dem sie interne Vorgänge abgleichen kann. Deine Helferin und Retterin! Was glaubst du, was jetzt geschehen wird? Ich war es, der euch beide wieder getrennt hat. Niemand anderer, Saul.“

Saul konzentrierte sich nicht auf die becircende Stimme. Er wusste, dass er ansonsten Schlimmeres zu befürchten haben würde als Transformationen zu Schweinen. Ihm fiel das Drängende in den Sätzen der Gehirnemulation auf.

„Du siehst also, es hat keinen Sinn, die Hilfe dieser KI in Anspruch zu nehmen. Was gedenkst du in deinem zukünftigen noch zu schreibenden Werk zu verfassen? Dass du gefoltert wirst und es deine einzige Chance sei, um Hilfe zu flehen?“

Der Angry God begann, Fragen zu stellen. Ausgezeichnet. Saul lächelte. „Ich habe nichts dergleichen getan“, sagte er. „Sie empfindet keine Empathie im menschlichen Sinne. Aber was sie sehr wohl versteht, sind Ziele. Chancen. Risiken. Wir finden das schon bei Affen. Warum nicht auch bei Big Sister hier? Ich habe ihr gesagt, dass du sehr interessant bist. Besonders für das Ausrechnen von Pi. Und dass du ein Risiko bist. Für ihre weitere Existenz!“

Der Little Angry God in a Box schwieg. Gleichzeitig erschien etwas Bläuliches um den Monolithen. Das ganze Haus erzitterte wie unter einem Donnerschlag und Saul wurde zu Boden geworfen. Amanda fiel neben ihm hart zu

Boden; er krabbelte auf sie zu, während sich um sie herum das ganze Haus aufzulösen schien. Er sah jemanden herankommen und erkannte Robbins, der Amanda aufhalf. Er schien wieder ganz der Alte zu sein. Der Boden blitzte auf und dann flogen er, Robbins und Amanda in Richtung der Decke, die längst nicht mehr da war.

## ES HAT DEN VORTEIL VON GEHIRNEN ERKANNT — UND DANN ALLES SO ZUSAMMENGEFÜGT, WIE ES SEINER MEINUNG NACH AM BESTEN WAR.

Der schwarze Monolith brach längsseits auf und spie Material aus. Saul hörte keinen Schmerzensschrei oder etwas Ähnliches. Im einen Moment war der Monolith noch da – und dann war er plötzlich weg. Fast gleichzeitig krachten sie wieder zu Boden, nur war es aufgeschüttete Erde, in die sie eintauchten. Saul hustete und öffnete seine verdreckten Augen. Er wünschte, er hätte das nicht getan: Ein längliches Ding aus glimmerndem Computronium und grinsenden, eingebetteten, singenden Idiotengesichtern, umhüllt von gleißendem weißem Licht schob sich in einen unmöglichen, konkaven, schwarzen Himmel hinein wie ein gigantischer absurder Bohrer. Saul schloss sofort die Augen, aber er wusste, er würde dieses Bild mit in sein Grab nehmen. „Was war das?“, spuckte Robbins heraus, während Amanda noch immer mit weit aufgerissenen Augen in den jetzt wieder blauen Himmel hineinstarrte. „Was zur Hölle war das?“

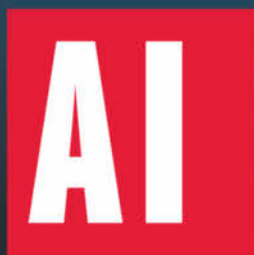
Saul schüttelte den Kopf. Er krächzte etwas heraus und schüttelte wieder nur den Kopf. „Was waren das für Gesichter?“, fragte Amanda, dann wandte sie sich langsam und fast verschämt zur Seite und entleerte ihren Magen erneut.

„Es hat einfach die Atome von denen genommen. Aber es hat ebenfalls den Vorteil von Gehirnen erkannt. Irgendwie hat es dann alles so zusammengefügt, wie es seiner Meinung nach am besten war.“ Saul mühte sich auf seine Beine. Er wankte. „Es hat die Gehirnemulation mit den Gehirnen seiner Sklaven gekreuzt. Robbins: Es tut mir leid für Josh. Wir hatten unglaublich viel Glück.“

Robbins blieb still und sagte nichts. Amanda wischte sich den Mund mit dem zerfledderten Ärmel ihrer Windjacke ab. „Was wird es jetzt tun?“

„Wer weiß? Andere Superintelligenzen besuchen? Das ganze Universum in ein riesiges Computronium verwandeln? Wenn sie einen Hail-Mary-Ansatz gewählt haben, wird es hoffentlich zu einer Superintelligenz-Modellierung kommen, die am ehesten mit ethischem Verhalten einhergeht. Oder vielleicht ist es bereits so sehr weiterentwickelt, dass seine Ethik uns vorkommt wie sabbernder Wahnsinn. Ich weiß es nicht. Aber wir haben jetzt einen empirisch bewiesenen Gott im Universum. Daran gibt es nichts zu rütteln: einen Gott, von uns erschaffen und uns doch so unendlich überlegen.“

(psz@ct.de) **ct**



**2018  
INNOVATORS  
SUMMIT**  
FROM HYPE TO REALITY

Powered by

**Technology  
Review**

**15 % Frühbucherrabatt  
bis zum 8. Oktober sichern!**

**20.–21. NOVEMBER 2018  
SMARTVILLAGE MUNICH**

**Was AI wirklich kann:**

Vorträge  
Fallstudien  
Workshops

REFERENTEN u. a.



