



*magazin für  
computer  
technik*

19. 8. 2017 18



Das neue  
Android

Angriffe per USB, LAN und GSM

# Böse und billig: Hacking-Gadgets

Spionage- und Sabotage-Geräte für jedermann

Raspi steuert Lego-Roboter  
Programmierkurs in Minecraft  
Troubleshooting für Linux-Spiele  
Tariftipps für DSL und Kabel



## Schnellste Desktop-CPU

AMD Ryzen Threadripper schlägt Intel

IM  
TEST

- Nokias Comeback mit Android
- Google Home spricht deutsch
- Huawei Matebook X
- Rechtschreibkorrektoren

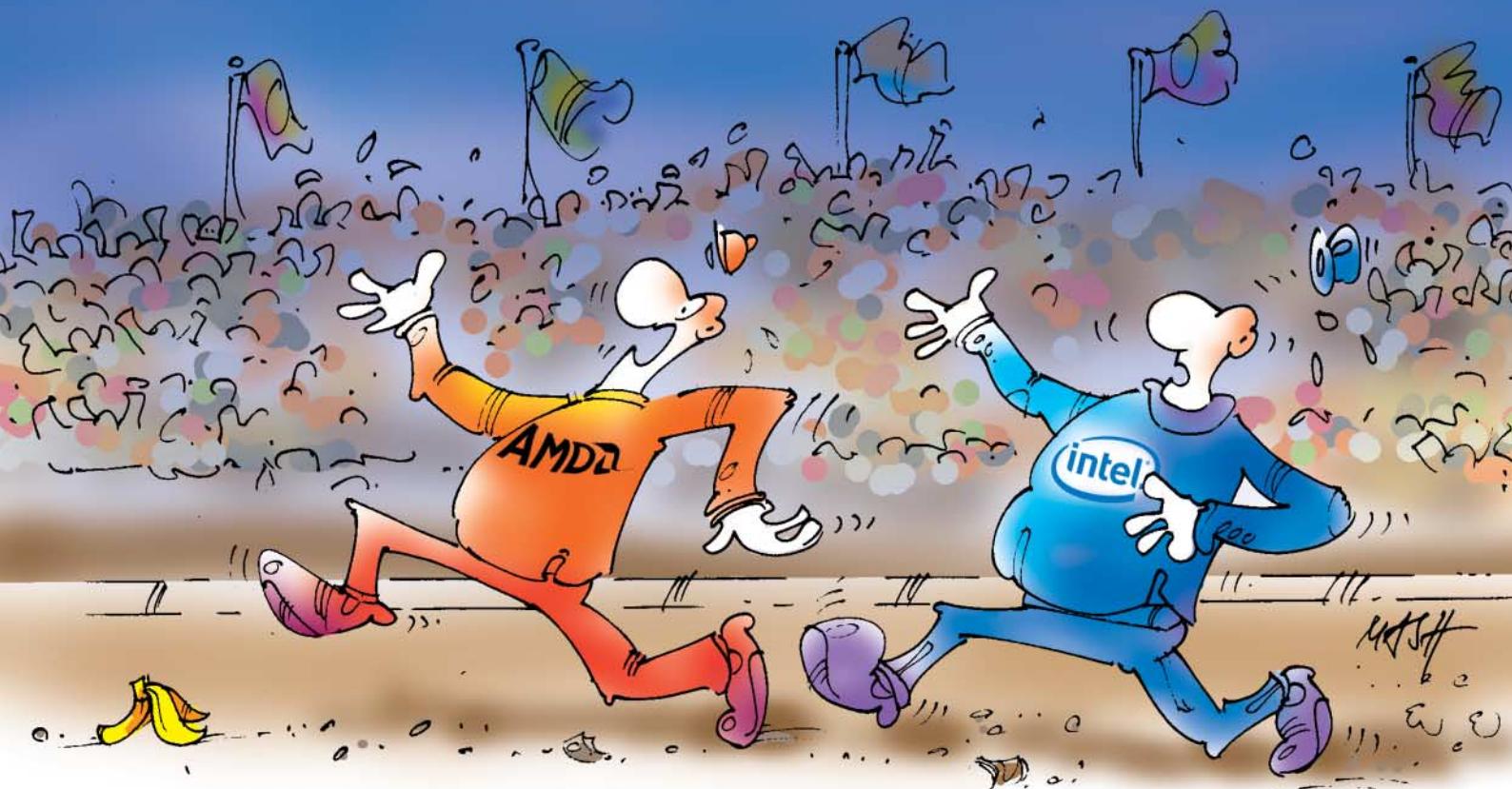
€ 4,70  
AT € 5,00 | LUX, BEL € 5,50  
NL € 5,70 | IT, ES € 6,00  
CHF 6,90 | DKK 52,00

# c't-Windows-Werkzeugkasten

Unsere Lieblings-Tools für Analyse, Reparatur und Umzug



Anzeige



## A M D a u f d e r Ü b e r h o l s p u r

Mit Ryzen Threadripper hat sich AMD an die Performance-Spitze der Desktop-Prozessoren gesetzt – und Intel eiskalt erwischt. Der Chipgigant trägt daran aber selbst Schuld. Mangels ernst zu nehmender Konkurrenz hatte er es sich in den letzten Jahren zu bequem gemacht. Statt großer Innovationen gab es bei jeder neuen Core-i-Generation lediglich kümmерliche Performance-Zuwächse. Die Brot- und-Butter-Plattform war auf vier CPU-Kerne festgenagelt. Wer mehr wollte, wurde zur teuren High-End-Plattform gezwungen. So füllte sich Intels Geldsäckel fast von selbst.

AMDs erste Ankündigungen von Ryzen sorgte bei Intel für Hektik. Plötzlich konnten auch billige Pentiums Hyper-Threading, und der Zehnkerner wurde 60 Prozent billiger. Doch gegen Ryzen half das nicht, denn dieser schlug sich besser als erwartet: Fürs gleiche Geld bekommt man acht statt vier Kerne. Zudem liefert AMD Extras wie Overclocking frei Haus, für die Intel immer noch einen Premium-Aufschlag verlangt.

Mit dem 16-Kerner Ryzen Threadripper hat AMD den Rückstand nicht nur aufgeholt, sondern zieht erstmals seit einem Jahrzehnt links vorbei. Das kam so unerwartet, dass in Santa Clara Panik ausbrach: Statt eines souveränen Konters folgte der Frühstart der Core-X-Prozessoren mit unfertigen Mainboards und dem "Paper Launch" der 12- bis 18-Kerner. Mangels USB 3.1 im Chipsatz und der schmaleren Anbindung schneller PCI-Express-SSDs ist Intel auch bei der Plattform nur zweite Wahl.

Bleibt zu hoffen, dass Intel daraus lernt und wieder mehr von seinen vierteljährlichen Milliardengewinnen in die Entwicklung attraktiver Produkte investiert. Denn ohne gesunde Konkurrenz gäbe es auch für AMD keinen Anreiz, seine Prozessoren weiter zu verbessern, wovon schließlich alle PC-Nutzer profitieren.

*Christian Hirsch*

Christian Hirsch

# Inhalt 18/17

## Trends & News

- 12** Prozessorgeflüster: Core i-8000, Spaceborne, Power9
- 14** IFA 2017: Technik fürs Smart Home
- 18** Domain Name Service: Fortschritte beim Datenschutz
- 22** Hardware
- 23** Embedded Systems
- 24** Netze
- 26** Anwendungen
- 27** Unternehmens-Anwendungen
- 28** Technische Software
- 29** Security
- 30** Bundeskartellamt: Kein Marktmisbrauch bei Schultaschenrechnern
- 32** Roboter-Bausatz „Boost“ von Lego
- 33** Linux
- 34** Apple
- 34** Windows
- 35** Internet
- 36** Flash Memory Summit: Neue SSDs und Flash-Alternativen
- 178** Web-Tipps

## Test & Kaufberatung

- 38** Android-Smartphone Motorola Z2 Play
- 40** OLED-Tablet Samsung Galaxy Book 12
- 42** Mini-Action-Cam Sumikon NX4344
- 42** Netzwerklautsprecher Libratone Multiroom
- 44** A3+-Drucker Epson EcoTank ET-14000
- 46** Mini-PC mit Thunderbolt 3: Intel NUC7i7BNH
- 48** HDMI-auf-DisplayPort-Adapter: Delock 62712 und 62496
- 48** Externe SSD mit USB 3.1: Samsung Portable SSD T5
- 49** Fahrradhalterung aus dem 3D-Drucker von Ohno
- 50** Illustrator: Corel Technical Suite 2017
- 52** Managed Root Server inklusive Wartung im Langzeittest

- 54** Parkschein-App: EasyPark
- 54** Audio-Effekt-Plug-in: Zynaptiq Wormhole
- 55** Transkribier-Werkzeug: Transcribe
- 82** **AMD Ryzen Threadripper schlägt Intel**
- 86** **Nokias Comeback mit Android**
- 96** **Huawei MateBook X**
- 98** Günstige Armbänder für die Apple Watch
- 118** **Tariftipps für DSL und Kabel**
- 124** **Google Home spricht deutsch**
- 126** **Das neue Android**
- 130** **Rechtschreibkorrekturen**
- 180** Spielekritik
- 184** Buchkritik



### Schnellste Desktop-CPU

AMDs High-End-Prozessoren Ryzen Threadripper bieten in Desktop-PCs eine Performance, die bislang Servern vorbehalten war. Die neue Plattform übertrumpft die Intel-Konkurrenz Core X nicht nur bei der Rechengeschwindigkeit, sondern auch in puncto I/O-Fähigkeiten.

**62**



## Böse und billig: Hacking-Gadgets

Für schmales Geld bekommt man Spezialhardware, die diese Angriffe auf Computer und Netze erschreckend einfach macht. Quasi im Vorbeigehen kann damit jedermann unsichtbare Hintertüren in Intranets einbauen, WLANs angreifen oder Tastatureingaben abfangen.

## Wissen

- 56** Vorsicht, Kunde: PayPal-Gastzahlung auf eBay mit Nebenwirkungen
- 58** Wie in China ein nationales Intranet entsteht
- 62** **Böse und billig: Hacking-Gadgets**
- 64** Hacking-Gadgets: Geräte im Überblick
- 74** Die spannendsten Angriffstechniken im Detail
- 78** Rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit Spionage- und Sabotage-Gadgets
- 174** Speichermodule: Takt, Latenz, Stabilität und Performance

## Praxis & Tipps

- 90** Smart-Home mit ioBroker steuern
- 102** **c't-Werkzeugkasten**
- 106** Programme für Analyse, Leistungscheck und Stresstest der Hardware
- 112** System-Utilities für Analyse, Reparatur und Umzug

## 136 Programmierkurs in Minecraft

- 140** Panoramafotos für Web und VR aufbereiten
- 144** Raspi steuert Lego-Roboter
- 148** Troubleshooting für Linux-Spiele
- 156** Fritz-Telefonbuch mit Cisco-IP-Telefonen nutzen
- 160** HDR-TVs und PSVR gemeinsam an der PS4
- 162** Windows analysieren mit dem Process Monitor, Teil 3
- 166** Tipps & Tricks
- 170** FAQ: Werbung im Internet

## Rubriken

- 3** Editorial: AMD auf der Überholspur
- 6** Leserforum
- 11** Schlagseite
- 186** Story: Assessment Center von Stephan Becher
- 198** Stellenmarkt
- 200** Inserentenverzeichnis
- 201** Impressum
- 202** Vorschau

**102**



## Der c't-Werkzeugkasten

Ob Festplattendiagnose, Datenrettung, Performancetest oder Windows-Umzug – für viele Alltagsaufgaben empfehlen wir Lesern, Freunden und Verwandten immer wieder ganz bestimmte Programme. Wir zeigen Ihnen, wie Sie damit schnell Ihre Probleme lösen.

# Leserforum

## Nur zu wahr

Editorial: Wer misst, misst Mist, c't 17/17, S. 3

Messen ist eine Kunst, die gelernt sein will. Es benötigt praktisches Können und ein gerüttelt Maß an theoretischem Wissen – sonst misst man Mist. Auch der Umgang mit einem Multimeter, erst recht mit einem Digital-Scope muss man lernen. So kann ein Digital-Oszi durchaus mal Spikes, sehr kurze Störimpulse, verschlucken, wenn das Gerät nicht korrekt eingestellt ist. Besonders belustigend wird es, wenn Laien mit einem Multimeter Vorgänge im Wechselspannungsbereich verfolgen wollen. Auch immer ein Spaß: Genauigkeit. Wer im Lichtnetz die Spannung auf zwei Stellen hinter dem Komma misst, hat einiges nicht verstanden. Aber das Messgerät kann es, ist das nicht toll?

Baneus

einen Spannungsunterschied von >100mV zwischen beiden Akkuzellen, also „unbalanced“.

Dann folgte eine schwierige Kommunikation mit Händler und Hersteller: Das Ladegerät funktioniere einwandfrei mit jedem Akku, mein Akku müsste kaputt sein. Auch wenn das Lade-Ende anders als in der Anleitung beschrieben nicht angezeigt würde, wäre trotzdem alles in Ordnung. Das Gerät könnte nicht zurückgenommen werden.

Nach langem Hin und Her und einigen energischen E-Mails meinerseits nahm der Händler das Gerät zurück und erstattete den Preis. Ich hatte mir inzwischen ein vergleichbares Ladegerät besorgt. Dieses lädt denselben Akku auch heute noch (nach ungefähr zwei Jahren) korrekt und beide Zellen haben am Ende die exakt gleiche Spannung.

Sandro Wilhelm

## Wer misst da Mist?

Was Sie da beschreiben, kann ich mir gut vorstellen. Ich habe es aber leider genau umgekehrt erlebt: Ich baute vor einigen Jahren einen Akku-Sauger auf einen Lithium-Ionen-Akku um, da auch NiMH-Ersatzakkus nach einigen wenigen Ladevorgängen immer schlapp machten. Dazu besorgte ich mir ein Balancer-Ladegerät, das zirka ein halbes Jahr problemlos funktionierte, dann aber komplett ausfiel. Kein Problem, ich erhielt ein Ersatzgerät. Aber das meldete auch nach stundenlangem Laden kein Ende des Ladevorgangs, das Nachmessen mit dem Multimeter ergab



Eine Leser-Version  
der c't-Retrokonsole

tikel angesetzten zwei Stunden hinbekommen (insgesamt eher 30 Minuten), wobei wir zum Flashen der MicroSD-Karte im Gegensatz zum Artikel die Software „Etcher“ empfehlen, da sie noch einfacher ist.

Das Thema „Woher die Spiele-ROMs?“ wird leider von den Publishern als interessantes Geschäftsfeld links liegen gelassen.

Name ist der Redaktion bekannt

## Brötchen backen

Das Problem liegt in der Annahme, dass fast jeder meint, er kann alles, insbesondere im IT- oder Elektrobereich. Und wenn es dann nicht klappt, wie es gewünscht ist, wird die Schuld einfach auf die Hardware geschoben – ist ja auch einfacher als das eigene Nichtkönnen einzugestenhen. Elektroniker haben wie viele andere Berufe nicht umsonst 3,5 Jahre Lehrzeit. Ich kann auch nicht einfach Mehl, Butter, Salz, Hefe, Zucker und Wasser in einen Topf schütten und mich anschließend aufregen, warum da keine Brötchen draus werden und den Zutaten eine 1-Sterne-Bewertung schreiben, oder?

Marco Rohlfs

## Ergänzung zur Arcade-Spiele-Liste

Die Zusammenstellung der 30 jeweils besten Spiele dürfte sicher einige Diskussionen nach sich ziehen. Bestimmt hat da jeder seine eigenen Favoriten, und zum Glück kann ja jeder selbst entscheiden, was noch dazu sollte oder weg kann.

Meiner Meinung nach sollten folgende Klassiker für Mame genannt werden. Vor allem die ersten beiden wurden auch außerhalb der Computerszene sehr bekannt und haben nachhaltig auf andere Bereiche gewirkt: PacMan (der Nachfolger Ms. PacMan ist aufgeführt), Tetris (NES-Version aufgeführt), Gauntlet und Zaxxon.

Kosmas Einbrodt

## Keine Teileliste?

Mit viel Begeisterung und guten Vorhaben beobachtete ich schon mehrere Artikel über Raspberry-Pi-Konsolen in der c't, doch nun habe ich endlich die Gelegenheit und nötige Motivation, das Bastelprojekt anzugehen.

Und so komme ich auf die c't-Webseite in der Erwartung von viel weiterführendem Material wie einer Step-by-Step-Bauanleitung und Teileliste und Co., ähnlich wie

### Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

✉ c't Forum

✉ c't magazin

✉ @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

## Nachgebaut

Minikonsole für 6 historische Spieleplattformen im Eigenbau, c't 17/17, S. 66

Mit regem Interesse hat mein Sohn den Artikel rund um die Retrokonsole Marke Eigenbau gelesen. Nach einem Abend voller nostalgischer Erinnerungen an meine Videospiel-Kindheit, die mit der Atari-Konsole begonnen hatte, orderten wir einen Raspi 3, den wir standesgemäß in ein Gehäuse im NES-Look einbauten, siehe Bild.

Mit der Anleitung haben wir das Ganze sogar ohne Tastatur unterhalb der im Ar-

Anzeige

bei den PC-Bauvorschlägen. Kommt da noch etwas oder erwarte ich zu viele Komplikationen beim Zusammenbau? Einfach Raspberry Pi 3 und ein oder zwei Controller kaufen, Retropie raufspielen und dann alle gewünschten Spiele zusammensuchen? Kann ja schon sein, dass das so einfach ist.

Jakke 

*Das ist wirklich so einfach: Raspi, Netzteil, Gamepads, und schon kanns losgehen.*

## Weitere Ideen für Retro-Gehäuse

*Coole Raspi-Gehäuse im Retro-Stil zum Selberbauen, c't 17/17, S. 74*

Wenn man Retro will, dann könnte man sich ein kleines Apple-II-Gehäuse drucken, allerdings erkennen das nur die wenigsten Nerds. Ansonsten bleiben noch kleine Alu-Köfferchen oder Holzkistchen vom Indien-Shop, gerne auch als Steampunk-Computer mit LCD. Was auch gut kommt, ist ein kaputtes Multimeter als Raspi-Gehäuse.

Gut ist alles, was ungewöhnlich, aber kompakt ist.

ShakeHead 

## Ein Desaster

*Backup-Lösungen für Android-Nutzer, c't 17/17, S. 106*

Ihr Artikel zeigt das ganze Desaster bei Backups für Android. Entweder werden nur ausgewählte Daten/Apps gesichert oder man muss Nerd-Werkzeuge erlernen. Ich mache das Backup von Android zum Mac mit einem FTP-Server auf dem Smartphone und mit Yummy FTP vom Mac. So kriege ich (fast) alles gesichert.

Peter Fackelmann 

## Kein Weg an Root vorbei

Es gibt durchaus Möglichkeiten, Sicherungen zumindest zum Teil zu automatisieren. Die müssen aber händisch vorbereitet werden. Die Lite-Version von FolderSync schiebt Ordner gemäß der User-Konfiguration regelmäßig zum Beispiel auf diverse Cloud-Ordner, auch per FTP/WebDAV. Den Inhalt kann man zuvor mit ZArchiver verschlüsseln. Das kostenlose Offline Calendar bietet den Export in eine ICS-Datei an, die natürlich auch in den Sync-Ordner gehört, und mit dem Total Commander

sucht man sich die restlichen wichtigen Inhalte zusammen.

Aber unabhängig von den genannten Tipps ist es doch so, dass man in unserer Zeit eigentlich nicht mehr um ein gerootes Smartphone herumkommt. Oder kennt jemand einen Linux-, macOS- oder Windows-User, der sich auf seinem eigenen System den Root-Zugriff verweigern lassen würde? Es gibt mittlerweile recht viele Möglichkeiten, Smartphones diverser Hersteller zuverlässig zu entsperren, denn nur so erlangt man die Datenhoheit zurück! Alles andere ist nur unbefriedigendes Gebastel, wie ja der Autor schon zu bedenken gab.

H. Krefft 

## Leistung messen

*Strom für unterwegs, c't 17/17, S. 120*

Vor ein paar Monaten habe ich mir einen 10-Ah-Powerpack, ein faltbares Solarpanel und ein USB-Strom-/Spannungsmessgerät zugelegt. Ziel war es, ein Gefühl zu entwickeln, wie gut so etwas heute schon funktioniert.

Leider zeigt der PortaPow-Power-Monitor nur die aktuellen Werte an, lieber hätte ich eine Datenreihe in Sekundenabständen zum Beispiel per Bluetooth oder WLAN ans iPhone oder iPad weitergegeben. Das Diagramm auf Seite 124 entspricht dem, was ich mir vorstelle. Wie habt ihr das erstellt?

Interessant wäre auch eine Powerbank, die ihre Daten an ein Smartphone sendet und einen zum Beispiel daran erinnert, jetzt per Solarpanel zu laden, weil aus der Wetter-App bekannt ist, dass am aktuellen Standort die Sonne scheint. Aber zunächst bin ich auf der Suche nach einer Lösung, die mir U und I an das iPhone oder den PC funkten.

Jürgen Ludwig 

*Das Quick-Charge-Diagramm haben wir mit einem Leistungsmessgerät Zimmer LMG95 gemessen, einen Hintergrundartikel zu unseren Messmethoden finden Sie über ct.de/-1966283 auf der c't-Seite.*

*Einen USB-Messadapter, der die Daten via Bluetooth ans Smartphone sendet, kennen wir leider nicht. Für solche Messungen brauchen Sie einen passiven USB-Messadapter, an den man ein Multimeter mit Datenschnittstelle (Bluetooth, USB) anschließt. Gute Erfahrungen haben wir hier mit dem Mooshimeter gemacht (siehe c't 22/16, S. 158 „Modern Messen“).*

## Über den Tellerrand

*Zum Leserbrief von Joachim Ernst, c't 17/17, S. 12*

Es fällt mir schwer, nicht in obszöne und definitiv nicht druckfähige Pöbeleien abzugleiten, wenn ich Mitmenschen kritisiere, die in 2017 gemütlich auf dem Boden der BRD sitzen und von „gleichgeschalteter Presse“ sprechen.

Es gibt genügend historische – und leider auch aktuelle – Beispiele, anhand derer man sich trefflich vergegenwärtigen kann, wie das politische Umfeld in einem Staat aussieht, der seine Presse (und andere Organe) tatsächlich gleichgeschaltet hat.

Nur weil eine Zeitung, ein Fernseh- oder Radiosender etwas verbreitet, was nicht in die politischen Ansichten oder Weltanschauung passt, heißt das noch lange nicht, dass es sich um „Fake News“ handelt oder das Organ gar gleichgeschaltet wurde.

Björn Grewe 

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Korrekte Schreibweise

*E-ntwicklungsHelfer, c't 17/17, S. 1*

Der Entwickler der beschriebenen Toolboxen heißt in korrekter Schreibweise Marcus Roskosch.

### Privatkopie

*Minikonsole im Eigenbau, c't 17/17, S. 66*

Bei Software gelten die Regeln der Privatkopie nicht. Im Gegensatz zu Musik oder Filmen darf man von Programmen keine Kopien anfertigen, um diese an Freunde und Bekannte weiterzugeben. Dabei kommt es auch nicht darauf an, ob die Programme auf einem Datenträger oder als Download erworben werden. Erlaubt ist das Anfertigen einer Sicherheitskopie. Diese darf aber nur zu eigenen Zwecken genutzt werden, etwa wenn das Original verloren wurde.

### Ehre, wem Ehre gebührt

*Prozessorgeflüster, c't 17/17, S. 16*

Professorin Maryam Mirzakhani war doch nicht die erste Frau, die die internationale Mathematik-Olympiade gewann. Diese Ehre steht Karin Gröger (heute Damerow) aus der ehemaligen DDR zu, die schon 1984 die volle Punktzahl erreichte.

Anzeige

Anzeige



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

# Prozessorgeflüster

## Von Feuer und Flamme

**Smoke on the Water – aber diesmal qualmte es nicht am Genfer See, sondern an der San Francisco Bay. Vielleicht ließen ja die Flashes zu heiß – jedenfalls ging ein Teil der Ausstellung zum Flash Memory Summit im Konferenz-Zentrum in Santa Clara in Flammen auf.**

**Von Andreas Stiller**

**D**a herrschte schon heiße Stimmung auf dem Flash Memory Summit in Santa Clara, als ein paar Stände einfach abfackelten. Die begleitende Ausstellung fiel damit ganz ins Bay-Wasser – die betuchteren Firmen, insbesondere die in der unmittelbaren Nachbarschaft, führten ihre neuen Produkte aber in ihren Headquar ters oder in umliegenden Hotels vor. Inzwischen ist von Intel die Optane-SSD DC P4800X mit 750 GByte offenbar wirklich – zum stolzen Preis von 1500 Euro – lieferbar und erste Testmuster wurden tatsächlich, nicht einmal fünf Monate nach der offiziellen Einführung, verschickt. Die Abstände zwischen „Launch“ und Auslieferung werden, so scheint, immer größer. Das gilt ja verstärkt auch für Prozessoren, wo der Konkurrenzkampf zwischen Intel und AMD neu entfacht ist und ähnliche „Stilblüten“ hervortreibt, wie einst gegen Ende der Jahrtausendwende, als AMD mit dem Athlon und später mit dem Opteron Intel die Hölle heiß machte.

Das verspürte man jetzt unter anderem bei den High-End-Desktop-Prozessoren Skylake X und Kaby Lake X (siehe S. 3). Vermutlich wird das auch für die kommende Core-i-8000-Generation (Coffee Lake) zutreffen, die mit bis zu sechs physischen Kernen am 21. August zum Auftakt der Gamescom in Köln herauskommen soll. Vorgestellt wurde der Core i-8000 ja bereits Anfang Juni auf der Computex in Taipeh. Das sechskernige Spitzenmodell Core i7-8700K soll bei 95 Watt TDP mit immerhin 3,7 und im Turbo mit 4,7 GHz laufen. Inzwischen weiß man aber aus vielen Quellen, dass die 8000er trotz gleichen Sockels LGA1151 neue Mainboards und z300er-Chipsätze erfordern – da dürften viele Besitzer von fast nagelneuen Skylake-Boards lange Gesichter machen. Dafür sollen die z300er-Chipsätze endlich auch USB 3.1 Gen 2 und WLAN-Controller bieten – wenn auch nicht unbedingt gleich, sondern erst später einmal. Zunächst wird wohl nur ein aufgebohrter z270-Chipsatz unter dem Namen z370 angeboten mit USB 3.0 – noch so ein fauler Kompromiss.

AMD hat zwar die Desktop-Prozessoren Ryzen 5 und 3 draußen, aber noch nichts mit integrierter Grafik als direkte Konkurrenz zu Coffee Lake. Doch Raven Ridge, wie die APU intern heißt, wird bei diesem heißen Wettbewerb wohl nicht mehr lange auf sich warten lassen. Dessen integrierte Vega-Grafik dürfte dann in einer ganz anderen Liga spielen als Intels

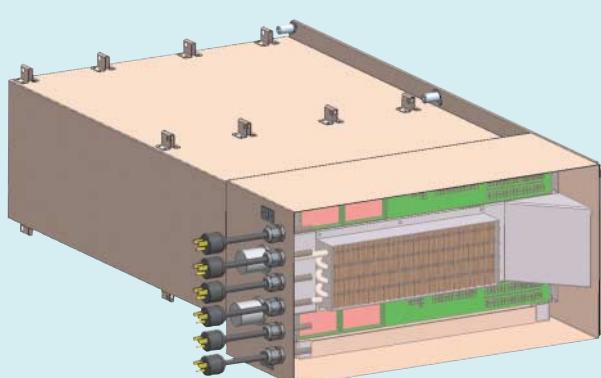
HD-Grafik. Die Vega-Architektur jedenfalls in Gestalt der Radeon-Grafikkarten 56 und 64 wurde gerade erst diese Woche auf den Markt gebracht.

### Spaceborne

Während Intel intern die atomare Gemini-Lake-Plattform als Nachfolger der nur rudimentär dokumentierten Apollo-Lake-Plattform präsentierte – sie soll auch noch dieses Jahr die Pentium- und Celeron-Linie im 4- bis 6-Watt-Bereich bevölkern –, hat HPE den Namen Apollo schon seit Ende der Achtzigerjahre im Portfolio, als man die Workstation-Firma Apollo Computer aufkaufte. Vor einigen Jahren holte man den symbolträchtigen Namen wieder für die High-Performance-Serverlinie aus der Schublade.

Aber nicht Apollo, sondern die vergangenes Jahr eingekaufte Firma SGI brachte gute Kontakte zur NASA mit. Gemeinsam entwickelte man nun das Spaceborne-Projekt, mit dem man erproben möchte, wie sich handelsübliche Xeon-Systeme im Weltraum bewähren. So ein Teraflops-System in spezieller weltraumtauglicher, strahlengehärteter Ausführung wäre nämlich ungleich teurer, größer und würde weitaus mehr Energie ziehen – für eine Marsmission schlechterdings nicht machbar. Nun baute man vier handelsübliche Apollo-40-Einschubssysteme ein bisschen um – noch das alte Gen-9 mit Xeon Broadwell-EP –, und wenn alles gutgegangen ist, sollte das Spaceborne-System jetzt an Bord der ISS ackern. Eine SpaceX-Falcon-9-Rakete müsste es jedenfalls dahin befördert haben, allerdings erst nach Redaktionsschluss.

Heiß wird es auch auf der Hot Chips Conference in Cupertino zugehen, wiewohl es zwischendurch kurzzeitig kühl werden dürfte, wenn sich am 21. August – also just an dem Tag, an dem Intel seinen Core i-8000 herausbringen will – um 10:15 Uhr Klimax-Ortszeit die Sonne zu etwa 70 Prozent verdunkelt. Hätte man die Konferenz in die Hauptstadt von Oregon verlegt, wären die Besucher sogar in



Nach Apollo 17 folgt nun Apollo 40 – von HPE als Testsystem für die Weltraumtauglichkeit von Xeon-Servern.

den Genuss einer totalen Finsternis gekommen. Das Konferenzprogramm hat aber immerhin eine halbe Stunde mitten in der GPU/Gaming-Session zwischen Microsofts XBox Scorpio und AMD Vega sowie Nvidia Volta für die Eklipse-Beobachtung eingeplant.

Der nächste Klimax dürfte am Ende des zweiten Tages in der Server-Session anstehen. Nach IBMs neuem Z14-Mainframe-Prozessor und weiteren, hoffentlich spannenden Details zu AMD Epyc und Intel Xeon SP will dann Qualcomm Einzelheiten zum Centriq 2400 preisgeben, dem ersten Serverprozessor in 10-nm-Prozesstechnik. Den 48-kernigen selbst entwickelten ARMv8-Prozessor (Codename Falkor) durfte Intels ehemaliger Mobile-Chef Anand Chandrasekher, der jetzt bei Qualcomm die neue Datacenter-Abteilung leitet, Ende letzten Jahres vorstellen – allerdings ohne viel über ihn zu verraten. Auf der Open Compute im März dieses Jahres hatte dann Qualcomms Datacenter-Tochter eine Kollaboration mit Microsoft verkündet und eine Demo unter Windows Server 2016 vorgeführt.

Aber Microsoft geht ja im Rahmen des Projektes Olympus mit jedem ins Bett, der Open Compute unterstützt, sei es Intel, AMD, Cavium, Qualcomm oder sonst wer, bald vielleicht auch mit RISC V. Nur mit IBM nicht, und so wird es wohl kein Wiederaufleben eines Windows für Power geben.

## Offene Firmware für kleinen Power9

IBM ist aber ebenfalls bei Open Compute aktiv, über das Projekt Zaius der Open-Power-Partner Google und Rackspace rund um den kommenden Power9. Und bei dem soll es mit „open“ auch wirklich vorangehen. Bei Raptor Computing kann man jedenfalls jetzt das DP-Power9-Board „Talos II“ für Workstations und Server mit offener Firmware (LibreCore, OpenBMC) und Linux vorbestellen. Der Preis hält sich mit 2300 Dollar für Board, Prozessor und Kühler in Grenzen. Das ist allerdings eine bislang unbekannte kleine Vierkernausführung des Prozessors mit vierfachem SMT, also 16 logische Kerne zum Preis von 300 Dollar – ein Schnäppchen, wenn man das mit den gewohnten IBM-Prozessorenpreisen vergleicht.

Derweil sind die ersten Kabinette für die richtigen großen Power9-Prozessoren, für Nvidia-Volta-GPUs und Mellanox-InfiniBand mit 100 GBit/s in Oak Ridge angekommen und werden installiert. Etwa ein Viertel des geplanten Supercomputers Summit mit über 180 PFlops, so hatte IBMs HPC-Chef Turek auf der ISC17 verkündet, wolle man noch in diesem Jahr aufbauen. Irgendwann gegen Mitte 2018 soll der Probeflug des Gesamtsystems beginnen, bevor dann Anfang 2019 die Anlage „ready for user“ sein soll. Dreizehn ausgewählte Teams dürfen an diesem Probeflug im Center for Accelerated Application Readiness teilnehmen,



Bild: Oak Ridge Leadership Computing Facility

Die ersten Kabinette für den Supercomputer Summit sind im Oak Ridge National Lab angekommen und werden aufgebaut.

nicht nur aus den USA, sondern auch zwei Quantenchemie-Teams aus Europa, aus Amsterdam und Aarhus. Jülich ist (noch) nicht dabei; ob und wann sich das Jülicher Supercomputer Center für Power9 entscheidet, steht immer noch in den Sternen.

(as@ct.de) ct

Anzeige

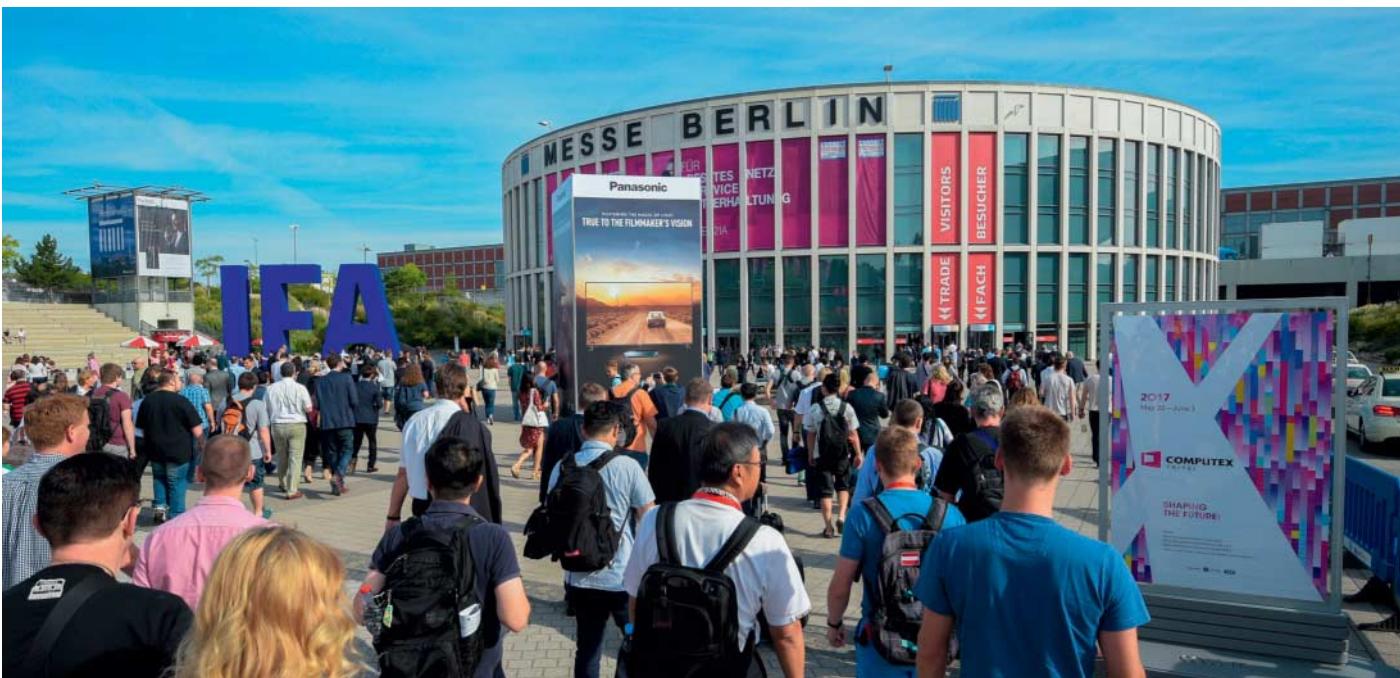


Bild: Messe Berlin

# Automatisiert und vernetzt

## Technik fürs smarte Zuhause auf der IFA 2017

**Smarte Fernseher, fliegende Objekte, VR und Fitness – wer die Elektronikmesse in Berlin besucht, erlebt aktuelle Techniktrends hautnah. Die IFA hat aber nicht nur Unterhaltungselektronik im Gepäck: Vernetzte Geräte für das intelligente Heim buhlen neben flammenden Kochshows und sprechenden Waschmaschinen um die Aufmerksamkeit der Besucher.**

**Von Ulrike Kuhlmann**

Die Internationale Funkausstellung setzt außer auf Unterhaltungselektronik auch auf smarte weiße Ware – vernetzte Kühlschränke, intelligente Toaster, sprechende Waschmaschinen. IoT-Geräte, die vom Nutzer per App oder Sprache gesteuert werden, dominieren neben allerlei Küchen-Events den Haushalte-Bereich auf dem Messegelände.

Erstmals werden in Berlin Smart-Home-Unternehmen ausstellen, die in diesem Bereich bislang nur Randfiguren waren – darunter das Grazer Unternehmen

Nuki mit smarten Schlossern, die für Tastaturen und Mäuse bekannte Firma Logitech und Hersteller TechniSat, der die Smart-Home-Zentrale in den Digital-TV-Receiver pflanzt.

Hersteller von Heimautomation wie Devolo, Popp und Everspring stehen aktuell unter Druck: Als Anbieter von Komponenten mit Z-Wave-Funk müssen sie versuchen, ihren Vorsprung auf dem Smart-Home-Markt zügig auszubauen – bevor Bluetooth Low Energy mit dem gerade zertifizierten Mesh-Netzwerk ihnen Marktanteile abluchst.

### HDR, 4K und mehr

Natürlich hat auch die klassische Unterhaltungselektronik ihren Auftritt. So sind alle großen TV-Hersteller in Berlin vertreten. Bei vielen dürfte in diesem Jahr High Dynamic Range (HDR), also die Wiedergabe von Videobildern mit erhöhtem Kontrastumfang im Fokus stehen – allerdings in unterschiedlichen Varianten. So nutzen Panasonic und Philips das statische Format HDR10, während Sony, Loewe und LG auch auf das dynamische Dolby Vision setzen. LG hat nun einen passenden Player im Sortiment. Noch unklar ist, wie Samsung sein eigenes dynamisches Format

HDR10+ präsentieren wird. Inhalte dafür gibt es bislang nur über den Online-Streaming-Dienst Amazon Video.

4K-Auflösung und riesige Bilddiagonalen gehören bei allen TV-Herstellern zum Standardrepertoire. In Berlin werden aber auch 8K-Displays zu bewundern sein. Ob sich die noch mal vervierfachte Auflösung mit  $7680 \times 4320$  Pixeln im normalen Wohnzimmer lohnt, können Besucher aus dem wohnzimmertypischen Betrachtungsabstand von drei bis vier Metern selbst prüfen. Aktuelle Topgeräte lassen sich per Sprache steuern, womit die TV-Hersteller auch auf smarte Lautsprecher wie Alexa und Google Home auf den Markt reagieren. Die intelligenten Boxen verstehen sich auch mit Smart-TVs – Streaming-Geräte wie Apple TV machen die smarten Funktionen im Fernseher weitgehend überflüssig.

Ein Wettstreit ist um die optimale Displaytechnik entbrannt: Während Hersteller wie LG, Sony, Panasonic und Philips OLED-Fernseher im Programm haben, verweigert sich Samsung der kontraststarken Technik und setzt stattdessen auf Quantenpunkte im LCD. Ein Grund: Alle großen OLED-Panels stammen von LG; Samsung ist nur bei den kleinen orga-

nischen Displays für Smartphones und Tablets Marktführer.

## **Mobiles, Drohnen und VR**

In den teureren Smartphones schrumpfen die Display-Rahmen, was sie bei gleicher Bildschirmgröße etwas handlicher macht. Zudem erscheinen weitere Edel-Handys mit optischem Teleobjektiv. Die meisten Neulinge laufen noch mit Android 7. Mit Android 8 ausgelieferte Geräte dürften erst gegen Jahresende erscheinen – sofern sie nicht von Google selbst stammen.

Smart- und Hybridwatches wird man in Halle 4.2 bei der Fossil-Gruppe begutachten können. Auch Pionier Fitbit ist vor Ort und hat vielleicht die erste Smartwatch im Gepäck, über die man seit der Pebble-Übernahme munkelt.

Flugobjekte begegnen den IFA-Besuchern mehrfach, darunter extravagante wie der Flying Magic Cleaner, der autonom durch Räume fliegen und dabei die Luft von Staub und Pollen befreien soll. Ein Hingucker ist auch der wie ein Ei geformte Klappkopter PowerEg. Marktführer DJI zeigt in Halle 3.2 seine Drohnen und lädt im Außenbereich A15 zur Flugshow ein.

Die virtuelle Realität findet auch auf der diesjährigen IFA statt. So wird man wohl die ersten fertigen „Windows Mixed Reality“-

Headsets ausprobieren können, beispielsweise bei Acer. Warum Microsoft die Brillen mit „Mixed Reality“ bewirbt, bleibt unklar – es handelt sich um Low-Budget-VR-Brillen. Als weitere VR-Ausprägung wird in Halle 26 die Übertragung des UEFA Champions League Finales 2017 als sogenanntes Live-Experience gezeigt. Interaktive 360°-Videos aus der Cloud sollen dort über HbbTV auf Smart-TVs und Second Screens ausgespielt werden. Das Fraunhofer HHI will in Halle 26 die Möglichkeiten der erweiterten Realität demonstrieren.

## **Vorträge und Kongress**

Halle 26 dient als Lokalität für das umfangreiche Kongress- und Vortragsprogramm. Dort findet am 4. und 5. September der **IFA+ Summit** statt, in dem namhafte Sprecher wie Carl Miller vom britischen Thinktank Demos, Stefan Gotthardt vom VW Digital Lab und Amber Case, Cyborg Anthropologist am MIT und der Uni Harvard, über ihre Erfahrungen berichten und sich in Paneldiskussionen und Workshops Fragen stellen. Der Eintritt zum Summit inklusive Messebesuch kostet 299 Euro für einen Tag und 499 Euro für alle Tage (Studenten 299 Euro).

Unter dem Stichwort **IFA NEXT** will die Messe Berlin die Messebesucher inspirieren. So

## **Wir auf der IFA**

Am Stand von Heise Medien in Halle 17, Stand 106 werden wir für Besucher ein VR-Erlebnis der besonderen Art installieren: Reisen Sie in der unglaublich immersiven Virtual-Reality-Simulation VR-Planke mit dem Fahrstuhl über die Dächer einer Großstadt und erfahren Sie, wie schnell die virtuelle Welt real erscheint. Wer sich traut, von der wackeligen Holzplanke ins Bodenlose zu springen, erhält eine kleine Belohnung.

Im Rahmen der **#heiseshow XXL** stehen die Kolleginnen und Kollegen von c't, c't Fotografie und heise online den Besuchern Rede und Antwort. Am Freitag senden wir unseren Redaktions-Podcast **c't uplink** direkt vom IFA-Messestand. Täglich um 15 Uhr fassen Jürgen Kuri und Gäste das Tagesgeschehen der IFA zusammen, anschließend können sich die Besucher beim IFA-Jeopardy vergnügen – Mitmachen erwünscht!



**Die VR-Planke ist ein Seherlebnis der besonderen Art. Wer wagt es, von der Planke ins Bodenlose zu springen?**

Anzeige

# IFA 2017: Eintrittspreise und Konzerte



Für das allgemeine Publikum ist das Berliner Messegelände vom 1. bis 6. September täglich zwischen 10 und 18 Uhr geöffnet; Fachbesucher kommen am Südeingang zwischen Halle 1.1 und 2.1 bereits ab 8 Uhr morgens aufs Gelände. Für Spätaufsteher gibt es ab 14 Uhr an der Tageskasse das „Happy Hour“-Ticket. Die IFA-Tickets gelten nicht als Fahrausweise für den Berliner Nahverkehr.

Keine IFA ohne Konzerte: Den Auftritt gibt am Messevorabend das Schweizer Elektronik-Duo Yello im IFA-Sommer-

Garten; Special Guest sind 2Raumwohnung. Die Tickets für 59 Euro gelten am 1. September auch als MesseTicket.

RBB-Radio Fritz präsentiert seine „DeutschPoeten“: Jennifer Rostock, Madsen, Milliarden spielen am 1. September, Philipp Poisel, Prinz Pi, Von Wegen Lisbeth, DAT ADAM, Ace Tee und Lotte am 2. September. Das Zwei-Tages-Festival-Ticket kostet 69 Euro und gilt an beiden Tagen als MesseTicket; Tageskarten kosten 39 Euro (1. 9.) beziehungsweise 43 Euro (2. 9.). Den Abschluss der IFA-Konzerte

präsentieren in Halle 26 Forschungseinrichtungen, Labore, Unis und Verbände sowie 160 Start-ups aus 20 Ländern ihre innovativen Produkte und Lösungen aus den Bereichen intelligente Sprachsysteme, Robotic und Virtual Reality. In sechs Start-up-Thementagen mit Panel-Diskussionen, Vorträgen und Pitches präsentieren sich Gründer zu den Themen IoT, Smart Home, VR, Digitale Gesundheit, Künstliche Intelligenz und Mobilität. Offizieller Partner und Organisator ist der Bundesverband Deutsche Startups e. V.

In Halle 26b befindet sich die **Keynote-Arena**. Die Eröffnungsrede hält am Freitagmorgen Philips, Microsoft schließt sich um 14 Uhr an. Am Samstag betritt

Foxconn-Gründer Terry Gou erstmals eine Keynote-Bühne in Europa. Der CEO will die Bedeutung globaler Lieferketten und die Wertschöpfungskette der Elektronikbranche analysieren. Die taiwanische Foxconn/Hon Hai Gruppe zählt zu den größten Elektronikfertigern der Welt; über eine Millionen Angestellte weltweit produzieren dort Elektronik- und Computerbauteile für alle namhaften IT-Hersteller.

Von Sonntag an (3. bis 6. 9.) will **IFA Global Markets** in der Station Berlin Zulieferer, Komponentenhersteller, OEMs und ODMs mit potenziellen Kunden und Partnern der Unterhaltungselektronik und Hausgerätebranche zusammenbringen. Täglich fahren kostenlose Shuttles vom

im Sommergarten macht die Band Silbermond. Frontfrau Stefanie Kloß mit Unterstützung durch Mister Me und Special Guest Matthias Schweighöfer starten am Sonntag, den 3. September um 18 Uhr. Das Ticket für 38 Euro gilt am 2., 3. oder 4. September auch als IFA-Tagesticket.

Die jüngsten IFA-Besucher dürfen zwar nicht mit zu den Konzerten (Einlass erst ab 6 Jahren), kommen aber am 5. September zwischen 17 und 20 Uhr beim Familiennachmittag im Sommergarten auf ihre Kosten. Los gehts um 17 Uhr mit der Band „RADAU!“, der Musical-Show von „Bibi & Tina“ und den Breakdance-Weltmeistern „Flying Steps“.

## IFA-Tickets

Tageskarte 17,50 Euro  
(im Vorverkauf 13 Euro)

Fachbesuchertagesausweis 49 Euro  
(im Vorverkauf 40 Euro)

2-Tages-Fachbesucherausweis 72 Euro  
(im Vorverkauf 58 Euro)  
ermäßigte Tageskarte für  
Auszubildende und Studenten 13 Euro  
Tageskarte für Schüler 9 Euro  
Schulklassentickets 35 Euro  
„Happy Hour“-Ticket 13 Euro  
Familienticket (max. zwei Erwachsene,  
drei Kinder) 36 Euro  
3-für-2-Ticket (drei Erwachsene) nur im  
Vorverkauf 26 Euro

Eingang unterm Funkturm zur Station Berlin in der Luckenwalder Str. 4–6.

Vom Sonntag bis Dienstag (3. bis 5. 9.) findet erstmals die unabhängige Android-Entwicklerkonferenz **droidcon Berlin** statt (CityCube, Hall A, Raum A1-A3). Auf ihr werden mehr als 1000 Software-Entwickler und Experten erwartet. Das von Google entwickelte Android-Betriebssystem hat sich für Smartphones etabliert und wird auch in Smart-Home-Lösungen eingesetzt. Damit passt die Partnerveranstaltung gut zur IFA und ihrem Schwerpunkt Connected Home. Außer in Berlin finden die größten droidcon-Konferenzen in London, New York und San Francisco statt.  
*(uk@ct.de)* ct

Anzeige

# Private Auskunft

## Fortschritte beim Datenschutz im Domain Name System

**Es gibt verschiedene Methoden, bei Domain-Anfragen Vertraulichkeit zu gewährleisten. Eine viel-versprechende Spezifikation wird nun anhand einer Handvoll von DNS-Servern erprobt. Einen dazu passenden, einfach zu bedienenden Client gibt es auch bald. Dennoch treten konkurrierende Verfahren auf den Plan.**

Von Monika Ermert

Ursprünglich war im Internet keine Vertraulichkeit vorgesehen. So gibt es bis heute viele Protokolle, die Metainformationen der Nutzer preisgeben und so über ihr Tun und ihre Interessen Auskunft geben. Dazu zählen insbesondere die Anfragen an das Domain Name System (DNS), denn sie werden normalerweise im Klartext übertragen. Der Internet-Provider, die Betreiber der besuchten Domain, die Betreiber der befragten DNS-Server und überhaupt jeder öffentliche oder private Schnüffler, der sich auf den Strecken dazwischen einschaltet, kann ermitteln, welche Ziele die Nutzer im Internet ansteuern.

Spätestens seit den Enthüllungen von Edward Snowden 2013 wird das 30 Jahre alte Protokoll aber doch vorsichtig renoviert, damit man für sich behalten kann, wenn man etwa Informationen bei den anonymen Alkoholikern sucht oder sich nach einem privaten Mail-Server erkundigt. Einen vielversprechenden Zwischenstand konnte man auf dem 99. Treffen der IETF beobachten, das im Juli in Prag stattgefunden hat.

Mit DNSSEC wurde 2010 immerhin ein erster Schritt zur Absicherung eingeführt – kryptografisch signierte DNS-Nachrichten lassen sich damit auf Echtheit und Authentizität des Absenders prüfen (validieren).

Seit Mai 2016 können dafür ausgelegte Clients per Transport Layer Security

(TLS) verschlüsselt mit DNS-Resolvern kommunizieren (DNS over TLS). Die Internet Engineering Task Force hat dieses Verfahren im Rahmen ihrer Arbeitsgruppe „DNS Privacy“ entwickelt und im RFC 7858 spezifiziert. Damit sind DNS-Pakete zumindest auf der Strecke zwischen dem Nutzer und dem Recursive Resolver nicht mehr von jedermann lesbar.

Hat der Resolver die Antwort im Cache, wird sie ebenfalls verschlüsselt zum Client geschickt. Wenn er die Antwort nicht im Cache hat, sondern einen anderen DNS-Server befragen muss, ist diese Anfrage im Klartext lesbar. Das ist jedoch weniger kritisch, weil sich die Kommunikation der DNS-Server untereinander nur schwer einzelnen Clients zuordnen lässt. Außerdem können Resolver

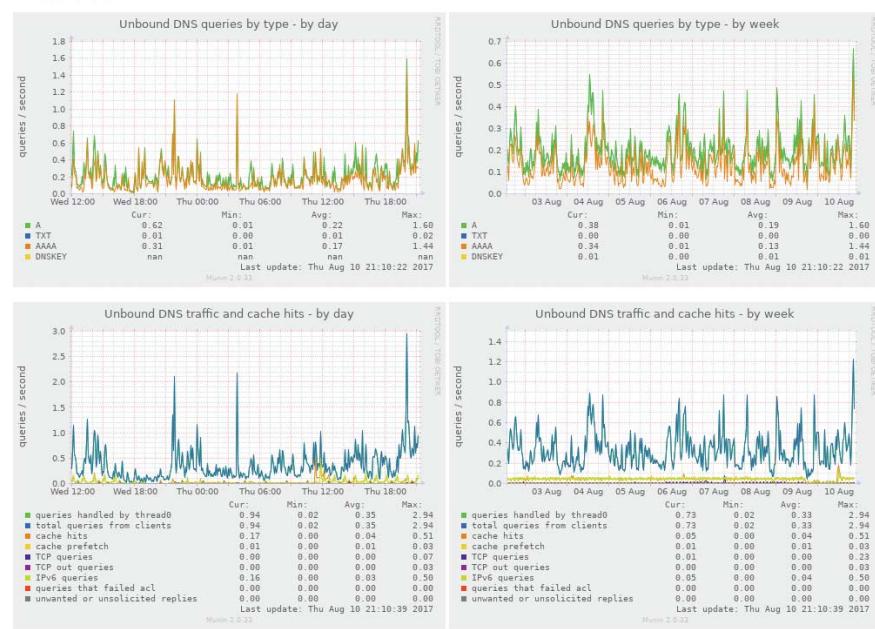
die Menge der Meta-Daten verringern, indem sie nicht jedem befragten DNS-Server die komplette Anfrage des Clients weiterreichen (QNAME Minimization), sondern gemäß Domain und Subdomain aufteilen. Deshalb verfolgt die IETF die Absicherung der Server-zu-Server-Kommunikation mit geringerer Priorität als die vom Client zu Resolver.