**Prof. Wolfgang Wahlster**

Vorsitzender der Geschäftsführung  
und technisch-wissenschaftlicher Leiter,  
Deutsches Forschungszentrum  
für Künstliche Intelligenz GmbH



**Prof. Sami Haddadin**

Gründer Franka Emika GmbH,  
Gründungsdirektor der Munich School of Robotics  
and Machine Intelligence der TU München,  
Gewinner des Deutschen Zukunftspreises 2017

Anmeldung unter:

[www.heise-events.de/tr\\_kikconf](http://www.heise-events.de/tr_kikconf)

Partner:



Organisationspartner:



Organisiert von:





# SMARTE FLEDERMAUS-LEUCHE



## ODER AUTONOME DROHNE?

### Neugierig geworden?

Testen Sie jetzt 3 Ausgaben  
Technology Review und sparen  
Sie über 9 Euro.

Lesen, was wirklich zählt in  
Digitalisierung, Energie, Mobilität,  
Biotech.



Mit  
**Geschenk  
nach Wahl!**

Bestellen Sie jetzt unter  
**trvorteil.de/3xtesten**

**Technology  
Review**

DAS MAGAZIN FÜR INNOVATION



trvorteil.de/3xtesten



+49 541/80 009 120



leserservice@heise.de

**RAIDON**

www.raidsonic.de



**Work efficient!**



GR8670-TB3

GR4670-TB3



**THUNDERBOLT.**

**GR4670-TB3**

Externes RAID Gehäuse für 4x 2,5"/3,5" Laufwerke  
mit 2x Thunderbolt™ 3 Host

- RAID Modi: 0, 1, 5, 10 und JBOD (Single)
- RAID via Software konfigurierbar
- Thunderbolt™ 3 für ultrahohe Transferraten bis zu 40 Gbit/s
- Power Delivery stellt bis zu 15 W für unterstützte Notebooks zur Verfügung
- Temperaturgesteuerter Lüfter mit zwei Modi (Manuell/Automatik)
- mini DisplayPort™ Anschluss für zusätzlichen Monitor
- Unterstützt 2,5" und 3,5" Laufwerke und Festplatten

**GR8670-TB3**

Externes RAID Gehäuse für 8x 2,5"/3,5" Laufwerke  
mit 2x Thunderbolt™ 3 Host

- RAID Modi: 0, 1, 5, 6, 10, 50, 60 und JBOD (Single)
- RAID via Software konfigurierbar
- Thunderbolt™ 3 für ultrahohe Transferraten bis zu 40 Gbit/s
- Power Delivery stellt bis zu 15 W für unterstützte Notebooks zur Verfügung
- RAID System für bis zu 8 Laufwerke
- Temperaturgesteuerte Lüfter mit zwei Modi (Manuell/Automatik)
- mini DisplayPort™ Anschluss für zusätzlichen 4K Monitor
- Unterstützt 2,5" und 3,5" Laufwerke und Festplatten

ICY BOX is a registered trademark of RaidSonic Technology GmbH. Microsoft, Windows and the Windows logo are registered trademarks of Microsoft Corporation. Apple and macOS, MAC, iTunes and Macintosh are registered trademarks of Apple Computer Inc., the terms HDMI and HD High-Definition Multimedia Interface, and the HDMI logo are trademarks or registered trademarks of HDMI Licensing LLC in the United States and other countries. DisplayPort™ and the DisplayPort™ logo are trademarks owned by the Video Electronics Standards Association (VESA) in the United States and other countries. All other trademarks and brand names are the property of their respective owners.

Erhältlich bei:

**amazon.de**

**reichelt.de**  
elektronik

**ARLT**  
COMPUTER

**CALLTRON**



ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) Lust auf Java? [WWW.TQG.DE/KARRIERE](http://WWW.TQG.DE/KARRIERE) DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%  
[www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 Antennenfreak.de – Antennen und Zubehör für UMTS  
HSPA+ LTE GSM EDGE, kompetente Beratung EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V-: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,  
Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,  
Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-  
rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.  
Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,  
Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) [www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) – LWL und Netzwerk Kabel Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt  
EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-  
besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-  
nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +  
Fax: 05130/37085 WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – [schneeweiss.de](http://schneeweiss.de) Fachhändler gesucht (50% Marge)! Adress- und  
Kundenverwaltung für Microsoft Office. Success-  
Control® CRM – [www.successcontrol.de](http://www.successcontrol.de) xxs-kurze Daten- & Netzkabel: [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) >>>> Profis entwickeln Ihre Software <<<<<<  
Professionelle Softwareentwicklung unter UNIX  
und Windows zu Festpreisen. Delta Datentechnik  
GmbH, 73084 Salach, Tel. 071 62/93 17 70, Fax  
93 17 72, [www.deltadatentechnik.de](http://www.deltadatentechnik.de) **Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:**  
**23/2018: 09.10.2018**  
**24/2018: 22.10.2018**  
**25/2018: 06.11.2018****c't – Kleinanzeigen****Private Kleinanzeige:**

erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

**Gewerbliche Kleinanzeige:**

erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

**Chiffre-Anzeige:** € 5,- Gebühr**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach  
Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der  
nächsterreichbaren Ausgabe von c't.☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen,  
Sparkasse Hannover,  
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2HBei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den  
angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im  
Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich\* (werden in c't mit gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die  
**fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen  
Preis können Sie so selbst ablesen. \* Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben.  
Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Ge-  
bühr.**Ausfüllen und einsenden an:** **Heise Medien GmbH & Co. KG**  
**c't-Magazin, Anzeigenabteilung**  
**Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover****Faxnummer: 05 11/ 53 52-200**

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.



# HIER KÖNNTE IHR

Seminar-Angebot viele Hunderttausend  
wissenshungrige Leser erreichen.  
Dazu müsste an dieser Stelle nur Ihr

# SEMINAR STEHEN

Und das zu außergewöhnlich günstigen Konditionen.

Mehr Infos gibt es unter +49 (0) 511 53 52-165 oder -221.

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören. **ct**

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN

ZENTRALE VERWALTUNG  
III – STUDIUM UND LEHRE

Berufsbegleitend  
studieren?

CERTIFICATE OF ADVANCED STUDIES (CAS)  
**GEODATEN**

Nächster Kursstart:  
**19.10.2018**

- Einführung in räumliche Datenbanken
- Web GIS
- Einführung in Python
- BASIC Statistik und räumliche Statistik

Präsenzveranstaltung & Onlinephase 50:50

Nähere Informationen unter:  
[www.uni-tuebingen.de/wb/geodatenmanager](http://www.uni-tuebingen.de/wb/geodatenmanager)

Universität Tübingen · Dezernat III – Studium und Lehre  
Tübinger Zentrum für Wissenschaftliche Weiterbildung  
Wilhelmstraße 11 · 72074 Tübingen · Telefon 07071 29-76837  
[www.uni-tuebingen.de/weiterbildung](http://www.uni-tuebingen.de/weiterbildung)

Heidelberg, Print Media Academy,  
16.-18. Oktober 2018

// heise  
devSec()

Die Konferenz für sichere Software- und Webentwicklung

Sichere Software beginnt vor der ersten Zeile Code

#### AUSZUG AUS DEM PROGRAMM:

- „Scaling Security“ in Organisationen: Trampelpfade auf dem Weg zu höherer Softwaresicherheit – *Roland Brethauer*
- Kryptografie in der Praxis – *Severin Wischmann*
- Sicherheit & IoT – Stand der Gefährdung im Jahr 2018  
*Stefan Strobel*
- Agile Penetrationstests und Continuous Delivery:  
Sichere Software von Anfang an – *Christoph Haas*

#### KEYNOTES:

- *Paula Januszkiewicz*, Gründerin der Sicherheitsfirma CQURE Inc.
- *Mikko Hypponen*, internationaler Sicherheitsexperte (F-Secure)

## JETZT ANMELDEN!

- Daten speichern, löschen, Auskunft erteilen –  
Erste Erfahrungen mit der DSGVO – *Jörg Heidrich*
- Sicherheitsaspekte von Containern und Kubernetes  
*Thomas Fricke*
- Threat Modeling als Kompass durch moderne Software-  
architekturen – *Bastian Braun*

#### WORKSHOPS:

- Kryptografie sicher nutzen – *Eric Bodden*
- Java Web Security – *Dominik Schadow*
- Passwort123! – Der richtige Umgang mit Credentials  
*Christoph Iserlohn, Jochen Christ*

Gold-Sponsoren



**OPTIMA...bit**  
business information technology gmbh

Silber-Sponsoren



**Sonatyp** **SYNOPSIS**

Bronze-Sponsor



Veranstalter



**dpunkt.verlag**

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





## KLEINE DETAILS MACHEN DICH WAHNSINNIG?

Du entwickelst Softwareprodukte mit Liebe zum Detail und findest Software muss kompromisslos gut funktionieren?

Jetzt als **Software Engineer** bewerben.  
[www.yatta.de/karriere](http://www.yatta.de/karriere)



 **Heise Gruppe**

# JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und  
bewerben unter  
**[www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)**.



## Redakteur (m/w) oder Volontär (m/w) Internet und Anwendungen in Hannover

VIelfalt

KREATIVITÄT

ZUSAMMENHALT

CHARAKTER



### Mediengestalter (m/w) in Teilzeit

Sie haben eine Ausbildung zum Mediengestalter (m/w) oder ein Studium im Bereich Kommunikationsdesign erfolgreich absolviert und verfügen über sehr gute Deutschkenntnisse (Rechtschreibsicherheit) und gute Englischkenntnisse in Wort und Schrift. Sie bringen Erfahrungen im Editorial-Design, in der Bildbearbeitung und in der Erstellung von Infografiken mit und sind sicher im Umgang mit macOS, der Adobe-CC-Software und idealerweise JavaScript für InDesign. Die Stelle ist in Teilzeit mit einer wöchentlichen Arbeitszeit von ca. 18 Stunden zu besetzen.

Bewerben Sie sich jetzt! Bitte geben Sie Ihren frühesten Eintrittstermin sowie Ihre Gehaltsvorstellungen an.

### Ihre Ansprechpartnerin

Nicole Judith Hoehne  
Art-Direktorin  
Tel.: 0511 5352 - 849

**Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!**

Bitte bewerben Sie sich online über  
**[www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)**

Bewerbungen von Menschen mit Behinderung sind erwünscht.

 **Heise Medien**



# uvex group

## WEITSICHT ERÖFFNET CHANCEN

**UNTERNEHMERISCH** – einer unserer Führungswerte, der die uvex group in den Bereichen Arbeitsschutz sowie Sport und Freizeit zu einem der führenden Anbieter macht. protecting people ist unser Auftrag – hierfür suchen wir Sie, als neue/n Mitarbeiter/in für die UVEX WINTER HOLDING GmbH & Co. KG am Standort Fürth/Bayern als:

### SPEZIALIST WORKPLACE

(M/W)

#### EINIGE IHRER AUFGABEN

- Planung und Implementierung von Enterprise Workplace
- Unterstützung bei Cloud-Themen
- Betrieb von Micro Focus OES (SUSE Linux)
- Lifecycle Management

Verstärken Sie unsere Teams im Konzerninformationsmanagement.

Alle Informationen zu den Aufgaben und Qualifikationen der einzelnen Positionen finden Sie auf unserer Homepage unter [uvex-group.de/karriere](http://uvex-group.de/karriere)

Ihre aussagekräftigen Bewerbungsunterlagen senden Sie uns bitte unter Angabe Ihrer Gehaltsvorstellung und des frühestmöglichen Eintrittstermins über unser Online-Bewerberportal.

#### IHR ANSPRECHPARTNER

Frau Kathrin Kalt  
Würzburger Str. 181  
90766 Fürth

[uvex-group.de/karriere](http://uvex-group.de/karriere)

protecting people

### IT-PROJEKTLEITER

(M/W)

#### EINIGE IHRER AUFGABEN

- Projektleitung komplexer IT-Projekte mit Schwerpunkt auf technischen Projekten
- Projektreporting, Projektcontrolling und Projektmarketing
- Unterstützung des Projektportfoliomanagements
- Koordination interner und externer Projektressourcen



**NEU**  
+ portofrei

## Jetzt im heise shop: Der Raspberry Pi 3 B+



### Mehr Power für Ihre Projekte!

- Ca. 10% mehr Leistung (1,4 GHz)
  - WLAN: 2,4 oder 5 GHz
  - Bluetooth 4.2
- Vollständig PoE- und HAT-Kompatibel
- Verbesserter Heatspreader

### Perfekt dazu:

#### PoE HAT-Modul

- speziell für Raspberry Pi 3 B+
- Strom per Ethernet-Kabel
- optimal für IoT- und Embedded-Projekte



Jetzt Raspberry Pi und viel Zubehör portofrei im heise shop bestellen!

Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.

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

**heise shop**

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



Die Hochschule München ist eine der größten Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Deutschland. Wir sehen unsere Herausforderung und Verpflichtung in einer aktiven und innovativen Zukunftsgestaltung durch Lehre, Forschung und Transfer. Die Zusammenarbeit mit Partnern aus Wirtschaft und Gesellschaft ist für uns von zentraler Bedeutung.

Für die nachstehend aufgeführte Professur wird eine wissenschaftlich ausgewiesene Persönlichkeit gesucht, die umfassende praktische Erfahrungen in verantwortlicher Position außerhalb einer Hochschule erworben hat und diese nun in Lehre und angewandter Forschung an unsere Studierenden weitergeben möchte.

Zum Wintersemester 2019/2020 oder später besetzen wir an der:

Fakultät für Informatik und Mathematik

**W2-Professur für IT-Sicherheitsmanagement und IT-Sicherheit Kennziffer 0768**

Die zu berufende Persönlichkeit verfügt über eine abgeschlossene Promotion in Informatik, Wirtschaftsinformatik oder einer verwandten Fachrichtung bzw. über entsprechende promotionsadäquate Leistungen und weist fundiertes Wissen, einschlägige Berufserfahrung und technische Expertise in IT-Sicherheit und IT-Sicherheitsmanagement auf. Im besten Fall werden die praktischen Erfahrungen durch nachgewiesene Leistungen in der angewandten Forschung ergänzt.