DNS over TLS verwendet anstatt des schlanken UDP (User Datagram Protocol) das Protokoll Transport Layer Security. TLS setzt seinerseits das aufwendigere TCP voraus (Transmission Control Protocol). Die Aushandlung der Verschlüsselung erfordert zusätzlichen Datenverkehr (mehr Nachrichten zwischen Client und Server). Aber DNS over TLS bringt Pipelining mit, sodass sich eine einmal aufge-

### Experimental DNS-over-TLS Resolver (KINX, South Korea)

Hostname: dns-tls.allnetwork.kr  
IPv6: 2402:9e80:19::853 (preferred)  
IPv4: 103.214.68.144  
Port: 853  
SPKI Pin: MCMNJ5B/uWd3TOyhQbGOe+PnqYINML29X2bNITZC9VY=

Timezone: UTC+9



Die datensparsame Technik DNS over TLS wird zurzeit auf einer Handvoll Servern getestet. In den Diagrammen ist die noch bescheidene Anfragelast eines Servers in Südkorea zu sehen.

baute Verbindung für mehr als eine Anfrage verwenden lässt.

Zusätzlich sind asynchrone Verarbeitung von Anfragen und Antworten spezifiziert, TCP-Fast-Start, TLS-Session-Resumption und weitere zeitsparende Techniken. Da die Clients immer dieselben Resolver nutzen, können die TCP-Verbindungen nach dem Verbindungsaufbau offen bleiben. Tests haben gezeigt, dass DNS over TLS unterm Strich kaum langsamer ist als die herkömmliche, UDP-basierte DNS-Kommunikation (siehe ct.de/y5m4).

Aber die Verschlüsselung kostet Rechenzeit und die Administratoren müssen die TLS-Zertifikate pflegen. Der Umgang mit X.509-Zertifikaten ist etwas Neues für DNS-Provider, räumt Sara Dickinson vom kleinen Softwarehaus Sinodun ein. Sie zählt zu den führenden Köpfen der IETF-Arbeitsgruppe DNS Privacy.

Für DNS over TLS wird zwecks Protokoll-Unterscheidbarkeit nicht der bisher übliche Port 53 verwendet, sondern der separate Port 853. Scheitert eine Anfrage über TLS, können Clients auf das unverschlüsselte Verfahren zurückschalten und denselben Resolver über Port 53 befragen. Das erhöht die Ausfallsicherheit eines Resolvers, macht das TLS-Verfahren aber angreifbar – wenn etwa DoS-Attacken den Port 853 blockieren, weichen Clients auf Port 53 aus und geben damit die Inhalte ihrer Anfragen wieder preis. DNS over TLS ist auch bei DNS-Providern nicht un-

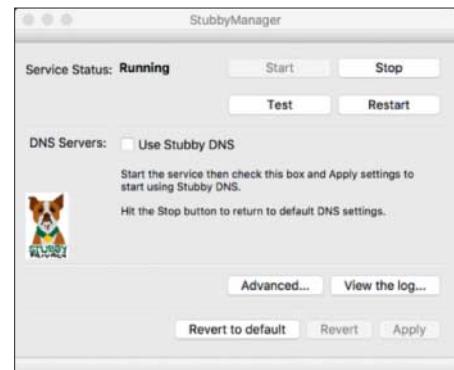
umstritten. Für Resolver mit wenig Kunden sei der Mehraufwand, den TLS fordert, akzeptabel. Für große Server mit vielen Kunden sei der Betrieb aber nicht mehr einfach, maulte kürzlich der Entwickler eines DNS-Anbieters.

Der Mehraufwand für Betreiber ist auch ein Grund, weshalb die IETF die verschlüsselte Kommunikation mit autoritativen Servern noch nicht mit Volldampf verfolgt. Viele Resolver beantworten rund 10.000 Anfragen pro Sekunde, Spitzenwerte können auch schon mal 400.000 Anfragen/Sekunde erreichen. Die Werte für autoritative Server liegen hingegen oft zwischen 100.000 und einer Million pro Sekunde, erläutert Benno Overeinder vom niederländischen Forschungslab NLnet Labs. Die NLnet Labs unterstützen die IETF-Arbeitsgruppe DNS Privacy finanziell und mit eigenen Arbeiten.

## Erste Implementierungen

Aktuell kann ein Dutzend DNS-Server weltweit verschlüsselten DNS-Verkehr über Port 853 annehmen. Jüngstes Mitglied des noch kleinen Kreises ist ein Server des Korea Internet Exchange (KINX, siehe Grafik). Daneben gehören das niederländische Forschungsnetz Surfnet, die schwedische OpenBSD Community oder auch das von den NLnet Labs finanzierte getDNS-Team zu den Pionieren.

Auch der DNS-Dienstleister Dyn hat Interesse daran, solche Server zu betreiben. Laut Sara Dickinson, die für Sinodun



**Stubby gibt es schon für Linux, MacOS und Windows.** Etwa so wie hier gezeigt, dürfte die grafische Bedienung aussehen, an der die Entwickler arbeiten.

arbeitet und auch zu den Mitgliedern des getDNS-Teams gehört, kann man bald mit weiteren Organisationen und mehr TLS-fähigen DNS-Servern rechnen.

## Serverseitige Software

Fortschritte bei der Implementierung in DNS-Servern lassen sich über das von getDNS aufgesetzte Wiki zu DNS-Privacy verfolgen. Die DNS-Schmieden NLnet Labs und CZ.NIC haben ihre Resolver-Software bereits weitgehend fit gemacht. Den BIND9-Server kann man immerhin mittelbar über den Proxy namens stunnel via TLS ansprechen (siehe ct.de/y5m4).

Freilich gibt es noch Lücken. Aktuell werden die Resolver nach und nach fit gemacht, um mit Servern weiter oben in der

Anzeige

DNS-Hierarchie – den Forward Resolvern – per TLS zu sprechen. Laut Ondrej Sury von den CZ Labs kann man diese Technik im vierten Quartal 2017 im quelloffenen DNS-Server Knot erwarten. Die Lösung werde sowohl mit klassischen Zertifikaten als auch mit kurzfristigen funktionieren.

## Der coole Stubby

Der DNS-Resolver Unbound lässt sich bereits für DNS over TLS einrichten und Clients mit grafischer Bedienoberfläche sind ebenfalls in Arbeit. Dazu gehört der auf der getDNS-Bibliothek aufbauende Client namens Stubby. Er läuft im Hintergrund und verschickt vom Desktop oder Laptop aus TLS-verschlüsselte DNS-Anfragen.

An den Stubby-Packages für macOS, Linux und Windows arbeitet unter anderem Sara Dickinson; das Projekt finanziert die NLnet-Stiftung. Die Versionen für macOS und Windows erhalten gerade ein nutzerfreundliches GUI, mit dem sich DNS über TLS per Klick anschalten lässt. Stubby gibt es ebenfalls für mehrere Linux-Distributionen, ein GUI ist für Linux derzeit aber nicht geplant. Beim Hackathon der IETF in Prag wurde außerdem an einer Version für Android gearbeitet. In diesen ersten Versionen fehlt noch die Authentifizierung des Servers (opportunistische Verschlüsselung). Ein Angreifer könnte sich also als Server ausgeben und so die DNS-Anfragen lesen.

## Widerstände

Trotz des Engagements der DNS-Privacy-Community ist der Erfolg dieser Tech-

nik noch keine ausgemachte Sache. Eigentlich gehört TLS als Standardtransporter für verschlüsselten Verkehr in die Kernel der Betriebssysteme. Einen Anfang macht schon mal der für September erwartete Linux-Kernel 4.13. Um voranzukommen, braucht man aber auch die Unterstützung der Linux-Distributionen, meint Sury: „Aber da sehe ich aktuell zu wenig Bewegung.“

Denn 12 Testserver, die DNS über TLS anbieten, sind einfach noch zu wenig, begründet Lennart Pöttering, Red-Hat-Entwickler und Programmierer von systemd, dem Prozesswächter für Linux-Systeme. „Sobald sich DNS über TLS durchgesetzt hat, können wir das natürlich direkt in systemd-resolved unterstützen“, teilte Pöttering mit. Auf die Frage, wann man ein datenschutzfreundliches DNS als etabliert bezeichnen könnte, antwortete Pöttering: „Zum Beispiel, wenn Google die Technik in seinen Public-DNS-Servern einführt.“

Sury meint, dass sich ein Henne-Ei-Problem abzeichnet: Die OS-Entwickler warteten auf große Implementierungen, zum Beispiel von DNS-Server-Betreibern wie Google. Diese warteten wiederum auf die Nachfrage der Nutzer.

## Zwei Konkurrenten

Während DNS over TLS in den Startlöchern steckt, machen ihm gleich zwei andere Verfahren Konkurrenz: DNS over Quic und DNS over HTTP/2.

Paul Hoffman, einer der DNS-Experten der Internet Corporation for Assigned Names and Numbers (ICANN), sucht

intensiv Unterstützung für HTTP/2 als Transportprotokoll für DNS-Anfragen. Die DNS-Anfragen könnten einfach entweder im URL (GET) oder im Body (POST) der HTTP/2-Pakete verborgen werden, erklärt Hoffman. Der Datenschutz ist für Hoffman, der zugleich an getDNS mitgeschrieben hat, ein Nebenprodukt der Initiative „DNS über HTTP/2“. Ihm und seinem Co-Autor, Mozilla-Entwickler Patrick McManus, gehe es mehr darum, App-Entwicklern die Nutzung von DNSSEC und weiteren DNS-Features zu erleichtern.

Google experimentiert schon eine Weile mit dieser Technik. Der Nachteil: Ausgerechnet Google, das schon eine Trillion DNS-Anfragen auf seine Server vereint, bekäme mit DNS über HTTP/2 noch mehr Informationen – Datenschutzverfechter wünschen sich hingegen mehr Dezentralisierung.

Der letzte Schrei im Hinblick auf einen neuen Transportkanal ist aber der Newcomer Quic. Das UDP-basierte Transportprotokoll, bezeichnenderweise ursprünglich aus dem Hause Google, verspricht verschlüsselte Verbindungen und ein Ende verschiedener TCP-Probleme wie Head-of-Line-Blocking. „DNS über Quic“ könnte die Datenschutzeigenschaften von DNS über TLS mit dem effektiveren Transport von DNS über UDP verbinden, sagte Microsoft-Entwickler Christian Huitema in Prag und warb zum wiederholten Mal für einen neuen UDP-Port für dieses Verfahren.

Quic gibt im Header weniger Metadaten als TCP preis. Ein eigener Quic-DNS-Port würde den DNS-Verkehr allerdings leicht erkennbar machen. Doch die Diskussionen sind noch nicht abgeschlossen.

Den Wettbewerb um den besten Transportkanal für DNS-Dienste bewerteten in Prag viele DNS-Experten als Bremse für DNS über TLS. Dickinson hält dagegen, dass Quic langfristig eine gute, weil effiziente Lösung für die Strecke von den Resolvern zu den autoritativen Servern sein könne. Während man das eine tue, müsse man das andere nicht lassen, rät sie. Die Migration zu DNS über TLS sei trotz der Alternativen „auch deshalb sinnvoll, weil sie den Schritt zu Quic leichter macht“. Vor allem aber bringt sie den DNS-Betreibern bei, sich von der Vorstellung zu verabschieden, dass „DNS-Daten öffentlich sind“. (dz@ct.de) **ct**

## DNS aus der Vogelperspektive

Das DNS ist eine weltweit verteilte, hierarchisch organisierte Datenbank, die Bezüge zwischen Domain-Namen und IP-Adressen enthält. Für jede Domain ist ein bestimmter DNS-Server zuständig, das ist der autoritative Server. Die autoritativen Server sind hierarchisch organisiert. Ein Server kann für hunderte oder tausende Domains zuständig sein. Die obersten Server (Root) kennen die IP-Adressen der Server, die für die Top-Level-Domains zuständig sind, und diese wiederum die Adressen der Server, die für Subdomains zuständig sind. So muss kein DNS-Server die IP-Adressen aller Do-

mains der Welt kennen, die DNS-Datenbank ist dezentral.

Wenn ein PC, Smartphone oder Tablet zum Beispiel eine Webseite öffnen will, schickt er eine DNS-Anfrage an einen DNS-Resolver. Der Resolver liefert die IP-Adresse, unter der der Server zu erreichen ist. Er holt sie entweder aus seinem Cache (das geht umgehend) oder er beschafft sie vom autoritativen DNS-Server, also demjenigen, der für die angefragte Domain zuständig ist. Wenn der Resolver den autoritativen Server nicht kennt, fragt er einen DNS-Root-Server, welcher DNS-Server für die betreffende Domain zuständig ist.

**BIND9-Konfig: Forschungsergebnisse:**  
[ct.de/y5m4](http://ct.de/y5m4)

Anzeige

## Coffee Lake braucht neue Mainboards

Die noch im August erscheinenden Intel-Prozessoren der Generation Coffee Lake (Core i-8000) sind trotz gleichem Sockel nicht mit bisherigen Mainboards der Serie 200 kompatibel. Für Coffee Lake kommen LGA1151-Boards mit Chipsätzen der Serie 300. Die vermutlich zuerst erscheinende Z370 wird dabei dem aktuellen Z270 ähneln. Spätere Serie-300-Versionen sollen USB 3.1 Gen 2 und WLAN-Funktionen beinhalten.

Das Coffee-Lake-Spitzenmodell heißt Core i7-8700K und enthält sechs Prozessorkerne, die mit einer Basistaktfrequenz von 3,7 GHz laufen. Dies geht aus im Netz veröffentlichten Spezifikationstabellen hervor. Sind nicht alle Kerne ausgelastet, liegen die Turbo-Takte bei 4,4 GHz (vier Kerne), 4,6 GHz (zwei Kerne) und 4,7 GHz (ein Kern). Die Thermal Design Power gibt Intel mit 95 Watt an. Der Core i5-8600K enthält ebenfalls sechs Kerne, beherrscht aber kein Hyper Threading; der sparsamere Core i5-8400 kommt mit 65 Watt aus. (mfi@ct.de)

## VR-Rucksack mit Docking-Station

Damit man sich mit einer VR-Brille nicht in lästigen Kabeln verheddert, gibt es Rucksack-PCs. HP bietet ab September speziell für Entwickler von Virtual-Reality-Anwendungen die Z VR Backpack G1 Workstation an.

In dem 4,6 Kilogramm schweren Rucksack stecken der Mobil-Quad-Core Core i7-7820HQ (2,9 GHz, Turbo: 3,9 GHz), 32 GByte DDR4-RAM und eine SSD mit 256 GByte bis 1 TByte Kapazität. Die Grafikausgabe übernimmt eine Nvidia Quadro P5200 mit 16 GByte lokalem Speicher, die zudem per Miracast weitere Monitore oder künftige VR-Headsets drahtlos ansteuern kann.

Im Preis von 3000 Euro ist zudem ein Dock enthalten, mit dem sich die HP Z VR Backpack G1 Workstation in einen stationären Rechner verwandelt. Zu den Anschläßen zählen unter anderem HDMI 2.0, DisplayPort 1.3, USB 3.1 Typ C sowie Gigabit-Ethernet. (chh@ct.de)



Die HP Z VR Backpack G1 Workstation lässt sich auf den Rücken schnallen oder im Dock als Desktop-Rechner nutzen.

## Mining-Mainboard für 100 Grafikkarten



Um mehr Grafikkarten ans Mainboard anzubinden, hat Biostar USB-Buchsen für die Übertragung von PCI-Express-Signalen zweckentfremdet.

Zum Schürfen von Kryptowährungen mit GPUs bietet Biostar das LGA1151-Mainboard TB250-BTC Pro an. Im Unterschied zu gebräuchlichen Boards ist es zusätzlich zum PEG-Steckplatz mit elf PCIe-x1-Slots ausgestattet. Die geringe Datentansferrate stellt etwa bei Ethereum-Mining keinen Flaschenhals dar. Zehn der Slots sind paarweise hintereinander angeordnet und lassen sich nur mit Riser-Cards nutzen. Diese leiten das PCIe-Signal per USB-3-Kabel an einen externen PEG-Steckplatz weiter.

Zudem zeigte Biostar ein Foto des Mainboards mit speziellen Riser-Karten, auf denen PCIe-Switches den Datenstrom eines einzelnen PCIe-x1-Steckplatzes auf bis zu 13 Karten verteilt. Mit acht solcher Karten lassen sich auf dem TB250-BTC Pro somit bis zu 104 Grafikkarten betreiben. Preise für diese Riser-Karten gibt es noch nicht, das Mainboard kostet rund 180 Euro. (chh@ct.de)

### Hardware-Notizen

Der **Midi-Tower In Win 301C** ist eines der ersten PC-Gehäuse, das mit einer USB-Typ-C-Buchse ausgestattet ist. Diese wird intern am Mainboard an der neuen geschirmten 20-poligen Buchse angeschlossen. Das Micro-ATX-Gehäuse nimmt eine 3,5"-Festplatte sowie zwei 2,5"-Laufwerke auf und bietet Platz für zwei Wärmetauscher einer Wasserkühlung. Hersteller-Logo und Frontanschlüsse des rund 100 Euro teuren In Win 301C leuchten durch RGB-LEDs.

Die Pumpen der **Wasserkühlungen** Mercury 120, 240 und 360 von Antec verändern die Farbe mittels RGB-LEDs anhand der Wassertemperatur. Diese wechselt bei 48 °C von Blau zu Grün und bei 60 °C zu Rot. Antec gibt fünf Jahre Garantie. Die Mercury kostet je nach Radiatorgröße und Lüfteranzahl 69 (12 cm), 99 (2 × 12 cm) und 125 Euro (3 × 12 cm).

## PIC32 mit GPU

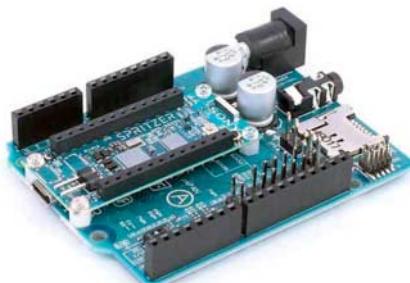
Die Chips der Baureihe Microchip PIC32MZ DA enthalten außer einem PIC32-Mikrocontroller und vielen Schnittstellen-Controllern (USB, Ethernet, CAN, UART, I<sup>2</sup>C, SPI) auch einen Grafikprozessor für 2D-Bilddaten. Um dafür genügend Speicher bereitzustellen, gibt es die PIC32MZ DA mit 32 MByte aufgesetztem (stacked) DDR2-SDRAM; andere Varianten können bis zu 128 MByte Speicher in Zusatzchips ansteuern. Displays am PIC32MZ DA zeigen bis zu 1280 × 1024 Pixel mit 24 Bit Farbtiefe an. Starterkits gibt es ab 120 US-Dollar. (ciw@ct.de)

## Arduino-Variante mit GPS

Sony will ab 2018 Arduino-kompatible Bastelboards namens Spritzer mit den Chips CXD5602GF oder CXD5602GG verkaufen. Sie enthalten Empfänger für GPS und GLONASS sowie ADC- und DAC-Wandler für 192 kHz/24 Bit. Der Zusatzchip CXD5247 enthält Audio-Verstärker und Mikrofon-Vorverstärker und lädt einen Akku. Rechenleistung besorgen sechs 32-Bit-Kerne vom Typ ARM Cortex-M4F, die mit bis zu 156 MHz takten. 8 MByte Flash sind integriert.

Das Platinchen mit CXD5602 und CXD5247 sitzt auf einem „Breakout“-Board, das pinkkompatibel ist zu Arduino-Uno-Shields. Außerdem hat es eine Klinkenbuchse und einen MicroSD-Reader. Sensoren lassen sich via I<sup>2</sup>C und SPI anschließen, ebenso Bluetooth- und LTE-Modems. Für WLAN gibts SDIO. Sony nennt bisher keine Preise. (ciw@ct.de)

Sony Spritzer ist Arduino-kompatibel und hat GPS sowie sechs Cortex-Kerne.



## KI-Prozessor im Stick

Die von Intel 2016 gekaufte Sparte Movidius entwickelt Prozessoren für maschinelles Sehen, etwa die Vision Processing Unit (VPU) Myriad-2. Um Programmierern den Zugang zu erleichtern, packt Intel die VPU in einen USB-3.0-



USB-Stick mit KI-Beschleuniger Movidius Myriad-2.

Stick, der bei RS Components für 100 Euro erhältlich ist. Er nimmt 1 Watt Leistung auf und verarbeitet Gleitkommawerte halber Genauigkeit (FP16) mit 100 GFlops. Zudem beherrscht er FP32- sowie Integer-Operationen mit 8, 16 und 32 Bit Genauigkeit. Das System-on-Chip aus der 28-nm-Fertigung enthält zwölf VLIW-Vektorprozessoren, die 128-Bit-Werte mit 600 MHz verarbeiten und mit 400 GByte/s auf 2 MByte internen Speicher zugreifen.

Der Neural Compute Stick Movidius NCS lässt sich mit dem Caffe-Framework programmieren. Typische Anwendungsbiete sind Objekt- und Gesichtserkennung. Die Movidius-Technik kommt beispielsweise in der Drohne DJI Phantom 4 zum Einsatz, um Hindernisse im Flug zu erkennen. (ciw@ct.de)

## Intel Curie ebenfalls gestoppt

Intel hat nicht nur die Entwicklerboards Galileo und Edison eingestellt, sondern auch das Curie-Modul, das mit dem 32-Bit-x86-Mikrocontroller Quark bestückt ist. Es war für Wearables und Smartwatches gedacht. Der Quark selbst lebt weiter: Zwei Quark-Cores stecken beispielsweise in jedem Lewisburg-Chipsatz (C620) für den Xeon Scalable Performance: Auf einem läuft Intels Management Engine (ME), auf dem anderen die von Server-Herstellern selbst programmierbare Innovation Engine (IE). (ciw@ct.de)

Anzeige

## WLAN-Kärtchen mit MU-MIMO



Die beiden WLAN-Kärtchen Sparklan WPEQ-261ACN und WNSQ-261ACN im Mini-PCIe- und M.2-Format beherrschen Multi-User-MIMO und funken auch gemäß Bluetooth 4.1.

Sparklan bringt zwei Dualband-fähige WLAN-Module mit dem Qualcomm-Chip QCA6174A-5 heraus, den ein Rechner per PCI-Express ansteuert. Der Baustein funk mit zwei MIMO-Streams und schafft so maximal 300 beziehungsweise 867 MBit/s brutto. Ferner ist eine per USB angebundene Bluetooth-4.1-Schnittstelle integriert. Sparklan sichert zwar nur den Betrieb unter Windows 7 bis 10 zu, aber zumindest der WLAN-Teil funktioniert mit modernen Kerneln auch unter Linux (ath10k-Treiber).

Das M.2-Kärtchen WNSQ-261ACN im 1216-Format (12 mm × 16 mm) eignet sich für besonders kompakte Geräte; es sitzt als Modul auf der Mini-PCIe-Variante WPEQ-261ACN. Mit der lassen sich auch ältere Notebooks mit modernem WLAN nachrüsten, falls deren Hersteller keine BIOS-Sperre gegen fremde Karten implementiert hat. Ferner müssen die Antennenstecker zu den IPEX/MHF4-Buchsen des Kärtchens passen. Ansonsten werden U.FL-zu-MHF4-Adapter nötig.

(ea@ct.de)

## RAID5/6-Bug bei QNAP-NAS

QNAP warnt vor unbemerkt Datenkorruption in RAID-Konfigurationen mit drei und mehr Festplatten: Wer einen QNAP-Netzwerkspeicher mit einer 4.3er-Firmware vor 4.3.3.0238 build 20170413 oder einer Software zwischen 4.2.0 und 4.2.6 betreibt, sollte unbedingt sein Gerät überprüfen (ct.de/yxg8). Solange das RAID5/6-Array intakt ist, lässt sich das Problem durch ein Firmware-Update und anschließendes RAID-Scrubbing ohne Datenverlust aus der Welt schaffen. (ea@ct.de)

## Neuer PoE-Switch von Netgear

Netzwerkhersteller Netgear hat einen neuen PoE+-Switch vorgestellt: Das Modell GS724TPv2 bietet 24-Gigabit-Ethernet-Ports und zwei SFP-Slots. Er liefert an allen RJ45-Ports eine Spannungsversorgung nach PoE+ (IEEE 802.3at) mit bis zu 30 W Leistung. Der Switch eignet sich so gut für die Versorgung von mehreren WLAN-Access-Points, die nicht selten 15 W verlangen. Die Gesamtleistung beträgt 190 W. Der GS724TPv2 kann sowohl per Weboberfläche als auch per SNMP v1/v2/v3 gesteuert werden. Für Netztrennung und Sicherheit stehen maximal 256 VLANs nach IEEE 802.1q, Authentifizierung nach 802.1x mit automatischer VLAN-Zuordnung und MAC-Zugangslisten zur Verfügung. Als weitere Funktion nennt Netgear die automatische Zuweisung von VoIP-VLANs auf Anschlüssen, an denen der Switch anhand der Mac-Adresse ein VOIP-Telefon erkannt hat. Der Switch besitzt zwei Lüfter und kann in 19-Zoll-Racks eingebaut werden. Den GS724TPv2 erhält man ab sofort für rund 290 Euro.

(amo@ct.de)



Der Gigabit-Switch Netgear GS724TPv2 bietet 24 PoE-Ports für die Versorgung von WLAN-Access-Points, Telefonen und weiterem PoE-Equipment.

### Netz-Notizen

AVM bringt mit dem Fritz!WLAN Stick AC430 MU-MIMO einen **USB-WLAN-Adapter mit Multi-User-MIMO** für 39 Euro heraus. Damit sollen mehrere PCs gleichzeitig Daten von MU-MIMO-fähigen Routern empfangen statt wie bisher nur nacheinander, was den Summendurchsatz in WLAN-Zellen steigern kann.

Mobilfunkhersteller Samsung hat eine neue **Modem-Technik für LTE** entwickelt, die bis zu 1,2 GBit/s Datenrate ermöglicht. Dies erreicht Samsung durch die Bündelung von sechs separaten Übertragungskanälen (Carrier), 4 × 4 MIMO und QAM256. Samsung plant, Mobilgeräteprozessoren mit der neuen LTE-Modem-Technik namens Cat. 18-6CA zum Jahresende in Serie zu produzieren.

Die Telekom-Tochter T-Systems kooperiert mit dem IT-Dienstleister Veritas Technologies, um ihre Cloud-Dienste um einen **Disaster-Recovery-Dienst** zu erweitern. Anstatt teure Backup-Rechenzentren selber zu bauen, sollen Kunden im Falle eines Systemausfalls ihre virtuellen Anwendungen in die Rechenzentren von Veritas verschieben.

Anzeige

## Scan-Dienst für Briefpost

Das Start-up-Unternehmen Digitalkasten.de bietet die Digitalisierung von Briefpost an. Alle Post leitet man dabei per Nachsendeantrag direkt an das Berliner Unternehmen um, das die Sendungen öffnet, samt Umschlag scannt und als durchsuchbares PDF zum Auftraggeber übermittelt. Das kann per E-Mail geschehen, durch Abfrage per Web-App oder als Push-Nachricht an eine Smartphone-App. Die Original-Post wird auf Wunsch revisionssicher in Berlin archiviert, vernichtet oder gegen Aufpreis zurückgesendet. Ungewöhnliche Poststücke wie Broschüren oder großformatige Unterlagen behandelt der Anbieter individuell nach Absprache. Der Dienst kostet für Privatkunden 20 Euro pro Monat für eine unbegrenzte Zahl von Briefen; Firmenkunden sind mit netto 25 Euro pro Monat für bis zu 25 Briefe dabei. Außerdem wird eine einmalige Einrichtungspauschale von 25 beziehungsweise 50 Euro fällig. (hps@ct.de)

## PaintShop Pro 2018

Die Bildbearbeitung PaintShop Pro 2018 hat eine für Touchfreundliche Bedienung und hochauflösende Bildschirme aktualisierte Oberfläche erhalten. Die Größe von Bedienelementen kann der Anwender in drei Stufen anpassen. Das Programm bietet einen neuen, optionalen Arbeitsbereich namens „Grundelemente“ für Einsteiger. Die vollständige Oberfläche („Komplett“) enthält nur noch die Module „Verwalten“ und „Bearbeiten“; den Raw-Entwickler „Anpassen“ hat Corel entfernt.

Der Klonpinsel zeigt nun eine Vorschau des Stempelziels inklusive Transparenz. Pipette und Umfärber nehmen neben der Farbe auch die Transparenz auf. Das Schnittwerkzeug blendet verschiedene Seitenverhältnisse ein, unter anderem nach Maßgabe des Goldenen Schnitts. Das Textwerkzeug bietet nun auch Hoch- und Tiefstellung. Außerdem verspricht Corel zusätzliche Pinsel, Verläufe, Texturen und Muster sowie schnelleren Programmstart und zügigere Berechnung.

PaintShop Pro 2018 läuft unter Windows ab 7 und kostet 70 Euro. Die Ultimate-Ausgabe für 90 Euro enthält das Malprogramm Painter Essentials 5, den Foto-Optimierer Perfectly Clear 3 SE und den Raw-Entwickler AfterShot 3. (akr@ct.de)



Der neue Arbeitsbereich „Grundelemente“ von PaintShop Pro 2018 zeigt nur häufig benötigte Werkzeuge.

## Günstige DAW von Magix



Sound Forge Audio Station 12 bringt eine Reihe Ansichten zur Audio-Visualisierung mit.

Magix hat das Sound Forge Audio Studio 12 erstmals als 64-Bit-Anwendung veröffentlicht und die Bedienoberfläche vereinfacht. Letzteres betrifft Aufnahmedialog, CD-Mastering und Digitalisierung analoger Medien. Auf Wunsch ergänzt das Programm beim Schneiden automatisch Cross-Fades. Bereits gemachte Schnitte lassen sich nun jederzeit verschieben. Das Spectral-Cleaning-Werkzeug entfernt Störgeräusche.

Das Visualisierungsfenster bietet Ansichten wie Peak Meter, Oszilloskop und Spektroskop. Einige Korrekturfilter wie DeEsser und DeNoiser hat Magix überarbeitet. Außerdem bietet das Programm Filter zur Optimierung von Videoton. Die Software enthält das Mastering-Plug-in Ozone Elements von iZotope mit 75 Presets für Equalizer und Kompressor. Das Programm läuft unter Windows und kostet 60 Euro. (akr@ct.de)

## Readiris: besserer Export

Das OCR-Programm Readiris 16 hat eine neue Oberfläche und ein neues Erkennungsmodul erhalten. Der belgische Hersteller I.R.I.S., eine Canon-Tochter, verspricht außerdem bessere Werkzeuge zur Handhabung von Seiten in längeren Dokumenten und zur Bildverarbeitung: Sowohl das Vorverarbeitungsmodul als auch das zur Korrektur der Perspektive wurden laut Hersteller überarbeitet.

Die Software wandelt Text aus Bilddateien und gescannten Dokumenten in 137 Sprachen in editierbare Inhalte um. Sie erstellt Dokumente in den Formaten DOCX, XLSX, ODT, Epub, RTF, HTML und TXT. Das Layout soll dabei weitgehend erhalten bleiben. Auch Audio-Dateien und durchsuchbare PDFs gibt das Programm aus. Die Pro-Version beherrscht das Komprimieren von PDF nur eingeschränkt (Level 1), die Corporate-Version erstellt stärker komprimiertes PDF und kann diese mit Passwortschutz und elektronischer Signatur versehen.

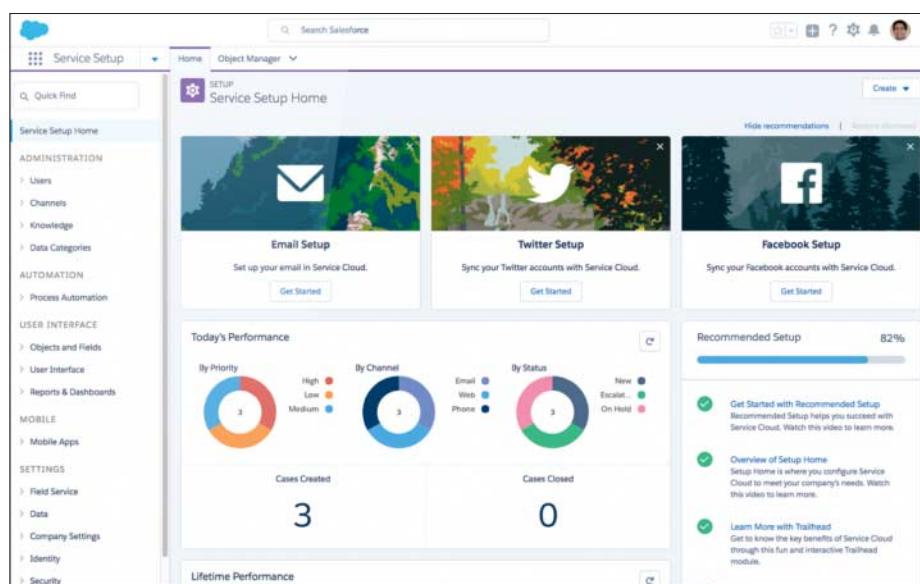
Readiris läuft unter Windows ab 7 und unter macOS ab 10.9. Einzelversionen der Pro- und Corporate-Ausgabe kosten 99 Euro beziehungsweise 199 Euro, für den Einsatz auf mehreren PCs gibt es Volumenlizenzen. (dwi@ct.de)

# Modulare Kundendienst-Software

Salesforce hat eine neue Generation seiner Service Cloud herausgebracht. Der Webdienst-Familie liegt die modulare Plattform Lightning zugrunde. Daher sollen sich Partner-Apps und Erweiterungen konfektionierter Dienste innerhalb eines Tages realisieren lassen. Neue Features wie eine Informationsleiste kann man laut Salesforce mit dem Lightning App Builder einfach per Drag & Drop einfügen. 75 fertige, auf Lightning vorbereitete Partner-Apps stehen bereits im Salesforce-Marktplatz AppExchange zum Download bereit.

Der Community Agent 360 ergänzt fallbezogene Kommunikation um Kontext aus der Kundenhistorie. Mit Federated Search sollen Anwender gleichzeitig im Salesforce-Datenbestand ihres Unternehmens und in externen Datenquellen wie Confluence oder Dropbox suchen können. Der Macro Builder erzeugt aus aufgezeichneten Arbeitsschritten Kommandoabfolgen, die auch Kollegen für wiederkehrende Aufgaben nutzen können. In Case-Kanban-Dashboards kann man anstehende Serviceaufgaben verfolgen und priorisieren.

(hps@ct.de)



Mit der aktuellen Salesforce Service Cloud kann man zum Beispiel gleichzeitig in seiner Mail, bei Salesforce, Facebook und Twitter suchen.

Anzeige

## Ende zu Ende verschlüsselter Webspeicher

Der teamfähige Webspeicherdiensst Tresorit Business präsentiert sich in der aktuellen Version mit einer überarbeiteten Admin-Konsole. Damit lassen sich Nutzerkonten verwalten und Regeln für den Umgang mit nutzerbezogenen Daten festlegen. Die Entwickler haben außerdem die Funktionen zum Wiederherstellen von Passwörtern und für die Kontrolle von Endgeräten erweitert, sodass Admins jetzt Passwörter ändern und Nutzern den Zugang von bestimmten Geräten aus verbieten können.

Tresorit handhabt alle Nutzer-Inhalte Ende-zu-Ende-verschlüsselt. Das heißt, alle Dokumente und Passwörter, die man für deren

Entschlüsselung benötigt, sind ausschließlich für berechtigte Anwender, aber nicht für den Dienst-Anbieter lesbar. Um ein Dokument mit einem Kollegen zu teilen, verschlüsselt man das Passwort zum Dekodieren asymmetrisch und übermittelt es dem Empfänger. Dieser kann es dann als Einziger mit seinem privaten Schlüssel entziffern und anwenden. Das Werkzeug zum Synchronisieren und Teilen von Inhalten kooperiert jetzt mit Microsofts Active Directory – sehr passend, weil Tresorit in den europäischen Azure-Datacenters von Microsoft gehostet wird und Nutzer ohnehin per Active Directory verwaltet.

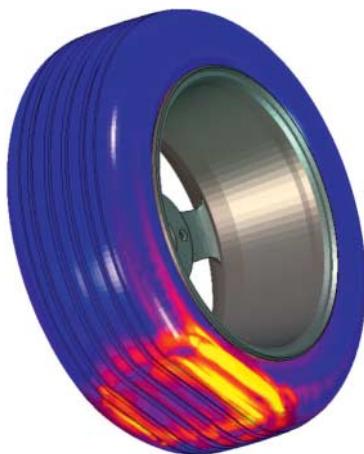
(hps@ct.de)

## Simulation nichtlinearer Effekte

Mit dem Programmpaket MARC von MSC kann man die Belastung von Bauteilen mit der Finite-Elemente-Methode (FEM) simulieren, Materialmodelle erstellen und andere multiphysikalische Analysen durchführen. Im Juli ist Version 2017 der Software mit erweiterten Funktionen für den Umgang mit nichtlinearen Effekten erschienen. Laut Hersteller passt die Software Funktionen auch an gemessene Materialdaten an, etwa von Karbongummi oder Thermoplasten mit komplexen anisotropen Eigenschaften.

Bei FEM-Analysen verfeinert das Programm Netze aus finiten Elementen bereits während der Berechnung automatisch. Das funktioniert jetzt auch dann, wenn es das Biegeverhalten eines Werkstücks mit Tetraederelementen höherer Ordnung simuliert. 3D-Elemente höherer Ordnung machen es auch möglich, mit MARC das Verhalten von Drucksensoren und Motoren mit piezoelektrischen Komponenten zu modellieren.

Außerdem haben die Entwickler die Elementbibliothek um Pyramidenelemente erweitert. Diese taugen als Verbindungsstücke, um Netze aus Tetraeder- und Hexaederelementen miteinander zu verschmelzen. (hps@ct.de)



Bei Gummi-Objekten kann MARC 2017 Materialeigenschaften mit nichtlinearen Kurvenanpassungen an Material-Messwerte simulieren.

## Datenintegration für Industrie-Anwendungen

Softing hat seine Datafeed OPC Suite für den Aufbau von Automatisierungsnetzen aus Maschinensteuerungen, Kontrollanwendungen und Datenbanken überarbeitet. Mittels des neu eingeführten REST-Connectors kooperiert die Software mit Datenquellen gemäß der Spezifikation OPC/UA, mit dem OPC Classic Server sowie mit proprietären Steuerungen von Siemens, Rockwell, Mitsubishi sowie B&R. Außerdem kann sie jetzt auch schreibend auf NoSQL-Datenbanken wie MongoDB zugreifen. Über den REST-Connector und das eingebaute MQTT-Gateway soll die Suite sowohl ältere als auch aktuelle Steuerungen in Cloud-Anwendungen auf Microsoft Azure und IBM Bluemix integrieren können. (hps@ct.de)

## Schnelleres Raytracing

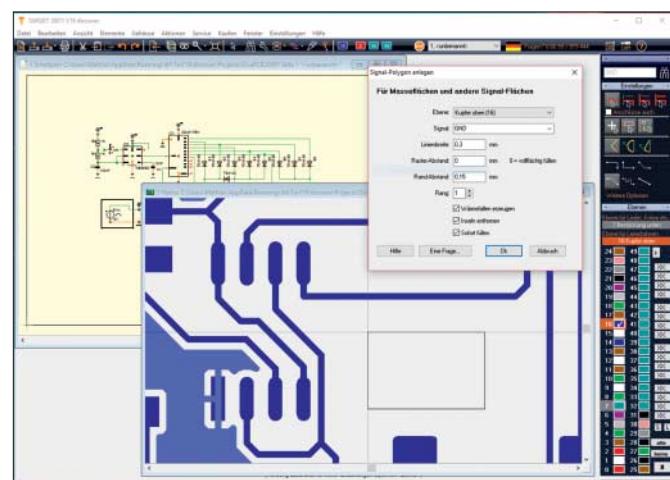
Der Raytracer Keyshot 7 bietet neue Möglichkeiten, Materialien zu definieren: Es gibt zusätzliche Materialtypen, Textur-Mappings und Funktionen für Multi-Material-Objekte. Durch Umgebungs-Listen und einen neuen HDRI-Editor, mit dem man interaktiv Sonnenschein und Tageslicht simulieren kann, soll sich die Ausleuchtung eines HDR-Bilds nun besser kontrollieren lassen als bisher. (hps@ct.de)



Keyshot 7 brilliert mit neuen Materialtypen, zum Beispiel für Metallgegenstände.

## E-CAD optimiert Platinenflächen

Die Neuerungen in Version V19 der ECAD-Software TARGET 3001! betreffen insbesondere den Entwurf von Masse- und Signalfächern. Mit einem neuen Algorithmus kann man jetzt in jeder Kupfer-Ebene einer Multilayer-Platine beliebig viele Signal-Polygone erzeugen. Das Programm behandelt diese Polygone wie Masseflächen und kann sie mit individuellen Attributen belegen. Zum Beispiel lässt sich durch die Vergabe von Prioritäten festlegen, wie die Software mit Flächen umgehen soll, die sich nicht berühren dürfen, aufgrund eines Versehens im Entwurf aber trotzdem überlappen. Beim Isolationsfräsen, wenn also eine CNC-Fräse das Metall zwischen den Leiterbahnen einer Platine abträgt, erleichtert ein Kalkulator die Auswahl des optimalen Fräswerkzeugs für den gewünschten Leiterbahnen-Abstand. (Mathias Poets/hps@ct.de)



Target3001! V19 kennt zahlreiche Optionen, um Massepolygone auf einer Platine unterzubringen.

## Geknackte Passwörter suchen

Der unabhängige Sicherheitsforscher Troy Hunt hat seinen Online-Dienst HaveIBeenPwned erweitert: Ab sofort kann man dort nicht nur geknackte Benutzernamen und Mailadressen ausfindig machen, sondern auch testen, ob ein bestimmtes Passwort (Klar- text und SHA-1-Hash) bereits „verbrannt“ ist. Welche Nutzerkonten zu dem Passwort gehören, ist nicht ersichtlich. Sicherer ist es in jedem Fall, ein Kennwort nicht online zu prüfen, sondern sich das Archiv herunterzuladen. Dem Dienst liegt momentan ein Datensatz von 306 Millionen Passwörtern aus diversen Lecks zu Grunde. Da Angreifer diese als Erstes ausprobieren, sollte man kompromittierte Passwörter nicht mehr verwenden. (fab@ct.de)



Taucht ein Passwort nicht in dem Datensatz auf, bedeutet diese nicht automatisch, dass es sicher ist.

Anzeige

Anzeige

## Krypto-Krimi um Junipers Hintertür

Ein Team von Kryptoforschern belegt, dass der Netzwerkausrüster Juniper nicht nur die Sicherheit seiner Kunden durch eine Hintertür in ScreenOS gefährdete, sondern in der Angelegenheit nicht einmal die halbe Wahrheit erzählt hat. Der US-Kryptoexperte Stephen Checkoway analysierte gemeinsam mit Kollegen von vier Unis akribisch die Krypto-Funktionen der ScreenOS-Firmware-Images der vergangenen Jahre.

In einem mehrfach ausgezeichneten Paper dokumentieren Checkoway et al., dass und wie Juniper bereits 2008 eine Hintertür in sein Betriebssystem eingebaut hatte (siehe ct.de/yvdp). Wer einen internen Parameter des Zufallszahlengenerators kannte, konnte den gesamten VPN-Traffic der Juniper-Geräte

entschlüsseln. Der Hacker, der sich 2012 Zugang zum Quellcode verschaffte, musste folglich nur noch diesen Parameter austauschen, um zukünftig selbst VPN-Traffic entschlüsseln und mitlesen zu können. Er tauschte damit sozusagen das Schloss an der von Juniper selbst angebrachten Hintertür aus, um die „Nobody but us“-Hintertür für seine eigenen Zwecke zu nutzen.

Erst 2015 beseitigte der Netzwerkausrüster mit einem eiligen Patch dieses klaffende Sicherheitsloch in seiner Net-Screen-Plattform. (Monika Ermert/ju@ct.de)

**HaveIBeenPwned, Juniper Paper:** [ct.de/yvdp](http://ct.de/yvdp)

# Oligopoly

## Bundeskartellamt: Kein Marktmissbrauch bei Schultaschenrechnern

**Grafische Schultaschenrechner sind technisch veraltet, aber trotzdem relativ teuer. Das Bundeskartellamt sieht dennoch keine Anhaltspunkte, um gegen die beiden derzeit aktiven Anbieter vorzugehen.**

Von Tim Gerber

Der in vielen Bundesländern, etwa Niedersachsen und Baden-Württemberg, flächendeckend an zahlreichen Schulen eingesetzte Grafikrechner TI-84 plus CE von Texas Instruments strotzt nicht gerade vor Innovation. Er nutzt ein Farbdisplay mit 2,8 Zoll (etwa 7 cm) Bilddiagonale und einer Auflösung von  $320 \times 240$  Pixeln, die Tasten sind dreifach mit Funktionen belegt und im Innern wankelt die Energiesparversion eines Prozessors mit 40 Jahre alter Z80-Architektur. Trotzdem kostet der Rechner zwischen 90 und 120 Euro. Das halten vor allem viele betroffene Eltern für überteuert, wie die insgesamt 1615 Beiträge zu meinem Kommentar Anfang Februar auf heise online zeigen (siehe ct.de/yr94).

Auf den Protest hat nun auch das Bundeskartellamt reagiert, das von uns auf einen möglichen Marktmissbrauch durch die beiden Hersteller Casio und Texas Instruments angesprochen wurde. In einer ausführlichen Stellungnahme, die c't vorliegt, sehen die Marktwächter aufgrund der eingeleiteten Voruntersuchungen „keine hinreichenden Anhaltspunkte für die Einleitung eines Missbrauchsverfahrens“ gegen die genannten Unternehmen.

### „Verkaufsfördernde Maßnahmen“

Dass im Rahmen von Schulsammelbestellungen Freiexemplare für sozial schwache Schüler angeboten werden, lasse keinen Rückschluss auf eine missbräuchliche Überhöhung der Verkaufspreise zu, heißt es in der Mitteilung. Bei der Gewährung von Freiexemplaren für sozial schwache Schüler handele es sich um eine „verkaufsfördernde Maßnahme“, die wettbewerbsrechtlich grundsätzlich nicht zu beanstanden sei. Dies gelte auch für Lehrerfreiexemplare, Schulungen sowie Lehr- und Unterrichtsmaterialien, die den Lehrern ohne Aufpreis zur Verfügung gestellt werden. Mit Freiexemplaren für sozial bedürftige Schüler reagierten die Anbieter

offensichtlich auf eine entsprechende Nachfrage, erklärte das Bundeskartellamt.

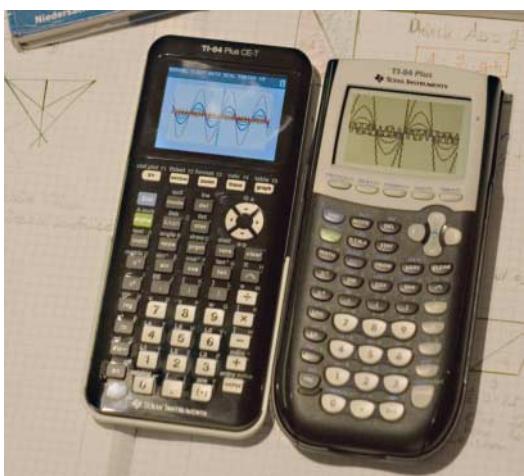
Aus der in den Taschenrechnern verbauten Technik, die man als veraltet ansieht darf, vermag das Amt ebenfalls keinen Rückschluss auf missbräuchlich überhöhte Verkaufspreise abzuleiten. Die Technik entspreche den speziellen Anforderungen der maßgeblichen Prüfungsordnungen. Mit ihren speziellen Anforderungen schlossen die betreffenden Länder zwar den Großteil der handelsüblichen hardware- und softwarebasierten Rechnerangebote vom Schulmarkt aus. Es sei jedoch nicht ersichtlich, dass sie damit den Wettbewerb zwischen den zugelassenen Rechnerarten einschränken und den Zugang bestimmter Hersteller zum Markt verschließen. Es lägen auch keine Hinweise für explizite Preis- oder Gebietsabsprachen zwischen den Herstellern vor. Vielmehr können die Schulen frei zwischen den Modellen verschiedener Hersteller wählen.

### Weitere Schritte

Wie hoch die Herstellungskosten und mit den Taschenrechnern erzielten Gewinne tatsächlich sind, haben die Marktwächter nicht näher untersucht. Das Bundeskartellamt habe sich im Rahmen von Vorermittlungen die Rahmenbedingungen für den Vertrieb von Schultaschenrechnern in Deutschland angesehen und lediglich informell Kontakt zu einer Reihe von Herstellern und Schulvertriebshändlern aufgenommen, teilte ein Sprecher der Behörde auf c't-Nachfrage mit. Von weitergehenden Ermittlungen, die ein offizielles Missbrauchsverfahren vorausgesetzt hätten, hat das Bundeskartellamt demnach abgesehen.

Ausdrücklich wollen sich die Marktwächter vorbehalten, die Ermittlungen erneut aufzunehmen und womöglich doch noch ein förmliches Missbrauchsverfahren einzuleiten. Dies soll nach dem Willen der Behörde vor allem dann geschehen, wenn sich Verdacht einer missbräuchlichen Ausnutzung im Bereich grafikfähiger Taschenrechner durch andere Eingaben etwa von Betroffenen erhärten sollte.

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



Der TI-84 plus (rechts) und sein Nachfolger TI-84 plus CE unterscheiden sich in technischer Hinsicht kaum, ihr Preis bleibt trotz des allgemeinen Verfalls auf hohem Niveau stabil.

### Literatur

[1] Tim Gerber, Schule 1.1, c't 15/15, S. 3

**Mitteilung des Bundeskartellamts:**  
[ct.de/yr94](http://ct.de/yr94)

Anzeige



# Baustein-Booster

## Roboterbausatz von Lego

**Coole Lego-Modelle, die sich per App steuern lassen – das verspricht der Roboter-Bausatz Lego Boost. Kinder von 7 bis 12 sollen damit ganz nebenbei auch noch programmieren lernen.**

**Von Sven Hansen**

Lego hat den Verkauf seines Roboter-Bausatzes Boost gestartet. Das Set besteht aus der per Bluetooth LE ansteuerbaren Zentraleinheit (Boost Hub), einem kombinierten Farb- und Entfernungs-sensor sowie einem Motor. Zwei weitere Motoren sind im Boost Hub bereits integriert. Mit im Karton liegen 843 Legosteine, mit denen sich acht verschiedene Grundmodelle aufzubauen lassen. Ein gedrucktes Handbuch liegt nicht bei, darüber hinaus benötigt man ein Tablet und sechs AAA-Batterien für den Hub.

Die kostenlose Boost-App läuft ausschließlich auf Tablets. Sie ist momentan für iOS (ab Version 10) und für ausgewählte Android-Geräte (ab Android 5.0) erhältlich (siehe ct.de/yegz). Die iOS-Version schluckt rund ein GByte Speicher – außer den Bauanleitungen für die Modelle bringt

sie auch Videomaterial und zahlreiche Soundsamples mit. Das Boost-System selbst kommt ohne Lautsprecher, sämtliche Klänge gibt das Tablet aus. Die Sensoren und der Hub erinnern an das WeDo-System, das Lego als Programmierumgebung für den Bildungsbereich verkauft.

Die Boost-App führt die Kinder-Lego gibt eine Altersspanne von 7 bis 12 Jahren an – behutsam an die einzelnen Modelle heran. Für den schnellen Erfolg sorgt ein „Basismodell“. Dabei handelt es sich um ein Propellerfahrzeug, das nur aus Controller, Sensoren und ein paar Reifen besteht. Die Steuerung des Hubs lief im ersten Test unter iOS vollkommen flüssig, unter Android gab es sporadisch Probleme bei der Bluetooth-Kopplung.

Etwas komplizierter aufzubauen sind die fünf hübsch ausgestatteten Boost-Modelle: der Roboter Vernie (siehe Bild), das Kettenfahrzeug M.T.R. 4, die Katze Frankie, die Guitar4000 und eine Minifabrik – der „Auto Builder“. Alle fünf wurden mit viel Liebe zum Detail gestaltet, dafür muss man eine Aufbauzeit von etwa zwei Stunden pro Modell einkalkulieren. Die Bauanleitungen sind recht kleinschrittig, das Tablet-Netzteil sollte nicht zu weit entfernt sein. Jedes der fünf Modelle hat einen

eigenen Bereich in der App, in dem man es Level für Level freispiele. Mit jedem Level steigt die Anzahl der verfügbaren Programmierobjekte und man ergänzt das Modell mit weiterem Zubehör. Sind alle Level geschafft, stehen die Objekte in einem Freispielbereich zur Verfügung.

### Klötzchen-Gitarre

Die Programmierbausteine kann man einfach per Drag & Drop zu längeren Ketten aneinanderreihen, mehrere Ketten lassen sich parallel ausführen. Komplexere Abläufe kann man in UnterROUTinen ausgliedern. Es stehen verschiedene aufs Modell bezogene Aktionen zur Wahl: etwa Schwanzwedeln, Maunzen und Zwinkern bei der Katze. Hinzu kommen diverse Sensorabfragen des im Hub integrierten Bewegungs- und Näherungssensors. Auch die Motoren lassen sich als Sensor nutzen: So baut die Guitar4000 auf einer Achse einen Widerstand auf und misst, wie stark man die „Saiten“ der Gitarre anschlägt. Da sie die vom Tablet gespielten Samples in Echtzeit verfremdet, ist sie in Sachen Sound das anspruchsvollste Modell.

Zwei weitere Basismodelle sollen Kinder zum Aufbauen eigener Lego-Kreationen anregen: Eine Fahrzeugplattform und ein Vierfüßler lassen sich nach Belieben dekorieren oder man nutzt sie, um anderen Lego-Bausätzen Leben einzuhauchen.

Ein Tablet und sechs Batterien vorausgesetzt, bietet der Boost-Baukasten stundenlangen Spielspaß und eröffnet Kindern einen spielerischen Zugang zur IT. Während das in die Jahre gekommene Mindstorms-System recht martialisch daherkommt, dürften die Boost-Modelle für Jungs und Mädchen gleichermaßen interessant sein. Die nahe Verwandtschaft zum WeDo-System lässt zudem hoffen, dass auch Boost sich per Bluetooth LE mit dem Raspi steuern lässt (siehe S. 144). Spätestens dann dürfte die Investition sich bis ins späte Teenager-Alter lohnen – falls Mama oder Papa sich das Set nicht vorher unter den Nagel reißen. (sha@ct.de) **ct**

**Kompatibilitätsliste:** [ct.de/yegz](http://ct.de/yegz)

### Lego Boost

#### Roboter-Baukasten

Hersteller	Lego, <a href="http://lego.com">lego.com</a>
Kommunikation	Bluetooth LE
Batterien	6 × AAA
Systemanforderungen	Tablet (iPad ab iOS 10, Android ab 5.0)
Preis	160 €

## Wayland bei Ubuntu 17.10

Mittlerweile präzisieren sich die Planungen, wie Canonical den für Herbst bei Ubuntu 17.10 geplanten Umstieg von Unity auf Gnome als Standard-Desktop vollziehen will. So soll Gnome seine Bedienoberfläche etwa standardmäßig mithilfe der Wayland-Bibliotheken selbst zusammenbauen und ausgeben. Falls das mit den eingesetzten Grafiktreibern nicht gelingt, soll der Desktop aber automatisch auf den traditionell verwendeten X-Server zurückgreifen. Die Ubuntu-Entwickler modifizieren zudem das Bedienkonzept von Gnome an einigen Stellen. Das zum Start häufig genutzter Programme dienende Dash soll beispielsweise ständig am linken Rand zu sehen sein, wie es ähnlich bei Unity der Fall war. Fenster erhalten Knöpfe zum Mini- und Maximieren – die sollen sich aber nicht wie bei Unity links, sondern rechts am oberen Rand finden. Vorgesehen ist auch, dass sich Icons auf dem Desktop ablegen lassen. Anwender, die das unmodifizierte Bedienkonzept in der vom Gnome-Projekt erdachten Form bevorzugen, sollen dies über eine Option im Anmeldemanager aktivieren können. (thl@ct.de)



Ubuntu 17.10 wird Wayland und ein modifiziertes Gnome nutzen (Symbolbild).

## RHEL 7.4: Btrfs-Abschied

Ein kleiner Absatz mitten in den Release Notes zählt zu den aufsehenerregendsten Neuerungen des vierten Updates von Red Hat Enterprise Linux 7 (RHEL7): Red Hat gibt seine Versuche mit dem oft als „Linux-Dateisystem der nächsten Generation“ propagierten Btrfs auf. Das Unternehmen hatte es 2010 in RHEL 6.0 als „Technology Preview“ integriert. So eingestufte Funktionen sind vom Support durch Red Hat explizit ausgeschlossen – in den allermeisten Fällen entfernt das Unternehmen diese Einschränkung aber nach ein oder zwei Jahren und unterstützt Kunden fortan beim Einsatz. Das ist jetzt auf absehbare Zeit vom Tisch; die nächste RHEL-Generation soll Btrfs nicht mal mehr enthalten.

Offenbar ging Red Hat die Entwicklung zu träge voran: Einige der Funktionen von Btrfs gelten neun Jahre nach Vorstellung des Dateisystems als instabil; außerdem wurden Funktionen wie die seit Langem versprochene Verschlüsselung auf Dateisystemebene nach wie vor nicht implementiert.

Statt auf Btrfs will Red Hat in Zukunft noch stärker auf den Logical Volume Manager (LVM) in Kombination mit dem Dateisystem XFS setzen. Beide haben in letzter Zeit einige neue Funktionen gelernt, durch die sich Btrfs ursprünglich abhob; Funktionen wie die automatische Kompression sollen noch folgen. Ferner arbeitet Red Hat seit Kurzem an einer „Stratis“ genannten Software, mit der sich Änderungen an Datenträgereinteilung und Dateisystemen leichter vornehmen lassen; auch das würde einen der Vorteile von Btrfs wettmachen.

Zu den Neuerungen von RHEL 7.4 zählt auch die Unterstützung für NVMe over Fabric (NVMf), mit der Clients die NVMe-SSDs von Servern effizient einbinden können. Außerdem gibt es eine Reihe von Neuerungen rund um Sicherheit, IT-Management und Container. Zum Schutz vor „BadUSB“ genannten Angriffen liegt nun etwa USB Guard bei, durch die das System nur noch solche USB-Geräte automatisch aktiviert, die der Admin auf einer Whitelist spezifiziert. (thl@ct.de)

Anzeige

## Zwei 4K-Bildschirme am Mac

Sonnet hat einen Bildschirm-Adapter für Thunderbolt-3-Macs vorgestellt, über den sich bis zu zwei DisplayPort-Monitore an einem Mac betreiben lassen. Das dürfte Besitzer von Macs mit nur zwei Thunderbolt-3-Buchsen freuen, weil damit eine der Buchsen frei bleibt.

„Thunderbolt 3 to Dual DisplayPort“ steuert entweder zwei 4K-Schirme oder einen 5K-Monitor mit je 60 Hz an. Verbaut sind zwei DisplayPort-Buchsen, die an einen USB-C-Stecker geführt werden. Die Maximalauflösung beträgt 4096 × 2160 Pixel (4K, zwei Bildschirme) beziehungsweise 5120 × 2880 Pixel (5K, ein Bildschirm). Niedrigere Auflösungen wie Full HD (1080p) lassen sich ebenfalls ausgeben und auch das Audiosignal wird übertragen, was ein Kabel spart.

Auf dem Mac muss mindestens macOS 10.12.6 laufen. Auch unter Windows soll der Adapter funktionieren. Dafür setzt er Windows 10 im 64-Bit-Modus ab Version 1703 voraus. Der Sonnet Thunderbolt 3 to Dual DisplayPort kostet 100 Euro.

(dz@ct.de)



**Port-Sparer:** Mit dem neuen Adapter von Sonnet lassen sich zwei 4K-Bildschirme über einen Thunderbolt-3-Port am Mac anschließen. So bleibt ein Port frei.

## Weichen für Progressive Web Apps

Der Smartphone-Hersteller Apple will das von Google entwickelte Service-Workers-API in Safari integrieren: Die Technik soll Web-Apps in nahezu vollwertige Programme verwandeln. Service Workers sollen die Cross-Plattform-Entwicklung vereinfachen. Sie erlauben Web-Apps etwa, Inhalte für den Offline-Gebrauch zwischenzuspeichern sowie Push-Nachrichten zu beziehen.

Ein Entwickler hatte Apples fehlende Unterstützung für Progressive Web Apps jüngst scharf kritisiert, der Konzern „beinträchtige die Zukunft des Web“. Apples Vorstellung, dass Entwickler extra eine komplexe Programmiersprache wie Objective-C oder Swift lernen und eine eigene Code-Basis für iOS pflegen müssen, schade kleinen Entwicklerstudios und behindere so Innovation, argumentierte Greg Blass.

Wann die Integration der Service Worker in Safari abgeschlossen wird, ist offen. Für iOS 11 hat Apple zahlreiche Neuerungen in WebKit und dem hauseigenen Browser angekündigt, darunter WebRTC-Unterstützung; Service Worker und Progressive Web Apps finden bislang aber keine Erwähnung. Die Browser Google Chrome und Firefox unterstützen Service Worker bereits, Microsoft Edge soll folgen.

(dz@ct.de)

## Installer für Windows 10 S

Microsoft hat ein Tool veröffentlicht, das PCs mit Windows 10 Pro oder höher gratis auf die S-Edition umstellt. Das Programm lädt ein englisches Windows 10 S herunter; andere Sprachen lassen sich über die Sprachoptionen hinzufügen.

Die für Schulen zugeschnittene Ausgabe ist eine Variante von Windows 10 Pro, die nur Apps aus dem Store zulässt und nur eingeschränkt mit Bordmitteln verwaltet werden kann. Microsoft will damit Googles ChromeOS angreifen – der dominiert vor allem in den USA mit einem Marktanteil von mehr als 50 Prozent den dortigen Bildungssektor. (jss@ct.de)

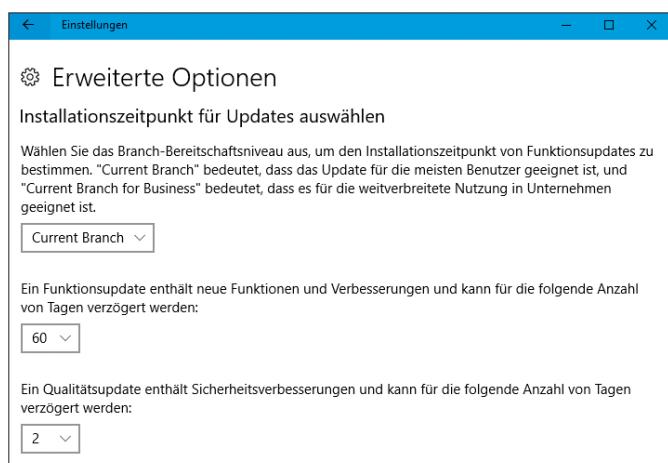
**Windows-10-S-Installer:** [ct.de/y9xk](http://ct.de/y9xk)

## Aus für den Current Branch for Business

Microsoft strafft die Verteilungswege für neue Windows-10-Ausgaben und schafft den Current Branch for Business (CBB) ab. Auf diesem Update-Kanal kam eine neue Ausgabe erst dann auf den PC, wenn Microsoft sie als geschäftstauglich erachtet hat – rund vier Monate nach Veröffentlichung im Current Branch (CB). Den hat Microsoft umbenannt: Er heißt nun „Semi-annual channel“; in Redmond betrachtet man ihn als gemeinsamen Nachfolger von CB und CBB. Zusammen mit dem starren Release-Zyklus für Windows 10 und Office 365 verspricht Microsoft Admins eine bessere Planbarkeit der Upgrades: Neue Ausgaben kommen künftig stets im März und im September.

Die Steuermöglichkeit für die Installation von Feature-Updates fällt aber nicht weg – Admins können mit „Windows Update for Business“ den Bezug von neuen Ausgaben wie bislang bis zu 365 Tage verzögern. Bei den Home-Editionen lässt sich nach wie vor keine Verzögerung einstellen. Parallel zur Abschaffung des CBB bekommen ab sofort alle kompatiblen PCs, auf denen noch das Anniversary Update läuft, das Creators Update via Windows Update.

(jss@ct.de)



**Der Current Branch for Business ist Geschichte – Windows Update for Business aber nicht.**

## Firefox 55 unterstützt WebVR

Firefox unterstützt als erster Desktop-Browser die WebVR-Schnittstelle – allerdings nur unter Windows. Damit können Nutzer VR-Inhalte direkt im Browser betrachten, die passende Hardware wie die Oculus Rift oder die HTC Vive vorausgesetzt.

Wenn der Computer über mehr als 8 GByte RAM verfügt, lässt sich laut Mozilla noch ein wenig mehr Performance aus dem Browser herauskitzeln, indem man unter „Einstellungen/Allgemein/Leistung“ die Anzahl der Content-Prozesse erhöht. Mit den Standardeinstellungen nutzt er nur vier Prozesse.

Firefox 55 enthält zudem eine verbesserte Suchfunktion: Der Nutzer tippt seine Anfrage einfach in die Adresszeile des Browsers und wählt dort direkt die Suchmaschine, die er bemühen möchte.

Ein ausführliches Interview über Firefox lesen Sie auf c't online. Jascha Kaykas-Wolff, der Chief Marketing Officer der Mozilla-Stiftung, spricht dort auch über aktuelle Projekte rund um den Browser sowie die Strategie und die Zukunft von Mozilla. (jo@ct.de)

**Download und Interview:** [ct.de/ysaz](http://ct.de/ysaz)

## Amazons Kinder-Flatrate für Android

Amazon hat seine Kinder-Medien-Flatrate FreeTime Unlimited für beliebige Android-Geräte herausgebracht. Bisher war sie hierzulande nur für Amazons Fire-Tablets verfügbar. Das Angebot umfasst Tausende kinderfreundliche und nach Altersgruppen kategorisierte eBooks, Videos, Lern-Apps und Spiele.

Eltern können in einem Dashboard vorgeben, wie lange das Kind sein Gerät insgesamt nutzen darf, jede Kategorie einzeln zeitlich beschränken – oder die Nutzung an Bedingungen knüpfen: Erst nach 30 Minuten Lesen etwa gibt die App dann den Zugriff auf andere Bereiche frei. Über das Dashboard können Eltern auch nachvollziehen, welche Inhalte der Nachwuchs wie lange genutzt hat. FreeTime Unlimited kostet für ein Kind 5 und für bis zu vier Kinder 10 Euro pro Monat (mit Prime: 3/7 Euro).

(jo@ct.de)

**Das Eltern-Dashboard zeigt, was die Kinder über FreeTime Unlimited treiben.**

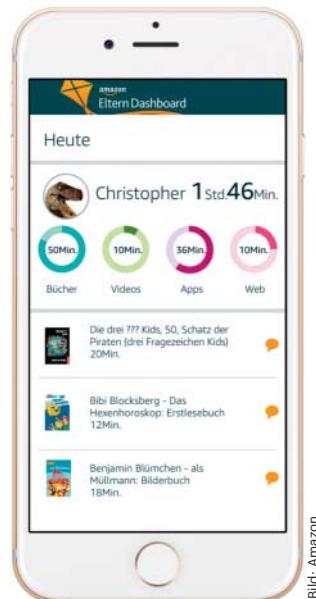


Bild: Amazon

Anzeige

### Facebook-Notizen

Facebook vergrößert sein Löschteam in Deutschland: 500 Mitarbeiter des Partners Competence Call Center (CCC) sollen auf der Plattform ab Herbst illegale Inhalte entfernen, zum Beispiel Hate Speech. Im Auftrag von Facebook löschen bereits 700 Mitarbeiter der Firma Arvato illegale Inhalte.

Mit selbstlernender Software will Facebook **Fake News** besser erkennen. Nach einem Fakten-Check sollen Falschmeldungen automatisch um weitere Artikel ergänzt werden,

die dem Nutzer mehr Perspektiven auf ein Thema bieten.

Websites mit **langen Ladezeiten** will Facebook zukünftig seltener in den Newsfeeds der Nutzer anzeigen. Seiten, die beispielsweise dank AMP schnell laden, sollen von der Umstellung hingegen profitieren.

Facebook startet eine **eigene Videoplattform** namens Watch. Sie ist zunächst nur in den USA und nur für ausgesuchte Nutzer verfügbar.

# Petabytes für Server

## Neue SSDs und Flash-Alternativen auf dem Flash Memory Summit

**Mehr, schneller, billiger: Ein neues SSD-Format zielt auf Petabyte-Speichersysteme und Gen-Z-Server bringen eine neue Systemarchitektur. Flash-Alternativen wie ReRAM und 3D XPoint kommen nur langsam auf Touren.**

Von Lutz Labs

**N**AND-Flash-Speicherchips knacken die 1-Terabit-Marke, damit bestückte SSDs sollen 128 TByte fassen: mehr als das Zehnfache der größten Festplatten. Zwar verzögern sich die vollmundig angekündigten Riesen-SSDs oft um mehrere Monate, aber die Richtung ist klar. So liefert Seagate die im vergangenen Jahr auf dem Flash Memory Summit gezeigte 60-TByte-SSD wohl noch immer nicht in großen Stückzahlen, brachte nun aber eine neue Technologiestudie mit: eine PCI-Express-SSD mit 64 TByte. Auf der Karte sitzen 8 M.2-SSDs mit je 8 TByte aus 3D-NAND-Flash-Chips von Micron. Beim sequenziellen Lesen verspricht Seagate-Manager Kent Smith 13 GByte/s: Das sei

nah am Limit dessen, was mit 16 PCIe-3.0-Lanes möglich ist.

Für eine SSD mit 128 TByte bringt Samsung das hauseigene V-NAND in der fünften Generation auf 1 Terabit pro Die. Diesmal sind nicht mehr Lagen geplant, sondern mehr Bits pro Zelle: Jede Quadruple Level Cell (QLC) speichert vier Bits statt nur drei (TLC) oder zwei (MLC). Samsung plant Flash-Chips mit 2 TByte: 16 gestapelte Dies zu je 1 TBit. Zur Haltbarkeit des Speichers gab es keine Angaben, aber sie dürfte etwas unter der von TLC-Speicher liegen – die riesige Kapazität und verbesserte Controller-Algorithmen gleichen etwas niedrigere „Endurance“-Werte der einzelnen Zelle aus. Die nächste Version der SAS-SSD PM1643 soll als erste mit diesem Speicher ausgestattet sein, dürfte jedoch erst 2018 erscheinen.

Ebenfalls mit Serial Attached SCSI, sogar mit MultiLink SAS, kommt Toshiba's PM5 mit bis zu 30,72 TByte im „dicken“ 2,5-Zoll-Format. Für MultiLink SAS bündelt der SSD-Controller vier SAS-12G-Kanäle; der Steckverbinder bleibt bei SFF-8639, erhält aber mehr Kontakte. Beim Lesen soll die PM5 bis zu 3,35 GByte/s erreichen, beim Schreiben 2,72 GByte/s.

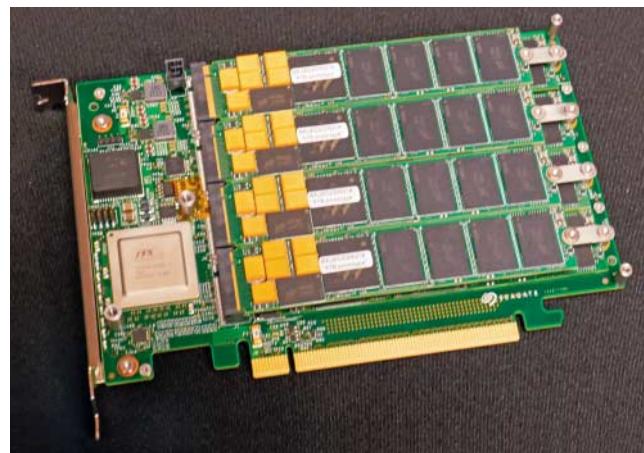
Das NVMe-Schwestermodell CM5 mit maximal 18,36 TByte hat einen Dual-

Port-NVMe-Controller. Dual-Porting lässt sich für höhere Zuverlässigkeit nutzen, aber auch für mehr Durchsatz durch Parallelbetrieb. Die CM5 bringt vor allem mehr Zugriffe pro Sekunde (IOPS).

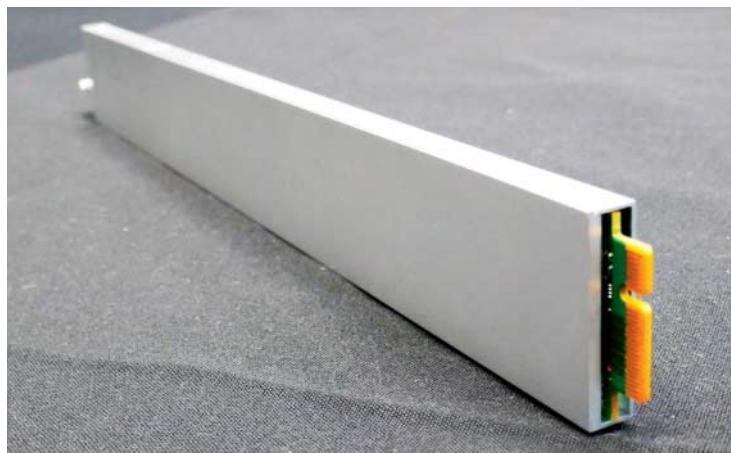
Gleich drei verschiedene Versionen der Server-SSD 9200 präsentierte Micron. Die Eco-Version ist für Lesevorgänge optimiert, die Max-Version für hohe Schreiblast und das Pro-Modell steht dazwischen. Alle sind als PCIe-Karte im Server-Format (halbe Höhe, halbe Länge: HHHL) sowie als U.2-Version erhältlich. Während es die Eco-Version mit 8 und 11 TByte gibt, bringt es die Max auf maximal 6,4 TByte. Bei den Zugriffen auf zufällige Adressen gibt Micron für alle Varianten beim Lesen bis zu 1 Million IOPS an, beim Schreiben sind es maximal 700.000. Sequenzielle Zugriffe verarbeiten die Laufwerke mit bis zu 4,6 GByte/s beim Lesen, beim Schreiben sind es maximal 3,8 GByte/s.

### SSD-„Lineale“

SSDs im 2,5-Zoll-Gehäuse oder als M.2-Streifen nutzen den Platz in einem Servergehäuse nicht optimal aus. Die neue Bauform „Ruler“ (Lineal) verspricht bis zu 1 Petabyte (PByte) in einem einzigen Rack-Einschub mit 4,45 Zentimetern Bauhöhe, also einer Höheneinheit (HE).



Kapazität und Leistung satt: Die noch namenlose 64-TByte-SSD von Seagate liefert beim Lesen bis zu 13 GByte/s.



Sieht aus wie ein Lineal, ist aber eine SSD: Intels neuer Ruler-Formfaktor „EDSFF“ soll noch dichter gepackte Server ermöglichen.



Die nächste Entwicklungsstufe von ReRAM: Crossbar schrumpft den Fertigungsprozess auf rund 20 nm.



Gen-Z-Steckplätze sollen viel höhere Datenraten liefern als PCIe 4.0: bis zu 448 GByte/s.

Intel arbeitet dabei unter anderem mit Samsung und Facebook in der dazu gegründeten Gruppe Enterprise & Datacenter Storage Form Factor (EDSFF) zusammen.

Die SSD-Module sind 9,5 Millimeter flache, aber 32,535 cm lange Riegel mit 3,68 cm Höhe. Zur Belüftung bleibt zwischen den Modulen je 3 Millimeter Platz. So passen 32 Ruler-SSDs in ein 1-HE-Gehäuse; sie lassen sich im laufenden Betrieb austauschen und stecken auf einer Backplane. Dahinter bleibt Platz für zwei Xeons samt Chipsatz und RAM.

Jede Ruler-SSD ist mit 4 oder 8 PCIe-Lanes angebunden, doppelt hohe Versionen für 16 PCIe-Lanes sind möglich. Auch PCIe 4.0 und sogar PCIe 5.0 werden künftig unterstützt. Erste Ruler-SSDs mit bis zu 16 TByte will Intel zum Jahresende fertigen. Als Basis dient die DC P4500 mit 3D-Flash aus der Gemeinschaftsproduktion mit Micron. Laut Intel ist lediglich das Platinenlayout neu, dazu kämen minimale Änderungen der Firmware. 2018 sollen Ruler-SSDs mit 32 TByte kommen, damit werden 1024 TByte auf 1 HE möglich.

## MRAM und ReRAM

Ebenfalls als Technologiedemonstration zeigte Seagate eine SSD mit 128 MByte MRAM für Meta-Informationen: Der schnelle, nichtflüchtige Speicher soll die Geschwindigkeit steigern. Bisherige SSDs schreiben diese Daten in ihren langsamen Flash-Speicher. Kurz vor dem Flash Memory Summit hatte Everspin gemeldet, nun auch MRAM mit 1 GBit (128 MByte) pro Chip auszuliefern – bisher waren es höchstens 256 MBit. Doch auch mit 1 GBit hat MRAM viel zu wenig Kapazität, um mit NAND-Flash konkurrieren zu können.

ReRAM kommt schon dichter heran, auch weil ReRAM-Entwickler Crossbar den Fertigungsprozess auf rund 20 Nanometer schrumpfen konnte: 8 GBit pro Chip sollen damit möglich werden. Doch auch das ist weit von Flash entfernt und ReRAM ist damit nur für Einsatzbereiche interessant, wo die spezifischen Vorteile zum Tragen kommen, etwa der niedrige Energiebedarf beim Schreiben.

Intels 3D XPoint, die Flash-Alternative hinter Optane und Micron QuantX, spielte keine große Rolle auf dem Flash Memory Summit – kein Wunder nach den ganzen Verzögerungen. Bill Leszinske von Intels NVM Solutions Group gab sich im Gespräch mit c't jedoch zufrieden: Die Optane-Fertigung laufe auf Hochtouren. Derzeit konzentriere man sich mit der SSD DC 4800X auf das Rechenzentrumsgeschäft – und 3D XPoint soll auch im Ruler-Format kommen.

In verschiedenen Vorträgen und Diskussionen waren sich die Sprecher aber einig: NAND-Flash wird noch zwei oder drei Entwicklungsschritte machen und mindestens bis 2023 weiter dominieren. Die anderen Techniken werden sich zwar in Nischen etablieren, aber Flash nicht allgemein ablösen. Der Flash-Preis pro Bit soll in den kommenden Jahren weiter stark fallen, ein Analyst schätzte 75 Prozent in den kommenden sechs Jahren.

## Neue Systemarchitektur

Das Konzept aktueller Server ist veraltet, sagt Kurtis Bowman, Dell-Manager und Vorsitzender des Industriegremiums Gen-Z. Solle etwa die Grafikkarte etwas berechnen, müssten die Daten erst einmal von der CPU dorthin und nach der

Berechnung wieder zur CPU zurückübertragen werden.

Das Konsortium Gen-Z erarbeitet Spezifikationen für eine neue Server-Architektur, bei der Speicher im Zentrum steht. Bei Gen-Z-Maschinen greifen CPU und Grafikkarte auf gemeinsame Speicherbereiche zu, was Datentransfers vermeidet, die Zeit und Energie schlucken. Als Speicher kommt dabei nicht nur DRAM in Betracht, sondern auch Storage Class Memory wie 3D XPoint oder Samsungs Z-SSD – und dieser Speicher darf auch extern angebunden sein.

Die erste Version des Gen-Z-Standards soll Ende des Jahres stehen. Bis zum Erscheinen erster Hardware dürfte dann noch mindestens ein Jahr vergehen, sagte Bowman. Intel ist zwar nicht im Gen-Z-Konsortium vertreten, Bowman zeigte sich aber überzeugt, dass man dort sehr genau über die Fortschritte informiert sei. Gen-Z zielt schließlich auf Intel-Konzepte wie die Omni-Path Architecture (OPA) mit 100 GB/s und Ansätze für „disintegrated“ Server mit optischen PCIe-Interconnects.

Neue Ideen gibt es aber auch bei NVMe-SSDs: Samsung erwähnte einen Ansatz für Key-Value-Stores ohne Nachteile der blockweisen Verwaltung – das geht in Richtung Object Storage. Toshiba erwähnte bei der CM5, dass sich deren internes DRAM mit neuen NVMe-Funktionen etwa auch für Journaling-Funktionen von Datenbanken nutzen ließe. Das wäre billiger und weniger aufwendig als der Einsatz teurer NVDIMMs. NVMe-over-Fabrics (NVMeF) ermöglicht solche Persistent Memory Regions mit Funktionen wie Scatter-Gather List (SGL) und Controller Memory Buffer (CMB). (ll@ct.de) **ct**



# Huckepack-Handy

## Android-Smartphone Lenovo Moto Z2 Play mit Erweiterungsmodulen

**Das Lenovo Moto Z2 Play vereinigt die Tugenden seiner Vorgänger: Sein Akku hält lang, dennoch fällt sein Gehäuse schick und schlank aus. Mit Modulen lässt sich die Akkukapazität erweitern, kabellos laden oder ein besserer Lautsprecher nachrüsten.**

**Von Hannes A. Czerulla**

Der Body des Moto Z2 Play misst gerade mal 5,8 Millimeter Dicke und ist damit deutlich dünner als bei seinem noch 7 Millimeter messenden Vorgänger Moto Z Play. Auf dem Papier mag das kein großer Unterschied sein, doch in der Hand macht die Hardware-Revision einen deutlich griffigeren und gleichzeitig eleganteren Eindruck. Der Kamerabuckel – die dickste Stelle – steht allerdings weiterhin 2 Millimeter hervor.

Das flunderflache, aber unter mäßigen Laufzeiten leidende Moto Z erneuert Motorola übrigens bislang nicht – bisher gibt es nur noch Play und eventuell später die-

ses Jahr die robuste Variante Force. Der Akku hat zugunsten des kompakteren Gehäuses gegenüber dem Vorjahresmodell an Power verloren: Statt 3500 mAh spuckt er nun nur noch 3000 mAh aus. Die Laufzeiten sind dennoch sehr gut. Der Prozessor Snapdragon 626 läuft mit 2,2 GHz etwas schneller als beim Vormodell (2 GHz), wovon man in der Praxis aber wenig mitbekommt. Deutlicher profitiert man im Alltag vom Speicherausbau: 4 GByte RAM und 64 GByte interner Speicher, erweiterbar per MicroSD-Slot.

Die gebotene Full-HD-Auflösung mag bei einer Diagonale von 5,5 Zoll nicht zeitgemäß erscheinen, reicht im Alltag aber vollauf aus. Um auf dem AMOLED-Display einzelne Bildpunkte zu sehen, muss man schon aus nächster Nähe draufschienen. Mit 457 cd/m<sup>2</sup> leuchtet das Display genauso hell wie das anderer OLED-Smartphones, nur das Samsung Galaxy S8 liegt mit rund 700 cd/m<sup>2</sup> in unerreichbarer Ferne. In der prallen Sonne kann man die Anzeige des Z2 Play einigermaßen gut ablesen.

### Kamera

Dass die Kameralinse etwa einen Millimeter aus der Gehäuserückseite heraussteht,

kann stören. Auf Dauer wird die Oberfläche des Buckels stärker strapaziert als der Rest des Gehäuses, da das Smartphone dort aufliegt, wenn es man es hinlegt. Der in die Kamera-App eingebaute QR-Reader vereinfacht beispielsweise das Einloggen in öffentliche WLANs, für die ein Code aushängt. Einfach die Kameralinse auf den Code halten und abwarten, bis in der Ansicht das passende Symbol erscheint.

Die Fotoqualität liegt bei gutem Licht fast auf dem Niveau von High-End-Smartphones wie dem HTC U11 oder Samsung Galaxy S8. Nur gelegentlich vertut sich der Autofokus. Wird es dümmrig, nimmt die Qualität stärker ab als bei den Konkurrenten; es tritt deutlich mehr Rauschen zu Tage und die Bilder geraten zu dunkel. Für Videoaufnahmen ist die Kamera wegen des fehlenden Bildstabilisators nur bedingt geeignet: Die meisten Aufnahmen verwackeln zu stark. Sowohl 4K- als auch Full-HD-Material fehlt es an Schärfe, wobei letzteres auch noch einen milchigen Schleier zeigt.

Auf dem Moto Z2 Play läuft ein zeitgemäßes, weitgehend unverdorbenes Android 7.1.1 – allerdings noch mit dem Sicherheits-Patch vom Mai. Leider werden die Moto-Geräte nicht mehr so zuverlässig mit Updates versorgt wie in den vorangegangenen Jahren.

Der ovale Fingerabdrucksensor unterstützt Wischgesten wie die Pixel-Geräte von Google. Ein Tipper auf den Sensor führt zum Launcher, eine Wischbewegung nach links zurück, ein Wisch nach rechts öffnet den Task-Manager. So spart man sich die Soft-Keys am unteren Bildschirmrand und hat mehr Platz auf dem Bildschirm. Alternativ blendet man die Android-Schaltflächen aber auf dem unteren Ende des Displays ein.

Die installierte Moto-App aktiviert Spezialgesten, Display-Sondereigenschaften und einen Sprachassistenten. So startet beispielsweise die Kamera, wenn man das Z2 Play schnell hin- und herwendet. Zwei Hackbewegungen schalten die Taschenlampe ein und aus, was im Test bei einigen Kollegen gut funktionierte, bei anderen nur in Ausnahmefällen.

### Mods

Wie auch für die Vorgänger bietet Lenovo sogenannte Mods für das Moto Z2 Play an. Dabei handelt es sich um Hardware-Erweiterungen, die man per Magnet an die Rückseite des Smartphones heftet. Dafür hat es eine Reihe von Kontaktpins, die so tief ins

**Einmalig:** Lenovo stellt regelmäßig neue Hardware-Erweiterungen für die Moto-Z-Smartphones vor, wie den Zusatzakku TurboPower Pack und den brauchbaren Lautsprecher JBL SoundBoost 2.



Gehäuse eingelassen sind, dass sie nicht stören und vor Beschädigung gut geschützt sind. Die Magnetverbindung hält absolut fest, ließ sich aber auf Wunsch flink lösen.

Alle Mods der Vorgängermodelle passen auch auf das Moto Z2 Play. Bei den simpelsten handelt es sich um die sogenannten Style Shells, die keine Elektronik beinhalten, sondern einfach nur die Geräterückseite schützen und mit Materialien wie Leder, Holz oder Stoff optisch aufpeppen – Kostenpunkt: 20 bis 27 Euro, Dicke: 2 Millimeter. Die Style Shells gibt es auch mit kabelloser Ladetechnik Qi und PMA. Sie tragen mit 3 Millimetern auf, der Preis stand bis Redaktionsschluss noch nicht fest. Die Ladezeit verdoppelt sich etwa.

Die Mod JBL SoundBoost 2 ist ein Stereoalnlautsprecher mit integriertem Klappständer. Er macht das Smartphone um 14 Millimeter dicker, sodass das Gerätepalet gerade noch in die Hosentasche passt. Sein Äußeres ist mit schwarzem, robust wirkendem Stoff bezogen und wasserabweisend beschichtet – leichter Regen verursacht keine Probleme. Der SoundBoost 2 bringt einen eigenen Akku mit 1000 mAh mit, der je nach Lautstärke rund 10 Stunden durchhält. Im Klangtest konnte der Lautsprecher nicht ganz überzeugen: Bei geringer Lautstärke klingt er deutlich besser als das integrierte Smartphone-Pendant, aufgedreht fehlt es aber an Bass und hohe Töne verzerren unangenehm. Für etwas mehr als den Modulpreis von 100 Euro bekommt man weit besser klingende externe Bluetooth-Boxen wie die Ultimate Ears Boom 2; diese sind halt nur nicht ganz so kompakt zu transportieren.

Im Moto TurboPower Pack steckt einfach nur ein 3490 mAh starker Zusatzakku. Er lädt den Smartphone-Akku dank der Schnellladetechnik TurboPower genauso schnell wie das Smartphone-Netzteil mit 15 Watt. Da der Akku einen eigenen Typ-C-Anschluss hat, kann man ihn auch separat laden. Sind Smartphone und Zusatzakku zusammengesteckt und ans Netzteil angeschlossen, laden beide gleichzeitig.

Das Moto TurboPower Pack verlängert die sowieso schon guten Akkulauzeiten des Telefons nochmals um etwa 80 Prozent – Videos liefen 28 Stunden lang, ununterbrochen spielen kann man 6,5 Stunden. Bei etwas Sparsamkeit muss man das Gerät drei bis vier Tage lang nicht aufladen.

Weiterhin bietet Lenovo die bereits bekannte Kameraerweiterung Hasselblad True Zoom für 300 Euro an (c't 1/17, S. 46) und den Mini-Beamer Insta-Share Projector für 350 Euro (c't 22/16, S. 97). Außerdem soll ein Gamepad mit 1035-mAh-Akku folgen.

Tastaturkrieger sehnen sich schon nach der über IndieGogo angebotenen Keyboard Mod: Es soll alle Moto-Z-Modelle um ein Slider-Keyboard erweitern – optisch sehr ähnlich dem klassischen Nokia Communicator. Die 80 US-Dollar teure QWERTZ-Variante soll im September verfügbar sein.

## Fazit

In Verbindung mit der Erweiterungsmöglichkeit per Moto Mods stellt das Lenovo Moto Z2 Play mit Dual-SIM-Tauglichkeit und dem hübschen OLED-Display eigentlich ein attraktives Paket dar – wäre da nicht der Preis von 500 Euro: Das Samsung Galaxy S7 wird mit ebenso hochwertigem Gehäuse, aber besserem Display und schnellerer Hardware für rund 460 Euro angeboten – das macht es schwer, in den Moto-Newcomer zu investieren. Nur bei der Software hat das Moto Z2 Play die Nase vorn: Lenovo stopft sein System im Gegensatz zu Samsung nicht mit unnötigen Apps und Funktionen voll. (hc@ct.de) ct

### Lenovo Moto Z2 Play

#### Ausstattung

Betriebssystem / Bedienoberfläche	Android 7.1.1 / Moto
Android-Sicherheitspatch-Ebene	Mai 2017
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 626 / 8 × 2,2 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 506
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei)	4 GByte / 64 GByte (50,91 GByte)
Wechselspeicher	MicroSDXC
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n-150 / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	4.2 / ✓ / GPS, Glonass
Fingerabdrucksensor / für VR-Brillen geeigneter Gyrosensor	✓ / ✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE (300 MBit/s down, 50 MBit/s up), HSPA
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3000 mAh / – / –
USB-Anschluss / Schnellladetechnik	Typ-C (USB 3.1) / TurboPower
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	14,6 cm × 7,6 cm × 0,9 cm / 144 g – (Hardware-Nanobeschichtung)
Schutzart	
Farbvarianten	Grau, Gold

#### Kamera-Tests

Kamera-Auflösung Fotos / Video	12,2 MPixel (4032 × 3024) / 4K (3840 × 2160)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (2)
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	5 MPixel (2592 × 1944) / Full-HD (1920 × 1080)

#### Display-Messungen

Technik / Diagonale (Größe)	OLED (Super-AMOLED) / 5,5 Zoll (12,2 cm × 6,9 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	1920 × 1080 Pixel (400 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	3 ... 457 cd/m <sup>2</sup> / 96 %
Kontrast / Farbraum	>10.000:1 / fast AdobeRGB

#### Laufzeit-Messungen

Ladezeit auf 50 % / 100 %	31 min / 116 min
Video 200 cd/m <sup>2</sup> / max. Helligkeit	15,2 h / 11 h
3D-Spiel (200 cd/m <sup>2</sup> )	6,5 h
WLAN-Surfen (200 cd/m <sup>2</sup> )	14,2 h
Preis	500 €

<sup>1</sup> Herstellerangabe   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden



# OLED-Tablet

## Samsungs Windows-Tablet Galaxy Book 12

**Das Galaxy Book 12 macht mit gleich zwei Besonderheiten auf sich aufmerksam: Es hat einen OLED-Bildschirm und im 1600 Euro teuren Topmodell auch ein integriertes LTE-Modem.**

**Von Florian Müssig**

Das Galaxy Book 12 ist der Nachfolger des Galaxy TabPro S. Konzeptionell hat sich trotz Wechsels der Bezeichnung nichts geändert: Das Gerät ist weiterhin ein Windows-10-Tablet samt mitgelieferter Tastaturhülle, sodass man es wie ein Notebook nutzen kann.

Der 12-Zoll-Bildschirm hat das arbeitsfreundliche Seitenverhältnis von 3:2, das bei hochpreisigen Windows-Tablets mittlerweile Standard ist. Er nimmt Ein-

gaben per Finger oder über den mitgelieferten passiven Wacom-Stift entgegen. Das OLED-Panel zeigt kräftige Farben und bauarttypisch ein viel tieferes Schwarz als LCD-Panels. Dass die OLED-Pixel je nach Farbe unterschiedliche Größen und Formen haben, fällt in der Praxis wegen der hohen Auflösung (2160 × 1440 Pixel) nur Nutzern mit Adleraugen auf.

Anders als LCD-Panels ändert sich bei OLEDs der Stromverbrauch je nach eingestellter Helligkeit: je heller, desto mehr. Bei maximaler Helligkeit saugt ein OLED-Bildschirm den Akku sogar schneller leer als ein LCD-Panel. Damit die Akkulaufzeit nicht zu sehr leidet, hat Samsung eine Helligkeitsdrossel eingebaut: Nach wenigen Minuten Inaktivität reduziert das Panel seine Helligkeit aufs Minimum – unabhängig davon, was man in den Energieinstellungen von Windows ausgewählt hat. Netter Nebeneffekt: Durch die automatische Helligkeitsreduk-

tion altert das Display langsamer. Für unsere Laufzeittests, die wir mit konstanter Helligkeit durchführen, haben wir die Helligkeitsreduktion mit einem Maus-emulator blockiert [1].

### USB-C-Ports

Das Galaxy Book 12 hat außer einem analogen Audioausgang zwei USB-C-Buchsen. Beide liefern USB-Daten und DisplayPort-Signale; auch können beide zum Laden per Typ-C-Kabel verwendet werden. Das mitgelieferte USB-Netzteil hat kurioserweise einen klassischen Typ-A-Ausgang und pumpt den Akku mittels eines proprietären Schnellladeverfahrens voll. Das Galaxy Book selbst beherrscht aber auch das standardisierte USB-PD (Power Delivery). An einem USB-PD-Netzteil forderte das Tablet das 20-Volt-Profil an, wodurch der Akku schneller voll war als mit dem beigelegten Netzteil, das höchstens 12 Volt liefert.

Auf der linken Geräteseite findet man einen MicroSD-NanoSIM-Schacht, dessen kombinierter Einschub sich nicht ohne Auswurfwerkzeug (oder aufgebogener Büroklammer) entnehmen lässt. Das Aufrüsten des internen Speichers mittels MicroSD-Kärtchen ist lediglich als Notlösung zu betrachten, falls der interne Speicherplatz erschöpft ist: Der USB-2.0-Kartenleser schafft nur einen Bruchteil der Transferrate der internen SSD. Die Nano-SIM passt zusätzlich zur MicroSD – und nicht wie bei manchen Dual-SIM-Handys alternativ.

Mit integriertem LTE-Modem verkauft Samsung nur das hier getestete Topmodell für 1600 Euro. Ohne LTE kostet das Galaxy Book 1400 Euro bei sonst unveränderter Ausstattung oder 1300 Euro mit jeweils halbiertem SSD- und Arbeits-



Der beidseitig bestückbare Einschub nimmt gleichzeitig ein Nano-SIM- und ein MicroSD-Kärtchen auf.

speicher. Der Core-i5-Prozessor ist bei allen Varianten an Bord, ebenso der OLED-Bildschirm. Wacom-Stift und Tastaturhülle liegen ebenfalls immer mit im Karton.

## Notebook-Ambitionen

Anders als etwa bei Microsofts Surface Pro [2] schützt die Tastaturhülle unterwegs Vorder- und Rückseite des Tablets. Sie dient auch zum Aufstellen, lässt aber nur wenige feste Positionen zu. Wegen der nach hinten wegragenden Stütze kann man das Galaxy Book 12 zwar auf dem Schreibtisch wie ein Notebook benutzen, nicht aber auf den Oberschenkeln.

Bis auf die in eine Zeile gequetschten Cursortasten geht das Layout in Ordnung; eine Tastenbeleuchtung hilft in dunklen Umgebungen. Bei unserem Testexemplar war die Tastatur leicht verzogen und bog sich dadurch beim Tippen in der Mitte durch, obwohl alle Ränder plan auf dem Schreibtisch auflagen. Anders als bei Surface Pro & Co. kann man die Tastaturhülle hier nicht über ein zusätzliches Gelenk leicht keilförmig aufstellen.

Einige Gummilippen sorgen dafür, dass die Tastatur beim Transport nicht auf dem Touchscreen aufliegt. Bei der Nutzung stört die lange Gummilippe vor dem Touchpad, weil die Handballen an ihr hängenbleiben.

Wegen des performanten Core-i-Doppelkerns der U-Familie – das ist dieselbe Leistungsklasse wie bei den meisten aktuellen Notebooks – musste Samsung einen Lüfter in das Galaxy Book 12 einbauen. Dieser läuft immer mit, bleibt bei geringer Rechenlast aber unhörbar und rauscht selbst unter Volllast nur sehr leise (0,2 Sone) – bravo.

## Fazit

Das Galaxy Book 12 ist ein potentes Windows-Tablet mit OLED-Bildschirm. Samsung liefert sowohl die Tastaturhülle als auch den Wacom-Stift immer mit – das ist bei anderen Windows-Tablets trotz ebenfalls hoher Preise nicht selbstverständlich. LTE ist im Kreise der Konkurrenz zwar immer noch eine Besonderheit, aber kein Alleinstellungsmerkmal mehr.

(mue@ct.de) 

## Literatur

- [1] Christof Windeck, Mauskobolde, Mouse Jiggler emulieren bewegte USB-Mäuse, c't 15/15, S. 64
- [2] Florian Müssig, Surface Pro, die Fünfte, Microsofts Windows-Tablet Surface Pro (2017), c't 15/17, S. 54

**Die Tastaturhülle lässt nur wenige vorgegebene Aufstellwinkel zu und ragt weit nach hinten raus.**



## Samsung Galaxy Book 12: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	SM-W728NZKA					
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil					
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>						
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / – / ✓					
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × R (2 × Typ C) / – / –					
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	L (MicroSD) (SD) / – / –					
Typ-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / – / ✓ / ✓					
<b>Ausstattung</b>						
Display	Samsung SDCA029: 12 Zoll / 30,4 cm, 2160 × 1440, 3:2, 217 dpi, 2 ... 382 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd					
Prozessor	Intel Core i5-7200U (2 Kerne mit HT), 2,5 GHz (3,1 GHz bei einem Thread), 2 × 256 KByte L2-, 3 MByte L3-Cache					
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte PC3-14900 / Intel Kaby-Lake-U					
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel HD 620 (vom Hauptspeicher) / –					
Sound	HDA: Realtek ALC298					
LAN / WLAN	– / PCIe: Qualcomm QCA6174A (a/b/g/n-300/ac-867)					
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	USB: CDC MBIM / USB: Qualcomm (Microsoft)					
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –					
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM871a (256 GByte) / –					
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>						
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	40 Wh Lithium-Ionen / – / –					
Netzteil	25 W, 94 g, 5 cm × 4,5 cm × 2,5 cm, Steckernetzteil					
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,17 kg / 29,1 cm × 20,5 cm / 1,6 cm					
Tastaturhöhe / Tastenraster	6 mm / 19 mm × 18,5 mm					
<b>Leistungsaufnahme</b>						
Suspend / ausgeschaltet	2,5 W / 0,9 W					
ohne Last (Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max.)	3,9 W / 6,9 W / 8,3 W					
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	27,1 W / 10,8 W / 26,8 W					
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	28 W / 0,58					
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>						
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / WLAN (200 cd/m <sup>2</sup> )	9,6 h (4,2 W) / 7,4 h (5,4 W)					
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	5,2 h (7,7 W) / 1,9 h (20,9 W)					
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	2,3 h / 4,2 h					
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0,1 Sone / 0,2 Sone					
Massenspeicher lesen / schreiben	506,4 / 491,4 MByte/s					
IOPS (4K) lesen / schreiben	79631 / 77148					
Leserate SD-Karte	18,9 MByte/s					
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	21 / 13,5 MByte/s / ✓					
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 98,6 dB(A)					
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	3,2 / 3,54					
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	15412 / 44914 / 457 fps					
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	3998 / 919 / 364					
<b>Preis und Garantie</b>						
Straßenpreis Testkonfiguration	1600 €					
Garantie	1 Jahr					
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden



## Würfel-Cam

**Pearls Mini-Action-Cam ist gerade einmal so groß wie ein Eiswürfel, macht aber bessere Videos.**

Die NX-4344 von Sumikon ist eine kompakte Kamera, mit der man Videos in 720p-Auflösung auf MicroSD-Karte aufzeichnen kann. Im Kunststoffgehäuse mit 2,5 Zentimeter Kantenlänge und gerade einmal 2 Zentimeter Tiefe ist neben dem SD-Kartenschacht noch ein kleiner Akku mit 170 mAh untergebracht, der eine Aufnahmedauer von knapp einer Stunde ermöglicht.

Die Bedienung ist mühsam. Die Kamera wird über zwei Taster gesteuert und teilt ihren Betriebszustand durch verschiedene Blink-Codes einer viel zu kleinen RGB-LED mit. Eine aktive Aufzeichnung wird durch das Erlöschen der Status-LED signalisiert – bei leerem Akku schaut die NX-4344 genauso aus.

Das Videobild ist eher unscharf, die Qualität nimmt in den Randbereichen des etwa 75 Grad weiten Erfassungsbereichs zudem deutlich ab. Im Dunkeln schaltet die Kamera eine IR-LED zu, die allerdings nur Objekte bis etwa ein Meter Abstand ausleuchtet. Die Videos landen im AVI-Container als Motion-JPEG mit PCM-Ton auf der Karte.

Im Lieferumfang enthalten sind Ladekabel, USB-Kartenleser und ein Halteclipp. Letzterer saß bei unserem Testgerät derart stramm, dass das Gehäuse beim Lösen aus der Klammer aufbrach. Mit einem Eiswürfel hat man an heißen Sommertagen deutlich mehr Spaß.  
(sha@ct.de)

### Sumikon NX-4344

#### Mini-Action-Cam

Hersteller	Sumikon, <a href="http://www.pearl.de">www.pearl.de</a>
Format	720p (MJPEG) im AVI-Container
Laufzeit	50 Minuten
Preis	50 €

## Klangdose

**Libratones Zipp unterstützt Bluetooth und zahlreiche Streaming-Formate. Dank Akku ist der Lautsprecher auch mobil einsetzbar.**

Der Netzwerklautsprecher Zipp von Libratone lässt sich per Bluetooth bespielen und unterstützt dabei neben dem obligatorischen SBC-Codec auch AptX. Per WLAN kann man ihn sowohl im 2,4-, als auch im 5-GHz-Band anmelden und über DLNA, Airplay oder Spotify Connect bespielen. Er kommt mit einem integrierten Lithium-Ion-Akku, der im Test bei Zimmerlautstärke 10,5 Stunden durchhielt.

Die Verarbeitung ist makellos. Auf der Oberseite findet sich ein hinterleuchtetes Touch-Display, über das man die Lautstärke verstehen kann und die Wiedergabe steuert. Der obere Teil des zylindrischen Lautsprechers ist mit einem Textilbezug bespannt, den man – zipp – durch das Öffnen eines Reißverschlusses lösen kann. Libratone hat unterschiedliche Zipp-Mützen ab 30 Euro im Angebot. Einen frischen Bezug überzuziehen ist ähnlich fummelig wie das Aufziehen eines Fahrradreifens – nichts für ungeduldige Zeitgenossen. Eine stabile Lederschlaufe erleichtert den Transport auf die Terrasse.