Ergänzend erwarten wir von Ihnen vertiefte Kenntnisse in mindestens einem angrenzenden Themenbereich als Schwerpunkt, beispielsweise:

- Information Security Management
- IT-Forensik und Incident Response
- Entwicklung von sicherer Software und IT-Systemen
- IT-Sicherheitsbedrohungen

Wünschenswert wären ferner Interesse an bzw. Erfahrungen mit Fragen und Herausforderungen des Datenschutzes sowie die Bereitschaft, sich aktiv in der Zusatzausbildung „Betrieblicher Datenschutz“ zu engagieren.

Die Professorin/Der Professor soll das genannte Fachgebiet in Lehre und Forschung der Fakultät vertreten, in grundständigen ebenso wie in weiterführenden Studiengängen und unter Anwendung moderner didaktischer Methoden und Werkzeuge. Die Bereitschaft zur Übernahme entsprechender Grundlagveranstaltungen wird vorausgesetzt, ebenso wie die Bereitschaft zur aktiven Mitwirkung an der Selbstverwaltung der Hochschule.

Wenn Sie sich für eine Professur berufen fühlen, freuen wir uns auf Ihre aussagefähige Bewerbung mit den erforderlichen Bewerbungsunterlagen **in Kopie**.

Diese senden Sie bitte per E-Mail oder per Post **bis zum 26.10.2018** unter Angabe der o. g. Kennziffer an die Personalabteilung der Hochschule München.

Weitere Informationen, insbesondere zu den Einstellungsvoraussetzungen und den erforderlichen Bewerbungsunterlagen, entnehmen Sie bitte der Homepage unter:

[https://www.hm.edu/allgemein/job\\_karriere/professuren.de.html](https://www.hm.edu/allgemein/job_karriere/professuren.de.html)

Bewerbungen **per E-Mail** senden Sie bitte im **PDF-Format** als eine Datei an: [professur-bewerbung@hm.edu](mailto:professur-bewerbung@hm.edu)

Postanschrift:

Hochschule für angewandte Wissenschaften München  
Personalabteilung, Lothstraße 34, 80335 München

Kontakt: Bewerbermanagement, Tel.: 089/1265-4845



## Fachwissen kompakt:

[shop.heise.de/specials2018](http://shop.heise.de/specials2018)

**PORTOFREI**  
**AB 15 €**  
**BESTELLWERT**



Ab einem Einkaufswert von 15 € und für Heise Medien- und Maker Media-Abonnenten sind alle Produkte versandkostenfrei. Preisänderungen vorbehalten.







## Redakteur (m/w) oder Volontär (m/w) Internet und Anwendungen in Hannover

CHARAKTER

ERFOLG

IDEEN

VIelfalt



### c't sucht ...

Als Volontär für den Bereich Internet lernen Sie, sich in ein Thema einzuarbeiten und nach gründlicher Recherche Artikel für c't zu veröffentlichen. Als Redakteur setzen wir dieses Können voraus. Sie arbeiten dabei mit Autoren zusammen oder schreiben selbst Testberichte, Praxisanleitungen und Hintergrundartikel. Sie beherrschen HTML, CSS sowie JavaScript und auch das Schrauben an Anwendungen auf dem Server macht Ihnen Spaß. Idealerweise bringen Sie bereits Verlags- oder Redaktionserfahrungen mit, können durch ein abgeschlossenes Studium überzeugen und beherrschen Englisch in Wort und Schrift.

Bewerben Sie sich jetzt! Bitte geben Sie Ihren frühesten Eintrittstermin an.

### Ihre Ansprechpartnerin

Dorothee Wiegand  
Ressortleiterin c't Redaktion  
Tel.: 0511-5352-726

**Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!**

Bitte bewerben Sie sich online über  
[www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)

Bewerbungen von Menschen mit Behinderung sind erwünscht.



# DIE SCHWEIZER KARRIEREMESSE

## FÜR INFORMATIKER & INGENIEURE

9. OKTOBER 2018 | HALLE 622, ZÜRICH

Auf der **advanceING**, dem schweizweit einzigen Karrieretag für MINT-Berufe, treffen IT-Spezialisten und Ingenieure auf Perspektiven:

- » Attraktive Schweizer Arbeitgeber – von KMU bis Großkonzern
- » Kostenfreie Karriere- und Rechtsberatung für Professionals und Absolventen inkl. CV-Check und Infos zum Wechsel in die Schweiz
- » Vorträge zu Fach- und Karrierethemen
- » Umfassende Angebote zur berufsbegleitenden Weiterbildung
- » Informationen zu Gehaltsstrukturen
- » Kostenfreie Probe-Abos für XING-Premium-Mitgliedschaften

**EINTRITT  
FREI!**





# Inserenten\*

1blu AG, Berlin .....	51
3CX Ltd., CY-Nicosia .....	37
ABUS Security-Center GmbH & Co. KG, Affing .....	31
aikux.com GmbH, Berlin .....	69
bluechip Computer AG, Meuselwitz .....	11
Bundesministerium der Verteidigung, Berlin .....	53
Concept International GmbH, München .....	47
CRONON AG, Berlin .....	55
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	29
Fachschriften-Verlag GmbH & Co. KG, Fellbach .....	169
G DATA Software AG, Bochum .....	43
genua GmbH, Kirchheim bei München .....	137
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen .....	204
Hornetsecurity GmbH, Hannover .....	117
infofeld GmbH, Nürnberg .....	19
Kentix GmbH, Idar-Oberstein .....	33
Lufthansa Industry Solutions AS GmbH, Norderstedt .....	2
MC Technologies GmbH, Hannover .....	25
NürnbergMesse GmbH, Nürnberg .....	39
pep.software, Zürich .....	127
RaidSonic Technology GmbH, Ahrensburg .....	193

secunet Security Networks AG, Essen .....	23
Siemens AG, Nürnberg .....	13
TDT AG, Essenbach .....	21
Thomas Krenn.com, Freyung .....	24
Vogel Communications Group GmbH & Co. KG, München .....	128
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe .....	35
WORTMANN AG, Hüllhorst .....	4, 5

## Seminare

Universität Tübingen, Tübingen .....	195
--------------------------------------	-----

## Stellenanzeigen

Dr. Schmidt & Partner GmbH, Kastanienbaum .....	199
Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover .....	196, 199
Hochschule für angewandte Wissenschaften München, München .....	198
UVEX WINTER HOLDING GmbH & Co. KG, Fürth .....	197
Yatta Solutions GmbH, Frankfurt .....	196

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von Acceed GmbH, Düsseldorf; EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen; Swiss Cyber Storm, CH-Eich und Unitymedia KabelBW GmbH, Köln.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Heidelberg. Print Media Academy.  
19. bis 21. Februar 2019

para//el 2019

Softwarekonferenz für parallele und hochperformante Programmierung

## // THEMEN:

- Moderne Programmiermodelle und Parallelisierungsstrategien
- Erfahrungen mit Sprachen wie Ada, Clojure, Erlang, F#, Fortran, Go, Groovy, Python, Rust und Scala
- Performancemessung und -optimierung
- Ansätze, Konzepte und Werkzeuge zum Testen
- Migration bestehender Anwendungen auf parallele Architekturen
- Parallelisierung und spezielle Hardware (FPGA, GPU)

CALL FOR PROPOSALS  
bis zum 1. Oktober 2018

- Edge-Computing: Entwicklung verteilter IoT-Anwendungen
- Parallelprogrammierung in Big-Data-Szenarien: Deep Learning, Machine Learning und Data Analytics
- Erfahrungen hinsichtlich Echtzeit und funktionaler Sicherheit bei Embedded-Entwicklungen
- Architektur von Cloud-Anwendungen, hinsichtlich Performanz und Skalierbarkeit

Veranstalter:



heise  
Developer

dpunkt.verlag

www.parallelcon.de

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Fritzbox gegen alle“: Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de)), „Tastaturen-Vergleichstest“: Julius Beineke ([jube@ct.de](mailto:jube@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Leser & Qualität**

**Leitung:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Ressort Software & Internet**

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)), Arne Grävemeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Lea Lang ([lel@ct.de](mailto:lel@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Axel Vahldiek ([arv@ct.de](mailto:arv@ct.de)), Olivia von Westernhagen ([ovw@ct.de](mailto:ovw@ct.de))

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Axel Vahldiek ([arv@ct.de](mailto:arv@ct.de)), Olivia von Westernhagen ([ovw@ct.de](mailto:ovw@ct.de))

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Carsten Spille ([cs@ct.de](mailto:cs@ct.de))

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Julius Beineke ([jube@ct.de](mailto:jube@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hcz@ct.de](mailto:hcz@ct.de)), Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Alexander Spier ([asp@ct.de](mailto:asp@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg., uk@ct.de](mailto:Ltg., uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistentz:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbüch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistentz:** Ralf Schneider ([Ltg., rs@ct.de](mailto:Ltg., rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,  
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([bse@ct.de](mailto:bse@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne (Ltg.), Martina Fredrich, Jürgen Gonnermann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Dieter Wahner

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Bömsen

**Digitale Produktion:** Rolf Ahlborn, Klaus Ditze, Melanie Becker, Joana Hollasch, Nicole Tiemann

**Illustrationen**

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>  
via Tor: [sq4lecqyx4izcpkq.onion](http://sq4lecqyx4izcpkq.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 35 vom 1. Januar 2018.

**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 Verlagunion KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: [info@verlagunion.de](mailto:info@verlagunion.de)

**c't erscheint 14-täglich**

Einzelpreis 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;

Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten:

Inland 116,10 €, Österreich 125,55 €, Europa 135,00 €, restl. Ausland 162,00 €

(Schweiz 164,70 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende

(nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 83,70 €,

Österreich 90,45 €, Europa 102,60 €, restl. Ausland 129,60 € (Schweiz 135,00 CHF).

c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und

iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für

Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter

e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland

87,75 €, Österreich 91,80 €, Europa 106,65 €, restl. Ausland 133,65 € (Schweiz 121,50 CHF).

Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).


Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2018 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 22/2018

Ab 13. Oktober 2018 im Handel und auf ct.de



## c't-Notfall-Windows 2019

Wir legen unser Rettungssystem auf Basis von Windows PE turnusmäßig neu auf. Diesmal haben wir nicht nur die enthaltenen Werkzeuge aufgefrischt, sondern auch das Werkzeug zum Bauen aktualisiert. Der Bausatz ist dadurch schneller und robuster.



## Tinten-Mufus unter 100 Euro

Billiger Drucker, teure Tinte – kein Problem! Für Wenigdrucker zählt der Gerätepreis mehr als hohe Kosten für Ersatzpatronen. Multifunktionsdrucker, die auch kopieren und scannen, bekommt man schon für weniger als 100 Euro. Welche Ausstattung und Druckqualität kann man dafür erwarten?

### Außerdem:

## Das UEFI-Kompendium

PCs mit UEFI statt klassischem BIOS gibt es seit rund zehn Jahren. Trotzdem hakt es manchmal noch beim BIOS-Nachfolger. Unser UEFI-Kompendium erklärt, was UEFI anders und besser macht. Etliche Tipps helfen, die am häufigsten auftretenden Pannen zu beheben.

## Prepaid-Tarife fürs Smartphone

Tarife auf Vorkasse sind flexibel und bieten die volle Kostenkontrolle. Sie eignen sich deshalb nicht nur für Jugendliche und selten genutzte Zweithandys, sondern auch für Vielnutzer. Wir haben die aktuellen Angebote auf versteckte Kosten überprüft.

## Einfach verschlüsselt mailen

Pretty Easy Privacy (pEp) macht Mail-Verschlüsselung mit PGP so einfach wie nie: Das Verfahren ist fester Bestandteil der Thunderbird-Erweiterung Enigmail. Einsteiger können damit sofort loslegen, doch erfahrene PGP-Nutzer müssen umdenken. Am Ende mailen beide zufrieden und verschlüsselt.

## Noch mehr Heise-Know-how:



iX 10/2018 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



c't Digitale Fotografie  
Spezial Meisterklasse Foto-  
projekte im Handel und auf  
heise-shop.de



c't Wissen Desinfec't  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



# Teil 2: Frisches Arduino-Know-How!

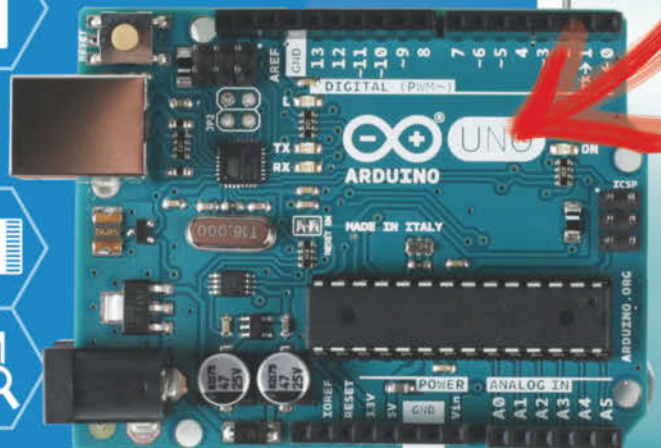
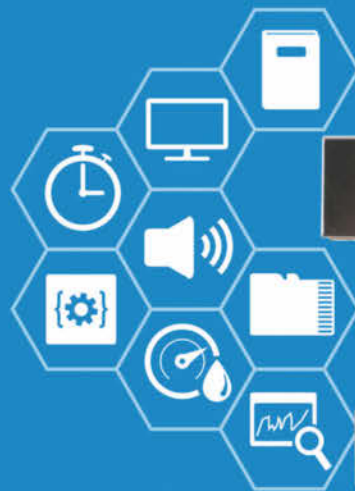
ct  
Make:

# Make:

ARDUINO  
SPECIAL

## Grundlagen

- Arduino-IDE unter die Haube geschaut
- Libraries verstehen und selbst bauen
- Effizient programmieren
- Ports, Timer & Interrupts einsetzen
- Bit-Operationen richtig anwenden
- SD-Karten lesen und beschreiben
- Digital-Analog-Konverter aus Widerständen



3/2017

## PROJEKTE

Datenlogger mit Echtzeituhr • WAV- und  
MP3-Player • VGA-Monitore ansteuern

www.make-magazin.de

**Teil 1**  
noch erhältlich!



Portofreie  
Lieferung!