Der Zipp ist mit einem Zweiwege-System ausgestattet. Ein nach oben gerichteter 3-Zoll-Woofer liefert Mitten und Bässe. Die zwei Tweeter spielen über Bände und strahlen nach oben beziehungsweise unten auf eine vierfach gewellte Kunststoffplatte. So wird der Sound in 90-Grad-Stücken nach dem Muster rechts-links-rechts-links im Raum verteilt. Der dadurch entstehende räumliche Eindruck ist eher dürfig und hängt stark von der Abhörposition ab. Da die Tweeter tief im Innern liegen, klingt der Speaker zudem etwas blechern.

Grundsätzlich lässt sich der Zipp auch ohne App bedienen: Wahlweise als Bluetooth-Lautsprecher, als DLNA-Player, Internetradio oder wenn man ihn über seine USB-Host-Buchse per Stick mit Musik füllt. Die für iOS und Android erhältliche Libratone-App benötigt man nur, um die Radiofunktionen oder erweiterte Spotify-Funktionen zu nutzen. So lassen sich über die App fünf Favoritentasten belegen, die man direkt am Lautsprecher anwählen kann. Neben Radiostationen (vTuner) lassen sich hier dynamische Spotify-Listen wie



die Top-100 ablegen. Per Bluetooth mit dem Handy gekoppelt unterstützt der Lautsprecher auch das Freisprechprotokoll. Dank eines eingebauten Mikrofons lässt er sich so auch zum Telefonieren nutzen.

Besitzt man mehrere Zips, kann man sie im Mehrraumbetrieb zur parallelen Musikwiedergabe nutzen. Dabei spielt es keine Rolle, woher das Ursprungssignal stammt. Nach einem Druck auf den Connect-Button am Speaker oder dem Zusammenlegen von Gruppen in der App spielen unsere zwei Zips problemlos ohne hörbaren Versatz. Um ein Stereo-Setup mit diskretem rechten und linken Kanal aufzubauen, muss man in jedem Fall die App bemühen.

Der Zipp glänzt in Sachen Konnektivität und ist durch seinen Akku besonders flexibel einsetzbar. Klanglich bekommt man für den recht hohen Verkaufspreis von 300 Euro nicht besonders viel geboten. Der kleinere – und 100 Euro günstigere – Zipp Mini wird für manch einen Kunden daher die spannendere Alternative sein.  
(sha@ct.de)

### Libratone Zipp

#### Netzwerklautsprecher

Hersteller	Libratone, <a href="http://libratone.com">libratone.com</a>
Kommunikation	Bluetooth, WLAN (2,4 GHz/5 GHz)
Protokolle	AirPlay, Spotify Connect, DLNA
Leistungsaufnahme Standby	0,4 Watt
Laufzeit	10,5 h
Preis	300 €

Anzeige



# Tintentanks für A3

## A3+-Drucker Epson EcoTank ET-14000

**Tintengeräte zum Nachfüllen drucken extrem günstig, allerdings meist nur bis A4. Der EcoTank ET-14000 von Epson eignet sich auch für DIN-A3+-Papiere.**

Von Rudolf Opitz

**M**it seinen EcoTank-Druckern hat Epson als erster großer Hersteller die gängige Praxis aufgegeben, Geräte verbilligt abzugeben, um dann mit überteuerten Tinten Geld zu verdienen. Statt Patronen haben die Modelle große Tintentanks für 6500 bis 7500 Seiten; eine Füllung kostet pro Farbe nur 10 Euro. Das gilt auch für das A3-Gerät ET-14000.

Der einfache Drucker, der weder LAN noch WLAN hat und nur mit PC-Unterstützung druckt, kostet rund 550 Euro. Dafür enthält er bereits Tinte für gut 6000 Seiten – in Patronenform würde die allein mit 600 Euro zu Buche schlagen. Ein Satz Nachfültinte in Spritzflaschen kostet lediglich 50 Euro. Pro ISO-Farbseite fallen demnach nur 0,73 Cent an, der Schwarzanteil liegt bei 0,27 Cent.

Vor dem ersten Einsatz des ET-14000 hebt man den nur über Schläuche mit dem Hauptgerät verbundenen Tintenbehälter aus der Halterung und legt ihn mit den

Einfüllöffnungen nach oben auf den Tisch. Die mitgelieferte Tinte reicht, um alle Behälter bis zur oberen Markierung mit Tinte zu füllen (70 ml). Für Schwarz gibt es gleich zwei Tanks, die beide befüllt werden. Ein manuelles Absperrventil stoppt den Tintenfluss, wenn der Drucker transportiert wird; zum Drucken muss es offen sein.

Nach dem vorsichtigen Einhängen – die Schläuche dürfen sich nicht verklemmen – drückt man drei Sekunden lang auf die Tintentaste. Das Befüllen des Schlauchsystems dauert etwa 20 Minuten. Abgesehen von der Power-Taste gibt es nur noch eine Taste für den Papiertransport und eine Abbruchtaste.

Per USB-2.0-Kabel nimmt der Drucker Kontakt zum PC auf. Alle nötigen Funktionen findet man in den Treibereinstellungen. In der schnellen Entwurfsqualität druckte der EcoTank etwas blass, aber sehr gut lesbar. Die Standardqualität sah im Test sehr sauber aus. Im aktivierten Leisedruckmodus druckte der ET-14000 mit 4,7 Seiten pro Minute nur noch halb so schnell, senkte den Lärmpegel aber um drei Sone. Viel Geduld braucht man beim Drucken in der besten Qualität (extra fein, „Schnell“ abgeschaltet): Eine Textseite dauert hier über zwei Minuten.

Automatisch beidseitig druckt der EcoTank nicht. Beim Bedrucken von A3-Papier fiel uns im Test Farbe am Rand

und auf der Papierrückseite auf – offenbar landete Tinte im Papierweg jenseits des A4-Druckbereichs.

Auf Fotopapier gefielen die vielen Details und die gute Durchzeichnung. Nur ein mäßiger Rotstich störte. Wer oft Fotos drucken will, sollte etwas Geld für ein ICC-Profil ausgeben [1]. Randlos druckt der ET-14000 aber nicht. Fotos auf Normalpapier zeigten wenig Details in dunklen Bildbereichen und einige nadelstichgröÙe Fehler in der Farbdeckung. Verringert man die Auflösung, lässt sich das zwar verhindern, doch dann produzierte der EcoTank im Test Streifen. Im Belichtungstest blieb die Dye-Tinte auf Normalpapier stark aus, Fotopapier schützte die Flüssigfarbstoffe etwas besser.

### Fazit

Der Epson EcoTank ET-14000 lohnt sich für Anwender, die im Jahr 2000 Seiten und mehr drucken – etwa Plakate oder Broschüren. Als einziges A3-Gerät mit Tintentanks beschichtet er Papier aber konkurrenzlos günstig – und das mit Originaltinte. Wer Billigtinten aus Fernost nutzt, riskiert nicht nur verstopfte Druckköpfe, sondern auch die Herstellergarantie. (rop@ct.de) **ct**

### Literatur

[1] Rudolf Opitz, Farb-Tuning, ICC-Profile verbessern die Farbwiedergabe von Fotodruckern, c't 14/16, S. 160

### Epson EcoTank ET-14000

#### A3+-Drucker mit nachfüllbaren Tintentanks

Hersteller	Epson, www.epson.de
Druckauflösung	5760 dpi × 1440 dpi
Papierfach	100 Blatt Normalpapier / 20 Blatt Fotopapier
Betriebsabmessungen (B × T × H) / Gewicht	70,5 cm × 81 cm × 39,5 cm / 12,2 kg
Tinte	Schwarz 664 BK (7500 S.), Farbe 664 C, M, Y (je 6500 S.)
Betriebssysteme	Windows ab XP; macOS ab 10.5.8
Druckleistung	Entwurf: 13,5 S./Min., Standard: 9,2 S./Min., Standard (A3): 2,5 S./Min., Extra fein: 0,5 S./Min.
Druckzeiten	A4-Foto: 22:22 Min., A3-Foto: 40:20 Min., 100-Seiten-PDF: 39:12 Min.
Geräuschmessung	8,6 Sone (Entwurf), 5,5 Sone (Ruhemodus)
Leistungsaufnahme	Aus: 0,3 Watt, Sparmodus: 1,4 W, Bereit: 5,5 Watt, Scannen: 18,3 Watt

#### Bewertungen

Ausstattung	⊖
Druck Text/Grafik/Foto	⊕ / ⊕ / ⊕
Lichtbeständigkeit Normal / Fotopapier	⊖⊖ / ⊖
Garantie	1 Jahr oder 30.000 Seiten Carry-in
Preis UVP / Straße	650 € / 540 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht
Zufriedenstellend	

Anzeige



# Thunder-Mini

## Mini-PC Intel NUC7i7BNH mit Thunderbolt 3

**Den Mini-Barebone mit der vertrackten Bezeichnung NUC7i7BNH bestückt Intel mit dem vergleichsweise schnellen Core i7-7567U sowie mit HDMI 2.0 und Thunderbolt 3.**

**Von Christof Windeck**

Der NUC7i7BNH ist das aktuelle Spitzenmodell der Mini-PC-Familie Next Unit of Computing (NUC) von Intel. Drin steckt der Core i7-7567U mit Kaby-Lake-Technik, der – wie bisher alle U-Prozessoren – zwar nur zwei Kerne besitzt, die aber immerhin mit bis zu 4 GHz takten. Spannender als die CPU sind beim NUC7i7BNH die Buchsen für HDMI 2.0 und Thunderbolt 3: Sie sind bei PCs bisher selten.

Dank HDMI 2.0 eignet sich der NUC wie seine aktuelle Verwandtschaft mit Core i5, Core i3 und Celeron zum Ansteuern von Smart-TVs mit 4K- beziehungsweise UHD-Auflösung – auch mit 60 Hz, was per HDMI 1.4 nicht klappt. Au-

ßerdem spielt er Videos mit HDCP-2.2-Kopierschutz ab, etwa von Netflix.

Thunderbolt 3 liefert theoretisch noch höhere Auflösungen und funktioniert auch wie eine USB-C-Buchse: Via Adapter lassen sich Monitore mit DisplayPort-1.2-Eingang anschließen, etwa ein weiteres 4K-Display. Der integrierte Thunderbolt-Chip enthält auch einen USB-3.1-Controller. Vor allem hat uns aber interessiert, ob Thunderbolt am PC reibungslos klappt.

### CPU

Doch zunächst zum Prozessor: Verglichen mit dem Core i5-7260U im 110 Euro billigeren NUC7i5BNK ist der Core i7-7567U rund 15 bis 18 Prozent schneller. Er liefert ungefähr dieselbe Single-Thread-Performance wie ein Core i5-7500 für Desktop-PCs. Das sorgt für hohe Rechenleistung in Anwendungen, die wenige Threads nutzen, beispielsweise Office-Software. Bei Multi-Threading im Cinebench R15 liegt der i7-7567U etwa 30 Prozent hinter dem erwähnten Core i5-7500 und gleichauf mit dem Desktop-Vierkerner AMD Ryzen 3 1200.

Der eingebaute Grafikprozessor Iris Plus 650 gehört zu Intels stärksten und treibt die Leistungsaufnahme unter Vollast auf 28 Watt, während normale U-Prozessoren mit 15 Watt auskommen. Die GPU genügt für einfache Spielchen, aber nicht für ressourcenfressende 3D-Kracher. Im 3DMark Fire Strike schafft beispielsweise schon die 80-Euro-Karte Nvidia GeForce GT 1030 die doppelte Punktzahl. Doch auch Grafik- und Video-Software mit OpenGL-, OpenCL- oder DirectX-Beschleunigung kann die Iris Plus 650 nutzen. Außerdem dekodiert sie außer H.264- auch HEVC- und VP9-Videos in 4K-/UHD-Auflösungen und darüber.

Im Leerlauf hört man den Lüfter des NUC7i7BNH leise rauschen. Unter Vollast dreht er dann auf, die 28 Watt des Core i7-7567U machen sich deutlich bemerkbar. Weil das nicht so häufig vorkommt, reicht es noch für die Note „zufriedenstellend“. Im BIOS-Setup lässt sich der Lüfter außerdem noch etwas zähmen.

### Thunderbolt 3

Thunderbolt-Docks von Belkin und Elgato funktionierten am NUC7i7BNH weitgehend problemlos; manchmal war allerdings ein Neustart nach dem ersten Anschluss nötig. Über ein solches Dock arbeiten beispielsweise ein zusätzliches 4K-Display, ein Ethernet-Adapter und eine USB-3.1-SSD gleichzeitig. War zuvor noch nie ein Thunderbolt-(TB)-Gerät angeschlossen, muss man zuerst den TB-Treiber von der Intel-Webseite nachinstallieren.

Auch ein Vorserienmuster der externen Sonnet-Erweiterungsbox für Grafikkarten funktionierte samt der eingebauten AMD Radeon RX 580. Das dort eingeckte Display ist freilich nur unter Windows nutzbar, nicht etwa im BIOS-Setup. Im 3DMark Fire Strike lieferte die Radeon RX 580 rund 9300 Punkte; das sind 25 Prozent weniger als beim internen Einsatz in einem PC mit Quad-Core-CPU.

In Bezug auf Thunderbolt 3 gibt sich Apple aber letztlich mehr Mühe als Intel, wie ein Versuch mit dem 5K-Monitor LG UltraFine 5K zeigt: Dieses Display steuerte der NUC höchstens mit  $4096 \times 2304$  Pixeln an statt mit voller Auflösung ( $5120 \times 2880$ ). Anscheinend beschaltet Intel den TB-Port nur mit einem DisplayPort 1.2, bei Apple sind es zwei. Pikantes Detail am Rand: Am NUC funktioniert der LG UltraFine nur in einer der beiden möglichen Steckrichtungen des USB-C-Steckers, der



Die Thunderbolt-3-Buchse rechts funktioniert auch als USB-C-Anschluss und bedient via Adapter 4K-Displays.

ja eigentlich wendbar sein soll. Letztlich behaupten aber weder LG noch Intel, dass das 5K-Display am NUC funktioniert.

## Fazit

Bei Rechen- und 3D-Performance liefert der NUC7i7BNH nur geringe Vorteile im Vergleich zu deutlich billigeren Verwandten mit Core i5-7000 oder sogar Core i3-7000. Er macht sich auch akustisch stärker bemerkbar. Attraktiv ist der Core-i7-NUC vor allem, wenn man USB 3.1 beziehungsweise Thunderbolt 3 nutzen möchte.

(ciw@ct.de) ct

Anzeige

<b>Mini-PC-Barebone mit Core i7-7567U und Thunderbolt 3</b>	
<b>Gerät</b>	<b>NUC Kit NUC7i7BNH</b>
Hersteller	Intel, <a href="http://www.intel.com">www.intel.com</a>
Prozessor (Kaby Lake)	Core i7-7567U (Dual-Core, 3,5/4,0 GHz, 28 Watt TDP)
Grafik (GPU)	Iris Plus 650 (in CPU)
Chipsatz	in CPU integriert
RAM (DDR4-2666)	2 × SO-DIMM, 2 - 16 GByte (max. 32 GByte)
Anschlüsse hinten	1 × HDMI 2.0, 1 × Thunderbolt 3, 2 × USB-A 3.0, 1 × Ethernet
Anschlüsse vorn	1 × USB-A 3.0, 1 × USB-A 2.0 <sup>1</sup> , 1 × Audio-Klinke, Einschalttaster, 2 Mikrofone
Anschlüsse links	MicroSD Card Reader, Kensington-Lock
Gigabit Ethernet	1 × Realtek RTL8111 (PCIe)
WLAN	Intel Dual-Band Wireless-AC 8265 (802.11ac, 2x2, 867 MBit/s, Bluetooth 4.2)
WLAN-Antenne	intern
Einbauplatz SSD/Festplatte	1 × 2,5 Zoll
Infrarot-Empfänger/Mikrofon	Frontplatte: CIR / Stereo
VESA-Montageplatte	75 × 75 und 100 × 100
Abmessungen	11,5 cm × 5 cm × 13 cm
Netzteil	Steckernetzteil 19V/65W FSP065-10AABA
Netzteilkabel	2,50 m
<b>Messwerte (16 GByte RAM, NVMe-SSD, Full-HD-Display, USB-Tastatur/-Maus, Windows 10)</b>	
BIOS-Version	0049
Leistungsaufnahme Soft-off	1,0 W (0,4 W mit EuP-Option)
Standby/Leerlauf/Volllast	1,4/8,9/50 W
Geräusch Leerlauf/Volllast	0,3/1,6 Sone (O)
analoge Audio-Qualität	Wiedergabe
USB 3.0/3.1/Card Reader	460 (455)/866 (878)/84 (64) MByte/s
Cinebench R15 (1/4 Threads)	167/427 Punkte
3DMark Fire Strike	1709 Punkte
Preis/Garantie	460 €/3 Jahre (Bring-in)
<sup>1</sup> mit Ladefunktion	
sehr gut	gut
zufriedenstellend	schlecht
sehr schlecht	

Anzeige



## DisplayPort an HDMI

**Das Notebook hat lediglich einen HDMI-Ausgang, der Monitor nur einen DisplayPort-Eingang? Dann hilft ein Adapter, der die HDMI-Signale für DP aufbereitet.**

Die Delock-Adapter 62712 und 62496 nutzen den Chip STDP2600 von ST Micro, der kompatibel zu DP 1.2a und HDMI 1.4 ist. 4K-Signale nehmen die Adapter deshalb mit maximal 30 Hz an und reichen kopiergeschützte UHD-Videos mangels HDCP 2.2 nicht an den Monitor weiter. Full-HD-Signale geben sie dagegen am DisplayPort mit bis zu 120 Hz aus.

Für den Delock-Adapter 62712 mit HDMI-Buchse braucht man ein HDMI-Kabel; er bezieht die nötigen 450 mW aus dem DP-Anschluss des Monitors. Der 62496 wird per DisplayPort-Kabel verbunden. Falls das Display die nötige Hilfsspannung am DisplayPort nicht bereitstellt, kann man seine 20 cm lange USB-Peitsche mit dem PC verbinden und so die Stromversorgung sicherstellen. Im Test war das überflüssig.

An Onboard-Grafik (Intel HD Graphics 530) unter Windows 10 wurden die per Adapter angeschlossenen Monitore zuverlässig erkannt und automatisch die passenden Auflösungen eingestellt. Eine merkliche Latenz konnten wir nur bei der Ausgabe von 4K mit 30 Hz feststellen – durch die geringe Bildwiederholfrequenz hängt der Mauszeiger etwas hinterher. Probleme hatte wir an einer GeForce GTX 980 von Nvidia: Sie erkannte zwar die adaptierten Monitore, gab die Signale aber nicht ordnungsgemäß aus – die Displays blieben schwarz.

(uk@ct.de)

### Delock 62712 und 62496

#### HDMI-auf-DisplayPort-Adapter

Hersteller	Delock, <a href="http://www.delock.de">www.delock.de</a>
Kompatibilität	HDMI 1.4, DisplayPort 1.2a, HDCP 1.3
unterstützte Auflösungen	Full HD mit 120 Hz, max. 2560 × 1600 mit 60 Hz, 4K mit 30 Hz
Preis	jeweils ab 31,50 €



## Flotter Winzling

**Die externe Samsung-SSD Portable T5 speichert bis zu 2 TByte und ist dank USB 3.1 Superspeed+ schneller als ihr Vorgänger T3.**

Die Samsung Portable SSD T5 überwindet mit USB 3.1 mit 10 GBit/s die USB-3.0-Barriere von rund 450 MByte/s – viel schneller ist sie allerdings nicht. Im Test konnten wir beim Lesen eine maximale Datenrate von rund 550 MByte/s messen, beim Schreiben waren es höchstens 320 MByte/s. Die Leistungsaufnahme im Betrieb lag bei rund 2,5 Watt; im Ruhezustand sank sie nach kurzer Zeit auf nur 0,3 Watt – viele andere externe SSDs benötigen auch in Ruhe rund 1 Watt.

Zum Anschluss an den PC legt Samsung zwei Kabel bei: eines mit USB-C für die Rechner-Seite, eines mit USB-A. Die hohe Geschwindigkeit erreichte die SSD auch mit dem USB-A-Kabel – sofern der Host-Port ebenfalls die zweite Generation des USB-3.1-Standards unterstützt. An älteren USB-3.0-Anschlüssen sank die Lesegeschwindigkeit auf knapp 450 MByte/s.

Das Aluminiumgehäuse kann Wärme recht gut ableiten, erst nach rund 10 Minuten Dauerlast drosselte die SSD die Leserate auf 480 MByte/s – da hatte sich die SSD auf knapp 70 °C erwärmt.

Samsung legt eine Verschlüsselungssoftware für Windows und macOS bei, eine Android-Version befindet sich im Play Store. Für den Betrieb an Smartphones benötigt man einen USB-OTG-Adapter. Wer eine besonders kleine und recht flotte externe SSD sucht, ist mit der Portable SSD T5 gut bedient. Höhere Geschwindigkeiten erreicht etwa SanDisks Extreme 900. (ll@ct.de)

### Portable SSD T5

#### Externe SSD mit USB 3.1

Hersteller	Samsung
Anschluss	USB 3.1 Gen 2 Typ A & Typ C
Maße, Gewicht	75 mm × 58 mm × 11 mm, 51 g
Preis	139 € (250 GByte), 229 € (500 GByte), 429 € (1 TByte, getestet), 849 € (2 TByte)



## Rollende Unikate

**Die Ohno-Fahrradhalterung fürs iPhone kommt nicht aus China, sondern aus einem 3D-Drucker im oberpfälzischen Amberg. Sie hat eine Powerbank an Bord. Die ist allerdings viel kleiner als versprochen.**

Fahrrad fahren und mit dem iPhone telefonieren oder navigieren: Das passt normalerweise nicht zusammen, denn man darf das Gerät auf dem Rad ebenso wenig in der Hand halten wie im Auto. Einfache Gummihalterungen wie Finn oder Rubberman fixieren das iPhone zwar für kurze Alltagsfahrten schnell mal am Lenker, aber für mehr braucht man eine extra Powerbank. Nur: wohin damit?

In der Ohno-Halterung sitzt die Powerbank direkt in der Halteschale, das eingeklinkte Smartphone deckt sie ab. Ein Kabelstummel zum iPhone verhindert Kabelsalat. Die aufgedruckte Akku-Kapazität von 16.000 Milliamperestunden sollte theoretisch reichen, ein iPhone 7 Plus etwa vier Mal aufzuladen.

Der Akku wirkt verdächtig klein. Weil das die Gesetze der Physik auffällig zu verletzen schien, haben wir nachgemessen: Mehr als 5300 Milliamperestunden ließen sich ihm nicht entlocken. Im c't-Test mit Navigationsaufgaben und beleuchtetem Display reichte der Akku für eine Tagetour, aber nicht für mehr. Mit der Diskrepanz konfrontiert, bat der Anbieter um Entschuldigung und sagte zu, das Problem mit dem chinesischen Zulieferer der Akkus zu klären. Einstweilen will Ohno die falschen Angaben auf seiner Website korrigieren. Nach Ohno-Angaben hatte sich noch keiner der rund 500 Käufer über Stromknappheit be-

schwert, wohl auch, weil der Saft für eine Tagetour reicht.

Die Ohno-Halterung wird im 3D-Druck-Verfahren aus dem kompostierbaren Bio-Kunststoff PLA (aus Maisstärke) produziert. Sieben Farben stehen zur Auswahl. Die Fertigung dauert insgesamt zwölf Stunden. Der Kunde erhält bei der Bestellung einen Link, um per Webcam beim Drucken seiner Trageschale zuzusehen – allerdings funktionierte dieser Link auch später noch. Kunden erfahren in der persönlich gehaltenen Anleitung sogar, wer die zusätzlich erhältliche Schutzhülle mit der Nähmaschine aus 15 Einzelstücken zusammensetzt.

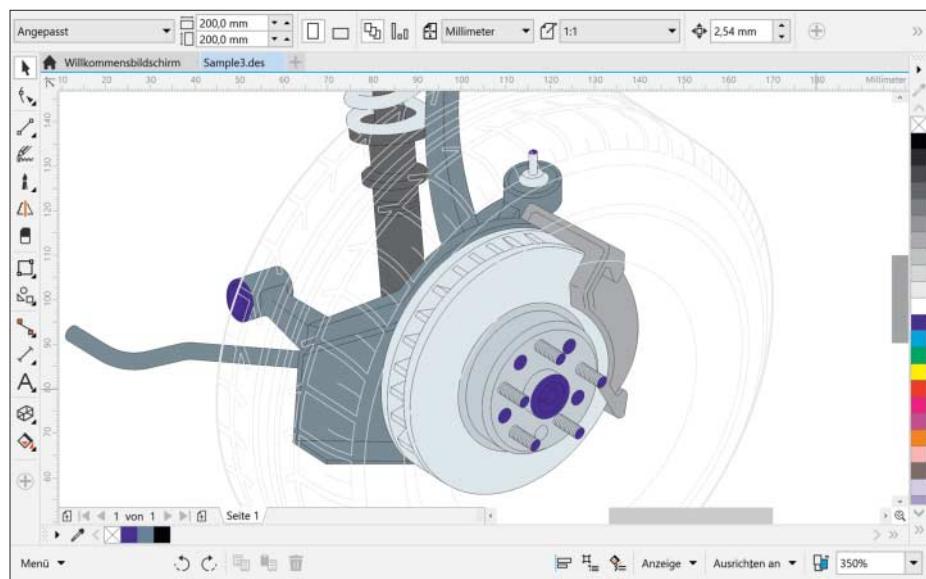
Der auch horizontal drehbare Halter wirkt durch den schichtweisen Druck etwas kantig und grob, doch die Details sind fein ausgearbeitet. Die Wabenstruktur des Halters spart Gewicht. So sind nur geringe Haltekräfte nötig. Eine Gummischeibe dämpft Vibrationen. Das Smartphone klinkt sich mit etwas Kraftaufwand saugend-schmatzend in die Halterung ein. Während des gesamten Tests hielt es auch auf holpriger Wegstrecke fest in der Schale. Gegen Regen lässt sich ein Verhüterli überziehen, das ein Fenster aus durchsichtiger Plastikfolie hat. So blieb das iPhone im hannöverschen „Sommer“ trocken und das Wischen und Tippen klappte weiterhin. Schade nur: Die Halterung gibt es nicht für Smartphones anderer Hersteller. (mil@ct.de)

Anzeige

### Ohno-Fahrradhalterung

#### Fahrradhalterung aus dem 3D-Drucker

Hersteller	Ohno GmbH, <a href="http://www.ohno.de">www.ohno.de</a>
Abmessungen / Gewicht	170 × 80 × 28 mm / 352 g
Akku	5300 Milliamperestunden (nicht: 16.000!)
kompatibel	iPhone 6, 6s, 6 plus, 7, 7 plus
Preise	Halterung: 89 €, Regenhülle: 30 €



„in Echtzeit“ und unter Berücksichtigung des Ansichtswinkels an. Per Tastatur lassen sich in der Symbolleiste präzise Maßangaben eintippen. Mit einem Klick sperrt man das Verhältnis von Breite zu Höhe. Maßangaben direkt am Objekt, wie man sie etwa aus FreeCAD kennt, zeigt der Designer beim Zeichnen oder Bearbeiten von Objekten nicht an.

Objekte, die nicht vollständig geschlossene Geometrien aufweisen, schließt der Designer jetzt mit den erweiterten Begrenzungsfunktionen, die man im „Formen“-Werkzeug findet. Dazu markiert man etwa ein Dreieck, das eine kleine Lücke aufweist, und erhöht die Abstandstoleranz. Mit dem Werkzeug lassen sich darüber hinaus Objekte, die sich schneiden, auf ihren gemeinsamen Umriss reduzieren. Man kann auch nur einen Teil der überlappenden Objekte mit der Funktion zuverlässig extrahieren.

Das mitgelieferte Modul Lattice3D Studio Corel Edition wandelt 3D-Modelle in Vektorgrafiken um und schickt diese jetzt direkt aus der Anwendung heraus an den Designer, CorelDraw und Photo-Paint. Das klappte im Test mit STL-, 3DS-, OBJ- und IGES-Dateien. Der automatische Start der adressierten Anwendung aus Lattice3D funktionierte im Test zwar mit dem Surface Pro, nicht aber auf unserem Desktop-Testrechner.

## Fazit

Corels Technical Suite 2017 lohnt sich vor allem für Anwender, die viel mit Convertibles und Touch-fähigen Endgeräten arbeiten. Sie profitieren von der besseren Bedienbarkeit mit Eingabestiften und dem Touch-Modus. Anwender, die hauptsächlich mit dem Designer am Desktop-PC arbeiten, können hingegen in Ruhe das nächste Update abwarten – für sie ändert sich mit Version 2017 nur wenig.

(mre@ct.de) ct

## Literatur

[1] Martin Reche, Gerald Himmelein, Zeichnen mit Köpfchen, Corel optimiert seine Graphics Suite für Stift-Bedienung, c't 11/17, S. 66

**Testversion:** [ct.de/yze2](http://ct.de/yze2)

### CorelDraw Technical Suite 2017

Softwarepaket für technische Illustration

Hersteller	Corel, <a href="http://www.corel.de">www.corel.de</a>
Systemanf.	Windows ab 7
Preise	Vollversion 1000 €, Upgrade 480 €, Abo-Modelle ab 30 € pro Monat

# Stiftarbeiter

## Corels Technical Suite 2017 im Test

**Technisch zeichnen mit Touch:  
Corel macht seine Technical Suite fit für die Bedienung mit Finger und Eingabestift.**

**Von Martin Reche**

Die Technical Suite ist Corels Software-Paket für technische Illustration. Im Zentrum steht der technische Zeichner Corel Designer. Ihm stellen die Entwickler sieben weitere Programme zur Seite, etwa den Bildbearbeiter Photo-Paint und die neueste Version des Vektorzeichners CorelDraw. Letzterer erhielt bereits mit der jüngsten Version von Corels Graphics Suite ein Update – den Test finden Sie in c't 11/17 [1].

Viele Neuerungen des Vektorzeichners haben es jetzt auch in den Designer geschafft. Das Zeichenwerkzeug „Live Sketch“ ist eine davon. Damit skizziert man mit einem Eingabestift auf Touchscreens Objekte, indem man deren Umrisse strichelt. Der Designer erkannte im Test Formen aus Strich-Wüsten recht gut und wandelte die Striche ohne Murren in frei editierbare Vektorkurven um.

Der Designer erkennt jetzt nicht nur unterschiedliche Druckstufen des Ein-

gabestifts, sondern auch dessen Neigung. Ein neuer Touch-Modus, der die Arbeitsumgebung auf wenige große Icons und Menüleisten reduziert, erleichtert die Stiftarbeit. Löst man die Tastatur von einem Convertible, startet der Designer den Tablet-Modus von selbst. Das dauerte im Test auf einem Microsoft Surface Pro 4 wenige Sekunden, endete aber immer auf dem Desktop. Von dort musste man zurück in den (noch geöffneten) Designer navigieren. Erfreulicherweise hat Corel die Schriftenverwaltung Font Manager mit in die Technical Suite 2017 aufgenommen; er debütierte bereits in der GraphicsSuite X8 und hinterließ seinerzeit einen richtig guten Eindruck. Der Font Manager verwaltet alle Schriften auf dem Computer und installiert bei Bedarf weitere kostenlose oder kostenpflichtige Schrift-Typen und -Familien aus dem Internet nach.

### Exklusive Neuerungen

Die Entwickler haben dem Designer in der jüngsten Version nur wenige exklusive, aber praktische Neuerungen spendiert: Bearbeitet oder verschiebt man ein Objekt in einer projizierten Ansicht, etwa der isometrischen, zeigt unter anderem die Ändern-Symbolleiste die Objektmaße und die Position im Koordinatensystem

Anzeige

# 2 Jahre gewartet

## Langzeittest Managed Root Server inklusive Wartung

**Beim Managed-Server-Vergleich in c't 10/15 fiel Hostnet mit einem besonderen Angebot auf: ein vom Hoster gewarteter Server, bei dem auch der Kunde Root-Rechte bekommt. Wir haben nach Testende einen der Server weiterlaufen lassen und die Wartung zwei Jahre lang beobachtet.**

**Von Mirko Dölle**

**E**in Managed Server mit Root-Zugang? Was nach einem Widerspruch klingt, bietet Hostnet tatsächlich an: Schon ab 15 Euro im Monat vermietet der Bremer Hoster virtuelle Managed Root Server, bei denen sich die Hostnet-Admins um die Wartung kümmern, Kunden aber trotzdem einen Root-Zugang und so nahezu volle Kontrolle über den Server erhalten. Interessant ist das vor allem für Selbständige, Agenturen und kleine Firmen, die für Projekte jederzeit Dienste aufsetzen oder verändern müssen, aber keinen hauptamtlichen Admin haben, der das erledigt.

In unserem Vergleich von dedizierten Managed Servern in [1] war Hostnet der einzige Anbieter, bei dem wir auch Root-Rechte erhielten. Deshalb bestellten wir zusätzlich einen virtuellen Server für 30 Euro pro Monat, das Angebot nennt sich „Managed Root Cloud Server“, und haben zwei Jahre lang beobachtet, ob die Hostnet-Admins notwendige Updates einspielten.

### Root trotz allem

Wie der dedizierte Managed Root Server arbeitet auch der Managed Root Cloud Server mit einem von Hostnet angepassten FreeBSD namens HostBSD. Die Anpassungen gewährleisten, dass die Hostnet-Admins auch bei haarsträubendster Fehlkonfiguration durch den Kunden weiterhin Zugriff auf die Maschine haben. Es

bedeutet aber auch Einschränkungen: So hat der Kunde selbst auf einem dedizierten Server keinen Zugriff auf die physische Netzwerkschnittstelle und kann auf den virtuellen Servern keine Kernel-Module nachladen – Docker lässt sich dort also nicht einsetzen.

Kein Problem ist es hingegen, zusätzliche Software nachzuinstallieren. Etwaige vorhandene Programme werden davon überlagert, sodass man problemlos eine Entwicklerversion von MySQL installieren kann, obwohl MySQL zum Standard-Installationsumfang des Servers gehört. Auch alternative Programme sind kein Problem, so lässt sich Apache deaktivieren und zusätzlich Nginx installieren. Die Hostnet-Admins aktualisieren Apache ungeachtet dessen weiterhin, sodass Sie später einfach Nginx deinstallieren und zu Apache zurückkehren können.

Standardmäßig sind außer Apache mit dem Server-Verwaltungs-Frontend easytecc noch PHP, MySQL, PHPMyAdmin und der Webmailer Roundcube vorinstalliert. Weitere Software wie andere

Datenbanken, Shops, CMS oder Web-Mailer können Sie über das Web-Frontend des Servers nachinstallieren. Selbst ausgefallenere Wünsche wie einen Tomcat-Server erfüllen die Hostnet-Admins auf Anfrage und oft kostenlos. Sollten die Ansprüche zu groß werden, erhalten Sie ein individuelles Angebot mit den Zusatzkosten.

Knackpunkt solcher Erweiterungen: Was Sie über das Web-Frontend oder von den Hostnet-Admins installieren lassen, wird auch gewartet. Kleinere Updates erledigt Hostnet ohne Rücksprache, vor umfangreichen Änderungen mit längerer Downtime erhält der Kunde stets eine E-Mail. Umfangreiche Upgrades wie etwa ein Wechsel von PHP 5 auf PHP 7, die Änderungen auf Kundenseite erfordern, erfolgen nur bei ausdrücklicher Zustimmung. Wir meldeten uns versuchsweise nicht, sodass das Upgrade auf PHP 7 unterblieb.

Sicherheitsrelevante Updates wurden meist innerhalb weniger Tage vorgenommen, nur in einem Fall dauerte es über zwei Wochen, bis ein Fix von OpenSSL eingespielt wurde – das hatten wir schon 2015 im Vergleichstest gerügt.

### Geteilt herrschen

Pakete, die man von Hand installiert, landen in einem eigenen Bereich im Dateisystem und überlagern etwaige vorhandene Dateien. Man muss sich also als Root nicht nur um die Aktualisierung der Programme kümmern, die man selbst installiert hat, sondern auch um deren Abhängigkeiten.

```
[root@pixivo ~]# pkg install nginx
#####
##### !!! ACHTUNG !!! #####
#####
Bitte bedenken Sie, dass durch Abhängigkeiten des zu installierendes Paketes evtl. weitere Komponenten installiert oder aktualisiert werden!
Dies kann umfangreiche (!!) Konfigurationsänderungen an vorinstallierten Anwendungen wie Web-, Datenbank- oder Mailserver nötig machen oder verursachen!
Vergewissern Sie sich, dass Sie über Backups verfügen und testen Sie die Installation ggf. auf einem separaten Server, bevor Sie fortfahren.
Falls Sie sich unsicher sind, können Sie uns vorher gerne ansprechen.
#####
#####
```

Mit Root-Rechten lässt sich problemlos Software nachinstallieren. Hostnet mahnt vorsichtshalber, die Abhängigkeiten und Auswirkungen im Auge zu behalten – denn für diese ist man selbst verantwortlich.

Gerät man selbstverschuldet in Schwierigkeiten, kann man trotzdem die Hilfe der Hostnet-Admins in Anspruch nehmen. Das kostet schlimmstenfalls 25 Euro pro 15 Minuten. Wer häufiger Hilfe benötigt, kann auch Support-Pakete mit 30 oder 60 Freiminuten und reduziertem Stundensatz buchen. Da sich die Hostnet-Admins mit der Maschine bereits detailliert auskennen, können sie potenziell zügiger helfen als Freelancer, die sich erst einmal einen Überblick verschaffen müssen.

Auch die Mietkosten sind überschaubar: Hostnet rechnet sekundengenau ab, die Kosten für den kleinsten virtuellen Server mit 2 CPUs, 2 GByte RAM und 200 GByte SSD betragen 2 Cent pro Stunde – das sind knapp 15 Euro pro Monat. Fast genau so viel verlangt auch Amazon für seine T2-Micro-Server im EC2-Service, ohne einen Finger für den Kunden zu rühren. Unser Testserver mit vier CPUs und 3 GByte Speicher kostete 30 Euro pro Monat. Die Ressourcen eines solchen virtuellen Servers lassen sich jederzeit be-

quem im Kundencenter von Hostnet ändern; Anpassungen werden binnen weniger Minuten wirksam. So kann man bei Bedarf kurzzeitig deutlich mehr Ressourcen freischalten und zahlt ansonsten nur den günstigen Grundpreis. Die Dedicated Managed Root Server gibt es ab 120 Euro pro Monat, bei etwas besserer Hardware-Ausstattung und mit Backup-Service liegt man aber schnell bei rund 200 Euro im Monat – für einen eigenen Server, der professionell gepflegt und gesichert und bei Hardware-Defekt kostenlos repariert wird.

Praktisch ist auch die Snapshot-Funktion, mit der sich der aktuelle Serverzustand sichern lässt: Sie werden automatisch im Verzeichnis `/snapshot` des Servers als Read-Only-Dateisystem eingebunden – aber sie belegen auch entsprechend Platz auf der Server-Festplatte. So hat man die Wahl, ob man den gesamten Server über bestimmten Snapshot zurücksetzen lässt oder einfach ein paar verlorene gegangene Dateien von Hand aus dem Snapshot

herauskopiert. Fünf Snapshots sind im Preis enthalten.

## Fazit

Betreute Root-Server sind für Selbständige und kleine Firmen ohne eigenen Administrator eine flexible Alternative zu traditionellen Hosting-Angeboten und Root-Servern, die viel zu selten gewartet werden. Die vorherige Anmeldung umfangreicher oder problematischer Upgrades oder anderweitiger Downtimes verhindert, dass der Server dann nicht zur Verfügung steht, wenn man ihm am dringendsten braucht. Hier kann sich selbst manche firmeninterne IT-Abteilung noch eine Scheibe abschneiden. Ganz aus der Verantwortung wird man aber auch nicht entlassen: Was man selbst installiert, muss man auch weiterhin selbst warten. ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)) **ct**

## Literatur

[1] Holger Bleich, Mirko Dölle, Betreutes Wohnen, Sechs Provider-gewartete Server im Test, c't 10/15, S. 168

Anzeige



## Parkschein-App

**Die Smartphone-App EasyPark spart die mühsame Suche nach dem letzten Kleingeld für den Parkscheinautomaten.**

Im EasyPark-Kundenkonto hinterlegt man zunächst persönliche Daten, Autokennzeichen und Zahlungsart: PayPal, Lastschrift oder Kreditkarte.

Die digitale Parkuhr funktioniert in neun Ländern und insgesamt über 500 Städten. Ob der Service am aktuellen Parkplatz zur Verfügung steht, lässt sich direkt in der App herausfinden. Manche Städte fordern einen Hinweis „Handyparken“ hinter der Windschutzscheibe.

Zum Einstellen der gewünschten Parkdauer dreht man das Rädchen auf dem Smartphone-Bildschirm. Dauer und Ende der Parkzeit zeigt die App an. Zum Starten genügt ein Tipp in die Mitte des Rädchen. Entgeltfreie Zeiten sind erfasst und werden nicht berechnet. Wie teuer das Parken wird, verrät die App erst nach dem Start. Innerhalb von drei Minuten kann man den Vorgang kostenfrei abbrechen. An den Ablauf der Parkzeit erinnert EasyPark per Push-Nachricht. Wer länger parken möchte, dreht das Rädchen unterwegs weiter. Wer früher abfährt, der beendet das Parken über die App. Zusätzlich zur minutengenauen Abrechnung erhebt der Anbieter ein Transaktionsentgelt, das beim Abo-Modell für 4,99 Euro pro Monat entfällt.

EasyParks minutengenaue Abrechnung und Erinnerung an endende Parkzeiten können, trotz Transaktionskosten, beim Sparen helfen. (apoi@ct.de)

### EasyPark

#### Parkschein-App

Anbieter	EasyPark, <a href="http://www.easypark.com">www.easypark.com</a>
Systemanf.	Android ab 4.1, iOS ab 8.0, Windows ab Windows Phone ab 8.0, Windows 10 Mobile
Preis	App kostenlos, Parkgebühr zzgl. Transaktionskosten pro Parkvorgang



## Aus dem Wurmloch

**Das Audio-Plug-in Wormhole kombiniert einen Pitch Shifter mit einem spektralen Frequenzverdreher und setzt ein Hallgerät obendrauf. Von schwelenden Gitarrensounds bis zu donnernden SciFi-Drohnen ist damit alles möglich.**

Wormhole vereint vier Audio-Effekte unter seiner leicht futuristischen, aber intuitiv zu bedienenden Bedienoberfläche: Warp ähnelt einem Ringmodulator, produziert also eher metallische, unharmonische Obertöne; Spectral Inverter nennt das der Hersteller. Der Pitch Shifter transponiert Signale bis zu vier Oktaven nach oben oder unten. Zusätzlich lässt sich über den Frequency-Shift-Parameter etwas Unordnung ins Soundgefüge bringen.

Per Delay kann das Effektsignal nicht nur nach, sondern auch vor dem Original erklingen. Raffiniert ist die Option, das Verhalten der beiden Kanäle zu invertieren: Dann wird etwa links der Effekt vorgezogen, rechts verzögert. Das Ergebnis sind sich in der Stereobreite immens ausdehnende Klangflächen. Das Hallmodul arbeitet wahlweise hinter Pitch Shifter und Warp, kann aber auch am Ausgang walten, wenn Effekt und trockenes Signal bereits gemischt sind. Oder man aktiviert den Hall an beiden Punkten – das Plug-in stellt zwei Engines zur Verfügung. Alternativ zum typischen Dry/Wet-Regler bietet Wormhole zwei Morphing-Modi, die aus Effekt und trockenem Signal ein neues Signal berechnen. Die Unterschiede zum einfachen Wet/Dry-Modus sind erheblich.

Wormhole lässt sich vielfältig einsetzen: Der Pitch Shifter kann ebenso subti-

len Chorus beisteuern wie typische Oktaver-Effekte (Signal eine Oktave tiefer). Auch der Klangcharakter des Signals lässt sich ändern: Setzt man zum Beispiel eine Quinte oder Oktave auf das Signal, gewinnt der Klang bei geringer Dosierung zunächst an Brillanz, bevor bei stärkeren Morph-Einstellungen das Intervall hörbar wird. Dabei bleibt das transponierte Signal selbst bei extremen Einstellungen frei von Artefakten.

Die Domäne der Warp-Abteilung ist das Sounddesign. Vor allem Roboter- oder Alien-Stimmen gelingen im Nu, besonders im Teamwork mit extremem Pitch Shifting und unter Einsatz des Frequency-Shift-Reglers. Das Morphing sorgt dabei für ungewöhnlich hohe Sprachverständlichkeit. Doch auch Loops oder Pianos kann man kreativ von subtil bis brachial in Raum und Zeit verbiegen. Ebenso lässt sich eine Gesangsstimme doppeln, indem man das Effektsignal zunächst leicht in der Tonhöhe verändert und dann über das Delay verzögert. Wird nun noch das Delay für den linken und rechten Kanal invertiert, ergibt sich ein sehr stimmiger Chor-Effekt.

Bei aller Freude über die spektakuläre Klangqualität und Vielseitigkeit von Wormhole muss man dessen Appetit auf Rechenleistung im Auge behalten. Bereits bei vier Instanzen schnellt das ASIO-Meter unter Cubase auf einem aktuellen Mac in bedenkliche Höhen. Außerdem sorgt das Plug-in für erhebliche Latenzen. Laut Hersteller ein unvermeidlicher Nebeneffekt, da die Rechenroutinen weit „in die Zukunft“ blicken würden. Am besten wird Wormhole also erst beim Mischen eingesetzt, wenn Latenzen keine wesentliche Rolle mehr spielen und sich die Rechenlast durch große Audiopuffer senken lässt.

(Kai Schwirzke/nij@ct.de)

### Wormhole

#### Audio-Effekt-Plug-in

Hersteller	Zynaptiq, <a href="http://www.zynaptiq.com">www.zynaptiq.com</a>
Systemanf.	Windows ab 7, macOS ab 10.8
Format	VST 2.4 und 3, AU, AAX, RTAS
Preis	199 €



## Schreibkraft

**Der Webdienst Transcribe fungiert als Speech-to-Text-Konverter und als Werkzeug zum Transkribieren gesprochener Texte. Letzteres gelingt sogar offline.**

Transcribe umfasst einen Diktier- und einen Abschrift-Modus, um gesprochene Sprache in Schrift umzusetzen. In beiden Modi zeigt das Browser-Fenster nach dem Login einen Abspielbereich, in dem man das Video oder ein Symbol für die Audio-Datei mit dem gesprochenen Text sieht, und den Editor-Bereich, in dem der diktierte oder transkribierte Text erscheint.

Im Abschrift-Modus spielt die Software eine lokale Media-Datei oder ein YouTube-Video ab. Mit dem verbreiteten .WAV-Format kann sie allerdings nichts anfangen, daher muss man in diesem Format aufgezeichnete Texte zuerst mit einer anderen Software in ein akzeptiertes Format wie MP3 konvertieren. Der Anwender tippt das darin Gesprochene in den Editor-Bereich ein und kann die fertige Textdatei anschließend exportieren.

Per Funktionstaste oder Maus kann man die Wiedergabe um ein einstellbares Intervall vor- oder zurückspulen, verlangsamen oder beschleunigen und optional mit einem Pedal anhalten und fortsetzen. Jeder Zeitpunkt der Media-Aufzeichnung lässt sich zudem mit einem Lesezeichen markieren, sodass man ihn etwa nach einer Arbeitsunterbrechung schnell wieder ansteuern kann. Sprachaufzeichnungen spielt die Software mit 50 bis 200 Prozent der Originalgeschwindigkeit gut verständlich ab, bei noch größeren Geschwindigkeiten wird der Ton unverständlich. Trotzdem bewährt sich dieses schnelle Vorspulen – besonders bei Video-

dateien –, um schnell an eine bestimmte Position zu gelangen. Das Transkribieren gelingt prinzipiell ohne Internet, nur muss man die Software über das Internet aufrufen – es sei denn, man verwendet offline die kostenlose Chrome-Erweiterung transcribe.wreally.

Zum Diktieren stehen 32 Sprachen zur Wahl. Den ins Mikrofon gesprochenen Text schickt die Software

zum Server, den dort erkannten Text schreibt sie in den Editor-Bereich des Browser-Fensters. Um in diesem Modus Dateien zu transkribieren, empfiehlt der Anbieter folgende Arbeitsweise: Man lässt sich die Datei auf den Kopfhörer vorspielen und spricht das Gesagte simultan ins Mikrofon.

Allerdings legte der Server im Test öfters eine Pause von ein bis drei Sekunden ein, in der er nicht zuhörte. Diktiert man dann einfach weiter, erhält man einen lückenhaften Text. Weil der erkannte Text aber normalerweise ohne erkennbare Verzögerung auf dem Bildschirm erscheint, kann man solche Aussetzer leicht erkennen und ausgleichen, indem man einen Moment pausiert und dann mit einer Wiederholung des zuletzt gesprochenen Wortes fortfährt. Abgesehen davon wäre auf jeder zweiten bis dritten Zeile dieses Artikels eine Korrektur angefallen, wenn wir den Text in Transcribe diktiert hätten.

Im Abschrift-Modus spart Transcribe gegenüber einer Kombo aus Media-Player und gesondertem Editor Zeit, weil man nicht ständig zwischen Tastatur und Maus wechseln muss. Im Diktier-Modus hat der Dienst zwar den Charme, dass er viele Sprachen kennt und ohne vorherige Einrichtung plattformübergreifend funktioniert – die Erkennungsrate ist aber deutlich schlechter als in spezialisierten Diktierprogrammen. Bevor man das kostenpflichtige Abo abschließt, sollte man den Dienst gründlich ausprobieren.

(hps@ct.de)

Transcribe	
Transkribier-Werkzeug	
Anbieter	transcribe.wreally.com
Systemanf.	gängiger Webbrowser, für Offline-Nutzung: Chrome
Preis	20 US-Dollar/Monat, erste Woche gratis

Anzeige

# Kontozwang

## PayPal-Gastzahlung auf eBay mit Nebenwirkungen



**Käuferschutz bei eBay gibt es nur, wenn die eBay-Tochter PayPal bei der Zahlung involviert ist – entweder mit eigenem PayPal-Konto oder per PayPal-Gastzahlung. Letzteres hat aber mitunter skurrile Nebenwirkungen.**

**Von Georg Schnurer**

Zum Jahreswechsel 2016/2017 war Kai K. auf der Suche nach einer neuen Antiviren-Software. Letztlich entschied er sich für die Version „Corporate Pro + Anti Exploit“ des amerikanischen Anbieters Malwarebyte. Das Programm versprach den Schutz von zwei Windows-PCs und wurde von verschiedenen Händlern angeboten.

Nach kurzer Recherche fand Kai K. eine günstige Offerte bei eBay England: Der Verkäufer „sit\_and\_pick“ bot dort

eine Lifetime-Lizenz für 27,98 britische Pfund, umgerechnet 33,99 Euro an. Wie bei solchen Software-Lizenzen üblich, sollte die Lizenz lediglich aus dem übermittelten Schlüssel bestehen, das Programm selbst stand auf der Webseite des Herstellers zum Download bereit.

Die Bezahlung war ausschließlich über PayPal möglich. Für Käufer ohne PayPal-Konto bot eBay auch die Möglichkeit einer sogenannten PayPal-Gastzahlung per Kreditkarte. PayPal fungiert lediglich als Zahlungsdienstleister. Der Käufer muss also kein PayPal-Konto eröffnen.

Am 1. Januar 2017 orderte Kai K. das Programm und PayPal belastete seine Kreditkarte unverzüglich mit 33,99 Euro. Einen Tag später erhielt Kai K. die Seriennummer zu seiner erworbenen Lizenz und richtete die Antivirensoftware auf seinem Notebook ein.

### Lizenz gesperrt

Zunächst schien alles wie erwartet zu funktionieren, doch nach 10 Tagen verweigerte die Antivirensoftware plötzlich den Dienst. Das Programm meldete einen Fehler bei der Registrierung. Sofort fragte Kai K. beim Hersteller Malwarebyte nach, was da los sei. Die Antwort fiel ebenso knapp wie niederschmetternd aus: Die von ihm verwendete Seriennummer sei auf zu vielen Rechnern verwendet worden. Nach einem Hin und Her äußerte der Support von Malwarebytes den Verdacht, dass die von Kai K. erworbene Lizenz an mehrere Kunden verkauft worden sei. Der Lizenzserver erkenne das und sperre dann die betroffenen Seriennummern. Für alles Weitere möge sich Kai K. doch bitte direkt an den Verkäufer wenden.

Also kontaktierte Kai K. am 21. Januar den eBay-Verkäufer „sit\_and\_pick“ und bat um Aufklärung. Doch der Verkäufer reagierte nicht auf seine Anfragen. Also wandte sich Kai K. an eBay. Der Plattformbetreiber kontaktierte ebenfalls den Verkäufer, doch auch diese Anfrage brachte keinerlei Lösung.

Kurzerhand stellte Kai K. bei eBay einen Antrag auf Käuferschutz, der am 9. Februar 2017 zu seinen Gunsten entschieden wurde. Der Kaufpreis im Höhe von 33,99 Euro sollte, so las der Kunde in der Nachricht vom eBay-Kundenservice, innerhalb von 10 Tagen auf sein PayPal-Konto gutgeschrieben werden.

Kai K. wies unverzüglich darauf hin, dass der Kauf per PayPal-Gastzahlung erfolgt war und er gar kein PayPal-Konto be-

sitzt. eBay möge den Kaufpreis doch einfach auf das zur Zahlung verwendete Kreditkartenkonto erstatten. Doch so einfach schien das nicht zu sein, denn drei Tage später meldete sich eBay erneut: Man bedauere, dass die Rückzahlung noch nicht erfolgt sei. Innerhalb von 14 Tagen werde das Geld aber ganz bestimmt dem PayPal-Konto von Kai K. gutgeschrieben, versprach Eva R. vom Kundenservice.

Tatsächlich trudelte kurz darauf eine E-Mail von PayPal ein: Kai K. möge doch bitte sein von eBay bereitgestelltes Guthaben auf sein PayPal-Konto transferieren. So er noch kein PayPal-Konto habe, könne er das schnell und einfach anlegen. Das wollte Kai K. unter keinen Umständen. Also beschwerte er sich erneut bei eBay. Doch alles, was er von eBay erhielt, war eine Anleitung zum Anlegen eines PayPal-Kontos. Wie er ohne PayPal-Konto an sein Geld kommen sollte, verriet der eBay-Mitarbeiter nicht.

Es folgten weitere Beschwerden des Kunden, in deren Verlauf ihn eBay auch bat, sich wegen der Auszahlung seines Guthabens doch direkt an PayPal zu wenden. Doch dort konnte man nichts für ihn tun, schließlich habe er ja kein PayPal-Konto und sei deshalb auch gar kein Kunde. Es sei aber total einfach, sich so ein PayPal-Konto anzulegen ...

## Kontozwang?

So langsam fragte sich Kai K., in welchen Teufelskreis er da geraten war: Zwar reagierte der eBay-Support stets zeitnah auf seine Proteste und bedauerte die lange Wartezeit, doch wirklich helfen wollte oder konnte man ihm wohl nicht. Alles, was die Support-Mitarbeiter anscheinend tun konnten, war, eine neue Gutschrift bei PayPal auszulösen, die der Kunde aber mangels PayPal-Konto nicht einlösen konnte.

Von PayPal wiederum erhielt Kai K. entweder eine automatisiert versendete E-Mail mit der Aufforderung, die Gutschrift von eBay doch bitte zeitnah auf sein PayPal-Konto zu transferieren, da diese sonst ungültig würde. Oder man stellte sich ahnungslos und behauptete, dass gar keine Gutschrift für ihn im System zu finden sei.

In einem letzten Kraftakt versuchte Kai K., das Problem im Juli 2017 erneut mit eBay zu klären. Wieder stieß er auf hilfsbereite, aber in der Sache anscheinend hilflose Mitarbeiter. Zunächst wur-



den massenhaft Daten abgefragt, da die Unterlagen zu dem Fall angeblich nicht mehr zugänglich seien. Dann, quasi als Krönung, servierte die eBay-Mitarbeiterin „Edit E.“ den Kunden am 17. 7. 2017 mit der Mitteilung ab, dass das Gut

haben ihren Unterlagen zufolge bereits ausgezahlt worden sei. Kai K. möge doch bitte die Zahlungseingänge auf seinem PayPal-Konto überprüfen.

## Hilferuf

So langsam gab Kai K. die Hoffnung auf, jemals an das ihm zustehende Geld zu kommen. Sowohl eBay als auch PayPal begegneten ihm mit einer unnachahmlichen Ignoranz und Arroganz. Niemand schien seine Beschwerden wirklich zu lesen. Stets wurde er mit vorgefertigten und am Problem vorbeigehenden Textbausteinen abgespeist. Zudem scheint es sowohl bei PayPal als auch bei eBay unvorstellbar zu sein, dass es in der Welt Kunden geben könnte, die bewusst auf die Segnungen eines PayPal-Kontos verzichten.

Für Kai K. ging es inzwischen nicht mehr um das ihm vorenthaltene Geld – die Versuche, hier zu seinem Recht zu kommen, hatten ihn mittlerweile weit mehr Zeit gekostet, als es die knapp 34 Euro wert waren. Dass eBay und PayPal hier so ignorant auftraten, verärgerte ihn einfach. Also bat er die c't-Redaktion um Hilfe.

## Bestandsaufnahme

Sieht man sich den wirklich umfanglichen Schriftverkehr zwischen Kai K., eBay und PayPal an, kann man wahrlich verzweifeln: Seit gut acht Monaten versucht da ein betrogener Käufer, die Sicherheit einzufordern, die ihm der eBay-Käuferschutz vermeintlich bietet. Doch statt einfach und unkompliziert zu helfen, nötigt eBay den Kunden, doch endlich ein Konto bei der Schwesterfirma PayPal zu eröffnen. So hat es den Anschein, als sei der eBay-Käuferschutz letztlich doch nichts anderes als eine Kundengewinnungsmaßnahme für PayPal.

Wir waren deshalb sehr gespannt, wie eBay und PayPal auf unsere Bitte um Stellungnahme reagieren. Wir wollten erfahren, wie ein Kunde ohne PayPal-Konto denn nun in den Genuss des eBay-Käuferschutzes kommt, und natürlich interessierte uns auch, wie eBay auf die Idee kommt, dass der Kunde das ihm zustehende Geld längst erhalten habe. Zudem wollten wir wissen, warum weder der Support von PayPal noch der von eBay auf das konkrete Problem des Kunden eingegangen ist.

Besonders einfach machte es sich Sabrina Winter, Pressesprecherin bei PayPal Deutschland: Die Fragen richteten sich überwiegend an eBay, weshalb sie auf deren Stellungnahme verwies. Generell sei eine Rückerstattung bei einer PayPal-Gastzahlung aber problemlos möglich. Diese erfolge dann auf die gleiche Weise wie die

Abbuchung: entweder auf das vom Kunden zur Zahlung verwendete Konto oder die Kreditkarte.

Maike Fuest, Director Communications bei eBay Deutschland, bedauerte in ihrer Antwort zunächst, dass die Kommunikation und Handhabung des Falles so unbefriedigend für Kai K. verlaufen sei. Bei der Auszahlung des Guthabens sei es zu einem nicht näher beschriebenen technischen Problem gekommen, das man inzwischen aber behoben habe. Üblicherweise würden Käuferschutz-Gutschriften auf dem gleichen Weg er-

stattet, auf dem die Zahlung erfolgt sei. Bei einer PayPal-Gastzahlung via Kreditkarte würde das Geld also via PayPal auf die Kreditkarte des Kunden gutgeschrieben. Im Fall von Kai K. habe man das inzwischen auch veranlasst.

Tatsächlich hat Kai K. das Geld mittlerweile via Kreditkarte erhalten. Er ist heilfroh, dass die über Monate fruchtlose Kommunikation mit eBay und PayPal nun doch noch zu einem guten Ende gekommen ist. Die 33,99 Euro von eBay will Kai K. allerdings nicht behalten, sondern – als Spende auf 100 Euro aufgerundet – einer gemeinnützigen Organisation zukommen lassen. Ihm reicht es, wenn andere in ähnlicher Lage erfahren, dass es zwar mühsam, aber nicht aussichtslos ist, bei eBay und PayPal hartnäckig zu bleiben. (gs@ct.de) **ct**



# Great Chinese Firewall

## Wie im Reich der Mitte ein nationales Intranet entsteht

**China zieht die Zensur-Zügel an. Der Staat verbietet neuerdings per Gesetz VPN-Verbindungen ins unzensierte Internet und unterbindet proaktiv Meinungsfreiheit. Die Bürger nehmen es bislang weitgehend klaglos hin, weil im chinesischen Internet vieles besser funktioniert als anderswo.**

**Von Holger Bleich**

**N**un hat auch China einen Problem bären: Winnie Pooh heißt er und ist eine etwas einfältige, aber gutmütige Trickfilmfigur von Walt Disney. Einige

chinesische Blogger finden, Winnie Pooh sieht Partei- und Staatschef Xi Jinping ähnlich. Immer wieder tauchen Vergleichsmontagen auf, etwa nach dem Treffen zwischen Xi und Japans Premierminister Shinzo Abe im November 2014: Sowohl in Körperhaltung als auch äußerlich gleicht Xi da ein wenig dem Disney-Bären – ein kleines Meme. Abe wird darin übrigens von Winnies Freund, dem Esel I-Ah, verkörpert. Soweit, so harmlos.

Mitte Juli dieses Jahres griff die chinesische Zensurbehörde allerdings unvermittelt durch: Aus sozialen Netzen verschwanden die beliebten Winnie-Pooh-Emojis, im Twitter-Pendant Weibo schlug der Keyword-Filter zu, wenn man Texte verschicken wollte, die den Namen des Bären enthielten. Auch die Fotomontagen

verschwanden über Nacht von den Plattformen.

Beobachter sehen in dieser – aus westlicher Perspektive – irrwitzig wirkenden Aktion ein Zeichen dafür, dass Staatschef Xi in der zweiten Jahreshälfte die Zensur-Zügel heftig anzieht. Kai Strittmatter, Korrespondent der Süddeutschen Zeitung in Peking, spricht von einem „Sommer der Nebelmaschine in China“. Die Zensur-Anstrengungen seien noch mal verstärkt worden, das „ohnehin schon eingemauerte chinesische Internet“ werde noch ein Stück mehr abgeschottet von der Welt. Mitte Juli seien über Nacht sämtliche amerikanischen und europäischen Filme und TV-Serien von den populären Streaming-Plattformen ACFun und Bilibili verschwunden.

Überraschend kommt das nicht: Seitdem Xi Jinping im März 2013 das Amt des Staatspräsidenten übernahm, kehrte sich China Schritt für Schritt von einer sich öffnenden Politik ab, machte ideologisch dicht und schottet die Bevölkerung immer mehr von westlichen Einflüssen ab.

Im Oktober oder November 2017 – der Termin ist noch geheim – steht der 19. Parteitag der Kommunistischen Partei (KP) an. Offensichtlich will Xi im Vorfeld seine Macht demonstrieren und keine Zweifel aufkommen lassen, wer das Sagen hat. Und dazu nutzt er den Einfluss der Partei auf die Medien genauso wie den wohl mächtigsten Zensur-Apparat weltweit. Strittmatter beobachtet: „Fernsehen, Zeitungen und Internet erleben diese Wochen und Monate eine auch für chinesische Verhältnisse außerordentliche Flut von hagiografischer Xi-Jinping-Schwärmerie.“

## Erzwungene Kooperation

Schwerer wiegt, dass die chinesische Regierung offenbar ernst macht und die Bevölkerung vom unzensierten Internet abschneiden will. Dabei verlässt sie sich nicht auf den staatseigenen Zensurapparat, sondern zwingt chinesische Anbieter und alle Konzerne, die im Land Dienste anbieten, zu kooperieren. Im Juli etwa erfolgte die Anweisung qua „Gesetz zur Stärkung der Cyber-Sicherheit“, dass alle Internet-Provider VPN-Verbindungen ihrer Kunden ins Ausland zu unterbinden haben. Diese Order ergänzt eigene Bemühungen, der VPN-Einfallsstore ins Land Herr zu werden (siehe Kasten). Bis Februar 2018 muss sie umgesetzt sein.

In vorausilendem Gehorsam hat Apple bereits Tatsachen geschaffen und Ende Juli sämtliche VPN-Software aus dem chinesischen App-Store geworfen, darunter die viel genutzten Apps ExpressVPN, VyprVPN, Hide My Ass und Star VPN. Die Software-Anbieter erhielten eine kurze Nachricht, wonach ihre Apps nach chinesischen Gesetzen illegal seien. Apple steht nun im Zentrum der Kritik von Bürgerrechtler. Konzernchef Tim Cook wiegelte ab: „Wie in jedem anderen Land, in dem wir Geschäfte machen, befolgen wir die Gesetze.“ Und im weltgrößten Markt mit über einer Milliarde potenzieller Kunden will Apple um jeden Preis präsent bleiben.

Nach den USA ist China der wichtigste Absatzmarkt. Aktuellen Zahlen der Marktforscher von IDC zufolge gerät Apple ohnehin mehr und mehr in Rück-



**Über Twitter erreicht die Nachricht den Westen: Winnie Pooh, der Bär, fällt chinesischer Zensur zum Opfer.**

stand: Im ersten Quartal 2017 hat der Konzern bei den Smartphones in China nur noch einen Marktanteil von 9,6 Prozent. Die Plätze eins bis drei sind mit großem Abstand an Huawei, Oppo und Vivo vergeben. Xiaomi – aktuell auf Nummer fünf – wird Apple bald einholen. Andere westliche Hersteller machen auf dem Markt ohnehin keine Schnitte. Um die Chancen zu wahren, muss man mit der Staatsmacht kooperieren.

## Geschulte Zensoren

Abseits dieser drakonischen Maßnahme lässt die Regierung bei unliebsamen Inhalten derzeit ihre Muskeln spielen. So gelten seit dem 1. Juni 2017 neue Regeln für Inhalte-Anbieter, herausgegeben von der chinesischen Zensurbehörde (Cyberspace Administration of China, CAC): Jeder redaktionelle Inhalt muss mit diesen Regeln konform gehen. Das gilt für Blogs und Websites genauso wie für Webforen, Suchmaschinen und sogar soziale Netzwerke. Anbieter müssen von der kommunistischen Partei geschulte Zensoren beschäftigen.

Bereits am 9. Juni folgten die ersten Sanktionen: 60 Promitratsch-Blogger auf chinesischen Social-Media-Plattformen bekamen ihre Konten entzogen; die Inhalte wurden von den Anbietern gesperrt. Die CAC teilte daraufhin mit: „Websites müssen angemessene Maßnahmen ergreifen, um das Problem mit dem Ausschmücken privater Sex-Skandale von Prominenten, das Aufblasen von Angebergeschichten über die finanziellen Ausgaben von Prominenten und deren Unterhaltung und die Anbiederung an den schlechten Geschmack der Masse unter Kontrolle zu bekommen.“

Anfang August dann der nächste Schlag: Mehr als tausend private Blogs – darunter auch einige von Bürgerrechtler – wurden dichtgemacht. Sieben chinesische soziale Plattformen waren betroffen. Ihnen hatte die CAC zwei Wochen zuvor mitgeteilt, welche ihrer Kunden nach den Regeln der Partei unzulässige Informationen veröffentlichen. All diese Maßnahmen verfolgen offenbar auch das Ziel, unmittelbar vor dem Parteitag eine kritische Diskussion über die Politik und deren Protagonisten zu unterbinden. Bis dahin dürften noch einige dieser Löschwellen folgen.

## Alternatives Web

Derzeit sind fast 700 Millionen Bürger in China online – Tendenz stark steigend. Schnelle LTE-Konnektivität liefern China Mobile, China Telecom und China Unicom bis in die letzten zerklüfteten Winkel des riesigen Landes. Internet nutzt man in China nicht am PC, sondern in erster Linie auf Smartphones oder Tablets. Die Diensteanbieter haben sich hervorragend darauf eingestellt.

Der Zugriff auf Twitter ist genauso gesperrt wie der auf Facebook und Google. Auch Instagram hat es 2014 erwischt, nachdem dort Bilder von den Studentenunruhen in Hongkong die Runde gemacht hatten. Google hatte zwischenzeitlich einen Versuch gestartet, Fuß zu fassen, aber 2014 wieder aufgegeben. Facebook befasst sich angeblich mit einem Marktstart. Mark Zuckerberg hofft die chinesische Regierung und hat sogar Mandarin gelernt, wie er stolz demonstrierte. Doch

**Kurz und bündig: Apple teilt VPN-Anbietern mit, dass ihre Apps aus dem chinesischen iOS-Store fliegen.**



Auch mit der deutschsprachigen Version von WeChat lässt sich in China direkt Geld überweisen.

er dürfte wissen, dass ein zensiertes Facebook in China wenig Chancen auf Erfolg hat.

Der Grund ist simpel und zeugt von der cleveren Strategie Chinas: Die chinesischen Bürger haben keinen Bedarf für die Dienste aus dem Westen, denn für alles, was Facebook, Twitter, WhatsApp oder Google zu bieten haben, liefern chinesische Konzerne inzwischen nützlichere Alternativen. Taobao ersetzt überzeugend gleichzeitig Amazon und eBay, für die Websuche gibt es die gute, an lokale Bedürfnisse angepasste (zensierte) Suchmaschine Baidu, der (zensierte) YouTube-Klon Youku versorgt die Bevölkerung mit Videos, das (zensierte) renren ist wie Facebook, als Twitter-Pendant gilt das (zensierte) Weibo, und WhatsApp ist nicht einmal ausgesperrt – es interessiert im Reich der Mitte schlüssig kaum jemanden, weil der Konzern Tencent mit dem (zensierten) WeChat (chinesisch: Weixin) de facto das chinesische Taschenmesser unter den Messenger-Apps entwickelt hat.

Die Erfolgsgeschichte von WeChat ist einzigartig. Eine erste Version der App hat Tencent 2011 veröffentlicht. Binnen sechs Jahren schloss der Service zu WhatsApp und Facebook Messenger auf – fast aus-

schließlich mit Nutzern aus China. Zwar lässt sich WeChat auch in Deutschland aus den App Stores installieren, aber der volle Nutzen erschließt sich hierzulande nicht. Etwa 100 Millionen Nutzer verzeichnet der Service außerhalb Chinas. Insgesamt meldet WeChat momentan rund 900 Millionen monatlich aktive Nutzer (MAU) – Facebook Messenger und WhatsApp haben weltweit jeweils rund eine Milliarde.

WeChat vereint viele Dienste, die in den USA oder Europa separat installiert werden müssen, unter einem App-Dach. Das macht es so bequem und für hunderte Millionen chinesischer Bürger mittlerweile unverzichtbar. Über das schmucke WeChat lässt sich dank des integrierten und überall akzeptierten Bezahldienstes der Alltag perfekt organisieren. Geld lässt sich direkt im Chat an Freunde überweisen und umgekehrt ermöglicht die App auch, Schulden einzutreiben. Ein Freunderadar erleichtert spontane Verabredungen, Assistenten und Präsenten von Unternehmen lassen sich abonnieren, das in WeChat integrierte Uber-Pendant Didi sorgt jederzeit für Mobilität.

Dass die Kommunikation via WeChat automatisch überwacht und censiert ist, stört augenscheinlich kaum jemanden in China. Früher wurde man wenigstens noch mit einer Warnung informiert, wenn WeChat eine Nachricht wegen eines Zensur-Treffers nicht zugestellt hat. Seit Anfang 2017 gibt es diese Warnung nicht mehr: Wenn eine Message nullgeroutet wird, ist das eben so.

Forscher des Citizen Lab der University of Toronto haben diese Praktiken umfangreich untersucht. Ihr Ergebnis: Die mittlerweile völlig intransparente Keyword-Zensur ist nur für Anwender mit chinesischen Mobilfunknummern aktiv und greift stärker in Gruppen-Chats als in Einzelgespräche ein. Tencent agiere nach dem Motto „One App, Two Systems“: Während WeChat in China mit dem Regime kooperiert, versucht der Konzern gleichzeitig, im Rest der Welt mit einer unzensierten Variante Fuß zu fassen und Facebook Konkurrenz zu machen.

### „Ich liebe es“

Unsere ehemalige Verlags-Mitarbeiterin Juliane Rabe arbeitet und lebt mittlerweile seit mehreren Jahren in der Acht-Millionen-Großstadt Hangzhou, 190 Kilometer von Shanghai entfernt. Ihr deutscher Arbeitgeber Bosch stellt dort Werkzeugmaschinen wie Akkuschrauber, Bohrmaschi-

nen oder Kreissägen her. Zu WeChat hat sie eindeutige Erfahrungen zu berichten: „Ohne WeChat kein Leben in China! Das klappt so viel besser, einfacher und schneller! Ich liebe es.“

Sie meint, als Ausländerin habe sie in China „einen gewissen Außenseiterstatus“. Sie nutze wie jeder in den ausländischen Unternehmen das firmeneigene VPN, um Kontakt zur Heimat zu halten und sich mit News zu versorgen. Aber: „Chinesen sollten da vorsichtiger sein.“ So lange man als Ausländer nichts Verbotenes mache, was mit Religion, Drogen oder Politik zu tun hat, passiere auch nichts: „Sie lassen dich in Ruhe. Du musst eben nur manchmal unlogische Dinge über dich ergehen lassen. Zum Beispiel: Bevor du in eine U-Bahn gehst, musst du deine Taschen durch einen Scanner legen, wie am Flughafen, auch wenn da keiner hinter dem Bildschirm sitzt: Die pfeifen dich zurück.“

„Sie wissen bestimmt genau, welche Seiten ich mir im Web anschau und was ich kaufe auf Taobao.“ Doch das Leben in China sei einfacher als in Deutschland, man fühle sich freier, auch wenn man eigentlich mehr unter Beobachtung stehe, findet Rabe. Momentan gehe die Angst um unter den Mitarbeitern, weil niemand wisse, wie lange die Niederlassung ihr VPN noch betreiben könne. Rabe hat auf ihrem privaten iPhone ExpressVPN installiert: „Ich hab die App zwar, aber ich werde keine Updates mehr bekommen und irgendwann wird die App wohl nicht mehr funktionieren aufgrund des Verbots.“ Ein Handy-Wechsel sei keine Option, denn für die chinesischen Android-Derivate von Huawei oder Xiaomi gibt es ebenfalls keine VPN-Möglichkeiten mehr.

### Harte Gangart

Dass die Gangart gegenüber den Bürgern rauer wird, ist für die kommunistische Regierung nicht ohne Risiko: Je sicht- und fühlbarer die staatliche Überwachung und Zensur ist, desto eher riskiert sie, dass die Bürger unzufrieden und aufsässig werden. Genau das vermeidet die Staatsführung bislang erfolgreich mit subtilen Methoden.

Gary King von der Harvard University forscht mit seinem Team seit 2013 darüber, wie die staatliche Zensur in China jenseits der Firewall-Techniken im Internet vorgeht. Seine überraschende Erkenntnis aus drei empirischen Untersuchungen, zuletzt ganz aktuell im Juni 2017: Es geht den mehreren zehntausend

beobachteten Zensoren aktuell nicht darum, Kritik am Staat oder der Staatsführung zu löschen. Die Wahrscheinlichkeit, dass negative Einträge oder sogar beißende Kritik am Staat, den politischen Führern oder der Politik gelöscht werden, ist demnach nicht höher als bei regierungsfreundlichen Beiträgen. Die einzige Ausnahme nehmen die Zensoren offenbar für sich selbst in Anspruch: Kritik an ihrer Arbeit wird rigoros gelöscht.

King zeichnet ein Bild der chinesischen Zensur, das dem allgemeinen Verständnis teilweise widerspricht. Anders als oft angenommen, kann Kritik am Regime durchaus geäußert werden und auch online bleiben. Solange die Vertreter der Staatsführung keine Gefahr sehen, dass sich Menschen als Folge der Beiträge organisieren, werden sie nicht aktiv.

Die immense Zahl der ihm zur Verfügung stehenden Zensoren nutzt der Staat

weniger zur Zensur als zur Ablenkung. Von den rund 80 Milliarden jährlichen Einträgen in Chinas nichtstaatlichen sozialen Netzwerken werden der Untersuchung zufolge mehr als 200 Millionen im Auftrag der Regierung abgesetzt, um kritische Diskussionen aus dem Takt zu bringen. Die Staatsangestellten sollen Nutzer vor allem zu jenen Zeiten ablenken, in denen Debatten zur Gefahr für das Regime werden könnten. (hob@ct.de) ct

## Zensur-Techniken in China

Der chinesische Staat kombiniert im Projekt „Goldener Schild“ viele Techniken, um die Internetverbindungen von Bürgern und Unternehmen ins Ausland zu kontrollieren. Gegenwärtig gilt dieses Zensursystem weltweit als das effizienteste. Einiges deutet darauf hin, dass hauptsächlich selbst entwickelte Hard- und Software – etwa des chinesischen Konzerns Huawei – zum Einsatz kommt. Aktuell stellen zehn Peering-Punkte die Verbindung ins Ausland bereit. Die Zensur-Hardware ist aber nicht an diesen Übergabepunkten installiert, sondern zum großen Teil in den Backbones der großen chinesischen Provider, etwa in dem von ChinaNet.

Das System blockt Verbindungen mit IP-Adressen, die in der zentralen Blacklist stehen, auf BGP-Ebene. Ausgehende Pakete werden von den Backbone-Routern verworfen. Bisweilen führt diese Technik in China zum Overblocking, etwa wenn mehrere Websites oder Services unter derselben IP-Adresse zu erreichen sind. IP-Blocking funktioniert dagegen gut bei unliebsamen Services, die exponiert unter einer festen Adresse laufen – beispielsweise ist Googles offener DNS-Dienst (8.8.8.8) in China gesperrt.

Ergänzend zum IP-Blocking observiert die Chinese Firewall DNS-Abfragen und sperrt Domains aus. Sie blockiert DNS-Antworten nach Untersuchungen der Uni Oxford aber nicht, sondern sendet dem Client eine manipulierte Antwort schneller zurück als das DNS selbst. Dabei bedient sie sich aus einem Pool von lediglich neun IP-Adressen, hinter denen kein Service oder Content

steht. Dieses DNS-Poisoning betraf 2016 rund 800.000 Domains und Subdomains. Mitunter nutzt China die Technik auch, um die heimische Wirtschaft zu fördern. So führte beispielsweise ein Aufruf von google.cn einmal für zwei Monate zur chinesischen Suchmaschinen-Konkurrenz Baidu.

### Aktive Firewall

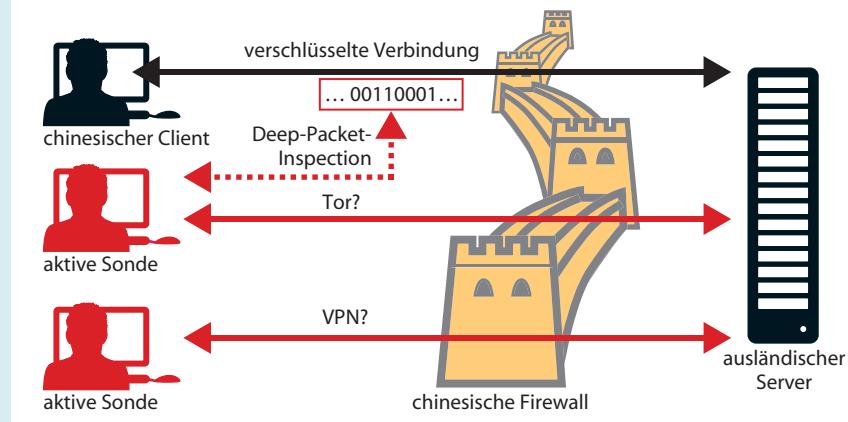
Mittels Deep Packet Inspection (DPI) schaut die Firewall in den TCP-Datenverkehr. Findet sie inkriminierte Schlüsselwörter aus der täglich aktualisierten Keyword-Blacklist, schickt sie Client und Server Reset-Anweisungen. Mit dieser Manipulation terminiert sie die TCP-Verbindung – die Kommunikation ist geblockt. Allerdings funktioniert das nur, wenn der Datenverkehr unverschlüsselt über das Netz geht. Verschlüsselter Daten-

verkehr – ob nun via VPN, Tor oder SSH – ist den Zensoren ein Dorn im Auge. Sie versuchen teils erfolgreich, Server außerhalb von China abzuklemmen, die verschlüsselte Tunnel ermöglichen.

Eine Forschergruppe der Princeton University hat mit aufwendigen Tests herausbekommen, wie das funktioniert: DPI-Einheiten schauen in TCP-Verbindungen nach Hinweisen wie typischen Handshake-Parametern, Schlüsselverhandlungen oder Paketgrößen. Ergibt sich daraus automatisiert der Verdacht, dass die Gegenstelle beispielsweise eine Tor-Bridge ist, löst das eine aktive Probe einer von tausenden Sonden aus. Die Probe besteht lediglich aus einem kurzen Verbindungsaufbau ohne Payload. Verläuft sie positiv, landet die IP-Adresse des Servers in der Blacklist – er ist künftig geblockt.

## Active Probing

Ergibt die Deep Packet Inspection einen Verdacht auf VPN oder Tor, testet die Firewall aktiv die Gegenstelle.



# Böse und billig: Hacking-Gadgets

Gefahr durch angriffslustige Hardware



Hacking-Gadgets .....	Seite 62
Geräte im Überblick .....	Seite 64
Angriffstechniken .....	Seite 74
Rechtliche Situation .....	Seite 78

**Frei verkäufliche Hacking-Gadgets beherrschen diese Tricks, um Rechner, Smartphones & Co. zu attackieren. Die Geräte nutzen die Schwächen von WLAN, Bluetooth, USB und NFC aus, um Systeme zu haken oder zu stören. Einige Gadgets lassen sich auch zur Spionage missbrauchen. c't hat 15 Spezialgeräte im Labor von der Leine gelassen und die von ihnen ausgehende Gefahr bewertet.**

**Von Ronald Eikenberg  
und David Wischnjak**

**S**pezialisierte Online-Shops verkauften Gadgets, an denen auch James Bond seine helle Freude hätte: Die Geräte nehmen die Sicherheit moderner IT aufs Korn, indem sie Angriffe fahren, auf die viele nicht vorbereitet sind. Deshalb erfreuen sich die Hacking-Gadgets bei Pentestern, die hauptberuflich auf der Suche nach Schwachstellen in Unternehmensnetzen sind, großer Beliebtheit. Einige der Geräte wurden für Analyse-, Forschungs- und Entwicklungszwecke entworfen; etwa von Sicherheitsexperten, um Funkprotokolle ohne teure Laborausrüstung zu analysieren. In den falschen Händen lassen sich viele der Produkte aber auch als gefährliche Cyber-Waffen missbrauchen. Zu den Käufern zählen neben Pentestern auch Hacker – sowohl die guten als auch die bösen.

Bevor es jedoch ans Eingemachte geht, ist ein Warnhinweis angebracht: Mit vielen der auf den folgenden Seiten gezeigten Geräten kann man echten Schaden anrichten und gegen geltende Gesetze verstößen. Wenn Sie mit dem Gedanken spielen, sich etwas davon anzuschaffen, sollten Sie es tunlichst nicht gegen das Eigentum anderer Personen einsetzen – und wenn doch, dann nur mit einer schriftlichen Einwilligung. Weitere Informationen zur rechtlichen Situation finden Sie ab Seite 78.

Die Angriffstechniken der Geräte könnten unterschiedlicher kaum sein. Unter unserer bunten Auswahl befindet sich etwa der **USB Rubber Ducky** (siehe S. 64), der äußerlich nicht von einem gewöhnlichen USB-Stick zu unterscheiden ist. Ein Pentester lässt das Gadget an einem öffentlichen Ort liegen und wartet einfach, bis es ein neugieriger Finder mit

einem Rechner verbindet. Ehe sich der Finder versieht, ist sein Rechner kompromittiert. Der Stick meldet sich nicht als Speicher, sondern als USB-Tastatur am System an und übernimmt die Kontrolle. Der **USB Killer** (siehe S. 67) ist ebenfalls vermeintlich ein normaler USB-Stick. Steckt man ihn in einen USB-Port, stößt er -220 Volt aus, was zum sofortigen Hardware-Tod des Rechners führt.

Einige der Hacking-Gadgets beherrschen komplexe Netzwerk-Angriffe auf Knopfdruck. Ein Penetration-Tester etwa kann damit Schlupflöcher im Netz seines Auftraggebers aufspüren und demonstrieren, wie leicht sie sich ausnutzen lassen. So sieht die **LAN Turtle** (siehe S. 66) wie eine herkömmliche USB-Netzwerkkarte aus, in ihr steckt jedoch ein Mini-PC auf Linux-Basis, der mit etlichen Penetration-Tools bestückt ist. Der Pentester muss sie lediglich in einem unbeobachteten Moment zwischen PC und Netzwerkkabel stecken, um eine permanente Backdoor zu installieren. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Hintertür lange unentdeckt bleibt, ist groß: Wann haben Sie zuletzt die Rückseite Ihres Arbeitsrechners gesehen? Analog dazu gibt es den **WiFi Pineapple** (S. 70). Damit sind allerlei Angriffe auf WLANs und deren Clients möglich.

**Da hört der Spaß auf:**  
Ein Leser entdeckte  
in einem USB-Netzteil  
einen funktionsfähigen  
digitalen Audiorecorder.

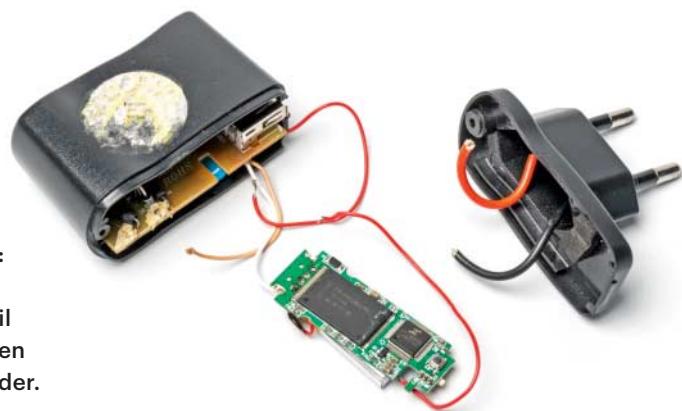
Unter den vorgestellten Geräten befindet sich auch ein winziger **USB-Keylogger** (S. 65), der einfach zwischen Tastatur und Rechner gesteckt wird. Fortan zeichnet er alle Tastatureingaben auf und verschickt von Zeit zu Zeit ein Protokoll über WLAN. Wer das ohne Wissen des Nutzers macht, handelt selbstverständlich gesetzeswidrig. Gänzlich ungefährlich und durchaus unterhaltsam ist das auf Seite 67 vorgestellte **TV-B-Gone-Kit**: Es probiert via Infrarot über hundert TV-Ausschaltcodes durch, bis sämtliche Mattscheiben in der näheren Umgebung schwarz werden. Wer das Gadget mal live erlebt hat, weiß, warum auf Messen und Veranstaltungen häufig die Infrarot-Empfänger der Präsentations-Displays abgeklebt werden.

Es handelt sich bei den meisten Geräten jedoch keineswegs um Spielzeuge und es werden immer wieder Fälle bekannt, in denen die Spezialhardware für echte Angriffe missbraucht wird. So wurde Anfang 2015 in der Redaktion der Tageszeitung taz ein USB-Keylogger entdeckt, der offenbar mindestens ein Jahr dazu genutzt wurde, um Redaktionsmitglieder auszuspähen. Als Verdächtiger gilt ein ehemaliger Mitarbeiter. Einer unserer Leser sandte uns gar das USB-Netzteil einer E-Zigarette zu, in das sorgfältig ein digitaler Audiorecorder eingebaut wurde. Wir konnten den Inhalt des Flash-Speichers bergen und machten die Aufnahmen unserem Leser zugänglich. Wie und warum das manipulierte Netzteil zum Betroffenen gelangte, war nicht nachvollziehbar.

Alle Herstellerseiten und Bezugsquellen finden Sie unter dem c't-Link. Auf Seite 74 haben wir die interessantesten Angriffstechniken für Sie zusammengestellt. Denn nur wer die zum Teil unkonventionellen Tricks der Hacking-Gadgets versteht, kann sich effektiv davor schützen.

(rei@ct.de) **ct**

**Hersteller und Shops:** [ct.de/yk39](http://ct.de/yk39)



# Schnelltipper

## USB Rubber Ducky

**Der USB Rubber Ducky ist nicht so harmlos, wie er aussieht. Am Rechner meldet er sich als USB-Tastatur an und übernimmt ungefragt das Ruder.**

Von David Wischnjak



Der USB Rubber Ducky sieht absolut unverdächtig aus: Das Hacking-Gadget steckt in einem schwarzen Standardgehäuse für USB-Sticks und ist damit äußerlich nicht von einem gewöhnlichen Speicherstick zu unterscheiden. Seine wahren Absichten offenbart das Gerät erst, wenn es mit einem Rechner verbunden wird. Dann gibt es sich nicht etwa als Massenspeicher aus, sondern als USB-Tastatur (HID). Wer das Gerät etwa auf dem Firmenparkplatz findet und leichtfertig in den Rechner steckt, erlebt sein blaues Wunder: Der Rubber Ducky tippt in Windeseile vom Angreifer zuvor einprogrammierte Tastenbefehle runter – und das kann fatale Folgen haben.

So kann das Gerät etwa per Tastaturlbefehl die mächtige Kommandozeile öffnen und dort alle Befehle ausführen, die auch der angemeldete Nutzer ausführen darf. Der Rechner kann so zum Beispiel mit Schadsoftware infiziert werden. Es ge-

lang uns, den Rubber Ducky so zu konfigurieren, dass er vollautomatisch alle gespeicherten WLAN-Zugangsdaten einsammelt und per Mail verschickt. Aber auch harmlosere Aktionen sind möglich: Ein Pentester könnte zu Demonstrationszwecken etwa das Windows-Hintergrundbild ändern oder die Maustasten vertauschen. Prinzipiell eignet sich der Rubber Ducky auch, um wiederkehrende Admin-Aufgaben zu automatisieren.

Programmiert wird der Stick in einer simplen Skriptsprache namens Ducky-Script, mit der eine Abfolge von Tastatureingaben beschrieben wird. Im offiziellen Git-Repository ([ct.de/y8mu](https://ct.de/y8mu)) findet man viele fertige Skripte, die man nur noch auf die microSD-Karte im Bauch des Geräts kopieren muss.

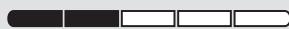
(rei@ct.de)

### USB Rubber Ducky

Hersteller: Hak5

Preis: 45 US-\$

Aufwand:



Gefahr:



# Wolf im Hasenkostüm

## Bash Bunny

**Der Bash Bunny beherrscht nahezu jeden USB-Angriff. Mit diesem vielseitigen USB-Stick können Pentester im Vorbeigehen etwa Rechner übernehmen und Daten stehlen.**

Von David Wischnjak



Etwas größer als ein Rubber Ducky (siehe oben) und damit nicht ganz so unverfänglich ist der Bash Bunny, dafür steckt darin ein leistungsfähiger Embedded-PC mit Quad-Core-ARM-CPU, 512 MByte RAM und einem angepassten Debian-Linux. Er führt alle Rubber-Ducky-Skripte und zudem auch Linux-Binaries aus. Außerdem hat er einen Schieberegler mit drei Positionen, zwei davon für verschiedene Angriffe und einen für das Beladen und Programmieren („Arming-Mode“). Im Unterschied zum Rubber Ducky verfügt der Bash Bunny über einen schnelleren internen Speicher. Ferner kann er sich auch als Netzwerkkarte oder serielle Schnittstelle am Rechner melden. Über Letztere greift man auf die Linux-Shell des Bash Bunny zu.

Pentester lassen einen Bash Bunny nicht irgendwo liegen – dafür ist er zu auffällig und auch etwas zu teuer –, viel-

mehr dient er ihnen als Werkzeug, um PCs im Vorbeigehen zu übernehmen. Das geht auch spurlos. So genügen einige wenige Befehle, um beispielsweise Daten wie alle im Rechner gespeicherten Passwörter direkt auf den Stick zu kopieren. Eine LED signalisiert dabei, wann das Gerät wieder herausgezogen werden kann. Der Bash Bunny kann als USB-Netzwerkkarte im Klartext übertragene Zugangsdaten aus dem Datenverkehr des Systems abgreifen – selbst dann, wenn der Rechner gesperrt ist (Details siehe S. 75).

### Bash Bunny

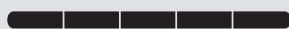
Hersteller: Hak5

Preis: 100 US-\$

Aufwand:



Gefahr:



# Buchstabenspion

## KeyGrabber Wi-Fi Premium

**Der KeyGrabber sieht aus wie ein harmloser Adapter, zeichnet aber sämtliche Tastatureingaben auf und verschickt sie per WLAN.**

Von Ronald Eikenberg



**D**er optisch unauffällige KeyGrabber Wi-Fi Premium ist im Grunde ein in Hardware gegossener Trojaner: Das winzige Gerät wird einfach zwischen USB-Tastatur und Rechner gesteckt und zeichnet fortan sämtliche Tastatureingaben auf. Das Gerät arbeitet transparent; eine Verzögerung beim Tippen spürt man nicht. Sein wahres Gesicht offenbart es erst, wenn man eine zuvor festgelegte Tastenkombination auf der angeschlossenen Tastatur drückt – standardmäßig die Tasten „K“, „B“ und „S“ gleichzeitig. Dann meldet sich der Keylogger als Massenspeichergerät am Rechner an und gewährt Zugriff auf die Tastaturnmitschnitte. Für diese ist im vier GByte fassenden internen Speicher ordentlich Platz. Dort findet man auch diverse Konfigurationsdateien, mit denen sich der Keylogger umfassend konfigurieren lässt. Alternativ kann man die Konfiguration auch über die Windows-Software „KL Tools“ durchführen.

Die von uns ausprobierte Premium-Version verband sich sogar über WLAN mit einem Accesspoint und verschickte darüber die Aufzeichnungen per Mail an die von uns vorgegebene Adresse. Zudem kann man die Mitschnitte jederzeit über die KL Tools abholen, wenn man sich im gleichen Netz befindet und das Passwort kennt. Auch wenn das Missbrauchspotenzial des USB-Keyloggers groß ist, so gibt es auch legitime Einsatzzwecke: etwa als autarker Backup-Speicher für Geschriebenes, dem auch ein PC-Crash nichts anhaben kann.

(rei@ct.de)

### KeyGrabber Wi-Fi Premium

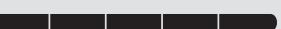
Hersteller: KeeLog

Preis: 150 €

Aufwand:



Gefahr:



# Datenverteiler

## Throwing Star LAN Tap Pro

**Mit dem LAN Tap Pro ist das Belauschen verkabelter Netzwerkverbindungen so einfach, wie es nur sein kann.**

Von Ronald Eikenberg



**S**o einfach wie genial ist der Throwng Star LAN Tap Pro: Man hängt ihn zwischen Netzwerk-Client und Netzwerk und kann fortan sämtliche übertragene Daten passiv mitlesen. Das schwarze Kästchen hat an vier Seiten RJ45-Buchsen: Links und rechts schließt man den Client und das Netzwerk an, vorne und hinten kommen die durchgeleiteten Daten raus. Dazu werden die Sendeleitungen der beiden überwachten Ports einfach elektrisch zu den Analyse-Ports geführt. Einen dieser beiden Analyse-Ports verbindet man mit einem Rechner, auf dem ein Packet Sniffer wie Wireshark oder tcpdump läuft. Im Sniffer erscheint anschließend alles, was die LAN Tap Pro passiert.

An den Analyse-Ports sind lediglich die Empfangsleitungen verbunden. Selbst wenn der Auswertungs-Rechner etwas sendet, werden diese Daten nicht verschickt. So kann man den Netzwerk-

verkehr verkablerter Geräte untersuchen, ohne dass Client oder Netz etwas davon mitbekommen können.

Der Throwng Star LAN Tap Pro kommt ohne Stromversorgung aus. Er leitet Netzwerkverbindungen mit maximal 100 MBit/s durch, Gigabit-Verbindungen stuft er auf diese Geschwindigkeit herab. Die von uns getestete Pro-Variante steckt komplett zusammengebaut in einem robusten Plastikgehäuse. Wir konnten auf Anhieb etwa Gespräche mitschneiden, die wir zu Testzwecken mit einem VoIP-Telefon führten. Wer möchte, kann sich für 15 US-Dollar einen Bausatz ordern, bei dem man noch die RJ45-Buchsen sowie zwei Kondensatoren aufs wurfstermiformige Board löten muss.

(rei@ct.de) ct

### Throwng Star LAN Tap Pro

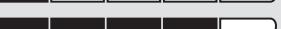
Hersteller: Great Scott Gadgets

Preis: 40 US-\$

Aufwand:



Gefahr:





# Schnüffel-Interface

## LAN Turtle

**Die LAN Turtle hat es aufs Netzwerk abgesehen: Pentester demonstrieren mit ihr Angriffe auf das lokale Netz und installieren etwa im Vorbeigehen eine aus dem Internet erreichbare Backdoor ins Firmennetz. Aber auch als smarte Netzwerkkarte kann das vielseitige Gerät dienen.**

**Von Ronald Eikenberg**

Von außen betrachtet ist die LAN Turtle eine schnöde USB-Netzwerkkarte: Auf der einen Seite hat sie einen USB-Anschluss, auf der anderen eine RJ45-Netzwerkbuchse. In dem unspektakulären Gehäuse steckt ein Embedded-Rechner, der die volle Kontrolle über den durchgeleiteten Datenverkehr hat. Auf der LAN Turtle läuft die aus der Router-Welt bekannte Linux-Distribution OpenWRT,

welche mit einem Arsenal an Angriffswerkzeugen vorbestückt ist. Damit kann man der Sicherheit von Netzwerken und Clients auf den Zahn fühlen.

Die LAN Turtle arbeitet unkonfiguriert wie eine USB-Netzwerkkarte und schleift den Datenverkehr unverändert an den angeschlossenen Rechner. Alternativ kann man das Gerät auch autark betreiben, dann wird sie über USB lediglich mit Strom versorgt und auf der anderen Seite mit dem Zielnetzwerk verbunden. Auf diese Weise hat ein Pentester einen optisch unauffälligen Client im Netz seiner Wahl, der unter seiner Kontrolle steht.

Um die LAN Turtle scharfzuschalten, verbindet man sich über USB mit ihr, wo rauhin das Betriebssystem die Standardtreiber für USB-Netzwerk-Interfaces installiert. Auf der Turtle läuft ein DHCP-Server, welcher dem Rechner eine Netzwerkkonfiguration zuweist. Fortan ist man mit dem internen Netz des Hacking-Gadgets verbunden und kann via SSH als root zugreifen.

Auf der Shell präsentiert sich ein Menü, mit dessen Hilfe die Einrichtung der Pentesting-Tools leicht von der Hand geht.

Zu den Tools zählt AutoSSH, das man dazu nutzen kann, um eine aus dem Internet erreichbare Backdoor ins Netzwerk einzurichten. Es baut einen sogenannten Reverse SSH Tunnel auf (siehe S. 77). Dabei wird eine ausgehende Verbindung zu einem System im Internet hergestellt. Der Pentester verbindet sich ebenfalls mit diesem System und kann darüber anschließend via SSH auf die LAN Turtle zugreifen. Das hat den Vorteil, dass der SSH-Server des Geräts nicht direkt aus dem Internet erreichbar sein muss. Wir konnten mit der Turtle erfolgreich einen solchen Tunnel bauen. Als Zwischenstation diente eine virtuelle Linux-Maschine in Microsofts Azure-Cloud. Durch den Tunnel hatten wir aus der Ferne vollen Zugriff auf das Netz, das mit dem LAN-Port der Turtle verbunden war.

Weiterhin ist unter anderem der Netzwerk-Scanner nmap vorinstalliert, der detaillierte Informationen über die Clients und Server im Netz liefert und deren Schwachstellen auskundschaftet. Möchte der Pentester das Abgreifen von Zugangsdaten demonstrieren (siehe Seite 75), nutzt er das QuickCreds-Modul der LAN Turtle. Dieses extrahiert Klartext-Passwörter und NTLM-Hashes aus dem durchgeleiteten Datenverkehr. In dieser Position des Man-in-the-Middle kann die Turtle zudem mit dsniff die aufgerufenen HTTP-Seiten protokollieren oder die Anfragen umleiten.

Auch als Admin hat man an den portablen Mini-Rechnern wahrscheinlich seine Freude. Wer gerne Herr über seine Daten ist, erhält einen smarten Netzwerkadapter, der den durchgeleiteten Traffic frei verändern kann – oder durch das Tor-Netz schleust. Limitiert ist das Gerät lediglich durch seine Hardware-Ausstattung: Es wird von einer 400 MHz schnellen MIPS-CPU angetrieben, der 64 MByte Arbeitsspeicher sowie 16 MByte persistentes Flash zur Seite stehen. (rei@ct.de)

### LAN Turtle

Hersteller: Hak5

Preis: 50 US-\$

Aufwand: 

Gefahr: 

# USB-Zerstörer

## USB Killer 3.0 „Anonymous“

**Der USB Killer sieht aus wie ein harmloser USB-Stick, dient aber zur Beschädigung von Geräten mit USB-Buchsen wie PCs, Notebooks, Server, Smartphones, TV- und Audio-Elektronik, Autoradios oder Messtechnik.**

Von Christof Windeck



Den USB Killer 3.0 liefert der Hersteller aus Hongkong ab 55 Euro direkt nach Deutschland. Die schwarze „Anonymous“-Version gleicht äußerlich einem USB-Speicherstift, beschädigt beim Einstecken jedoch viele Geräte mit USB-Buchsen irreversibel. Der Vorgang dauert nur wenige Sekunden und hinterlässt meistens keine äußerlichen Spuren. Für die Micro-USB-, USB-C- und Apple-Lightning-Buchsen von Smartphones, Tablets und Dicicams liefert USB Kill gegen Aufpreis Adapter.

Der USB Killer lädt mit Energie aus der jeweiligen USB-Buchse einen Kondensator auf und erzeugt damit pro Sekunde acht Spannungspulse mit -220 Volt zwischen den beiden USB-2.0-Datenleitungen und der Masse der 5-Volt-Versorgung. Das ist für einige Geräte zu viel: Unser Test-Notebook ist nach nur wenigen Sekunden den Hardware-Tod gestorben (Video siehe ct.de/y5ny). Einem Smart-

phone machten die Stromstöße hingegen nichts aus.

Ob ein Gerät dem Sabotage-Stick standhält, lässt sich kaum beurteilen. Normgerechte USB-Geräte müssen zwar gegen elektrostatische Entladungen geschützt sein, doch dieser ESD-Schutz hilft nicht gegen alle Impulse und fehlt manchmal ganz. Unempfindlich sind nur Ladegeräte, die keine Datenleitungen nutzen; manche tun das aber, etwa für Schnellladung per QuickCharge. Dann kann sie der USB Killer ebenfalls beschädigen. Selbst wenn nur der USB-Controller über den Jordan geht, drohen bei vielen Geräten mit USB-Ports teure Reparaturen. Zum Schutz kann man nur raten, keine unbekannten USB-Geräte auszuprobieren.

(rei@ct.de)

### USB Killer 3.0 „Anonymous“

Hersteller: USBKill.com

Preis: 55 Euro

Aufwand:

Gefahr:

# Sendepause

## TV-B-Gone Kit

**Weder neu noch gefährlich – aber immer wieder lustig: Der TV-B-Gone sorgt für Ruhe, wenn Fernseher diese stören.**

Von David Wischnjak



Es läuft mal wieder irgendwo ein Fernseher und Ihr Gesprächspartner ist abgelenkt. Dabei haben Sie grad angefangen, von einem spannenden Artikel zu berichten, den Sie letztens in Ihrer Lieblings-Computerzeitschrift entdeckt haben. Ärgerlich, doch der TV-B-Gone schafft Abhilfe! Bei dem kleinen batteriebetriebenen Gerät handelt es sich um eine Art Mini-Fernbedienung, deren einziges Ziel es ist, Fernseher auszuschalten. Der Aufbau ist simpel und besteht im Wesentlichen aus einem Mikrocontroller und einer oder mehreren Infrarot-LEDs. Drückt man auf den Knopf, werden der Reihe nach über hundert Ausschaltcodes für verschiedene Fernseher durchprobiert. Das dauert bis zu zwei Minuten, häufig verwendete Codes kommen jedoch schon nach wenigen Sekunden dran.

Erstmals 2004 von Mitch Altman entwickelt, gibts den TV-B-Gone heute in

den verschiedensten Varianten, oft auch zum Selberlöten und -programmieren. Der von uns getestete Bausatz von Adafruit enthält vier IR-LEDs, zwei davon sind fokussiert. Damit sollen laut Hersteller Reichweiten von bis zu 50 Meter möglich sein. Wir konnten damit alle TV-Geräte, die uns begegnet sind, erfolgreich aus einiger Distanz ausknipsen.