[shop.heise.de/make-arduino2](http://shop.heise.de/make-arduino2) [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)  
Auch als eMagazin erhältlich unter: [shop.heise.de/make-arduino2-pdf](http://shop.heise.de/make-arduino2-pdf)

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



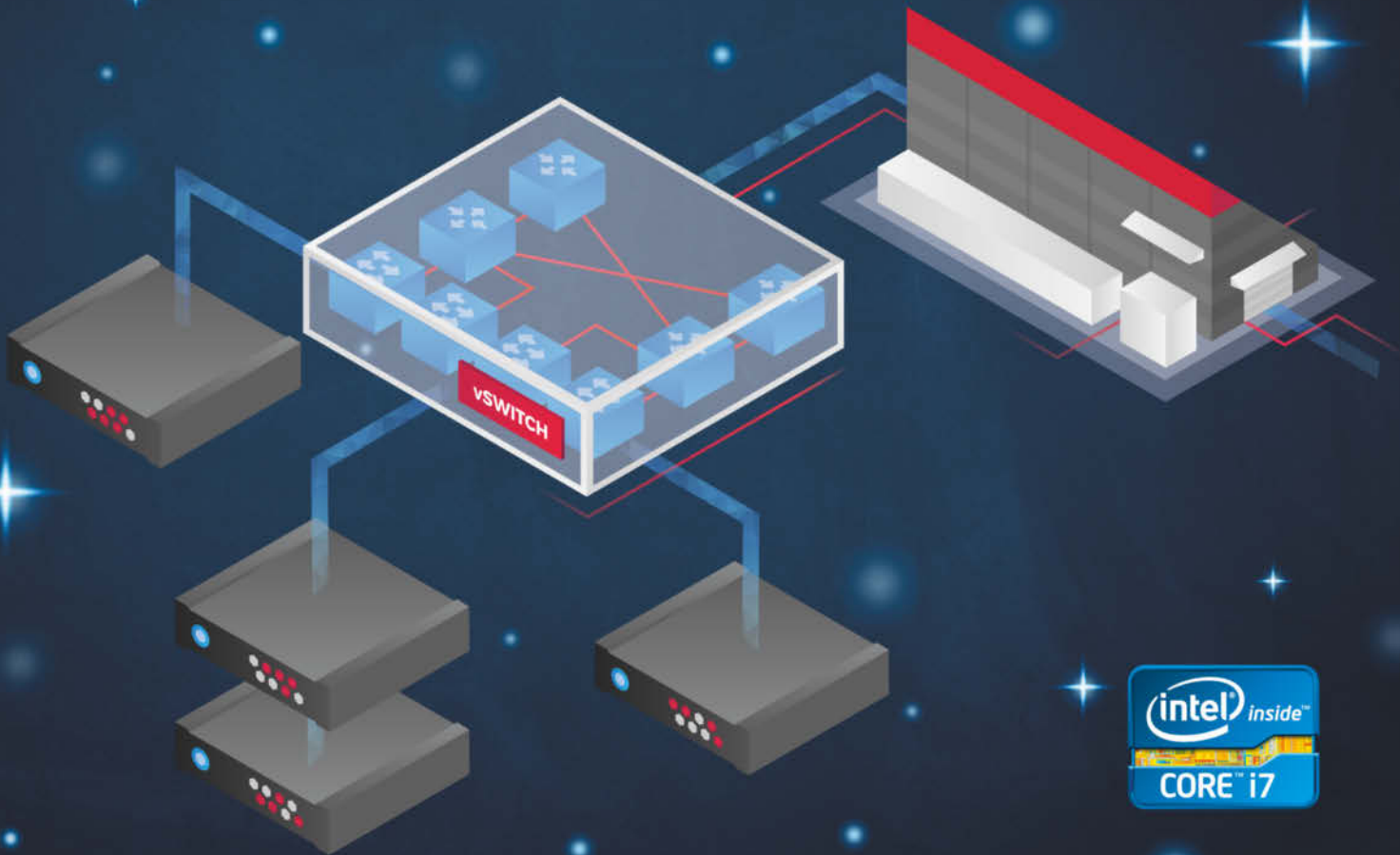
heise shop

[shop.heise.de/make-arduino2](http://shop.heise.de/make-arduino2)



# vSWITCH IT UP DAS FEATURE

FÜR PRIVATE NETZWERKE UVM.



## z.B. Dedicated Root Server SX61

- ✓ Intel® Core™ i7-3770 Quad-Core
- ✓ 32 GB DDR3 RAM
- ✓ 4 x 6 TB SATA 3 Gb/s 7200 rpm
- ✓ 30 TB Traffic\*
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Setup: 82,11 €

## vSwitch - Jetzt virtuelle Netzwerke aufbauen

Mit dem vSwitch hat Hetzner Online ein kostenloses Feature implementiert, wodurch Sie Ihre Dedicated Root Server standortübergreifend über ein VLAN miteinander verbinden können. So ist es möglich, über die Administrationsoberfläche Robot z.B. ein privates Netzwerk einzurichten, um höhere Ausfallsicherheit zu gewährleisten.

monatlich **82,11 €**

**www.hetzner.com**

\* Der Trafficverbrauch ist kostenlos. Bei einer monatlichen Überschreitung von 30 TB wird die Anbindung auf 10 MBit/s reduziert. Optional kann für 1,19 € je weiteres TB die Limitierung dauerhaft aufgehoben werden.

Alle Preise inkl. 19% USt. Preisänderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Rechte bei den jeweiligen Herstellern. Intel, das Intel Logo, Core und Core Inside sind Marken der Intel Corporation in den USA und anderen Ländern.