Die Aufbau-Anleitung (ct.de/y5ny) richtet sich primär an Anfänger, die gerne löten lernen möchten. Dazu gibt es Schaltpläne und den Quelltext für den Mikrokontroller. Das TV-B-Gone-Set ist ein guter Einstieg in das Hardware-Hacking. Man sollte es aber möglichst nicht im Elektronikfachmarkt um die Ecke ausprobieren.

(rei@ct.de)

### TV-B-Gone Kit

Hersteller: Adafruit

Preis: 20 US-Dollar

Aufwand:

Gefahr:

# Hackzeugkasten

## USB Armory

**Der USB Armory ist ein vielseitiger Linux-PC im USB-Stick-Format. Pentester stecken ihre gewohnte Arbeitsumgebung damit einfach in die Hosentasche.**

Von Ronald Eikenberg



Zu den vielseitigsten Hacking-Gadgets in unserer Auswahl zählt der USB Armory: Es handelt sich um einen Linux-PC im handlichen USB-Stick-Format. Der Kleinstrechner wird immerhin von einer 800 MHz schnellen ARM-Cortex-A8-CPU angetrieben, der 512 MByte RAM zur Seite stehen. Das Betriebssystem wird auf einer microSD-Karte gespeichert. Man hat die Wahl unter Linux-Distributionen wie Debian und Kali Linux. Letzteres ist der De-facto-Standard in der Pentesting-Szene, da es die wichtigsten Werkzeuge mitbringt.

Aufgrund der kompakten Bauform gibt es wenig Anschlüsse: Speicherkartenterminal, USB-Anschluss und fünf GPIO-Anschlüsse. Über den USB-Host-Adapter kann man an der USB-Schnittstelle zum Beispiel WLAN- oder Bluetooth-Adapter betreiben. Gesteuert wird das System über SSH. Dazu verbindet man den USB Armory mit einem Rechner, woraufhin es

sich als USB-Netzwerkkarte meldet. Anschließend konfiguriert der Armory den Rechner über DHCP und man kann schließlich eine SSH-Verbindung zu dem Stick aufbauen. Über ein USB-Netzwerkinterface kann der Stick auf bestehende Netze zugreifen, alternativ kann man ihn auch über den Rechner ins Netzwerk hieven, unter Windows etwa mithilfe der Internetverbindungsfreigabe.

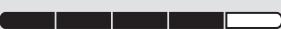
Der Armory erlaubt seinem Betriebssystem weitreichenden Zugriff auf die USB-Schnittstelle und meldet sich auf Wunsch auch als USB-Eingabegerät für HID-Angriffe (siehe Seite 75) oder als Massenspeicher. Der Stick erfordert Einarbeitung und Linux-Kenntnisse – wer sich davon nicht abschrecken lässt, kann ihn jedoch vielfältig einsetzen. (rei@ct.de)

### USB Armory

Hersteller: Inverse Path

Preis: 155 US-\$

Aufwand:



Gefahr:



# Piratensender

## HackRF One

**Das HackRF One kann nahezu beliebige Funksignale senden und empfangen. Damit können Pentester Smarthome-Alarmanlagen außer Gefecht setzen, Autos öffnen und SMS abfangen. Sogar Telefongespräche lassen sich abzapfen – oder man hört damit schlicht Radio.**

Von David Wischnjak



**S**oftware Defined Radios (SDR) sind programmierbare Funksender oder -Empfänger, die hardwaretechnisch nicht auf einen Einsatzzweck beschränkt sind. Stattdessen bestimmt Software ihre Sende- oder Empfangsfrequenz und übernimmt die Signalverarbeitung. Das HackRF One zählt zu den beliebtesten Einsteiger-SDRs. Es hat einen Sende- und

Empfangsbereich von 1 MHz bis 6 GHz. Es läuft im Half-Duplex-Betrieb – kann also nur abwechselnd senden und empfangen. Angesteuert wird es etwa mit der SDR-Entwicklungsumgebung GNU Radio.

Mit dem HackRF lassen sich allerhand Angriffe auf Funkverbindungen durchführen. Besonders beliebt sind Replay- und Jamming-Angriffe. So konnten wir im Labor vernetzte Alarmanlagen überlisten, indem wir das Entschärfesignal der Handsender aufzeichneten und wieder abspielten (siehe c't 3/17, Seite 90). Auch Lauschangriffe auf GSM sind damit möglich (siehe Seite 76). In der Forschung, Hardware-Entwicklung und Maker-Szene findet das vergleichsweise günstige HackRF großen Anklang. (rei@ct.de)

### HackRF One

Hersteller: Great Scott Gadgets

Preis: 300 US-\$

Aufwand:



Gefahr:

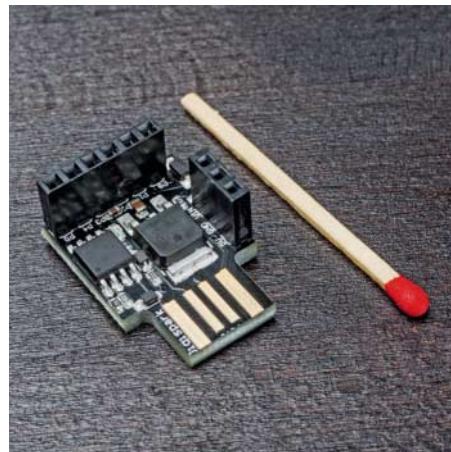


# Klein, aber gefährlich

## Digispark USB Development Board

**Für wenig Geld kann das kompakte Digispark-Board viel: zum Beispiel die Kontrolle über einen Rechner übernehmen.**

Von Ronald Eikenberg



Das Digispark-USB-Board ist das mit Abstand kleinste und auch günstigste der vorgestellten Gadgets: Wer es etwa über eBay versandkostenfrei direkt in Asien bestellt, zahlt mit etwas Glück weniger als zwei Euro, hierzulande kostet es sieben Euro. Dennoch sollte man das winzige Platinchen nicht unterschätzen: Es handelt sich um einen Arduino-kompatiblen Kleinstrechner, den man direkt in die USB-Schnittstelle eines Rechners, Smartphones oder anderen Geräts stecken kann. Dann wird der Digispark mit Strom versorgt und spult umgehend das auf ihm gespeicherte Programm ab. Wie USB Rubber Ducky und Bash Bunny kann sich der Digispark als USB-Eingabegerät am Rechner anmelden und anschließend beliebige Befehle absenden (siehe S. 75).

Je nach Einsatzzweck meldet das Board sich als USB-Tastatur, -Maus oder Joystick. Wir konnten mithilfe der Arduino-IDE im Handumdrehen ein kleines

Programm schreiben, das eine ausführbare Datei aus dem Netz lädt und ausführt. Etwas kompliziert wurde die Sache lediglich dadurch, dass zwangsläufig das US-Tastaturlayout zum Einsatz kommt – ein „Z“ im Code tippt auf einem hiesigen System also ein „Y“ und umgekehrt. Man behilft sich, indem man die Eingabesprache des PCs auf US-Englisch umstellt, wenn man die vom Digispark einzutippenen Befehle einprogrammiert.

Natürlich gibt es für ein solches Arduino-System auch allerhand legitime Einsatzzwecke – etwa als kompakte Plattform für Hardware-Basteleien. Das Digispark-USB-Board hat sechs KByte freien Programmspeicher und kann über sechs I/O-Ports sogar Schalter, Sensoren und Funkmodule ansteuern. (rei@ct.de)

### Digispark USB Development Board

Hersteller: Digistump

Preis: 7 €

Aufwand:

Gefahr:

# RFID-Multifunktionstool

## Proxmark3

**Der Proxmark3 hat es auf alles abgesehen, was einen RFID-Chip hat. Damit lassen sich Zugangskarten klonen oder etwa Guthaben manipulieren. Doch es gibt auch legitime Einsatzmöglichkeiten.**

Von David Wischnjak



Der Proxmark3 ist der De-facto-Standard für jeden, der sich tiefergehend mit NFC, Smartcards, RFID-Tags & Co. beschäftigt. Das Hardware-Design und die Software stehen unter einer Open-Source-Lizenz, er ist von mehreren Herstellern in unterschiedlichen Varianten erhältlich. Unsere Ausführung hat zwei Antennen, einen micro-USB Anschluss und einen optionalen Akku-Steckplatz für den autonomen Betrieb. Unterstützt werden eine Vielzahl von RFID-Standards auf 125-kHz, 134-kHz und 13,56-Mhz-Basis.

Ein typischer Einsatzzweck ist das Auslesen, Manipulieren und Klonen von Smartcards (siehe Seite 76). Letzteres gelang uns unter anderem bei einer Karte des Typs MIFARE Classic 1K, einem seit Jahren geknackten, aber weiterhin oft eingesetzten Smartcard-Typen. Außerdem kann das Gerät Übertragungen mitschneiden und beliebige RFID-Hardware emulieren. Jeder, der sich intensiver mit RFID-

Technik beschäftigt, dürfte das vielseitige Proxmark3 auch für Entwicklungs- und Testzwecke zu schätzen wissen.

Die Inbetriebnahme kann sich für Einsteiger etwas knifflig gestalten. Zunächst muss man den Proxmark zusammenschrauben und die dazugehörige Software kompilieren. Danach ist noch etwas Einarbeitung nötig, um das Gerät ans Laufen zu bekommen. Im offiziellen Wiki (siehe ct.de/yyry) gibt es Anleitungen für mehrere Betriebssysteme, allerdings sind sie teilweise nicht ganz aktuell. (rei@ct.de) ct

### Proxmark3 RDV2 Kit

Hersteller: Elechouse

Preis: 300 US-\$

Aufwand:

Gefahr:

# WLAN-Router aus der Hölle

## WiFi Pineapple Nano



**Der WiFi Pineapple demonstriert die Unsicherheiten von WLANs. Ein Angreifer kann damit einen Hotspot aufspannen, der Smartphones, Tablets und Notebooks magisch anzieht – und angreift.**

Von David Wischnjak

Es gibt viele schmutzige Tricks, um WLAN anzugreifen. Der WiFi Pineapple beherrscht sie fast alle. Das Gerät ähnelt am ehesten einem WLAN-Router, es ist aber, anders als etwa eine Fritzbox, darauf ausgelegt, Daten abzugreifen und den Nutzern das Leben schwer zu machen. Dazu ist es mit einer ganzen Reihe bekannter Pentesting-Tools ausgestattet. Als Betriebssystem kommt OpenWRT zum Einsatz.

Mit seinen zwei WLAN-Modulen ist der WiFi Pineapple prädestiniert für Man-in-the-Middle-Attacken. Ein Pentester würde mit dem einen Modul einen verlockend klingenden Hotspot wie „Telekom“ oder „Free Wif“ aufspannen und das andere mit einem legitimen Netz in der Nähe verbinden, um seinen zukünftigen Opfern den Zugriff aufs Internet zu ermöglichen. Alternativ lässt sich Internet über den USB-

Port des Pineapple einspeisen. Dazu schließt man einen Mobilfunkstick oder ein Android-Smartphone an. Das hat den Vorteil, dass beide WLAN-Module für andere Zwecke nutzbar bleiben.

Um nichts dem Zufall zu überlassen, kann der Pentester mit Deauthentication-Paketen dafür sorgen, dass Smartphones & Co. die Verbindung zum derzeit genutzten Netz verlieren und mit einer guten Wahrscheinlichkeit in sein Netz fallen (siehe S. 77). Sobald sich ein Nutzer mit dem Pineapple verbindet, kann der Pentester den gesamten Traffic mitlesen und manipulieren. Mit dem Tool Responder kann der Spezialrouter gezielt nach Zugangsdaten und NTLM-Hashes greifen (siehe S. 75).

### Verschlüsselung knacken

Der Pineapple versucht auf Befehl auch, verschlüsselte Netze in Reichweite mit Aircrack-NG zu knacken. Zudem kann er verwundbare Router mit Reaver-WPS über die WPS-Schnellkonfiguration attackieren. Nichts davon erfordert für den Pentester die Nähe zum Tatort: Ähnlich wie beim LAN Turtle kann man mit AutoSSH eine Reverse Shell zum Pineapple einrichten (siehe S. 77). Ist das Gerät erst mal irgendwo platziert, kann der Pentester von jedem Ort der Welt mit dem loka-

len Netz und dessen Teilnehmern sprechen.

Die Pentesting-Werkzeuge werden über eine Web-Oberfläche konfiguriert und ausgeführt. Dort findet sich auch ein Paketmanager zur Installation weiterer Module. Zur Steuerung verbindet man den Pineapple per USB mit dem Rechner. Das Gerät meldet sich dann als USB-Netzwerkinterface, über das der Rechner mit dem internen Netz verbunden wird. Alternativ kann man auch ein passwortgeschütztes Konfigurations-WLAN aufspannen, welches allerdings eines der beiden WLAN-Module belegt.

Den WiFi Pineapple gibt es in zwei Varianten: kompakt als „Nano“ oder leistungsfähiger in der „Tetra“-Ausführung. Äußerlich wirkt der Nano wie ein etwas überdimensionierter USB-WLAN-Adapter, der Tetra erinnert an einen WLAN-Accesspoint. In beiden Geräten stecken aber vollwertige Embedded-PCs auf ARM-Basis. Der Tetra beherrscht im Unterschied zum Nano auch das 5-GHz-Band und bietet eine höhere Sendeleistung, hat einen Ethernet-Anschluss und einen schnelleren Prozessor.

Selbst wenn man sich für die (Un-) Sicherheit kabelloser Netze nur geringfügig interessiert, kann man mit dem Pineapple seine Freude haben. Dank der offenen Architektur und guten Erweiterbarkeit kann man damit untypische Netzwerkkonfigurationen bewerkstelligen – beispielsweise taugt das Gerät als mobiles Tor-Gateway oder als WLAN-Repeater, der im Falle einer WLAN-Störung auf einen per USB angeschlossenen LTE-Stick ausweicht. Wer das volle Potenzial des WiFi Pineapple ausschöpfen möchte, sollte Vorkenntnisse in puncto Linux-Netzwerkkonfiguration mitbringen.

(rei@ct.de)

### WiFi Pineapple Nano

Preis: 100 US-\$ (Tetra: 200 US-\$)

Hersteller: Hak5

Aufwand:

Gefahr:

# GSM-Wanze

## X009

**Bereits ab 13 Euro bekommt man ein Überwachungsgerät im Format einer Streichholzschachtel, das sowohl Ton als auch Bild per Mobilfunk überträgt.**

Von Ronald Eikenberg



Das winzige Multifunktionsgerät X009 wird zur Überwachung von Kindern, Senioren und Haustieren sowie als Diebstahlschutz beworben. Stattet man es mit einer SIM-Karte aus, nimmt es Kontakt zum Mobilfunknetz auf und lässt sich anschließend über SMS-Befehle konfigurieren und steuern. Das akkubetriebene Gerät ist sowohl mit Mikrofon als auch Kamera ausgestattet, beides in mäßiger Qualität. Wird ein einstellbarer Lärmpegel überschritten, ruft das X009 auf Wunsch eine vorher festgelegte Rufnummer an und überträgt die Umgebungsgeräusche. Wer etwas Verdächtiges hört, kann per SMS ein Foto anfordern, welches das Gerät per MMS verschickt. Zudem gibt es Befehle, die eine Ton-, Foto- oder Videoaufzeichnung auf MicroSD-Karte auslösen.

Betätigt man den roten SOS-Knopf, sendet das X009 eine fest eingestellte Notfall-SMS an bis zu fünf Rufnummern. Darüber hinaus kann das Kistchen über GPRS seinen ungefähren Standort an einen Webdienst übertragen. Das X009 wird in mindestens drei Revisionen verkauft, die man kaum auseinanderhalten kann. Damit scheint selbst der Hersteller ein Problem zu haben: Das mitgelieferte Handbuch war offensichtlich für eine andere Revision bestimmt, ausgerechnet die abgedruckten SMS-Befehle waren nicht korrekt. Wer in China bestellt, bekommt das Gerät bereits ab 13 Euro. (rei@ct.de)

### X009

Hersteller: verschiedene

Preis: ab 13 €

Aufwand:

Gefahr:

Anzeige

# Blaues Wunder

## Ubertooth One

**Das Ubertooth One erlaubt Entwicklern und Hackern tiefen Einblicke in Bluetooth-Verbindungen.**

Von Michael Link



Eigentlich ist der Ubertooth-USB-Stick eine Open-Source-Entwicklungsplattform für Bluetooth-Geräte, die mit Bluetooth-Funk auf dem 2,4-GHz-Frequenzband kommunizieren. Das sind beispielsweise Fitnesstracker, aber auch Smartwatches, Bluetooth-Schlösser und Tastaturen.

Mit dem Ubertooth-Stick kann man aber auch die Kommunikation zwischen Bluetooth-Geräten untereinander belauschen, ohne dass man mit ihnen verbunden sein muss. Daher bleibt man als Mischneider unentdeckt. Weil der Stick auch senden kann, lassen sich damit sogar Man-in-the-Middle-Attacken ausführen, zum Beispiel, um die Kombinationen besagter Schlösser zu ändern. All das funktioniert nicht nur mit herkömmlichem Bluetooth, sondern auch mit der mittlerweile sehr verbreiteten Stromsparvariante Bluetooth Low Energy (BLE). Gelingt es einem Angreifer, den Pairing-

Prozess mitzuschneiden, kann er mit einer hoher Wahrscheinlichkeit sogar verschlüsselte Verbindungen knacken.

Um den Ubertooth-Stick nutzen zu können, braucht man Rechner mit Linux oder macOS und die Kenntnis einiger grundlegender Konsolenbefehle, um Treiber, Bluetooth-Baseband-Protokolle und die Ubertooth Tools zu installieren. Bei dem populären Wireshark-Programm zur Analyse von Datenverkehr ist das nötige Plug-in seit Version 1.12 bereits vorinstalliert.

Als Startpunkt für eigene Vorhaben findet sich im Github-Repository von Great Scott Gadgets ([ct.de/y2rw](https://ct.de/y2rw)) eine Anleitung, die erklärt, wie man Bluetooth-LE-Verkehr mitschneidet und auswertet.

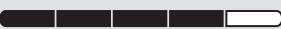
([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de))

### Ubertooth One

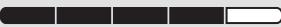
Hersteller: Great Scott Gadgets

Preis: 115 US-\$

Aufwand:



Gefahr:

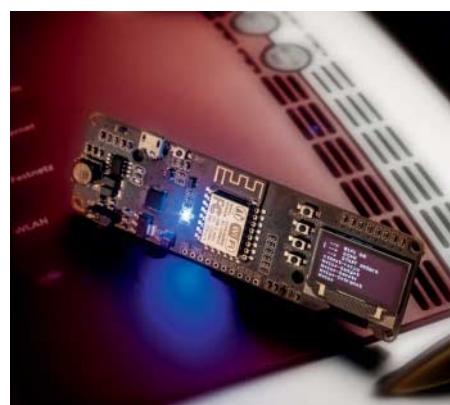


# WLAN-Ausknipser

## WiFi Deauther OLED

**Klein und gemein: Der WiFi Deauther packt WLAN-Geräte an ihrer Achillesferse und blockiert effektiv die Verbindung zwischen Router und Clients.**

Von Ronald Eikenberg



Obwohl der WiFi Deauther OLED kinderleicht zu bedienen ist, kann er für viel Ärger sorgen: Er stört beliebige WLAN-Netze auf Knopfdruck bis hin zur Unbenutzbarkeit. Das Gerät verschielt sogenannte Deauthentication-Pakete, mit denen sich WLAN-Verbindungspartner gegenseitig anweisen können, die Verbindung zu kappen. Diese Pakete sind selbst bei WPA2-Verbindung nicht geschützt und lassen sich leicht fälschen. Es genügt, öffentlich einsehbare Informationen über das WLAN wie den Netzwerknamen (SSID) sowie die MAC-Adresse des Routers als Absender anzugeben.

Auf Knopfdruck scannt der WiFi Deauther zunächst nach Netzen in Funkreichweite und listet sie auf seinem winzigen, aber knackig scharfen OLED-Display auf. Über die vier Knöpfchen startet der Angreifer anschließend die Attacke.

Der Effekt ist erstaunlich: In unserem Labor hat das kleine Gerät mit Start des Angriffs augenblicklich sämtliche Smartphones und Rechner aus dem Netz gekettelt. Bis wir die Attacke manuell stoppten, hatten die Clients keine Chance, die Verbindung wiederherzustellen.

Der Deauther spannt auf Wunsch ein eigenes WLAN auf, über das man sein Webinterface zur Konfiguration erreicht. Das Herzstück des Deauther ist der flexible Mikrocontroller ESP8266, der mit einem WLAN-Modul ausgestattet ist. Dieses ist allerdings auf das 2,4-GHz-Band begrenzt, Geräte im 5-GHz-Band bleiben also verschont. Das Hacking-Gadget wird per Akku oder über Micro-USB mit Strom versorgt.

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

### WiFi Deauther OLED

Hersteller: DSTIKE

Preis: 25 US-\$

Aufwand:



Gefahr:



Anzeige

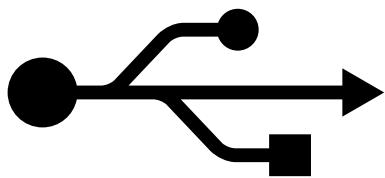
# Kleine Waffenkunde

## Die spannendsten Angriffstechniken der Hacking-Gadgets im Detail

Zahlreiche Hacking-Gadgets beherrschen komplexe IT-Angriffe, die sonst mit viel Aufwand und Vorwissen verbunden sind. Wir haben einige der interessantesten Attacken zusammengefasst und erklären, wie man sich vor ihnen schützen kann – sofern überhaupt möglich.

Von Ronald Eikenberg und David Wischnjak





## USB-HID-Angriff

### Hacking-Gadgets:

**USB Rubber Ducky, Bash Bunny,  
USB Armory, Digispark USB-Board**

Beim USB-HID-Angriff gibt sich das Hacking-Gadget als Tastatur aus, um in Windeseile eine Reihe von Befehlen einzutippen. Das Gerät darf alles, was der angemeldete Nutzer darf – und das reicht zum Beispiel aus, um eine permanente Backdoor im System zu hinterlassen oder vertrauliche Dokumente und gespeicherte Passwörter abzugreifen. Dazu ruft das Hacking-Gadget etwa den Ausführen-Dialog von Windows auf, startet die Eingabeaufforderung mit Admin-Rechten, bestätigt den folgenden UAC-Dialog mit Alt+J und tippt anschließend ein Powershell-Skript ein, das den Passwort-Stealer „mimikatz“ aus dem Internet lädt und ausführt.

Im Netz findet man eine große Auswahl an Proof-of-Concept-Skripten, welche die Gefahren dieses Angriffsvektors zeigen. Einige wie das oben genannte Beispiel sind gefährlich, andere aber auch harmlos und verändern etwa nur den Desktop-Hintergrund, um den Kontrollverlust des Anwenders zu demonstrieren. Das attackierte System sieht lediglich eine neue USB-Tastatur und ziemlich viele, ziemlich schnelle Tastatureingaben. Welches Betriebssystem auf dem System läuft, ist unerheblich – das Angriffs-Skript muss lediglich darauf abstimmt sein. Über einen USB-OTG-Adapter lassen sich sogar Android-Geräte angreifen, zum Beispiel, um automatisiert alle verfügbaren PIN-Kombinationen durchzuprobieren.

Schützen kann man sich, indem man seinen Rechner in Abwesenheit sperrt und ein gesundes Misstrauen beim Umgang mit fremden USB-Sticks an den Tag legt. Verbinden Sie niemals gefundene USB-Speicher mit

dem Rechner – schon gar nicht, wenn es sich um ein Windows-System handelt. Die meisten Angriffe zielen bekanntlich aufgrund der großen Verbreitung auf das Microsoft-Betriebssystem ab. Wenn es doch mal sein muss, sollten Sie ein System nutzen, das nicht im Firmennetz hängt und auf dem es ohnehin nichts zu holen gibt. Ferner besteht etwa unter Windows die Möglichkeit, die Installation neuer USB-Tastaturen zu unterbinden. Der einfache Weg ist das kostenlose Tool „USB Keyboard Guard“ von G Data (siehe [ct.de/ybnn](#)). Es hält zunächst Rücksprache mit dem Nutzer, ehe es eine neue Tastatur zulässt. Alternativ können Sie neue USB-Eingabegeräte auch mit Windows-Bordmitteln über eine Gruppenrichtlinie verbieten (siehe [ct.de/ybnn](#)).

im lokalen Netz authentifizieren. Der einfachste Weg, um den Traffic kabelgebundener Netzwerkverbindungen passiv mitzulesen ist der **LAN Tap Pro**, den man einfach zwischen Rechner und Netzwerk hängt. Auch mit dem frei konfigurierbaren Accesspoint **WiFi Pineapple** kommt man leicht an den durchfließenden Traffic.

Ziemlich einfallsreich ist der Weg, den etwa der **Bash Bunny** einschlägt, um den Verkehr zu belauschen: Das Gerät ist weder mit einer RJ45-Buchse noch mit WLAN ausgestattet. Stattdessen zieht es den Traffic via USB ab. Und das funktioniert so: Es meldet sich als USB-Netzwerkkarte am Rechner und stattet ihn über DHCP mit einer trickreichen Netzwerkkonfiguration aus. So bringt es das System dazu, das neue Interface künftig gegenüber den bereits vorhandenen Schnittstellen zu priorisieren. Der Rechner versucht künftig, über Bash Bunny mit dem Netzwerk zu sprechen. Darüber antworten jedoch nicht die legitimen Gegenstellen, sondern das Pentesting-Tool „Responder“ (siehe [ct.de/ybnn](#)) auf alle Anfragen. Es ist auf das Abgreifen von Klartext-Zugangsdaten und Hashes spezialisiert und lauert darauf, dass der Rechner einen Authentifizierungsversuch startet. Ganz gleich, ob SMB, HTTP(S), LDAP, FTP, POP3, IMAP oder SMTP gefragt ist, der Responder antwortet und nimmt die Datenbeute bereitwillig entgegen.

Besonders gefährlich ist dieser Angriff, weil er auch dann funktioniert, wenn der Rechner gesperrt ist. Das laufende System unternimmt auch in diesem Zustand Login-Versuche, etwa um nach neuen E-Mails zu schauen. Schützen kann man sich vor einem solchen Angriff kaum. Selbst wenn die USB-Schnittstellen deaktiviert und mit Heißkleber zugeklebt wären, gäbe es da meist auch noch die Netzwerkschnittstelle. Wer zumindest Angriffe über USB-Netzwerkkarten abwehren möchte, kann etwa unter Windows über die Gruppenrichtlinien verhindern, dass sich neue USB-Netzwerkkarten am System anmelden dürfen (siehe [ct.de/ybnn](#)).

## Passwörter und Hashes übers Netzwerk klauen

### Hacking-Gadgets:

**Bash Bunny, LAN Tap Pro, LAN Turtle, USB Armory, WiFi Pineapple**

Der Netzwerkverkehr ist für Angreifer ein lohnenswertes Ziel, schließlich gibt es hier einiges zu holen. Nach wie vor werden Zugangsdaten für Zugriffe auf Mail-Accounts, FTP-Server & Co. häufig im Klartext übertragen – auch wenn es die Nutzer inzwischen eigentlich besser wissen müssten. Zudem durchqueren die sogenannten NTLM-Hashes (NT LAN Manager) die Leitung. Diese sind gleichbedeutend mit dem Passwort des Windows-Benutzerkontos. Ein Angreifer kann sich damit im Namen seines Opfers gegenüber Diensten



## NFC-Karten klonen

### Hacking-Gadgets:

Proxmark3

RFID beziehungsweise NFC-Technik ist allgegenwärtig. In passiver Ausführung steckt sie in Personalausweisen, Zugangskarten, EC-Karten oder Autoschlüsseln. Das Funktionsprinzip ist meist gleich: Im Inneren befindet sich eine Spule, die an einen Mikrochip angeschlossen ist. Das Lesegerät erzeugt ein Magnetfeld, welches eine Spannung in der Spule induziert und so den Chip mit Energie versorgt. Der Chip nutzt die Spule als Antenne, um dem Lesegerät Informationen zu schicken, beispielsweise einen Identifikationscode. Die Reichweite beträgt bewusst nur wenige Zentimeter. Ersetzt man das Lesegerät aber durch das **Proxmark3**, lassen sich nicht nur die Reichweiten erhöhen, sondern auch allerhand Angriffe auf RFID-Technik fahren. Einige Smartcards und RFID-Tags bedienen sich bereits geknackter oder gar keiner Sicherheitskonzepte. Das gibt Angreifern die Gelegenheit, sie auszulesen, zu manipulieren oder zu klonen.

Insbesondere die weit verbreiteten Smartcards des Typs MIFARE Classic sind davon betroffen. Sie enthalten 1 oder 4 KByte an EEPROM-Speicher, der in Blöcke unterteilt ist und nur mit Kenntnis der jeweiligen Schlüssel gelesen und beschrieben werden kann. Durch eine Schwachstelle reicht allerdings die Kenntnis eines einzigen Schlüssels aus, um an die restlichen zu kommen („nested attack“). Unge nutzte Blöcke verwenden oft voreingestellte Schlüssel. Diese sind bereits bekannt und können schnell durchprobiert werden. So gelang es uns innerhalb von wenigen Minuten, eine Kantinenkarte auszulesen und auf eine zweite Karte zu kopieren. Falls das Guthaben lokal auf der Karte gespei-

chert wird, wäre es jetzt kein Problem, den Dump einer aufgeladenen Karte immer wieder neu einzuspielen und sich so Mahlzeiten zu erschleichen. Bei speziellen Smartcards aus China lässt sich auch die sonst unveränderliche Seriennummer (UID) ersetzen. Damit ist die geklonte Karte technisch nicht vom Original zu unterscheiden.

Das Problem betrifft auch viele Zugangskarten. In einem unachtsamen Moment könnte sich ein Angreifer eine Karte schnappen, klonen und unbemerkt wieder zurückbringen. Theoretisch reicht schon eine volle Bahn aus, um nah genug an eine NFC-Karte heranzukommen. Neuere Kartentypen wie beispielsweise die MIFARE DESFire EV1, die auch im neuen Personalausweis (nPA) zum Einsatz kommen, gelten dagegen aufgrund besserer Krypto-Verfahren bisher als sicher.



## GSM knacken

### Hacking-Gadgets:

HackRF One

Der Mobilfunkstandard GSM gilt nicht mehr als sicher. Schon seit Längerem setzen staatliche Dienste und Gangen sogenannten IMSI-Catcher ein, die sich nicht nur zur lokalen Erfassung von Teilnehmermerkmalen (IMSI) und Handy-Seriennummern (IMEI) eignen, sondern auch zum Abhören: Die Geräte können einen Man-in-the-Middle-Angriff fahren, um sich in die GSM-Verbindung einer Zielperson einzuklinken.

Dazu spannen die IMSI-Catcher eine Funkzelle auf, mit der sich das Mobiltelefon des Opfers bei ausreichend hoher Signalstärke automatisch verbindet. Die Funkzelle zwingt das Mobiltelefon, alle Daten unverschlüsselt (A5/0) zu übertragen, wodurch sich die Verbindung leicht be-

lauschen lässt. Der IMSI-Catcher leitet die Daten an die legitime Funkzelle weiter, damit die Verbindung zustande kommen kann.

Viel gefährlicher, weil nicht nachverfolgbar, sind passive Lauscherangriffe. Im Jahr 2009 errechnete der Sicherheitsforscher Karsten Nohl zwei Terabyte an Rainbow Tables, mit denen sich die bei GSM verwendete A5/1-Verschlüsselung innerhalb weniger Minuten offline knacken lässt. Die sogenannten A5/1-Tables sind online verfügbar. Laut gsmmap.org (Stand: Sommer 2017) verwenden in Deutschland immer noch über 40 Prozent der Funkzellen das A5/1- statt des sichereren A5/3-Verfahrens und sind damit potenziell angreifbar.

Damit brauchen Angreifer mit einem Software Defined Radio (SDR) wie dem **HackRF One** lediglich auf den richtigen Frequenzen zu lauschen, um anschließend mit dem Tool „Kraken“ SMS oder Sprach-Streams zu dekodieren. Und es geht noch billiger: DVB-T-Sticks mit RTL2832U-Chip lassen sich mit entsprechenden Treibern ebenfalls als SDR-Empfänger benutzen (RTL-SDR). Sie sind zwar nicht so präzise wie HackRF, kosten allerdings mit rund 20 Euro nur einen Bruchteil. Die Sticks decken immerhin das GSM-900-Band ab, nicht aber GSM-1800.

Da ab UMTS sich nicht nur das Handy gegenüber der Basisstation, sondern auch die Basisstation gegenüber dem Handy authentifizieren muss, sind Man-in-the-Middle-Angriffe dort nicht mehr ohne Weiteres möglich. Außerdem ist die verwendete Verschlüsselung stärker als bei GSM. Um sich zu schützen, sollte man daher möglichst auf GSM (2G) verzichten und stattdessen ausschließlich UMTS (3G) oder LTE (4G) verwenden. Dies ist jedoch mit Verzicht verbunden, denn die Netzabdeckung der einzelnen Netzbetreiber reicht dafür nicht immer aus. Des Weiteren bieten nicht alle Smartphones in den Einstellungen an, nur GSM abzuschalten. Daher bleibt oft nur abzuwarten, bis die restlichen 40 Prozent der Basisstationen auf das A5/3-Verfahren umgestellt wurden oder GSM gänzlich abgeschaltet wird.



## Reverse SSH Tunneling

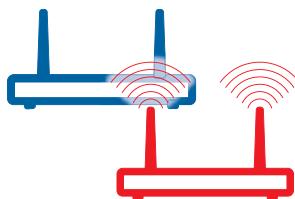
### Hacking-Gadgets:

[LAN Turtle](#), [WiFi Pineapple](#)

Secure Shell (SSH) ist das Standardverfahren, um aus der Ferne auf ein Unix-System zuzugreifen. Damit ein System über SSH aus dem Internet erreichbar ist, muss eine Port-Weiterleitung eingerichtet sein, die dafür sorgt, dass der Router Anfragen von außen, die auf einen bestimmten Port eingehen, an ein System in seinem lokalen Netz durchreicht. Das stellt einen Angreifer, der ein Gerät wie die **LAN Turtle** im lokalen Netz platziert, vor ein Problem, wenn es ihm nicht gelingt, den Router oder die Firewall umzukonfigurieren. Sobald er den Ort des Geschehens verlässt, kann er nicht auf die Hacking-Hardware zugreifen. Allerdings gibt es einen einfachen Trick, wie er aus der Ferne trotzdem Zugriff erlangen kann: Er baut nicht darauf, dass sein Gerät aus dem Internet erreichbar ist, sondern nutzt ausgehende Verbindungen, die normalerweise gar nicht oder nur wenig eingeschränkt sind.

Die **LAN Turtle** etwa kann mit dem Tool „AutoSSH“ einen sogenannten Reverse SSH Tunnel aufbauen. Dabei stellt das Gerät eine ausgehende SSH-Verbindung zu einem Server im Internet her. Der Angreifer verbündet sich ebenfalls mit dem Server und kann über diesen fortan beliebige Befehle an das Gerät im fremden Netz schicken. Admins können dies nur schwer unterbinden, da der Angreifer seine SSH-Verbindung etwa über den erlaubten Port 80 für HTTP aufbauen kann. Um solche rückwärts gerichteten Verbindungen zu unterbinden, ist eine sogenannte Deep Packet Inspection (DPI) notwendig. Dabei

achtet etwa die Firewall darauf, dass über Port 80 tatsächlich HTTP gesprochen wird – und nicht das ganz anders aufgebaute SSH. Das ist jedoch in der Praxis leichter gesagt, als getan.



## Böser WLAN-Zwilling

### Hacking-Gadgets:

[WiFi Pineapple](#), [WiFi Deauther](#)

Angriffe auf WLAN sind sehr vielfältig. Das Knacken von WLAN-Netzen mit veralteter Verschlüsselung, Lücken in WPS oder berechenbaren Standardpasswörtern ist längst keine hohe Kunst mehr. Anstatt in fremde Netze einzubrechen, können Angreifer ihre Ziele auch einfach zu sich locken. Mit geeigneter Hardware wie dem **WiFi Pineapple** lassen sich besonders einfach WLAN-Hotspots einrichten und damit Man-in-the-Middle-Angriffe durchführen. Am naheliegendsten ist es, den Pineapple über USB, Ethernet oder ein anderes WLAN-Netz mit dem Internet zu verbinden und gleichzeitig ein eigenes Netz mit einem vielversprechenden Namen wie „Telekom“ oder „Vodafone Hotspot“ aufzuspannen. War der Client zu einem früheren Zeitpunkt mit einem gleichnamigen Netz verbunden, wird er die Verbindung sogar automatisch herstellen. Noch raffinierter ist die KARMA-Attacke: Dabei lauscht der Pineapple nach den sogenannten Probe-Requests der umliegenden WLAN-Clients. Damit suchen die Clients nach Netzen, mit denen sie bereits zuvor verbunden waren. Empfängt ein Accesspoint in Funkreichweite einen solchen Request, antwortet er mit einem „Hallo, hier bin ich!“, sofern er sich für den gesuchten Netzwerknamen (SSID) zuständig fühlt.

Auch der Pineapple antwortet auf Probe Request – allerdings auf alle. Fragt ein Client nach dem Netz „Heise-Besucher“, behauptet der Pineapple, dass er zuständig ist und der Client baut eine Verbindung zu dem bösen Zwillingssnetz auf. So bekommt jeder Client sein eigenes, ihm vermeintlich bekanntes WLAN-Netz vorgegaukelt. Den Traffic der Clients kann ein Angreifer anschließend beliebig mit-schneiden, umleiten oder manipulieren. Phishing-Seiten lassen sich in dieser Position ebenfalls leicht einrichten und dank IP-Umleitungen mit „dns-spoof“ werden die von den WLAN-Nutzern auch garantiert besucht – egal, welche URLs eigentlich angesteuert wurden. Der Angreifer kann seine Opfer außerdem auf mit Exploits bestückte Websites locken. Da alle Clients im eigenen lokalen Netzwerk sind, kann er sie darüber hinaus mit dem Angriffs-Tool „Metasploit“ ungestört auf Schwachstellen abklopfen.

Falls sich die Clients nicht freiwillig mit dem Zwillingssnetz verbinden wollen, weil sie bereits in ein anderes WLAN-Netz eingebucht sind, kann sie der Angreifer auch mit Nachdruck dazu überreden. Der WLAN-Standard sieht sogenannte Deauthentication-Pakete vor, mit denen ein Accesspoint den mit ihm verbundenen Clients signalisiert, dass die Verbindung getrennt werden soll. Die meisten Clients trennen die Verbindung anschließend. Diese speziellen Pakete sind nicht verschlüsselt und können leicht gefälscht werden. Verschickt der Angreifer einige Deauthentication-Pakete mit der MAC-Adresse eines legitimen Accesspoints als Absender, kappen dessen Clients die Verbindung. Der **WiFi Deauther** attackiert auf diese Weise beliebige Netze sogar auf Knopfdruck und macht sie unbenutzbar. Im Anschluss suchen die Clients nach dem nächstbesten Netz und finden den bösen Zwilling des Angreifers.

WLAN-Hotspots sollte man also mit Vorsicht genießen, da sie nicht vertrauenswürdig sind. Nutzen Sie lieber eine Mobilfunkverbindung oder schützen Sie sich in einem öffentlichen WLAN zumindest durch einen verschlüsselten VPN-Tunnel.

(rei@ct.de)



# Elektronische Übeltäter

## Rechtliche Aspekte im Zusammenhang mit Spionage- und Sabotage-Gadgets

**Kleine Geräte, die heimlich Hintertüren in Computern einrichten, WLAN-Sicherungen über tölpeln oder gar Hardware gezielt zerstören, sind der Albtraums eines System-verantwortlichen. Diese Gadgets können jedoch auch wertvolle Dienste beim Aufspüren von Schwachstellen in Datennetzen und IT-Systemen leisten. Wer nach der rechtlichen Bewertung fragt, bekommt nicht immer befriedigende Antworten.**

Von Verena Ehrl

**E**s gibt Gegenstände, mit denen man nach deutschem Recht nicht umgehen darf – man darf sie nicht kaufen, einführen, herstellen, besitzen oder verkaufen und erst recht nicht benutzen. Die Liste dieser Gegenstände ist allerdings sehr kurz und es handelt sich samt und sonders um Waffen und einschlägiges Zubehör: vom Wurfstern über den Regenschirm-Degen bis zum Laserpunkt-Zielmarkierer für Gewehre. Kein Wunder, die Liste befindet sich ja auch in einer Anlage zum Waffengesetz [1]. Das heißt aber nicht, dass das deutsche Recht den Einsatz von Gegenständen jeder anderen Art stets wohlwollend betrachten würde – nur ist etwa bei digitalen Spionage- oder Sa-

botage-Tools die Frage weitaus schwieriger zu beantworten, was genau verboten ist und warum. Dabei können geschickte Hände mit ihnen möglicherweise mehr gezielten Schaden anrichten als mit eher altmodisch anmutenden Schrecknissen von der Tabuliste des Waffengesetzes.

### Strafbar oder „nur“ rechtswidrig?

Es kann viele Gründe und Abstufungen geben, warum oder inwieweit man mit Keyloggern, WLAN-Störern oder Killsticks gegen Gesetze verstößt. Schon die Einfuhr eines Produkts in den Bereich der Europäischen Union kann illegal sein. Dasselbe kann für den Handel damit und

die Werbung dafür gelten, natürlich erst recht für die Nutzung des Produkts zu rechtswidrigen Zwecken.

Allerdings hat längst nicht alles, was aus den verschiedensten Gründen illegal ist, auch eine strafrechtliche Bedeutung. Das Strafrecht bedroht gesetzlich verbotes Verhalten mit staatlichen Sanktionen. Das Zivilrecht hingegen regelt Streitfälle zwischen Privatleuten respektive Unternehmen und kommt dann zum Einsatz, wenn jemand Rechte anderer verletzt oder andere schädigt. Darüber hinaus gibt es noch diverse produktbezogene Bestimmungen, deren Verletzung etwa zollrechtliche Konsequenzen hat.

## Straftäter im Visier

Das deutsche Strafrecht hebt vorwiegend auf den Taterfolg ab – also auf das Ergebnis, zu dem eine Tat führt. Bei allen Tatbeständen, die mit Daten zu tun haben, ist das üblicherweise die Störung der rechtmäßigen Verfügungsgewalt über die Daten. Auch im Zusammenhang mit elektronischen Hilfsmitteln geht es hier also um das Ergebnis einer kriminellen Nutzung.

Ziemlich klar ist das bei Killer-USB-Sticks: Wer damit nur eigene Hardware röstet, macht sich nicht strafbar. Andernfalls geht es um eine Sachbeschädigung nach Paragraf 303 des Strafgesetzbuchs (StGB). Unerheblich ist, ob der Täter das beschädigte Objekt wieder ersetzen und den Schaden damit beheben kann. Es ist auch nicht entscheidend, ob der Gegenstand ganz oder nur teilweise zerstört wurde.

Daten hingegen sind keine körperlichen Gegenstände, § 303 StGB greift somit nicht. Der Gesetzgeber musste darauf reagieren und hat § 303 a und b ins StGB eingefügt: Damit wird die Veränderung und Zerstörung von Daten unter Strafe gestellt.

Daten im Sinne des Gesetzes sind nach § 202a Abs. 2 StGB nur solche, die elektronisch, magnetisch oder in anderer nicht unmittelbar wahrnehmbarer Form gespeichert sind oder übermittelt werden. Betroffen sind zudem nur solche Daten, an denen ausschließlich jemand anderem das Recht zur Veränderung, Nutzung und Löschung zusteht. Damit fallen beispielsweise Arbeitnehmer, die von ihrem Job her mit den Daten arbeiten dürfen, aus der Strafbarkeit heraus. Sie können durch unerlaubte Veränderung oder Löschung von Daten jedoch heftigen zivilrechtlichen Ärger bekommen, der sich beispielsweise in Schadenersatzansprüchen äußert.

Die strafbare Datenveränderung erfasst alles, was den Zugriff des Berechtigten erschwert oder unmöglich macht, also etwa Unterdrücken, Löschen, Unbrauchbarmachen und Abändern. Dabei ist es egal, ob der Täter die Daten etwa durch Überschreiben löscht oder das Speichermedium, auf dem sie sich befinden, physisch zerstört.

## Computersabotage

§ 303b StGB stellt unter bestimmten Bedingungen die Störung von Datenverarbeitungsvorgängen unter eine höhere Strafe. Das gilt etwa dann, wenn ein Geschädigter auf die Funktionsfähigkeit der Datenverarbeitung angewiesen ist. Hiervon sind Vorgänge in Unternehmen betroffen, aber auch im privaten Bereich. Wann die Bedeutung für einen Geschädigten wesentlich ist, hängt vom Einzelfall ab.

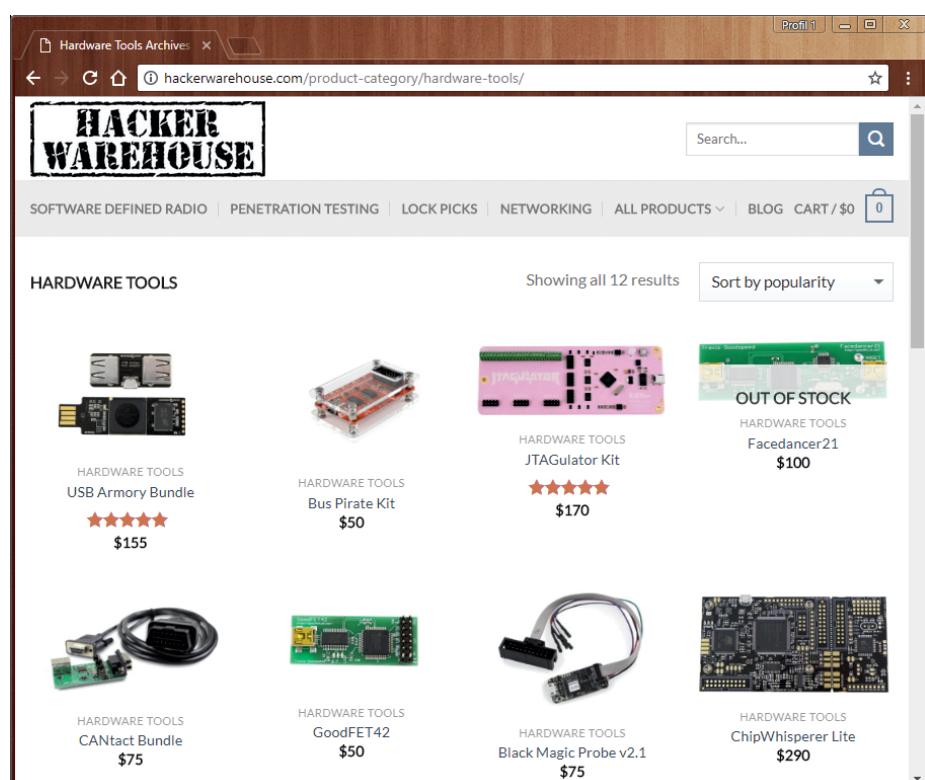
Damit die Strafbestimmung über Computersabotage greift, braucht noch nicht einmal ein konkreter Schaden eingetreten zu sein – es genügt schon, dass der Täter die Gefahr dafür schafft. § 303 Abs. 2 erfasst die missbräuchliche Eingabe und Übermittlung von Daten, die in der Absicht geschieht, jemandem einen Nach-

teil zuzufügen. Ein solcher Nachteil kann, muss aber nicht unbedingt ein Vermögensschaden sein. Ein klassisches Beispiel in diesem Zusammenhang sind Denial-of-Service-Angriffe (DoS). Auch der Einsatz von Spionagegadgets kann hier erfasst sein, wenn etwa das Aufzeichnen von Bildern ohne Kenntnis und Einwilligung eines Betroffenen geschieht und dieser dann durch den Upload des Materials in Social Networks lächerlich gemacht wird.

§ 303 Abs. 3 schließlich stellt auf die Zerstörung der Hardware ab. Vom Magneten bis zum explodierenden USB-Stick können hier die verschiedensten Hilfsmittel als Tatwerkzeuge eine Rolle spielen.

## Tausend Augen

Auch abseits dieser speziellen Strafrechtsparagrafen gibt es technische Vorgänge, die zu einem kriminellen Ergebnis führen. Als Beispiel kann der Einsatz der GSM-Wanze dienen – im Kern ist das ein primitives Handy mit SIM- und MicroSD-Karte, das lauscht und speichert. Damit kann man wunderbar etwa die verwaiste Gartenlaube überwachen, wenn man im Urlaub ist. Es lässt sich aber auch benutzen, um Mitmenschen heimlich zu belauschen.



Das „Hacker Warehouse“ ist ein Eldorado für Experimentierer, aber auch für Leute mit finsternen Absichten. Der Online-Shop gehört zur Godai Group, einer in Kalifornien beheimateten Unternehmensgruppe mit Schwerpunkt auf Werkzeugen, Diensten und Informationen rund um IT- und Netzsicherheit.

Grundsätzlich unzulässig ist die Überwachung öffentlicher Räume – das betrifft visuelle Information ebenso wie akustische. Wenn es etwa um Kameras geht, müssen diese so eingestellt werden, dass sie ausschließlich das eigene Grundstück beziehungsweise Haus erfassen. Gehwege, Straßen, Grundstücke des Nachbarn, sogar gemeinsame Zufahrten sind tabu. Unzulässig ist bereits, auch nur – etwa mit Attrappen – den Anschein zu erwecken, dass diese Bereiche überwacht werden.

§ 201 StGB stellt die Vertraulichkeit des Wortes unter den Schutz des Strafgesetzes, § 201a betrifft Bildaufnahmen. Sobald ein Gerät in der Lage ist, Gespräche aufzuzeichnen, riskiert ein Verwender bereits, sich strafbar zu machen. Geschützt ist insbesondere das nicht öffentlich gesprochene Wort – rechtswidrig ist somit die Überwachung von Telefonaten und vertraulichen direkten Gesprächen, unabhängig davon, ob der Überwachende selbst Teilnehmer eines solchen Gesprächs ist oder nicht.

Selbst wenn keine Aufnahmen gemacht werden, sondern nur eine heimliche Übertragung stattfindet, werden dabei Persönlichkeitsrechte der Belauschten verletzt.

Der legale Einsatz eines Überwachungsgeräts ist mit Pflichten für den Nutzer verbunden: Ein deutliches Hinweisschild muss etwa Besucher vor dem Betreten überwachter Räume auf die Überwachung aufmerksam machen. Die Aufzeichnungen aus den Geräten dürfen nur für einen begrenzten Zeitraum gespeichert werden, dann sind sie zu löschen. Automatisch angefertigte Bilder, etwa bei einem Einbruch, darf man keineswegs im Zuge einer Do-it-yourself-Fahndung ins Netz stellen.

Bei Fotos oder Videos, die im Netz landen, können auch Straftatbestände aus dem Kunstrheberrechtsgesetz (KUrhG) berührt sein: § 22 und 23 stellen die Verbreitung oder das öffentliche Zurschaustellen eines Bildnisses ohne Einwilligung des Abgebildeten unter Strafe. Auch wenn man sich nicht strafbar gemacht hat, kann ein Aufgenommener dennoch zivilrechtliche Ansprüche stellen. Je nach Umständen des Falles können die von der Vernichtung der Aufzeichnungen über die Unterlassung weiterer Aufnahmen (was die Demontage der Aufzeichnungsgeräte bedeutet) bis hin zu Schadenersatz und Schmerzensgeld reichen.

## Datenleck Marke Eigenbau

Zu den besonders wirkungsvollen elektronischen Datenspionen gehören Keylogger, die jede Aktivität an der Computertastatur aufzeichnen. Es gibt sie in reiner Software-Form als zu installierende und unauffällig im Hintergrund mitlaufende Protokollierungsprogramme. Praktischer in der Anwendung sind USB-Keylogger in Form harmlos aussehender USB-Sticks, die gleich einen eigenen Speicher mitbringen. Sie sind als gar nicht heimliche Helfer bei IT-Supportern beliebt, weil man damit gut Eingabefehlern von Benutzern auf die Spur kommen und unkompliziert ein Backup von Texteingaben anfertigen kann. Andererseits lassen sie sich auch gut zur Überwachung und zum Ausspionieren nutzen. Heimlich eingesetzt offenbaren sie dem Unbefugten Passwörter, Anwender-Logins und vieles mehr.

Für arbeitsrechtliches Aufsehen hat Ende Juli der Fall eines angestellten Web-Entwicklers gesorgt, der seinen Dienstrechner pflichtwidrig auch für private Zwecke genutzt hatte und mit Hilfe eines heimlich installierten Keyloggers überführt worden war. Das Bundesarbeitsgericht (BAG) verbot die Verwertung der Keylogger-Aufzeichnungen in diesem Fall [2]: Der Einsatz eines solchen Werkzeugs für eine verdeckte Überwachung und Kontrolle des Arbeitnehmers ist nach § 32 Abs. 1 des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG) unzulässig, wenn damit nicht ein durch konkrete Tatsachen begründeter Verdacht einer Straftat oder einer anderen schwerwiegenden Pflichtverletzung verifiziert werden soll.

Wie bei vielen anderen Werkzeugen zum Überwachen und Protokollieren ist auch beim Keylogger weder Kauf noch Besitz strafbar – sehr wohl kann sich aber jemand durch den Einsatz eines solchen Geräts strafbar machen, wenn er etwa Geschäftsgeheimnisse stiehlt oder mithilfe der Keylogger-Daten einen Betrug begeht.

Sobald ein Keylogger personenbezogene oder -beziehbare Daten abschöpft, wird es auch datenschutzrechtlich kritisch: Das Bundesdatenschutzgesetz (BDSG) verbietet es in § 43 Abs. 2, unbefugt personenbezogene Daten zu beschaffen, zu erheben, zu verarbeiten oder solche Daten zweckentfremdet zu nutzen. Voraussetzung ist jeweils, dass es sich nicht um allgemein zugängliche Daten handelt. Bei § 44 BDSG geht es dann nicht mehr um eine Ordnungswidrigkeit, sondern um eine Straftat: nämlich dann, wenn eine

Product	Description	Price
Bash Bunny	USB	\$99.99
WiFi Pineapple	wireless router	from \$99.99
LAN Turtle	USB	\$49.99
USB Rubber Ducky	USB stick	\$44.99
HackRF One	black box	\$328.00
Hak5 Elite Field Kit	kit box	\$499.99
Hak5 Essentials Field Kit	red kit box	\$339.99
Ubertooh One	USB stick	\$120.00

In seinem „Hakshop“ bietet das kalifornische Hak5-Team Equipment aus eigener Entwicklung, das zum Eindringen in Netze, zum Spionieren und Stören geeignet ist. Dazu gehört der beliebte „Bash Bunny“, der eine Fülle unterschiedlicher Angriffe auf einen angeschlossenen Computer durchführen kann.

Schädigungs- oder Bereicherungsabsicht vorliegt.

## Der Reiz fremder Funkwellen

Eine beliebte Freizeitbeschäftigung für den geneigten Hobby-Hacker ist das Aufspüren und Nutzen offener WLAN-Verbindungen. Wer verschlüsselte WLAN-Kommunikation knackt, kann sich auf verschiedene Weise strafbar machen – auch wenn er zum Knacken keine eigene Intelligenz einsetzt, sondern lediglich einen elektronischen WLAN-Überlister. § 202 a-c StGB umfasst den unbefugten Zugang zu besonders gesicherten Daten durch Hacking sowie die Vorbereitung dazu. Mehr zu diesen sogenannten Hackerparagrafen sagt der Kasten rechts.

Selbst das Mitlesen unverschlüsselter WLAN-Kommunikation ist nach § 89 und 148 des Telekommunikationsgesetzes (TKG) strafbar. Diese Vorschriften verbieten das Abhören von Nachrichten, die über eine Funkanlage gesendet werden. Es gibt bisher nur wenig Rechtsprechung dazu, daher ist die Thematik immer noch umstritten. Das Landgericht (LG) Wuppertal hat 2010 entschieden, dass zumindest das bloße unbefugte Surfen unter Verwendung eines fremden offenen WLAN nicht strafbar ist [3]. Etwas anderes dürfte aber gelten, wenn Daten gezielt abgefangen und ausgelesen werden; § 89 TKG bietet dafür genügend Spielraum.

## Du kommst hier nicht rein!

In Konflikt mit dem Gesetz kann man durch elektronische Gadgets auch auf ganz andere Weise geraten als bisher gezeigt – nämlich durch deren illegale Einfuhr in den Handelsraum der Europäischen Union. Hier geht es um Ordnungswidrigkeiten, die mit Geldbußen geahndet werden. Es kann auch sein, dass Geräte, die jemand rechtswidrig importieren will, vom Zoll beschlagnahmt und vernichtet werden. Bei Gadgets, die mit Funktechnik arbeiten, ist beispielsweise wichtig, dass sie den Bestimmungen des Gesetzes über Funkanlagen und Telekommunikationsendeinrichtungen (FTEG) entsprechen. Auch die Vorschriften des Produktsicherheitsgesetzes (ProdSG) samt der dazugehörigen Verordnungen müssen erfüllt sein.

Seit Mai 1985 muss für Produkte, die im Bereich der EU in Verkehr gebracht werden, außerdem eine Erklärung des Herstellers darüber vorliegen, dass das

## Der berüchtigte „Hackerparagraf“

Seit 2007 befindet sich im deutschen Strafgesetzbuch (StGB) der Paragraph 202 c, der die Beschaffung, Verbreitung, Überlassung und den Verkauf von Zugangscodes und Passwörtern für den unbefugten Zugriff auf gesicherte fremde Daten unter Strafe stellt. Dasselbe gilt für Herstellung, Zugänglichmachung und so weiter von Computerprogrammen, die einem solchen Zweck dienen. Es geht dabei um die Vorbereitung einer Straftat, nämlich des Ausspähens (§ 202a StGB) oder des Abfangens (§ 202b) von Daten, und es drohen Freiheitsstrafen bis zu zwei Jahren oder zumindest eine Geldstrafe.

Ähnlich wie beim Geldfälschen entgeht der Vorbereitende der Strafe, wenn er die Sache aufgibt, eine durch die Vorbereitung heraufbeschworene Gefahr abwendet oder die Vollendung der vorbereiteten Tat aktiv verhindert. Die Software-Werkzeuge, um die es geht, muss er vernichten, unbrauchbar machen oder sie den Behörden offenlegen respektive überlassen.

Dieser sogenannte Hackerparagraf ist seit seiner Einführung hoch umstritten – insbesondere weil der Gesetzgeber nicht geklärt hat, was man unter dem Begriff „Computerprogramme, deren Zweck die Begehung einer solchen Tat ist“, konkret verstehen soll. Wer die Bestimmung restriktiv auslegt,

lässt sämtliche Software-Werkzeuge zum Aufspüren von Sicherheitslücken darunter fallen, ungeachtet dessen, ob diese ebenso gut legalen Zwecken dienen können oder nicht. Ein zentraler Streitpunkt ist von Beginn an die Frage gewesen, welche Konsequenz der „Dual Use“ eines Werkzeugs hat – also der Umstand, dass dieses eben mehrerelei Zwecken dienen kann, die keineswegs alle die Vorbereitung von Straftaten betreffen. Eine ausdrückliche Ausnahmeregelung für Werkzeuge zum Penetration Testing sieht der Wortlaut des Gesetzes nicht vor.

2009 stellte das Bundesverfassungsgericht (BVerfG) klar, die Bestimmung beziehe sich ausschließlich auf solche Tools, die dediziert auf einen kriminellen Zweck abzielen und so bereits mit illegaler Absicht hergestellt wurden [4]. Die viel diskutierten „Dual Use“-Produkte seien davon nicht erfasst – zumindest fehle demjenigen, der solche Software zu legalen Zwecken nutze, der für eine Strafbarkeit notwendige Vorsatz.

Ein zusätzliches Problem liegt in der Einschränkung des Gesetzeswortlauts auf „Computerprogramme“. Streng genommen würden reine Hardware-Lösungen nicht davon erfasst, was aber nicht der Absicht des Gesetzgebers entspricht.

Produkt sämtlichen aktuell anwendbaren europäischen Richtlinien entspricht. Dies dokumentiert der Hersteller oder sein im EU-Gebiet ansässiger Bevollmächtigter, indem er die CE-Kennzeichnung auf das Produkt aufträgt. Ohne eine solche Konformitätskennzeichnung dürfen Produkte, auf die die einschlägigen Richtlinien anzuwenden sind, in der EU nicht in Verkehr gebracht und auch nicht in Betrieb genommen werden.

Interessanterweise finden sich unter den Richtlinien, die das betrifft, mindestens zwei, die für elektronische Geräte relevant sind: 89/336/EWG über elektromagnetische Verträglichkeit und 91/263/EWG über Telekommunikationsendeinrichtungen.

Der Zoll informiert auf seiner Website [www.zoll.de](http://www.zoll.de) darüber, welche Vorschriften für die Einfuhr von Produkten in den EU-Raum gelten. Es lohnt sich, ein wenig Zeit für diese etwas sperrige Lektüre aufzubringen, wenn man in Bezug auf den Einsatz importierter Gadgets rechtlich auf der sicheren Seite sein will. (psz@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Verbogene Gegenstände: Anlage 2 zu § 2 Abs. 2 bis 4 des Waffengesetzes (WaffG)
- [2] BAG, Urteil vom 27. 7. 2017, Az. 2 AZR 681/16
- [3] LG Wuppertal, Beschluss vom 19. 10. 2010, Az. 25 Qs 177/10
- [4] BVerfG, Beschluss vom 18. 5. 2009, Az. 2 BvR 2233/07, 1151/08 und 1524/08

**Entscheidungen:** [ct.de/y3qp](http://ct.de/y3qp)



# Außenseiter – Spitzenreiter

## High-End-Prozessoren Ryzen Threadripper 1950X und 1920X

**Mit den 16- und 12-Kern-CPUs der Serie Ryzen Threadripper nimmt AMD Intel die Leistungskrone bei Desktop-PC-Prozessoren ab. Zudem bindet die TR4-Plattform viele Grafikkarten und SSDs an.**

Von Christian Hirsch

**L**ange war es nicht mehr so spannend bei Prozessoren: AMD setzt mit Ryzen seit Anfang März Intels Core-i-Serie erheblich unter Druck. Nun legt AMD noch einen drauf: Die von den Server-Chips Epyc abgeleiteten High-End-Prozessoren Ryzen Threadripper treten mit bis zu 16 Kernen und 32 Threads, 64 PCI-Express-Lanes sowie vier DDR4-

Speicherkanälen an. Damit übertrumpfen sie nicht nur bei der Performance Intels High-End-Prozessoren Core X, die derzeit mit maximal zehn Kernen lieferbar sind.

Die neuen Threadripper-Prozessoren von AMD eignen sich für anspruchsvolle Aufgaben wie Rendering von Ray-tracing-Szenen, für 4K-Gaming-Rechner mit mehreren High-End-Grafikkarten und als Workstation-Ersatz, um großen Datenmengen von mehreren schnellen PCI-Express-SSDs zu bearbeiten. Zum Start gibt es zwei CPUs: Der Ryzen Threadripper 1950X mit 16 Kernen kostet 1000 Euro. 200 Euro weniger muss man für den Zwölfkerner Ryzen Threadripper 1920X berappen. Ende August soll zudem der preisgünstigere TR4-Acht-kerner Ryzen Threadripper 1900X für 550 Euro folgen. Weitere Varianten von Threadripper sind in Arbeit, zum Beispiel ein 1920 ohne „X“ mit niedriger Thermal Design Power.

Auf bisherigen Mainboards laufen die neuen AMD-Prozessoren nicht, vielmehr benötigt man ein Board mit der neuen CPU-Fassung TR4. Diese kosten mit 380 bis 550 Euro ungefähr das Dreifache von gut ausgestatteten AM4-Boards. Neue Kühler sind ebenfalls nötig.

### Eine Nummer größer

In unserem Test müssen sich die Threadripper-Prozessoren mit Intels derzeitigem 1000-Euro-Flaggschiff Core i9-7900X (10 Kerne) messen. Zum Vergleich tritt außerdem der schnellste Octa-Core-Prozessor für die Fassung AM4 Ryzen 7 1800X an.

Von AMD erhielten wir eines von 250 Reviewer-Kits. Dieses enthielt außer den beiden Prozessoren im B1-Stepping ein komplettes Hardware-Paket mit dem TR4-Mainboard Asus ROG Zenith Extreme, vier DDR4-3200-DIMMs, eine M.2-NVMe-SSD Samsung 960 Pro, eine Wasserkühlung mit drei 12-cm-Lüftern und ein 1250-Watt-Netzteil. Auf Board, Lüftern und RAM-Riegeln sitzen zahlreiche RGB-LEDs, die das Testsystem in Regenbogenfarben beleuchten.

Zur besseren Vergleichbarkeit mit den anderen Plattformen haben wir den Arbeitsspeicher durch DDR4-2666 ersetzt. Dies ist zudem das maximale Tempo, welches AMD für den Betrieb mit einem DIMM pro Speicherkanal spezifiziert. In einer Fußnote des Reviewers Guide gibt AMD an, dass Threadripper

auch die Fehlerkorrekturmöglichkeiten von ECC-RAM unterstützen.

Die Threadripper-Prozessoren sind mit  $7,5\text{ cm} \times 5,8\text{ cm}$  deutlich größer als die Ryzen für AM4 ( $4\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ ), denn AMD muss wegen der 64 PCIe-Lanes, der vier DDR4-Speicherkanäle und des höheren Energiebedarfs wesentlich mehr Kontakte unterbringen. Deshalb verwendet der Chiphersteller mit TR4 eine leicht abgewandelte Variante der Fassung SP3 der Server-Prozessoren Epyc. Im Unterschied zu AM4 gibt es statt 1331 nun 4094 Leitungen. Außerdem kommt bei TR4 ein Land Grid Array (LGA) zum Einsatz: Wie bei Intels Core-i-Prozessoren befinden sich auf der CPU-Unterseite vergoldete Kontaktflächen (Lands) statt Stifte. Das Gegenstück in der CPU-Fassung bilden 4094 kleine Federchen.

Die enge Verwandtschaft mit den Server-Cpus zeigt sich auch beim Einbau: Dafür muss man zunächst mit einem mitgelieferten Torx-Drehmomentschraubendreher den Metallrahmen lösen, hochklappen und zwei Schutzkappen entfernen. Die CPU gleitet dann in einem Plastikrahmen in den Halterahmen und klappt mit diesem herunter auf das Federbett. Im letzten Schritt arretiert man den Rahmen mit drei Torx-Schrauben (siehe Video unter [ct.de/yafk](#)).

## Aufgebohrte Kerne

AMD packt bei Ryzen Threadripper vier Halbleiter-Chips auf einen Carrier, aber nur zwei davon sind auch funktionsfähige Octa-Cores-Dies. Die anderen beiden enthalten keine Transistoren und dienen nur zur besseren Befestigung des verlötzten Heatspreaders. Deshalb handelt es sich bei Threadripper nicht um teildefekte Epyc-Prozessoren. Die aktiven Dies sind über Kreuz angeordnet, damit sich die Wärme gleichmäßig auf dem Heatspreader verteilt.

Im Unterschied zu den Ryzen-Cpus für die Fassung AM4 aktiviert der Hersteller weitere Funktionen der in 14 nm gefertigten Dies: Jeder Chip in Threadripper stellt 32 statt der lediglich 24 PCIe-Lanes bei Ryzen 3, 5 und 7 bereit. Die beiden Dies sind per Infinity Fabric verbunden.

Der übrige Aufbau der Threadripper-Dies ist identisch mit dem der Ryzen-Prozessoren für AM4: Innerhalb der Chips kommt ebenfalls Infinity Fabric zum Einsatz. Es verknüpft die beiden CPU Core Complexes (CCX) mit je vier Kernen und

8 MByte L3-Cache, die Speicher-Controller sowie den I/O-Hub für PCIe Express 3.0, SATA 6G und USB 3.0 miteinander. Das Infinity Fabric liegt in der gleichen Taktdomäne wie der DDR4-RAM und arbeitet mit höherem Speichertakt schneller [1].

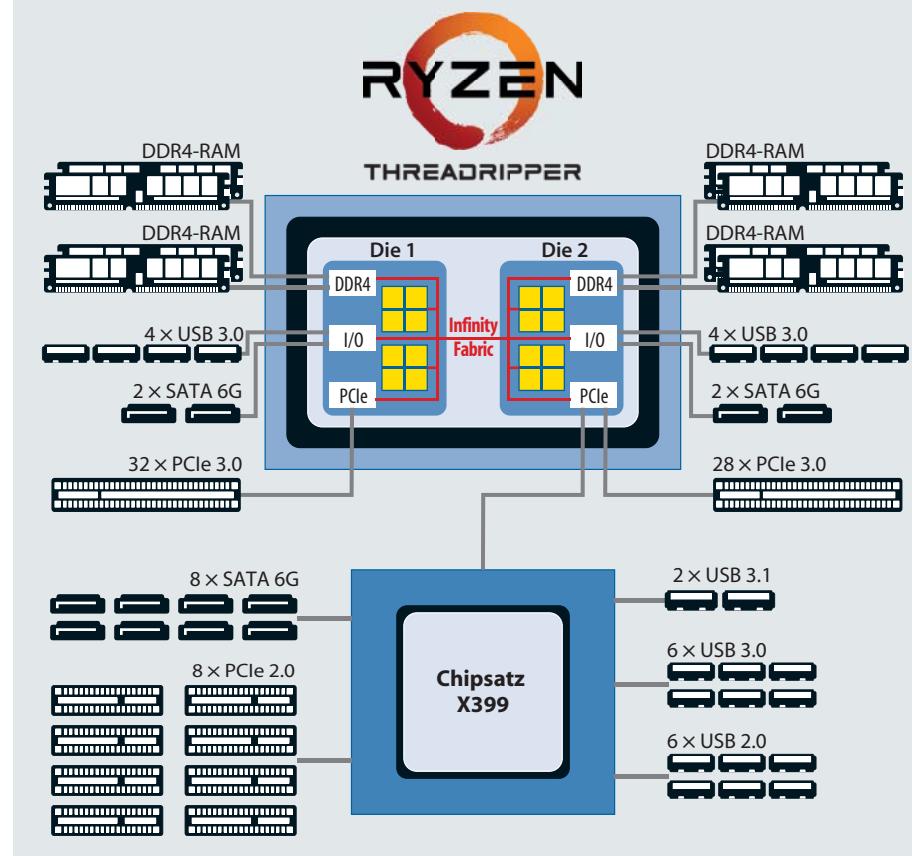
Der Ryzen Threadripper 1950X im Vollausbau mit 16 Kernen arbeitet in der Konfiguration 4+4/4+4. Beim Zwölfkerner 1920X deaktiviert AMD in jedem CCX einen Kern (3+3/3+3). Die Größe des L3-Cache sowie die Zahl der PCIe-Lanes reduziert sich dadurch aber nicht. Jedem Kern stehen 512 KByte L2-Cache zur Verfügung. Um die Recheneinheiten besser auszulasten, baut AMD auch in die Ryzen Threadripper Simultaneous Multithreading (SMT) ein. Jeder physische Kern meldet sich gegenüber dem Betriebssystem als zwei logische. Deshalb bietet der Threadripper 1950X mit 16 Kernen 32 Threads, beim Zwölfkerner sind es 24.

Der Nominaltakt der beiden TR4-Cpus liegt geringfügig unter dem des AM4-Topmodells Ryzen 7 1800X, dafür arbeiten die Turbo-Modi etwas schneller. Bei Last auf allen Kernen erreichen die beiden Threadripper-Prozessoren 3,7 GHz. Sind maximal vier Kerne ausgelastet, dürfen diese bis auf 4,0 GHz hochtakten. Als variablen Turbo gibt es obendrein die Funktion Extended Frequency Range (XFR): Hat der verwendete Kühlkörper noch Reserven, dürfen der Threadripper 1950X und 1920X in 25-MHz-Schritten bis zu 200 MHz über die genannten Werte hinausgehen. Overclocker können die Kern-Multiplikatoren zudem mit dem „Ryzen Master Tool“ oder per BIOS-Setup frei verändern.

Zusätzlich zu den 64 PCIe-3.0-Lanes, 8 USB-3.0-Ports und 4 SATA-Ports eines Ryzen Threadripper kommen noch die Schnittstellen des X399-Chipsatzes hinzu. Dabei handelt es sich technisch um den X370-Chipsatz der Fassung AM4. AMD

## Ryzen Threadripper

Die Board-Hersteller können bei der TR4-Plattform aus dem Vollen schöpfen, um Erweiterungskarten, Laufwerke und Zusatzchips anzubinden. Im Inneren der Prozessoren kommunizieren die Bestandteile über das Infinity Fabric, darunter auch die gelb abgebildeten vier CPU Core Complexes (CCX) mit je vier CPU-Kernen.



Ryzen Threadripper, Fassung TR4, 14 nm									
Prozessor	Kerne	Nominaltakt	Boost alle / 4 Kerne	XFR	L2-Cache	L3-Cache	PCIe-3.0-Lanes	TDP	Preis
Ryzen Threadripper 1950X	16+SMT	3,4 GHz	3,7 / 4,0 GHz	+0,2 GHz	16 × 512 KByte	32 MByte	64	180 W	1.040 €
Ryzen Threadripper 1920X	12+SMT	3,5 GHz	3,7 / 4,0 GHz	+0,2 GHz	12 × 512 KByte	32 MByte	64	180 W	830 €
Ryzen Threadripper 1920	12+SMT	3,2 GHz	k. A. / 3,8 GHz	k. A.	12 × 512 KByte	32 MByte	64	140 W	k. A.
Ryzen Threadripper 1900X	8+SMT	3,8 GHz	k. A. / 4,0 GHz	+0,2GHz	8 × 512 KByte	k. A.	64	180 W	550 €

TDP: Thermal Design Power k. A. keine Angaben

nennt ihn auf TR4-Boards aber X399, damit Käufer besser erkennen, dass Ryzen Threadripper andere Mainboards erfordert – und wohl auch mit Blick auf die Konkurrenz Intel X299. Der Chipsatz hängt über vier PCIe-3.0-Lanes an der CPU und stellt bis zu 2 × USB-3.1 Gen 2, 6 × USB 3.0, 8 × SATA 6G sowie 8 PCIe-2.0-Lanes bereit.

## Lange und kurze Wege

Weil bei Threadripper die vier Speicherkanäle jeweils paarweise an einem Die hängen, handelt es sich bei AMDs neuer High-End-Plattform um ein NUMA-System (Non-Uniform Memory Access). Greift ein Kern auf ein Speichermodul zu, das am anderen Chip hängt, sind die Latenzen höher als bei einem direkt angebundenen. Deshalb lässt sich das RAM in zwei Betriebsarten betreiben. Als Standardeinstellung gibt der Chipsetsteller den Distributed-Modus vor, bei dem RAM-Zugriffe auf alle Speicherkanäle verteilt werden. Damit erreicht der Prozessor den maximalen Durchsatz.

Alternativ lassen sich die Threadripper im BIOS-Setup sowie in AMDs „Ryzen Master Tool“ in den Local-Modus umschalten. Dabei präferiert der Prozessor DIMMs, die an jenem Die angebunden sind, auf dessen Kernen der jeweilige Thread läuft. Das verkürzt die durchschnittlichen Latenzen von 87,5 ns auf 59,6 ns. Vor allem Spiele profitieren davon: Die Bildrate beim Action-Adventure „Mittelerde: Mordors Schatten“ verbesserte sich im Local-Modus mit 11 Prozent sogar etwas stärker als um die 5 bis 10 Prozent, die AMD verspricht.

Allerdings gibt es auch in der Prozessorenwelt nichts umsonst. Der Speicherdurchsatz verringert sich im Local-Modus, weil die beiden Dies jeweils im Dual-Channel- und nicht mehr im Quad-Channel-Modus arbeiten. Während einige Programme wie das Rendering mit Cinebench oder Blender unverändert schnell laufen, bricht die Geschwindigkeit beim Komprimieren mit WinZip um 15 Prozent und beim Verschlüsseln mit VeraCrypt sogar auf die Hälfte ein. Wir raten deshalb, den Speichermodus auf dem Standardwert „Distributed“ zu lassen.

Mit schnellerem RAM verbessert sich die Performance bei Spielen, ohne dass es zu Einbußen bei Anwendungen kommt. Die Bildrate des Echtzeitstrategiespiels „Ashes of the Singularity“ legt mit DDR4-3200 statt DDR4-2666 in Full HD um 8 Prozent zu. Allerdings bringt das nicht bei jedem Spiel ein solches Leistungsplus: Bei Mittelerde betrug der Unterschied lediglich 2 Prozent. Ob das den Preis von 300 statt 250 Euro für vier 8-GByte-DIMMs rechtfertigt, muss man selbst entscheiden.

## Führungswechsel

Um die Leistung der Ryzen Threadripper voll auszuschöpfen, müssen Anwendungen die 24 beziehungsweise 32 Threads der CPU auch auslasten können. In der Paradedisziplin Rendering wie beim Cinebench R15 oder Blender gelingt das am besten. Dort überholen die Ryzen Threadripper 1950X und 1920X Intels Zehnkerner Core i9-7900X, der erst kürzlich einen neuen Spitzenwert für

Desktop-PC-Prozessoren setzte. In der Multi-Threading-Wertung des Cinebench enteilt der 1950X dem Core i9 mit 45 Prozent Vorsprung. Lediglich im Flops-Benchmark, welcher Gleitkomma-berechnungen mit doppelter Genauigkeit durchführt, bleibt der Core i9 dank seiner beiden AVX512-Einheiten unangefochten.

Bei 3D-Spielen hängt es von der Architektur der Spiele-Engine ab, welche CPU besser abschneidet. „Mittelerde: Mordors Schatten“ kann der Core i9 wohl wegen des höheren Turbo-Taktes knapp für sich entscheiden. Ein Kopf-an-Kopf-Rennen gibt es bei „Ashes of Singularity“, das von vielen Threads profitiert. Der Achtkerner Ryzen 7 1800X liegt in diesem Spiele-Benchmark 30 Prozent zurück, weil er im Unterschied zu Ryzen Threadripper und dem Core i9 nur zwei statt vier Speicherkanäle besitzt.

Bisher gingen wir davon aus, dass Videokodierung ebenso wie Rendering gut parallelisierbar ist. Mit dem Transcoder Handbrake rechnete der Ryzen Threadripper 1950X unser Testvideo im Vergleich zum Ryzen 1800X mit halb so vielen Kernen und ähnlichen Taktfrequenzen jedoch lediglich 30 Prozent schneller um. Der Task-Manager zeigte, dass die 32 Threads lediglich zu 70 bis 80 Prozent ausgelastet waren. Handbrake kann die vielen Kerne also gar nicht alle nutzen.

Bei wachsender Kernanzahl der Prozessoren wird es immer schwieriger, die Rechenleistung in der Praxis abzurufen. Gängige Office-Anwendungen profitieren beispielsweise selten von mehr als zwei

## Performance und Leistungsaufnahme



<sup>1</sup> Renderbild eines BMW-Kfz

<sup>2</sup> Turbo Boost 3.0 Max

<sup>3</sup> Boost + XFR

Messungen mit 32 GByte DDR4-2666, SSD und GeForce GTX 1050, abweichend Ryzen 7 1800X mit 16 GByte



Bei Ryzen Threadripper ist alles etwas größer: Im Vergleich dazu wirken gängige Desktop-Prozessoren wie der Ryzen 7 1800X winzig (Abbildung in Originalgröße).

Threads. In der Teilwertung Büro-Software des Bapco Sysmark 2014 SE liegen die getesteten CPUs deshalb gerade einmal 1,6 Prozent auseinander. Zu drei Vierteln gehen darin Abläufe in Adobe Acrobat, MS Word und Excel ein.

Das „First World Problem“ zu vieler Kerne von Ryzen Threadripper kann sogar zu Problemen führen. Laut AMD starten zum Beispiel die 3D-Spiele „Dirt Rally“, „Far Cry Primal“ und „Far Cry“ nicht auf Systemen mit mehr als 20 logischen Kernen. Deshalb lassen sich die Ryzen Threadripper mit dem „Ryzen Master Tool“ in den Legacy-Compatibility-Modus versetzen, der ein Die deaktiviert. Zudem sollen die Bildraten bei Spielen wie „Civilization VI“, „Call of Duty: Modern Warfare Remastered“ oder „Heroes of the Storm“ damit einige Prozent zulegen.

## Energie!

Wie bei Ryzen für AM4 gibt es bei Threadripper keine feste Kernspannung für alle Kerne. Stattdessen liefert das Mainboard eine einheitliche Spannung (VDDCR-CPU). Im Prozessor selbst sitzen digitale Regler, die daraus je nach Belastung sepa-

rat für jeden Kern die Spannung auf 0,2 bis 1,5 Volt verringern. Zumeist liegt sie im Bereich um 1,2 Volt.

Im Unterschied zu Intels Core-X-Plattform hatten wir bei Ryzen Threadripper nicht mit Leistungseinbußen zu kämpfen, weil Board-Hersteller die Power Limits missachteten [2]. Auch unter Volllast auf allen Kernen mit Prime95 hielten beide Threadripper-Prozessoren ihre Thermal Design Power (TDP) von 180 Watt peinlich genau ein. Anhand dieses Wertes lässt sich nebenbei die Effizienz moderner Prozessoren ablesen: Ein einzelner Kern benötigt gerade einmal 11 Watt.

Wer vorhat, ein TR4-System zusammenzubauen, sollte dennoch in eine Wasserkühlung oder einen sehr leistungsstarken Luftkühler investieren. Die Threadripper-Chips vertragen wegen ihrer immensen TDP nicht so hohe Temperaturen wie die AM4-Ryzens. Schon bei den 95-Watt-Typen hat AMD deshalb zur gemessenen Kerntemperatur 20 °C addiert, damit die CPU-Lüfter früher hochdrehen. Bei Ryzen Threadripper kletterte die ausgelesene Temperatur bis auf 93 °C, allerdings beträgt der Temperaturaufschlag (Offset) bei den 180-Watt-Pro-

zessoren 27 °C. Die tatsächliche Kerntemperatur liegt mit 66 °C also im grünen Bereich.

Eine Liste zur TR4-Fassung kompatibler Kühlern hat AMD auf der eigenen Webseite veröffentlicht (siehe [ct.de/yafk](http://ct.de/yafk)). Ein Großteil davon sind Wasserkühlungen von Arctic, Cryorig, EVGA, Corsair NZXT und Thermaltake, die einen von Asetek gefertigten Pumpen-Kühler-Block verwenden. Eine Halterung für TR4 muss man dabei nicht extra besorgen, denn diese liefert AMD bei der Boxed-Variante der Threadripper-Prozessoren mit. Weitere Hersteller wie Cooler Master, EKWB, Enermax und Noctua haben für einige Kühlern TR4-Varianten beziehungsweise Nachrüst-Kits angekündigt.

## Fazit

Lange hat uns keine neue Prozessor-Plattform mehr so viel Freude bereitet. Bei Performance und I/O-Fähigkeiten dringt Ryzen Threadripper in Bereiche vor, die nie ein Desktop-PC zuvor gesehen hat. Wer kompromisslos Leistung für Multi-Thread-Anwendungen benötigt, ohne aufs Geld schauen zu müssen, ist bei der TR4-Platform genau richtig. Obendrein lassen sich mehrere High-End-Grafikkarten oder schnelle SSDs ohne Flaschenhälse anbinden.

Wie bei den letzten Prozessorneuvorstellungen hatten wir nur wenige Tage Zeit zum Testen und mit den üblichen Startschwierigkeiten wie ständigen BIOS-Updates und unfertiger Software zu kämpfen. Die Hardware von Ryzen Threadripper hinterlässt aber einen wesentlich besseren Eindruck als das mit heißer Nadel gestrickte Intel-Pendant LGA2066 für die Core-X-Prozessoren. (chh@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Christian Hirsch, Voll auf die Acht, Übertakten von Ryzen-Prozessoren, c't 8/17, S. 138
- [2] Christian Hirsch, X-Boards, LGA2066-Mainboards für Core X, c't 17/17, S. 96

**Liste von TR4-Kühlern:** [ct.de/yafk](http://ct.de/yafk)

Mittelerde: Mordors Schatten, Full HD, Ultra, FXAA, DX11 [fps]	Ashes of the Singularity, Full HD, 4xMSAA, DX12 [fps]	Flops FMA Double Precision [GFLOPS]	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Last [W]
167	93	476	82/283
171	83	357	80/276
188	92	1044	54/210
174	64	238	34/178



# Finnische Phönixe

## Die Smartphones Nokia 3, Nokia 5 und Nokia 6 mit Android im Test

**Nokia ist zurück im Smartphone-Geschäft! Nach einigen Wirrungen gibt es wieder Telefone unter der weiterhin beliebten Marke. Doch die drei günstigen Comeback-Geräte bieten kaum mehr als Nostalgie.**

**Von Alexander Spier**

Die günstige Smartphones sollen Nokias Comeback antreiben: das Nokia 3 für 150 Euro, das Nokia 5 für 190 Euro und das Nokia 6 für 230 Euro. Überzeugen sollen sie mit einer guten Verarbeitung und aktuellem sowie unverbalettem Android. Zudem sind die drei Kandidaten optional mit Dual-SIM zu haben.

Außer dem Namen trägt Nokia nicht mehr viel zu den Android-Smartphones bei: Entwickelt werden die Geräte von der finnischen Firma HMD Global, die Produktion übernimmt Foxconn in China. Aber HMD sitzt nicht nur am gleichen Standort wie Nokia, ein Teil des Personals rekrutiert sich auch aus den Überbleibseln der Smartphone-Sparte. Kein schlechtes Vorzeichen also, um endlich mit einem populären Betriebssystem durchzustarten.

### Bodenständig

Der erste Eindruck ist jedenfalls positiv: Gerade das billige Nokia 3 kann mit einem gut verarbeiteten Gehäuse punkten. Seine Rückseite erinnert an die früheren Polycarbonat-Gehäuse und hinterlässt einen sehr stabilen Eindruck. Durch das an den

Rändern leicht abgerundete Display-Glas wirkt es hochwertiger, als der Preis vermuten ließe.

Äußerst stabil und gut verarbeitet sind auch die beiden größeren Modelle. Sie wirken aber gerade in der vorliegenden silbernen Farbvariante mit schwarzer Front seltsam uninspiriert. Hier stechen dicke Metallrahmen deutlich ins Auge und auch die auffälligen Antennenbänder im Metallgehäuse fügen sich optisch nicht so richtig ein. Würde nicht Nokia auf der Front stehen, gingen sie als beliebige China-Smartphones durch. Schicker werden die aus einem Stück gefrästen Metallrückseiten in der blauen und bronzenen Farbvariante. So bunt wie die Ur-Nokias treten die Geräte aber nicht mehr auf.

Das Nokia 3 und 5 gibt es mit 16 GByte internem Flash-Speicher und 2 GByte Arbeitsspeicher. Nicht üppig, aber dem Preis angemessen. Das Nokia 6 bringt doppelt so viel internen Speicher und 3 GByte RAM mit. Alle drei sind mit einer MicroSDXC-Karte erweiterbar, die auch als interner Speicher formatiert werden kann. So lassen sich aktuell bis zu 256 GByte Platz recht einfach nachrüsten.

Alle drei beherrschen LTE, wenn auch nur maximal nach Kategorie 4 mit bis zu 150 MBit/s. Sie nutzen nicht nur die drei deutschen Standard-Bänder 3, 7 und 20 (1800, 2600, 800 MHz), sondern auch die in Zukunft hinzukommenden Bänder 8 und 28 (900 und 700 MHz). Die WLAN-Module sind Dual-Band-fähig, nur das Nokia 6 schafft den schnelleren ac-Standard. Der Empfang war bei allen dreien stabil und blieb im Betrieb unauffällig.

Nokia nutzt weiterhin den alten Micro-USB-Anschluss statt der praktischeren USB-C-Buchse. Die ist in der Preisklasse zwar noch nicht Standard, doch die Finnen verpassen es, sich hier positiv abzusetzen.

Bei Nokia 5 und 6 ist ein recht schmaler Fingerabdrucksensor unter dem Display integriert, der auch als Home-Taste dient. Die Erkennung war bei beiden Geräten ähnlich: Die meiste Zeit klappt das Entsperren zügig, doch hin und wieder musste der Finger neu aufgelegt werden. Wischgesten unterstützt der Scanner nicht.

## Licht und Schatten

Die Displays punkten vor allem durch ihre gute Ablesbarkeit im Freien. Mit deutlich über 500 cd/m<sup>2</sup> gehört das Nokia 5 zu den hellsten in der Klasse, aber auch die anderen beiden können die Hintergrundbeleuchtung vergleichsweise hell aufdrehen. Bereits das Nokia 3 hat zudem ein lamiertes und mit Polarisationsfilter beschichtetes Display, um Spiegelungen zu reduzieren – bei direktem Sonnenlicht war der Effekt aber kaum noch wahrnehmbar, es spiegelte wie üblich deutlich. Keinen sichtbaren Effekt hatte die Aktivierung des Sonnenschein-Modus, weder Helligkeit noch Kontrast änderten sich.

Während der Kontrastwert beim 3er überraschend gut ist, fällt er beim 5er und 6er sogar etwas schwächer aus. Dank IPS-Technik geht die Blickwinkelstabilität in Ordnung. Die Full-HD-Auflösung des Nokia 6 reicht für den 5,5 Zoll großen Bildschirm aus, um hässliche Pixelkanten zu vermeiden.

Alle drei schaffen mindestens den sRGB-Farbraum und zeigen ansprechende Farben, das Nokia 6 die knapp besten. Im direkten Vergleich auffällig sind die unterschiedlichen Farbtemperaturen: Während das Nokia 3 stark ins Bläuliche abfällt, wirkt das 6 tendenziell grünlich. Exakte Farbwiedergabe kann man in der Klasse nicht erwarten, doch mangels Korrekturmöglichkeiten muss man bei allen dreien recht deutliche Abweichungen hinnehmen.

## Performance

Im Nokia 3 kommt ein SoC von MediaTek mit vier Kernen zum Einsatz. Der steckt auch in vielen, teilweise deutlich billigeren Smartphones und reiht sich am unteren Ende der Benchmark-Tabelle ein. Das reicht dennoch für ruckelfreies Arbeiten, nur beim Laden von Apps ist etwas mehr Geduld gefragt.

Im 5er und 6er steckt ein Snapdragon 430 von Qualcomm mit acht Kernen und etwas höherem Takt. Der ist trotz doppelt so vieler Kerne selten spürbar schneller. Apps brauchten etwa ähnlich lange zum Laden wie beim Nokia 3. Bis die Strecken im Spiel Asphalt 8 geladen waren, verging sogar mehr Zeit. In den Speicher-Benchmarks ergaben sich aber keine Unterschiede bei der Lese-Geschwindigkeit, alle drei liefern ordentliche Werte.

Nach dem Laden profitierten die beiden teureren Modelle dann aber von der höheren Grafikleistung ihres Chips und präsentierten das Spiel bei gleichen Details deutlich geschmeidiger. Grafisch anspruchsvollere 3D-Spiele sind auf dem Nokia 3 nur in geringerer Qualität spielbar.

Keine Blöße gaben sich die Nokias bei den Laufzeiten. Deutlicher Gewinner war das Nokia 5, bei dem sich die Kombination aus kleinerer Displayfläche, geringerer Auflösung und großem Akku bemerkbar machte. Damit überflügelt es auch viele Konkurrenten um die 200 Euro, während die Schwesterngeräte immerhin guten Klassendurchschnitt lieferten. Wechseln las-

sen sich die Akkus nicht, ebenso fehlen Schnellladefunktionen und drahtloses Laden.

## Kameras mit Schwächen

Erwartungsgemäß bringen die drei günstigen Geräte keine Spitzenkameras mit, manche Schwäche ist also zu erwarten. Doch besonders das Nokia 5 fiel überraschend negativ auf: Bei strahlendem Sonnenschein blicken die Bilder aus und wirken kraftlos, trotz HDR-Modus soff der Himmel auf vielen Bildern komplett ab. Zudem gab es mehr als die üblichen Einstreuungen, wenn die Sonne nicht im Rücken stand. Auch das Nokia 3 eignet sich nur für Schnappschüsse, Bilder geraten ebenfalls tendenziell zu dunkel und aufgrund der niedrigeren Auflösung gehen Details verloren. Das Nokia 6 schafft so gerade Mittelklasse-Standard.

Bei allen drei Geräten fielen die häufig verwackelten Bilder auf. Eine Bildstabilisierung fehlt wie üblich in der Preisklasse, doch die Quote an leicht unscharfen Fotos war ungewöhnlich hoch. Die 8-Megapixel-Frontkamera ist bei allen gleich und erfüllt ihren Zweck, die Fotos geraten aber ebenfalls eher blass und meist leicht unscharf.

Nokia verwendet eine eigene Kamera-Software, die geringfügig mehr Optionen als die Google-Software bietet. So lassen sich Zeitraffer-Videos und bei Nokia 5 und 6 auch Zeitlupen-Videos aufnehmen, letzteres allerdings nur in reduzierter Auflösung. Während der Aufnahme kann die Geschwindigkeit nicht verändert werden und eine Nachbearbeitung fehlt ebenfalls. Bei der Zeitlupenaufnahme störte der häufige Verlust des Fokus.

## Aktuelle Software

Auf allen drei Geräten läuft ein nahezu unverändertes Android. Es gibt nur minimale Zugaben, etwa die Kamera-Software, die UKW-Radio-App und eine Support-Anwendung. Letztere bietet Zugriff aufs Handbuch, dem Garantiestatus und irgendwann auf die bisher noch nicht ge-

### Laufzeiten

Modell	Video (normale Helligkeit) [h] besser ►	Video (maximale Helligkeit) [h] besser ►	3D-Spiel (normale Helligkeit) [h] besser ►	WLAN-Surfen (normale Helligkeit) [h] besser ►
Nokia 3	9,2	7,5	5,1	12,3
Nokia 5	12,5	8,6	4,9	16,4
Nokia 6	9,6	7	3,8	14,2

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



## Nokia 3

Für 150 Euro ist das „3“ das preisgünstigste der neuen Nokias. Es liegt gut in der Hand und wirkt überraschend hochwertig: Der abgerundete Metallrahmen und die Rückseite sind stabil, dennoch ist es vergleichsweise leicht. Verwindet man das Gehäuse, ist allerdings ein dezentes Knacken von Kunststoff zu hören. Auf der Vorderseite befinden sich drei unbeleuchtete und nur schwach markierte Sensortasten, im Dunkeln tippt man daher blind.

Die Performance reicht noch für die meisten Aufgaben, im Alltag gibt es wenig Denkpausen; sind die Apps erst mal im 2 GByte großen RAM, fallen die Umschaltzeiten kurz aus. Der vergleichsweise schnelle interne Speicher bringt ein paar zusätzliche Punkte in den Anwendungs-Benchmarks, ansonsten sieht das Nokia die Konkurrenz nur von hinten. Das 5-Zoll-Display hat HD-Auflösung, was für eine scharfe Darstellung reicht und weniger Leistung frisst. Die Laufzeiten sind ordentlich: 12 Stunden im WLAN-Test sind überdurchschnittlich in der Preisklasse.

Vom internen Speicher bleiben für den Nutzer weniger als 8 GByte übrig, er lässt sich aber mit einer MicroSDXC-Karte erweitern. Die kann man zusätzlich zu den beiden Nano-SIM-Karten in einen hakeligen Extra-Slot einsetzen. Der Mono-Lautsprecher klingt klar und verzerrt bei hohen Lautstärken nicht. Die Kamera taugt nur für Schnappschüsse: Die wenigen Details vermasschen bei wenig Licht sehr deutlich, Bilder geraten generell zu dunkel und blass.

- ⬆️ solide Hardware
- ⬆️ günstig
- ⬇️ schwache Kamera



## Nokia 5

Beim Nokia 5 für 190 Euro sorgt ein aus dem Ganzen gefrästes Metallgehäuse für Stabilität, aber auch für spürbar mehr Gewicht. Dank abgerundeten Seiten liegt das Smartphone gut in der Hand. Der mittig unter dem Display platzierte Fingerabdrucksensor fungiert auch als Home-Taste.

Bei der Performance hält das 5 dank gleichem Qualcomm-Chip mit dem Konkurrenten Lenovo Moto G5 mit und bringt genug Leistung für den Alltag. Etwas mehr Arbeitsspeicher wäre allerdings wünschenswert – Apps fliegen häufig aus dem RAM und laden lang. Der interne Flash-Speicher ist flott, aber es bleibt dem Nutzer zu wenig Anteil davon. Die MicroSDXC-Karten passen in einen separaten Slot, getrennt von den Nano-SIM-Karten.

Die Laufzeiten sind hervorragend, mit 12 Stunden im Videotest und 16 Stunden beim Surfen via WLAN hält das 5 deutlich länger durch als die Konkurrenz. Die glänzt allerdings meist schon mit der höheren Full-HD-Auflösung. Die ansonsten hervorragende Helligkeit des 5,2-Zoll-Bildschirms fiel bei unserem Modell in der rechten unteren Ecke sichtbar ab. Der Touchscreen hatte Schwierigkeiten, Wischgesten exakt zu registrieren, was besonders beim Scrollen auffiel.

Die Kamerafotos zeigen zwar mehr Details als beim Nokia 3, die Bilder geraten aber ebenfalls zu dunkel und vergleichsweise blass. Unserem Modell machte zudem Lichteinfall von der Seite zu schaffen, was den Sensor aus dem Tritt brachte. Bei wenig Licht verwackeln die Aufnahmen zu oft.

- ⬆️ umfangreiche Ausstattung
- ⬇️ hakeliger Touchscreen
- ⬇️ schwache Kamera



## Nokia 6

Beim derzeitigen Topmodell Nokia 6 für 230 Euro ist einiges größer geraten: Das äußerst stabile Gehäuse trägt mit dicken Metallrändern auf. Die sind zudem kantig geraten und drücken bei längerer Nutzung unangenehm. Der Materialeinsatz macht sich auch beim Gewicht bemerkbar – fast 170 Gramm bringt das 6er auf die Waage.

Die Bildschirmdiagonale wächst auf 5,5 Zoll und die Auflösung auf 1920 × 1080 Pixel. Dennoch verwendet Nokia den gleichen Chip wie im 5. Daher sind die theoretischen Leistungswerte identisch und die Apps rasch geladen, bei Spielen muss man jedoch mit weniger Bildern pro Sekunde auskommen. Der Touchscreen reagiert hin und wieder etwas träge. Die Laufzeiten sind guter Durchschnitt, wenn auch über zwei Stunden kürzer als beim Nokia 5.

Zeitgemäße 3 GByte RAM und 32 GByte Flash-Speicher lassen im täglichen Betrieb wenig Sorgen aufkommen. Zur Erweiterung des internen Speichers kann man eine MicroSDXC-Karte einstecken. Die muss sich aber bei der Dual-SIM-Version den Platz mit der zweiten Nano-SIM teilen. Die Schublade besteht aus biegsamem Plastik und gibt sich störrisch beim Einsetzen. Die rechte Sensortasche reagierte nur bei kräftigem Druck.

Die 16-Megapixel-Kamera lieferte gefällige Bilder, die mit kräftigen Farben punkten und weniger überstrahlen als bei den kleineren Modellen. Entfernte Details verwaschen aber stärker als beim Nokia 5 und die Bilder wirken beim Heranzoomen unschärfer.

- ⬆️ stabiles Gehäuse ...
- ⬇️ ... aber kantig und schwer
- ⬇️ teuer für die Ausstattung

starteten Nutzerforen. Optisch ist die Oberfläche unverändert und an Googles Pixel Launcher angelehnt. Trotz der wenigen Zugaben nimmt Android reichlich Platz ein; auf den 16-GByte-Modellen bleibt nicht einmal die Hälfte des internen Speichers für den Nutzer übrig.

In Sachen Aktualität hält Nokia bisher seine Versprechen ein und versorgt die Smartphones regelmäßig und flott mit den neusten Sicherheits-Patches. Auf dem Nokia 3 läuft allerdings noch Android 7.0, erst im August ist das Update auf Android 7.1 geplant. Die beiden teureren Geschwister

werden bereits mit dieser Version ausgeliefert. Ein Update auf Android 8 hat Nokia versprochen.

## Fazit

Nokia ist zurück, aber noch nicht in Bestform. Gute Ansätze sind da, etwa die stabilen Gehäuse, das aktuelle Android und die solide Ausstattung. Das Nokia 5 erreicht zudem sehr gute Laufzeiten. Man kann HMD also nicht vorwerfen, den Namen zu verramschen.

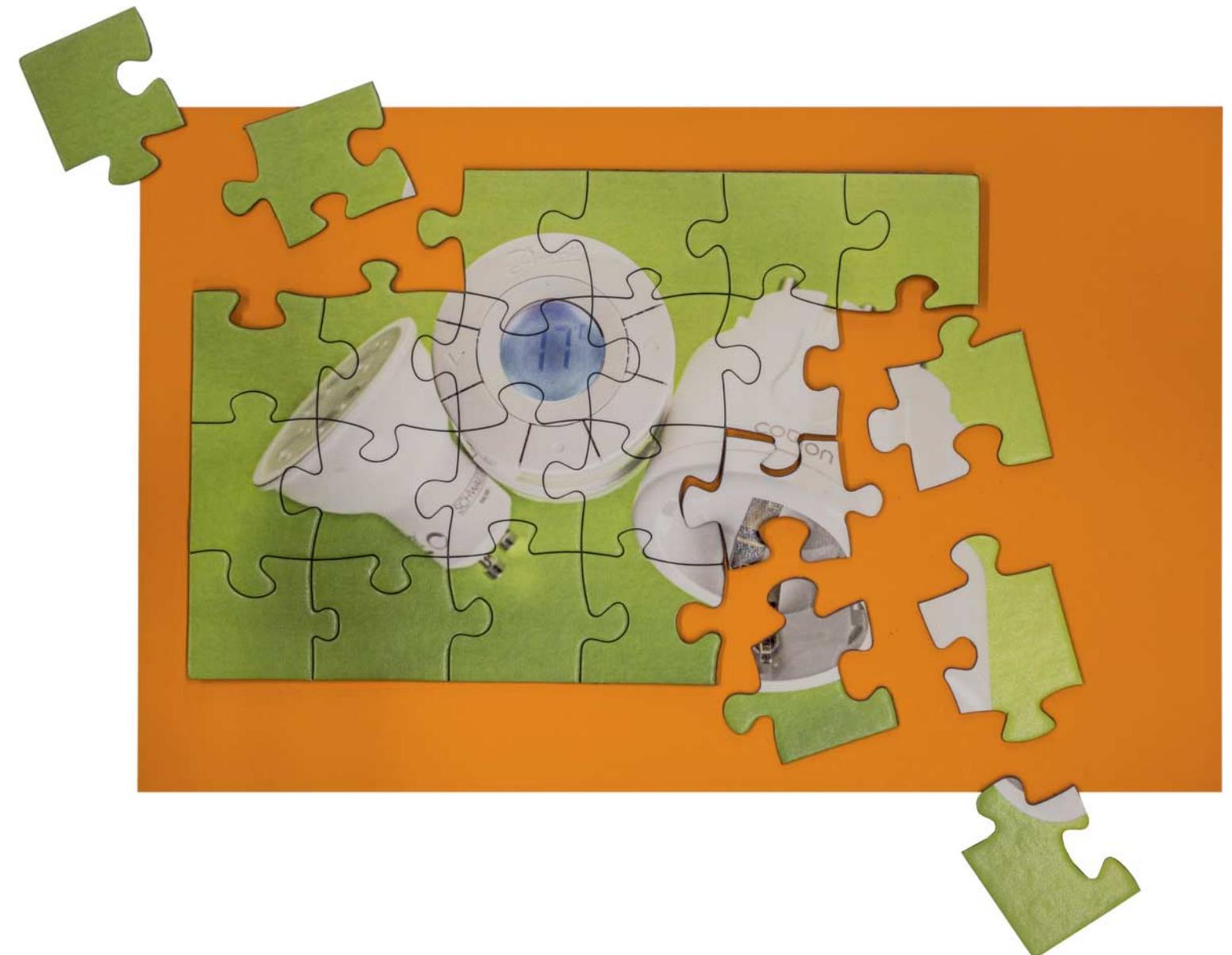
Wo aber das Nokia 3 noch als würdiger Nachfolger der billigen Lumias

durchgeht, stören beim Nokia 5 und 6 Patzer wie die zickigen Kameras, teils träge reagierenden Tasten und Touchscreens sowie die langweiligen Standard-Designs. Schlecht ist deswegen keines der Geräte – die drei Smartphones sind unauffällig, im positiven wie im negativen Sinne. Einen zwingenden Grund gibt es nicht, zu Nokia statt zu Konkurrenten wie bq, Motorola, Huawei zu greifen. Letztere bieten teils die bessere Ausstattung. Meiden muss man die drei Nokias aber ebenfalls nicht – wenn die Preise noch ein Stück sinken.

(hc@ct.de) ct

## Android-Smartphones

Modell	Nokia 3	Nokia 5	Nokia 6
Betriebssy. / Bedienoberfläche / Android-Patchlevel	Android 7.0 / Standard-Android / Juli 2017	Android 7.1.1 / Standard-Android / Juli 2017	Android 7.1.1 / Standard-Android / Juli 2017
Varianten	schwarz, silber, blau, kupfer	schwarz, silber, blau, kupfer	matt-schwarz, glossy-schwarz silber, blau, kupfer
<b>Ausstattung</b>			
Prozessor / Kerne × Takt	MediaTek MT6737 / 4 × 1,2 GHz	Qualcomm Snapdragon 430 / 4 × 1,4 GHz + 4 × 1,1 GHz	Qualcomm Snapdragon 430 / 4 × 1,4 GHz + 4 × 1,1 GHz
Grafik	ARM Mali-T720 MP1	Qualcomm Adreno 505	Qualcomm Adreno 505
RAM / Flash-Speicher (frei)	2 GByte / 16 GByte (7,7 GByte)	2 GByte / 16 GByte (7,3 GByte)	3 GByte / 32 GByte (20,6 GByte)
Wechselspeicher	MicroSDXC	MicroSDXC	MicroSDXC
WLAN / Dual-Band	IEEE 802.11 a/b/g/n-150 / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n-150 / ✓	IEEE 802.11 a/b/g/n-150/ac-433 / ✓
Bluetooth / NFC / GPS	4.1 / ✓ / ✓	4.1 / ✓ / ✓	4.1 / ✓ / ✓
Fingerabdrucksensor / Gyrosensor	- / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
mobile Datenverbindung	LTE Cat. 4 (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 4 (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA	LTE Cat. 4 (150 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA
USB-Anschluss / Schnellladung	Micro-USB 2.0 / -	Micro-USB 2.0 / -	Micro-USB 2.0 / -
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	2630 mAh (10 Wh) / - / -	3000 mAh (11,4 Wh) / - / -	3000 mAh (11,4 Wh) / - / -
vor Staub/Wasser geschützt (Schutztart)	-	-	-
Abmessungen (H × B × T)	14,3 cm × 7,1 cm × 0,82 cm	14,9 cm × 7,3 cm × 0,8 cm	15,3 cm × 7,6 cm × 0,78 cm
Gewicht	138 g	159 g	168 g
SAR-Wert	0,484 W/kg	0,321 W/kg	0,207 W/kg
Dual-SIM (MicroSD zusätzlich) / SIM-Typ	✓ (✓) / Nano	✓ (✓) / Nano	✓ (-) / Nano
<b>Kamera-Tests</b>			
Kamera-Auflösung Fotos / Video	8 MPixel (3264 × 2448) / HD (1280 × 720)	13 MPixel (4160 × 3120) / FullHD (1920 × 1080)	15,9 MPixel (4608 × 3456) / FullHD (1920 × 1080)
Auto- / Touchfokus / Fotoleuchte (Anzahl)	✓ / ✓ / ✓ (1)	✓ / ✓ / ✓ (2)	✓ / ✓ / ✓ (2)
maximale Blende / optischer Zoom	2 / -	2 / -	2 / -
Frontkamera-Auflösung Fotos / Video	3264 × 2448 / 1280 × 720	3264 × 2448 / 1920 × 1080	3264 × 2448 / 1920 × 1080
<b>Display-Messungen</b>			
Technik / Größe (Diagonale)	LCD (IPS) / 5 Zoll (11,1 cm × 6,3 cm)	LCD (IPS) / 5,2 Zoll (11,6 cm × 6,5 cm)	LCD (IPS) / 5,5 Zoll (12,1 cm × 6,8 cm)
Auflösung / Seitenverhältnis	1280 × 720 Pixel (293 dpi) / 16:9	1280 × 720 Pixel (281 dpi) / 16:9	1920 × 1080 Pixel (403 dpi) / 16:9
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	16 ... 383 cd/m <sup>2</sup> / 78 %	2 ... 533 cd/m <sup>2</sup> / 87 %	2 ... 438 cd/m <sup>2</sup> / 88 %
Kontrast / Farbraum	1413:1 / sRGB	1117:1 / sRGB	1330:1 / sRGB
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten. Im Idealfall ist das ganze Bild pink.			
winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand			
0 200 400 600			
<b>Bewertung</b>			
Bedienung / Performance	⊕ / ⊖	⊖ / ⊖	⊖ / ⊖
Ausstattung Software / Hardware	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖
Display	⊖	⊖	⊕
Laufzeit	⊕	⊕⊕	⊕
Kamera Fotos / Videos	⊖ / ⊖	⊖ / ⊖	⊕ / ⊖
Garantie	2 Jahre (Akku: 6 Monate)	2 Jahre (Akku: 6 Monate)	2 Jahre (Akku: 6 Monate)
Straßenpreis	150 €	190 €	230 €
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ⊖ zufriedenstellend	⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden    - nicht vorhanden	k. A. keine Angabe



# Gut zusammengepuzzelt

## Erste Schritte mit der Smart-Home-Steuersoftware ioBroker

**Smarte Heimelektronik wird mittlerweile massenhaft angeboten. Doch oft arbeiten die Komponenten aneinander vorbei. Erst mit einer guten Steuersoftware bekommt man alle Systeme unter einen Hut. Wir zeigen, wie einfach es mit ioBroker klappt.**

Von Ingo Fischer

**V**iele Anwender fangen beim Thema Smart Home erst einmal klein an – beispielsweise mit einer smarten Lampe, einer einfachen Heizungssteuerung oder elektrischen Rollläden. Haben sie sich einmal an den Komfort gewöhnt, den die elektronische Steuerung bringt, folgen dann oft weiterführende Ideen: Könnten sich die Rollläden nicht nach dem Sonnenstand und der Außentemperatur richten oder bei Anwesenheit automatisch öffnen und schließen? Letzteres am Abend sogar in Kombination mit einer Lichtszene, die für eine gemütliche Fernsehsitzung sorgt?

Nun kann man ständig mit mehreren Fernbedienungen und Apps herumhantieren, um ans gewünschte Ziel zu gelangen. Cleverer ist aber eine Lösung, die Smart-Home-Komponenten verschiedener Hersteller unter einen Hut bringt und die eine übergreifende manuelle wie automatisierte Steuerung erlaubt. Tatsächlich gibt es dafür mittlerweile eine ganze Reihe brauchbarer Smart-Home-Steuерprogramme, sowohl in kommerzieller Ausprägung als auch als Open-Source-Projekte.

Aus der Masse der kostenfreien Software sticht eine Lösung heraus, die fast komplett ohne die üblichen kryptischen

Konfigurationsdateien und die Kommandozeile auskommt: ioBroker, eine in JavaScript mit Node.js geschriebene modulare Home-Automation-Plattform. Hier lassen sich nicht nur alle Einstellungen komfortabel über eine webbasierte Administrationsoberfläche vornehmen, sie hat auch eine Visualisierungslösung namens „Vis“ integriert, mit der man schnell zu einer ansprechenden Bedienoberfläche kommt.

ioBroker hat einen zentralen Koordinator (js-controller) für alle seine Module – von der Administrationsoberfläche bis zur Anbindung einzelner Geräte. Sie werden bei ioBroker „Adapter“ genannt und nur bei Bedarf installiert. Aus einer aktiven Community kommen regelmäßig neue Adapter für verschiedenste Geräte, Datenquellen und Dienste hinzu. Einige binden einzelne Komponenten direkt ein, während andere die Kommunikation mit allen Geräten über eventuell vorhandene Smart-Home-Zentralen und -Gateways erlauben – darunter Homematic, FHEM, Loxone, OpenHab oder KNX.

## Installation

Installieren lässt sich ioBroker auf jedem Rechner, auf dem Node.js läuft – egal ob Linux, macOS oder Windows. Für einfache Aufgaben reicht schon ein Raspberry Pi der ersten Generation, bei steigender Anzahl an parallel laufenden Adapters oder umfangreichen Visualisierungen sind aber potenter Rechner mit mindestens 2 GByte RAM ratsam.

Auf der ioBroker-Homepage finden sich für einige Systeme fertige SD-Karten-Images sowie ein Windows-Installer. Aber auch die manuelle Installation auf ein bestehendes System ist mit wenigen Handgriffen erledigt. Vorher sollte man aber auf jeden Fall eine aktuelle Version von Node.js installieren. Mindestvoraussetzung für ioBroker ist offiziell Node.js 4.x, empfehlenswerter ist aber 6.x.

Unter Linux installiert man ioBroker manuell mit folgenden Befehlen, üblicherweise in das Verzeichnis /opt/iobroker:

```
sudo mkdir /opt/iobroker
sudo chmod 777 /opt/iobroker
cd /opt/iobroker
sudo npm install iobroker
  --unsafe-perm
```

Grundsätzlich kann man ioBroker als Benutzer mit eingeschränkten Rechten installieren. Dies führt aber bei Geräten, mit denen ioBroker seriell kommuniziert (bei-

spielsweise einem ZWave-USB-Stick), eventuell zu Problemen: Oft besitzt nur der Admin die nötigen Zugriffsrechte. Die Installation mit Root-Rechten ist daher im Moment die empfehlenswertere Variante.

## Geräte-Suche

Nach dem erfolgreichen Abschluss der Installation und dem darauf folgenden automatischen Start des integrierten Webservers geht es im Browser unter dem Link <http://<Server-IP/Hostname>:8081> weiter, wo einen ein Einrichtungsassistent begrüßt. Hier wählt man die gewünschte Sprache für die Oberfläche aus und gibt unter anderem die zu verwendenden Einheiten und die geografischen Koordinaten des eigenen Standorts an. Diese Daten stehen später dann allen Adapters direkt zur Verfügung.

Beim Klick auf „Suchen“ macht sich ioBroker daran, die vorhandenen Smart-Home-Komponenten im lokalen Netzwerk und an den seriellen Ports des Host-Systems aufzuspüren. Hierbei verwendet das Programm nicht nur UPnP, UDP und mDNS, sondern prüft auch von bekannten Smart-Home-Komponenten typischerweise benutzte Ports und URLs bei allen im lokalen Netzwerk gefundenen Geräten.

Nach kurzer Wartezeit präsentiert ioBroker eine Liste der gefundenen Geräte. Auf dieser Grundlage wählt man die Adapter aus, die das System daraufhin automatisch installiert. Sind für die Konfiguration einer Adapter-Instanz weitere Daten wie Username oder Passwort nötig, fragt der Assistent diese bei der Installation gleich mit ab.

In der Web-Oberfläche sind unter dem Reiter „Instanzen“ die angelegten Adapter aufgeführt. An dieser Stelle kann man die Konfiguration prüfen und gegebenenfalls ändern. Im Tab „Objekte“ listet ioBroker alle von den Adapters angelegten Datenpunkte auf – hier „States“ genannt. Der Datenpunkt für den Temperaturwert eines Homematic-Temperatursensor trägt beispielsweise den Namen hm-rpc.0.<Seriennummer>.1.TEMPERATURE. Auch Informationen zu Alarmzuständen, Batteriestatus oder der Erreichbarkeit des Gerätes sind als States verfügbar und werden vom System in einer Baumstruktur übersichtlich dargestellt.

## Grundfunktionen

Neben gerätespezifischen Adapters stehen zur Kommunikation beispielsweise Pushover und Telegram zur Verfügung. Mittels Geofency kann man Standortinformationen von der zugehörigen iOS-App empfangen und hat so eine gute Basis für eine Anwesenheitserkennung.

Es empfiehlt sich, eine Instanz des Web- und des Mobile-Adapters zu installieren, da er im laufenden Betrieb unter dem Link <http://<Server-IP/Hostname>:8082/mobile/> eine einfache Smartphone-Bedienoberfläche für die Geräte bereitstellt. Mit dem Adapter „iobroker.habpanel“ kann man sich alternativ einfach eine blockbasierte Oberfläche zusammenstellen. Diese ist etwas schicker und sieht auch auf Tablets besser aus. Für eine professionelle Visualisierung steht der Adapter Vis mit vielen Widget-Erweiterungen zur Verfügung

Adapterkonfiguration: discovery.0				
Instanzen automatisch erzeugen – Letzte Suche war am 2017-07-31 20:54:31				
Benutzer	Instanz	Host	Beschreibung	Ignorieren
<input checked="" type="checkbox"/>	ping.0	nuc3	neu: 28 Geräte	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	hue.0	nuc3	neu: für hue-wohnzimmer.fritz.box	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	daikin.0	nuc3	neu: Daikin climate control (Klima Kinderzimmer@192.168.178.49)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	influxdb.0	nuc3	neu: influxDB (192.168.178.47 – Nucl.fritz.box)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	sonos.0	nuc3	neu: 192.168.178.46 – Sonos-Wohnzimmer	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	nut.0	nuc3	neu: apc@192.168.178.38 (Description unavailable)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	hm-rpc.0	nuc3	neu: CUxD (192.168.178.27 – Homematic-CCU2.fritz.box)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	hm-rpc.1	nuc3	neu: Wireless RF (192.168.178.27 – Homematic-CCU2.fritz.box)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	hm-rpc.2	nuc3	neu: HMIP (192.168.178.27 – Homematic-CCU2.fritz.box)	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	hm-rega.0	nuc3	neu: 192.168.178.27 – Homematic-CCU2.fritz.box, CUxD, Wireless RF, HMIP	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	tr-064.0	nuc3	neu: 192.168.178.1 – fritz.box	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	zwave.0	nuc3	neu: ZWave USB – /dev/ttyUSB0	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	cloud.0	nuc3	neu: wird für die Verbindung aus dem Internet und für Alexa benutzt	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	flot.0	nuc3	neu: wird für die Charts benutzt	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	mobile.0	nuc3	neu: wird für die Visualisierung benutzt	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	vis.0	nuc3	neu: wird für die Visualisierung benutzt	<input type="checkbox"/>

← Zurück    → Erzeuge Instanzen    ✕ Schließen

ioBroker findet ab Werk neben Philips Hue, Sonos-Musikanlagen und Homematic-Komponenten über 30 weitere Geräte.

# Die eigene Oberfläche

Die meisten Anwender wollen auf einen Blick sehen können, was im eigenen Heim gerade passiert. Allerdings hat jeder Nutzer eine andere Vorstellung, wie detailliert die Anzeige sein soll: Manchem reicht eine einfache „Auf einen Blick“-Übersicht, andere wünschen sich wiederum eine umfangreiche Darstellung mit detaillierten Diagrammen. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Visualisierung.

Mit Installation des Adapters „Vis“ erhält man bei ioBroker gleich einen Web-Editor für die Visualisierung. Mehr als 20 Zusatzpakete mit Widgets und Icons stehen zur Erweiterung des Funktionsumfangs bei Bedarf zur Verfügung. Die Widgets zieht man per Drag & Drop in die Seite und konfiguriert sie dort.

Mit eigenen Grafiken und optional mittels CSS lässt sich schnell die gewünschte Bedienoberfläche fürs eigene Smart Home erstellen. Der zur Nutzung von Vis benötigte Lizenzschlüssel ist für die private Nutzung kostenfrei. Er ist nach Registrierung unter <https://iobroker.net> abrufbar.

Innerhalb eines Projektes kann man die Visualisierung auf verschiedene Seiten – in Vis „Views“ genannt – verteilen,



Über Vis lassen sich beispielsweise Oberflächen erschaffen, die auf das Tablet-Format abgestimmt sind.

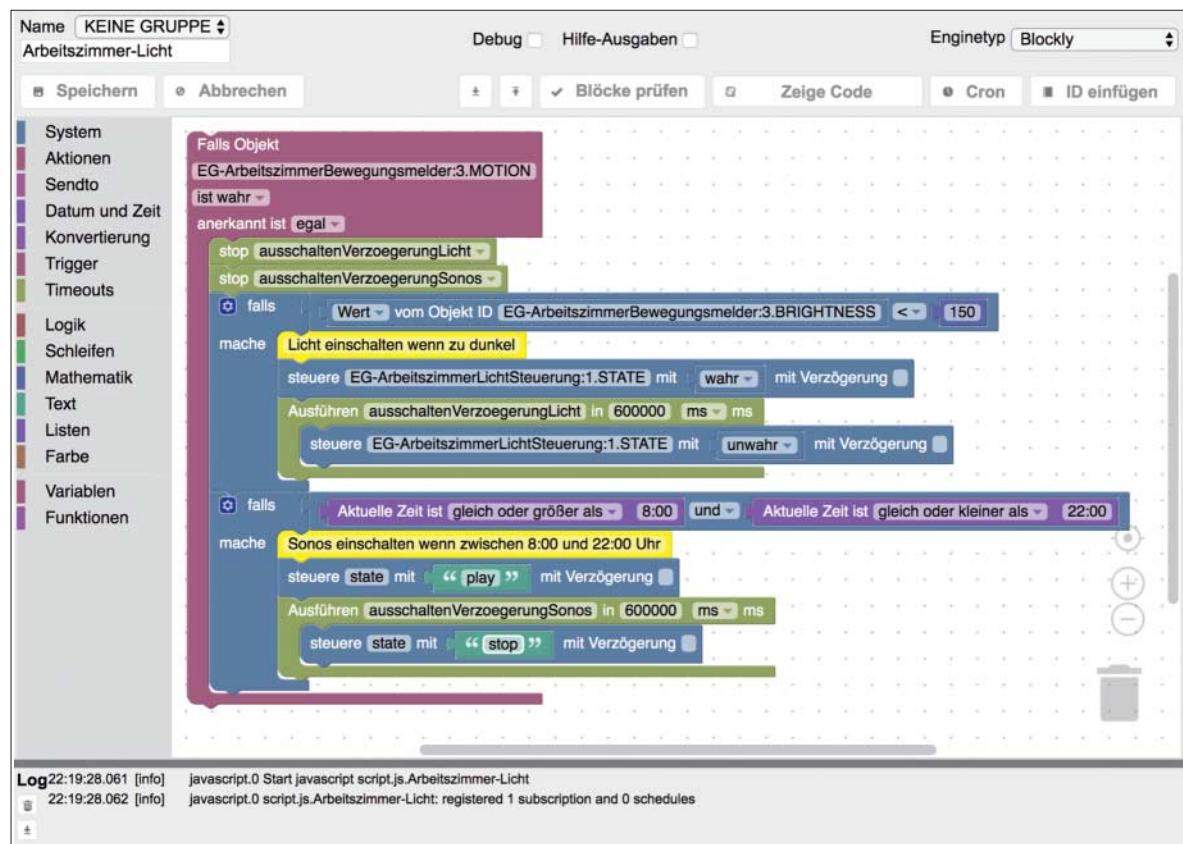
die sich über sogenannte „Navigations-Widgets“ miteinander verlinken lassen: Mit dem „Swipe“-Widget können Wisch-Aktionen und die Ziel-Views definiert werden, per „Karusell“-Widget in einem Bereich Views auch selbstständig durchwechseln. Widgets öffnen auch Dialoge, die sich entweder mit HTML-Code gestalten lassen oder wiederum eigene Views sein können. Der Kreativität sind fast keine Grenzen gesetzt.

Für jede View lässt sich eine eigene Auflösung festlegen. Dabei sind mehrere Standardauflösungen hinterlegt, die denen verbreiteter Tablets und Smartphones entsprechen. Die gewählte Auflösung wird im Editor mit einem roten Rahmen dargestellt, der der Orientierung dient.

Beim Aufruf der Visualisierung ohne Editor zeigt Vis den Standard-View mit der am besten passenden Auflösung an. Für Android und iOS stehen zur optimalen Darstellung der Visualisierungsoberfläche auch die Vis-Apps im jeweiligen App-Store zur Verfügung.

Mit Drag & Drop kommt man bei „Vis“ schnell und einfach zur eigenen Smart-Home-Visualisierung.

Anzeige



Dieses Beispiel zeigt die Steuerung von Licht und Musik mit Bewegungserkennung in Blockly.

(siehe Kasten „Die eigene Oberfläche“ auf S. 92).

In ioBroker ist die Steuerung des smarten Heims über digitale Assistenten wie Amazon Alexa bereits integriert. Zur Nutzung benötigt man einen kostenfreien Account unter <https://iobroker.net> und den Cloud-Adapter. So ist der sichere externe Zugriff auf die Visualisierungsoberflächen und die Steuerung des Systems per IFTTT und Assistenzsysteme ohne eigenes VPN möglich. Gut gepflegte Gerätename und Raumzuordnungen vorausgesetzt, stehen viele Geräte direkt über ihren Namen zur Verfügung. Meistens lohnt es sich aber, über die Konfiguration des Cloud-Adapters noch die Namen und Einstellungen zu prüfen und gegebenenfalls zu überarbeiten, damit Alexa wirklich alles wie gewünscht steuert.

## Automatisiert

Im Idealfall nimmt das Smart Home den Bewohnern lästige Arbeiten ab und sorgt für Komfort. Je nach Komplexität und Automatisierungsgrad gibt es bei ioBroker verschiedene Lösungswege. So erlaubt der Szenen-Adapter, Geräte zu gruppieren und so gemeinsam zu steuern. Eine

einfache Szene reicht beispielsweise aus, um für die richtige Fernsehstimmung das Licht zu dimmen, den Fernseher einzuschalten und die Rollläden halb zu schließen.

Nach der Installation des Szenen-Adapters blendet ioBroker den Reiter mit dem Namen „Szenen“ mit dem Stift-Symbol in der Web-Oberfläche ein. Dort legt man eine neue Szene an, vergibt einen Namen und weist die zu steuern Datenpunkte mit den Zielwerten zu. Diese Szene besitzt ebenso einen State und Trigger-Einstellungen, um sie zu aktivieren. So lassen sich beispielsweise mittels eines Tasters, einer Fernbedienung, einer Visualisierungsoberfläche oder auch über Amazon Alexa Szenen aktivieren.

Am Ende eines gemütlichen Fernsehabends will man nicht im Dunkeln ins Bett tapsen. Für Abhilfe sorgt eine Szene, die das Licht einschaltet und es – um einigen Minuten verzögert – wieder ausschaltet und die Rollläden herunterfährt. Für jede Aktion einer Szene lässt sich optional ein Zeitraum zur verzögerten Ausführung angeben. Die für die Konfiguration benötigten State-Namen der beteiligten Geräte

zeigt die Web-Oberfläche unter den oben genannten Datenpunkten in der Baumstruktur an.

## Visuell skripten

Zur Implementierung einer komplexeren Logik eignet sich „Blockly“, ein von Google entwickeltes Framework. Es ermöglicht, aus verschiedenen Bausteinen, die man per Drag & Drop zusammenfügt, visuell Skripte zu erstellen. Um Blockly nutzen zu können, benötigt man den JavaScript-Adapter, der in der Weboberfläche den Tab „Skripte“ mitbringt.

Ein Klick auf das Dateisymbol legt ein neues Skript an. Die verfügbaren Blockly-Kategorien sind im Editbereich auf der linken Seite aufgelistet. Dort wählt man die gewünschten Bausteine aus und steckt sie wie Puzzle-Stücke zusammen. Die ioBroker-spezifischen Bausteine zum Erzeugen, Lesen und Schreiben von States und zum Steuern von Geräten sind unter „System“ zu finden. Unter „Trigger“ sind die Bausteine aufgeführt, die auf Änderungen von States reagieren. In den weiteren Kategorien gibt es Bausteine für Wenn-Dann-Sonst-Logiken, eigene Variablen, Rechenoperationen und vieles mehr.

Die Reaktion auf eine Bewegung im Raum, die Musik und Licht je nach erkannter Helligkeit im Raum einschaltet und zeitverzögert 10 Minuten nach der letzten Bewegung im Raum wieder ausschaltet, ist – wie das Beispiel auf Seite 94 zeigt – mit Blockly sehr schnell umgesetzt.

## JavaScript und npm

Unter der Haube erzeugt Blockly vollständiges JavaScript. Mittels „Zeige Code“ kann man sich den generierten Code ansehen und diesen als Basis für eigene JavaScript-Skripte nutzen.

Um eigene Skripte mit JavaScript schreiben zu können, wählt man beim Anlegen eines neuen Skripts „JavaScript“ als Typ aus. Der Code-Editor erlaubt mit Syntax-Highlighting und Fehlerprüfung bequemes Programmieren.

Auf der GitHub-Seite des JavaScript-Adapters (siehe [ct.de/yrmq](https://github.com/ct-de/yrmq)) sind alle JavaScript-Funktionen beschrieben, die speziell für ioBroker-Skripte zur Verfügung stehen. Alle ioBroker-eigenen Funktionen zum Lesen oder Schreiben von Werten führt der Adapter in den Skripten standardmäßig synchron aus. Folglich muss man sich bei eigenem Code nicht so tief mit der asynchronen Code-Ausführung von JavaScript aus einandersetzen und kommt gewöhnlich mit Programmiergrundkenntnissen schon gut zurecht.

Zusätzlich lassen sich über die Adapter-Konfiguration weitere Pakete aus der Paket-Registry npm angeben – beispielsweise zur Taupunktberechnung oder zur PI-Regelung für die Erstellung einer eigenen Heizungssteuerung. Die Installation erfolgt auch hier automatisch.

Das Skript in dem nebenstehenden Listing zeigt, wie sich Nachrichten über offene Türen und Fenster per Pushover versenden lassen. Auch die Steuerung einer Bewässerungsanlage im Garten oder eine Anwesenheitserkennung inklusive Alarmfunktionen ist einfach umsetzbar.

Wem ein Workflow-basierter Programmieransatz besser gefällt, für den steht mit dem node-red-Adapter auch diese Möglichkeit zur Verfügung.

## Grenzenlos

Viele Funktionen von ioBroker lassen sich auch ohne großes Spezialwissen mit ein paar Mausklicks direkt einsetzen. Bei größeren Installationen mit vielen Datenpunkten besteht beispielsweise die Möglichkeit, die Performance durch Einsatz

der optimierten In-Memory-Datenbank Redis zur Datenhaltung der States zu verbessern. Auch die Nutzung von Datenbanken wie MySQL oder InfluxDB zur Daten-Historisierung hat einen spürbar positiven Effekt auf die Geschwindigkeit.

Wenn man selbst nicht weiterkommt, hilft die aktive deutsche Community im ioBroker-Forum gern weiter – in Deutsch, aber auch in Englisch, Russisch und seit neuestem Niederländisch.

## Fazit

Durch die vielfältigen Anbindungen von ioBroker sowohl an Geräte als auch an andere Smart-Home-Systeme und die einfache Programmierbarkeit auf Basis von JavaScript kann man eigene Ideen flexibel umsetzen. Und einmal akzeptiert, will niemand mehr die sinnvolle Unterstützung missen. [\(nij@ct.de\)](mailto:nij@ct.de)

**Download-Adresse ioBroker:** [ct.de/yrmq](https://ct.de/yrmq)

```
// Selektor für alle STATE-Datenpunkte mit Funktion "Verschluss"
var pruefenSelector = 'channel[state.id=*.STATE](functions=Verschluss)';
// Funktion zum Senden der Pushover-Info
function alarmierenInAbwesenheit(data) {
  var text = 'Statusänderung Verschluss trotz Abwesenheit ';
  text += data.deviceName;
  text += ': ' + data.oldState.val + ' -> ' + data.state.val;
  sendTo('pushover.0', 'send', {message: text});
  log(text);
}

// Alle Änderungen der Anzahl an anwesenden Handys beobachten
subscribe({id: "geofency.0.atHomeCount", change: 'ne'}, function(data) {
  if (data.state.val === 0 && data.oldState.val > 0) {
    // Jetzt keiner mehr da -> Abwesenheit
    $(pruefenSelector).on(alarmierenInAbwesenheit);
  }
  else if (data.state.val > 0 && data.oldState.val === 0) {
    // Wieder jemand da -> Anwesenheit
    // Subscribes entfernen
    $(pruefenSelector).each(function (id, i) {
      unsubscribe(id);
    });
  }
});

// Wird zum Start des Skriptes einmalig ausgeführt
// Wenn Abwesenheit, dann Prüfung aktivieren
if (getState("geofency.0.atHomeCount").val === 0) {
  // Für Änderungen subscriben.
  $(pruefenSelector).on(alarmierenInAbwesenheit);
  // Initial prüfen ob etwas offen ist und melden
  var text = '';
  $(pruefenSelector).each(function (id, i) {
    if (getState(id).val !== 0) {
      text += getObject(id).common.name + ', ';
    }
  });
  if (text.length > 0) {
    text = text.substring(0, text.length-2);
    text = 'Aktuell offen trotz Abwesenheit: ' + text;
    sendTo('pushover.0', 'send', {message: text});
    log(text);
  }
}
```

Dieses Skript nutzt die An- beziehungsweise Abwesenheitsinformation des Geofency-Adapters, um passende Nachrichten zu versenden.



# Ausgebremstes Debüt

## Huaweis erstes Notebook MateBook X

**Flach, leicht, schickes Metallgehäuse und toller Bildschirm im 3:2-Format: Huawei hat beim 1400 Euro teuren MateBook X vieles richtig gemacht. Leider enttäuschen die CPU-Performance und eine nutzerunfreundliche USB-C-Implementierung.**

**Von Florian Müssig**

Nachdem sich in den letzten Jahren etliche Notebook-Hersteller vom deutschen Markt zurückgezogen haben, wagt sich das bislang eher für Smartphones bekannte Unternehmen Huawei jetzt dorthin vor. Das Erstlingswerk MateBook X hebt sich denn auch in einer Komponente merklich vom Rest ab: Der IPS-Bildschirm bietet das praktische Seitenverhältnis 3:2. Beim Surfen im Netz muss man dadurch weniger scrollen als bei den sonst üblichen 16:9-Displays; in Lightroom & Co. bleibt trotz Symbolleisten rundherum in der Mitte noch viel Fläche für das zu bearbeitende Bild übrig. 3:2-Bildschirme gibt es sonst nur noch in Microsofts Surface-Familie und bei einigen hochpreisigen Windows-Tablets mit Tastaturhülle.

Das gute IPS-Panel kommt mit einem nur wenige Millimeter schmalen Rahmen aus. Trotzdem hat Huawei die obligatorische Webcam – anders als bei anderen Notebooks mit ähnlich schlanken Rahmen üblich – ganz klassisch oberhalb des Bildschirms platziert. Bei Videokonferenzen sieht einen das Gegenüber also aus gewohnter Perspektive statt von unten. Die Acrylglasscheibe vor dem Panel spiegelt; Touch-Bedienung ist nicht vorgesehen.

### CPU-Bremse

Trotz Doppelkern-CPU aus der U-Serie der siebten Core-i-Generation hat sich Huawei für ein lüfterloses Kühlssystem entschieden. Leider taugt es nur dafür, kurze Lastspitzen abzufangen: Bei anhaltender Rechenlast muss sich die CPU drosseln, um nicht zu überhitzen. Der Core i5-7200U im Testgerät lieferte im CineBench nur zwei Drittel der Leistung wie etwa im Samsung GalaxyBook (siehe Seite 40), im 3DMark ist sogar nur die halbe Punktzahl drin.

Die Drosselung ist so stark, dass die nutzbare Performance niedriger liegt als die, die nominal schwächere Core-i-CPUs der Y-Serie (ehemals Core M) bei ausreichend dimensionierter Kühlung erreichen: Der Core i7-7Y45 im (ebenfalls passiv gekühlten) XPS 13 2-in-1 liefert bei Dauerlast mehr Power als der Core i5-7200U im MateBook X. Ein solcher CPU-Typ mit seiner geringeren Abwärme (4,5 Watt statt 15 Watt) wäre hier die bessere Wahl gewesen. Die Messungen am MateBook X wurden mit der zum Testzeitpunkt aktuellen BIOS-Version 1.11 durchgeführt.

Durch die passive Kühlung heizt sich das Vollmetallgehäuse bei längerer Rechenlast spürbar auf. Bei 25 °C Umgebungstemperatur haben wir an der Notebook-Unterseite bis zu 45 °C gemessen – das ist nicht mehr Oberschenkel-kompatibel. Die Handballenablage erreichte bis zu 35 °C, was sich immer noch ziemlich warm anfühlt.

Das Layout der beleuchteten Tastatur geht bis auf den in eine Zeile gequetschten Cursor-Block in Ordnung. Sie liefert ein eher weiches Tippgefühl; dank eines präzisen Druckpunks fühlt sie sich aber nie schwammig an. Für das maustastenlose Touchpad gilt das nicht: Beim Verschieben des Mauszeigers bewegt es sich schon bei leichtem Druck auf die Sensorfläche nach unten weg. Um einen Klick auszulösen, muss man es dann noch weiter drücken und einen Widerstand überwinden.

Der oberhalb der Tastatur platzierte Einschaltknopf ist gleichzeitig ein Fingerabdruckleser; dank Windows Hello kann man sich darüber komfortabel in Windows einloggen. Ein SD-Kartenleser fehlt.

## USB-C vermurkt

Außer einem analogen Audioausgang stehen nur noch zwei USB-C-Buchsen zur Verfügung. Beide übertragen USB-3.0-Daten, doch bei alternativen Modi wird es verwirrend: Zum Laden muss das Netzteil an die linke Buchse angeschlossen werden, DisplayPort-Monitore müssen hingen an die rechte. Das ist arg verwirrend, denn die Typ-C-Kabel passen natürlich auch in die jeweils andere Buchse.

Das zum Lieferumfang gehörende, MateDock 2 getaufte USB-C-MiniDock leidet unter den Folgen dieser unvollständigen Buchsenbelegung. Es rüstet je einen VGA- und HDMI-Ausgang sowie eine USB-Buchse im herkömmlichen Typ-A-Format nach und schleift die Stromversorgung durch. Alles über eine Buchse, wie man es von anderen USB-C-Geräten gewohnt ist, kann das MateDock 2 am MateBook X aber nicht bieten: Die Stromversorgung klappt nur, wenn das Dock in der linken USB-C-Buchse steckt, die Monitorausgänge funktionieren nur an der rechten USB-C-Buchse – das führt den USB-C-Gedanken ad absurdum.

Gegen die vom Werbe-Slogan „Business. Styled“ ausgerufenen Business-Ambitionen spricht auch, dass Huawei das MateBook X derzeit nur in der getesteten Ausstattungsvariante mit vorinstalliertem Windows 10 Home anbietet. Bei der Gerätvorstellung erwähnte Modelle mit mehr SSD-Speicher oder in anderen Farben sind derzeit für Deutschland nicht vorgesehen. Trotz Huaweis Kompetenz als Smartphone-Hersteller und Telekommunikationsausrüster sind keine Varianten mit Mobilfunkmodem angedacht.

## Fazit

So viel versprechend das Datenblatt auch klingt und so sehr die optische wie haptische Anmutung auch lockt: Das zu gering dimensionierte Kühlsystem des MateBook X bremst die CPU bei rechenintensiven Aufgaben stark aus, was viel vom Reiz nimmt – wenngleich die Performance zum Internet-Surfen oder für Office-Arbeiten immer noch ausreicht. Wir halten es für unwahrscheinlich, dass Huawei die Prozessorleistung mit künftigen BIOS-Updates verbessern kann. (mue@ct.de) 



**Der Rumpf ist gerade mal dick genug für eine USB-C-Buchse. Im Einschalter sitzt ein Fingerabdruckleser für Windows Hello.**

## Huawei MateBook X: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	WT-W09B
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L, 1 × R (2 × Typ C) / – / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –
Typ-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / – / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	ChiMei P130ZD-EF1: 13 Zoll / 33,1 cm, 2160 × 1440, 3:2, 200 dpi, 5 ... 364 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd
Prozessor	Intel Core i5-7200U (2 Kerne mit HT), 2,5 GHz (3,1 GHz bei einem Thread), 2 × 256 KByte L2-, 3 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte PC3-14900 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel HD 620 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC298
LAN / WLAN	– / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 8265 (a/b/g/n-300/ac-867)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / I2C: Goodix
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: LiteOn CB1 (256 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	40 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	40 W, 141 g, 4,2 cm × 5 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,07 kg / 28,6 cm × 21,6 cm / 1,2 ... 1,5 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,7 cm / 19 mm × 19 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,7 W / 0,5 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max)	5,9 W / 8,3 W / 11,4 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	32,6 W / 11,6 W / 28,8 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	40,6 W / 0,53
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / WLAN (200 cd/m <sup>2</sup> )	13,6 h (2,9 W) / 9,4 h (4,3 W)
Laufzeit Video / 3D (max. Helligkeit)	5,9 h (6,9 W) / 3,3 h (12,1 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	2,5 h / 5,5 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	0 Sone / 0 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1030,3 / 216 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	117299 / 84933
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	8,9 / 4 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 97,6 dB(A)
CineBench R11.5 Rendering 32 / 64 Bit (n CPU)	2,03 / 2,19
CoreMark Single-/Multi-Core / GLBench	15294 / 30815 / 408 fps
3DMark (Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	2216 / 543 / 223
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	1400 €
Garantie	1 Jahr
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden    – nicht vorhanden



# Gift fürs Handgelenk

## Uhrenarmbänder von Amazon-Händlern im Test

**Apple hat durch saftige Preise für seine Uhrenarmbänder Billig-Konkurrenz aus China auf den Plan gerufen. Wir haben 13 günstige Armbänder getestet und an ein TÜV-Labor geschickt. Immer wieder fallen Bänder durch Gifte auf.**

**Von Michael Link**

Eine Uhr, ein Armband: Das war einmal. Schließlich soll die Uhr zum blauen Sportdress passen – oder zum Anzug. Der Armbandwechsel ist leicht in Sekunden gemacht, selbst von Menschen mit feinmotorischem Optimierungspotenzial. Möglich machen das hohle Stäbchen, die im Band eingefädelt sind. Darin befinden sich Zapfen, die sich per Federkraft zurückziehen lassen und die Stäbchen im Uhrengehäuse fixieren. Diese Federstege und spezielle

Befestigungsschlitten wie etwa an der Apple Watch kommen ohne Werkzeug aus.

Doch die Preise, die Apple für seine Wechselarmbänder aufruft, können Schluckauf auslösen: Das Gliederarmband aus Stahl kostet schwindelerregende 509 Euro. Lederarmbänder sind erst ab 159 Euro aufwärts zu haben. Selbst die Economy-Klasse unter den Bändern – also das Sport- und Nylonarmband – kostet happige 59 Euro. Apple steht mit derartig hohen Tarifen nicht allein. Auch ein Band für die Samsung Gear S3 kostet beim Hersteller 30 Euro, bei Nachahmern bekommt man zwei dafür.

Den Unterschied zwischen einem teuren Original und einem nachgeahmten Gelenkschmeichler sieht man nicht bei flüchtigem Hinsehen. Aber wer achtet im Alltag schon auf Details bei einem Uhrenarmband? Darauf bauen auch die meist fernöstlichen Anbieter von Blender-Produkten. Das EH HE Band aus Edelstahl geht problemlos als das edle originale

Milanaise-Band (159 Euro) durch, kostet aber bloß 15 Euro. Die Unterschiede liegen im winzigen Detail. Die sprichwörtliche Erbse unter der Matratze kann sich aber zum Problem auswachsen, etwa der zunächst nicht aufgefallene Grat am EH HE-Band, dessen Scheuern zunehmend nervte. Dass der Magnetverschluss des Nachbaus wesentlich kräftiger haftet als beim Original, mag man lange gut finden – bis man merkt, dass seine Haltekraft das Anlegen und Aufladen der Uhr erschwert.

Bei Nylonbändern lassen sich Blender leicht erkennen: Bei den getesteten Prüflingen fehlte der Apple-typische Aufdruck auf dem Band. Es lohnt sich auch ein Blick auf die Schließe. Bei Nylonbändern von Fremdherstellern besteht diese beispielsweise häufig aus Aluminium oder sogar Plastik statt aus Edelstahl. Bei den Sportarmbändern ist der Stift bei einigen Nachahmerprodukten nicht bündig mit dem Armband verbunden, was zu Druckstellen auf der Haut führen kann.



### EH HE (Edelstahl)

Das Milanaise-Band aus Fernost gibt es anders als bei Apple auch in Gold und Roségold. Es wirkt hochwertig, ist im direkten Vergleich zum Apple-Original aber weniger fein gearbeitet. Besonders der scharfkantige Rand stach im Wortsinne heraus.

Übertrieben anhänglich ist der Magnet der Uhr. Das stört beim Anlegen und beim Laden der Uhr.

- ⬆️ hochwertiges Aussehen
- ⬇️ scharfkantiger Rand

- ⬇️ zu starker Magnet

15 €

Handgelenksumfang: 16,5 bis 27,5 cm



### Elecguru (Leder)

Das Band ist dem Original-Apple-Lederband mit Schlaufe (159 Euro) täuschend echt nachempfunden. Die Magnete der Schließe halten weniger fest. Die Verarbeitung ist größer, aber noch akzeptabel. Die Kopie ist an fehlenden Aufdrucken und Prägungen erkennbar.

Beim Zugversuch hielt das Band, doch nach zwei Monaten war ein zweites Testmuster total verschlissen.

- ⬆️ bequem zu tragen

- ⬇️ nutzt sich schnell ab

- ⬇️ schwacher Magnet

24 €

Handgelenksumfang: 19,5 bis 22,5 cm

Doch es gibt im Armbandmarkt nicht bloß Klone der Uhrenhersteller. Wie bei Smartphone-Hüllen gibt es auch Eigenkreationen der Bänder-Hersteller. Erlaubt ist dabei, was gefällt, aber auch vieles, das bei zart besaiteten Uhrenliebhabern Unwohlsein hervorrufen könnte. Das i-Blason-Band aus PU verpasst der Apple Watch beispielsweise einen groben Plastikpanzer. Das breite Moko-Band aus Leder scheint was für Rocker zu sein. Dezentter ist das Huishang-Band, das wohl das Nike-Sportarmband zum Vorbild nahm, es aber nicht direkt kopierte.

### Passt doch

Die Uhrenbänder der Apple Watch werden seitlich in einen Schlitten eingeführt. Durch einen Federstift werden sie am

Herausrutschen gehindert. Dabei ist Passgenauigkeit gefragt, damit die Montage einfach gelingt, das Band aber nicht zu leicht aus dem Schlitten springt. Auch ästhetisch sollen die Bänder gefallen, sich also nicht durch Grate, Dellen oder breite Spaltmaße disqualifizieren. Das ist nicht bei allen Nachahmer-Produkten der Fall.

Die getesteten Nylonbänder Pugo Top und Kartice wirkten nicht nur größer als das Original; sie waren tatsächlich dicker und steifer. Das sieht man auf den schönen Fotos im Internet natürlich nicht. Das Silikonband von Tonsee schloss nicht bündig mit der Uhr ab, sodass ein Teil der Befestigungsschiene überstand. Die Schlitten des Pugo Top knirschten und knackten, hielten aber harter Beanspruchung stand.

### Gift im Band

Hautrötungen und Jucken wegen einer Nickelallergie: Das kennen viele, und wer darunter leidet, kann den Kontakt zu den allergenen Stoffen leicht vermeiden. Doch etliche Substanzen, die krank machen können, sind für den Käufer nicht sichtbar.

Bei den Markenartiklern schaut man genauer hin, denn sie haben einen Ruf zu verlieren, wie auch das Beispiel Fitbit zeigt. Als 2014 Kunden über Hautreizungen klagten, musste der Hersteller sein Fitnessband Force vom Markt nehmen.

Apple nimmt seine Produkte offenbar intensiv intern unter die Lupe. Tests der Originalbänder auf Schadstoffe verließen bislang immer ohne Befund. Das gilt auch für andere Marken-Smartwatches.



### EloBeth (Silikon)

Beim Silikonband von Elobeth stand das Nike-Sportarmband Pate. Die Kopie ist allerdings dünner und leichter. Dennoch bot es beim Zugtest auch ungewöhnlich starken Zugkräften Paroli.

Insgesamt konnte es mit dem knapp fünf Mal teureren Original locker mithalten. Das Band roch aber anfangs stark nach Gummi.

- ⬆️ reißfest

- ⬆️ flexibler als das Original

- ⬇️ anfangs Gummigeruch

12 €

Handgelenksumfang 14,5 bis 22,6 cm



### Huishang (Silikon)

Das gelochte schwarze Silikonband mit gelb eingefassten Löchern ist zweifellos vom Nike-Sportarmband inspiriert, aber eine eigene Interpretation ohne Zierelemente. Statt Schlitten fixieren Federstege es an der Uhr.

An der Verarbeitung und an der Haltbarkeit gab es nichts auszusetzen, aber anfangs störte ein leichter Schwimmbadspielzeug-Geruch.

- ⬆️ stimmiges Design

- ⬆️ reißfest

- ⬇️ anfangs störender Geruch

13 €

Handgelenksumfang 16 bis 21,5 cm



### i-Blason (PU/PC)

Das i-Blason ist sowas wie eine Smartphone-Hülle – nur für die Apple Watch. Der Panzer aus Polyurethan/Polycarbonat umschließt die Uhr und geht in ein Band über.

Die Pulsmessung klappte auch so, doch die Knöpfe der Uhr waren schwerer zu bedienen. Beim Zugtest drohte die Apple Watch aus der Halterung zu fallen.

- Kantenschutz
- steifes Material
- erschwert die Bedienung

17 €

Handgelenksumfang 16,5 bis 23 cm



### Kartice (Nylon)

Auch dieses Band ähnelt dem Nylonband von Apple. Es ist aber steifer als das Original und die Kanten am Band an den Löchern kratzen. Auch die Verarbeitung ist mau. Am Ansatz zum Schlitten beispielsweise war das Webmuster unregelmäßig. Genau am Schlittenansatz riss das Band beim Zugversuch bei geringer Belastung aus seiner Klemmung am Schlitten.

- schlechte Verarbeitung
- reißt schnell
- kratzt auf der Haut

12 €

Handgelenksumfang 16,5 bis 23 cm

Bei No-Name-Anbietern, die ihre Ware über Amazon verkaufen, prüft niemand, ob die Bänder Schadstoffe enthalten. Auch deutsche Marktüberwacher wie die Gewerbeaufsichtsämter haben keinen Zugriff auf Amazon als Logistik-Dienstleister für außereuropäische Hersteller [1]. So riskiert man als Kunde im wahrsten Sinne des Wortes seine Haut – wie beim Kauf eines Zaubermittels vom fahrenden Händler im Mittelalter. Weil die Folgen alles andere als harmlos sein können, ließen wir Uhrenarmbänder vom TÜV Rheinland prüfen: auf Weichmacher (Phtalate), polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), kurzkettige Chlorparaffine sowie auf die Schwermetalle Cadmium und Blei. Auf der Fahnungsliste standen auch zinnorganische

Verbindungen, Alkyphenole, Dimethylformamid, Azofarbstoffe und Chrom (VI). All diese Stoffe sind ungesund, teils krebsfördernd oder schaden der Umwelt. In Uhrenarmbändern dürfen sie gar nicht enthalten sein oder einen Grenzwert nicht überschreiten.

### Unechte Entwarnung

Der TÜV Rheinland fand nur in einem einzigen Armband Chrom (VI) in einer Menge, welche die EU-Grenzwerte überschritt: Das Lederarmband von Fullmosa wies ausgerechnet auf der Innenseite mehr als doppelt so viel Chrom (VI) auf wie zulässig. Chrom-IV-Verbindungen gelten als zumindest allergen, dauerhaft und in hö-

heren Dosen als krebsfördernd sowie akut toxisch. Wir informierten Amazon, und der Online-Versender nahm das Fullmosa-Band daraufhin aus dem Sortiment.

Kann man also Entwarnung geben? Die Stichprobe – mehr ist es nicht – belegt nur, dass die Bänder der untersuchten Chargen bis auf einen Ausreißer keinen der Giftstoffe auf der Suchliste enthielten. Das muss nicht heißen, dass eine solche Untersuchung für die nächsten Produk-



### Moko (Leder)

Das Lederband mit abnehmbarer breiter Manschette trägt sich angenehm, wenn man breite Handgelenke hat. Die Pulsmessung mit dem Pulssensor unten an der Apple Watch klappte damit nur bei strammem Sitz.

Die breite Manschette macht das Aufladen der Uhr fummelig. Beim Zugtest verbog ein Befestigungsbügel, eine Schlaufe riss.

- angenehm zu tragen
- schwache Befestigungsbügel
- erschwert die Pulsmessung

16 €

Handgelenkumfang 18,5 bis 22,5 cm



### Moko (Edelstahl)

Statt 609 Euro bloß 31 Euro zahlen? Dafür nimmt man einiges in Kauf, etwa dass das Anpassen des Stahlbandes nur mit Werkzeug möglich ist.

Anders als beim Original klemmt das Moko-Band ständig Haare ein, ziept also ziemlich. Das Band war naturgemäß stabil, die schwarze Beschichtung blätterte aber schnell ab.

- stabil
- Werkzeug nötig
- nicht abriebfest

31 €

Handgelenkumfang 14,5 bis 19,6 cm



### Moko (Silikon)

Das Moko-Band hat kein Vorbild bei Apple. Das Band ist im Vergleich zu anderen Silikonbändern dicker. Schadstoffe fand der TÜV trotz des anfänglich intensiven Lösungsmittelgeruchs nicht.

Die Sicherungsschlaufe ist zu groß und rutscht über die Schließe. Beim Zugtest verbog sich der Federsteg, der das Band mit dem Schlitten verbindet.

- ⬆️ komfortabel
- ⬇️ Grate an den Kanten
- ⬇️ schwacher Federsteg

8 €

Handgelenksumfang 16 bis 22,5 cm



### Pugo Top (Nylon)

Das Pugo Top ist nach den Fotos auf der Bestellseite vom Apple-Nylon-Band nicht zu unterscheiden. Was ankam, sah jedoch auf den ersten Blick anders aus: Es war breiter, dicker und steifer als das Original.

Das Webmuster fiel unregelmäßig aus und der Schlitten hatte etwas Spiel. Dennoch hielt das Pugo Top den Zugversuchen stand.

- ⬆️ stabil
- ⬇️ schlechte Verarbeitung
- ⬇️ unregelmäßig gewebt

10 €

Handgelenksumfang 15,5 bis 21,8 cm

tionszyklen das gleiche Ergebnis hätte. Denn Ausgangsmaterialien und Zulieferer ändern sich ständig. Auch das Fullmosa-Lederband gezielt auf den Index zu setzen ist keine Lösung. Denn weil Drittanbieter-Bänder häufig so aussehen wie ihre Marken-Vorbilder, wird das Lederband von Fullmosa vermutlich unter anderem Herstellernamen weiter im Handel bleiben.

Gift im Band mag die erste Sorge sein, aber natürlich soll ein Wechselarmband auch haltbar und robust sein. Daher haben wir sie auch vermessen und sie auf Zug- und Abriebfestigkeit getestet.

Sicherlich wird niemand bei Bändern zum Taschengeldpreis die gleichen Ansprüche stellen wie beim hochpreisigen Original. Hoffen darf man aber, dass sie länger halten als ein paar Monate. Ent-

täuscht wurden die Tester beim Elecguru-Band aus Leder mit Magnetverschluss (24 Euro). Beim flüchtigen Hinsehen glich es dem Apple-Original (159 Euro). Offenbar griff der Anbieter sogar auf die Fotos des US-Konzerns zurück. Doch im Detailvergleich fielen Unterschiede auf – etwa der haftschwächere Magnet. Besonders ärgerlich: Bereits nach zwei Monaten wies es unübersehbare Abnutzungerscheinungen auf und war reif für die Tonne.

Die Robustheit hing im Test kaum vom Material ab, sondern nur von der Verarbeitung. Für das Tonsee-Band aus Silikon war selbst der Kaufpreis von 4 Euro rausgeschmissenes Geld. Es riss bereits bei geringem Zug am Schlitten. Rabiaten Zugkräften hielt hingegen das Huishang-Band aus dem gleichen Material stand.

Bei den Nylon-Bändern riss das Kartice-Band im Nu, das ähnliche Pugo Top überstand jedoch alle Zugversuche.

### Fazit

Bei Sportarmbändern kann man unbedenklich zuschlagen, sofern sie mechanisch nicht besonders stark belastet werden. Entsprechen sie nicht der Beschreibung oder sind sie schlecht verarbeitet, lassen sie sich umstandslos zurückgeben. Vorsicht ist bei Lederbändern angebracht: Hier müssen Sie mit Rückständen aus dem Gerbprozess rechnen.

(mil@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Christof Windeck, Christian Wölbert, Maximaler Profit, minimales Risiko, Amazons unfaires China-Business, c't 20/15, S. 88



### Sowtech (Leder)

Auf den Bildern sah das Sowtech-Band nach gediegener Qualität aus. Beim Auspacken kam die Ernüchterung. Das Band war fast so steif wie ein Eisstiel aus Holz und roch intensiv nach Leder.

Der Eindruck von Solidität war vollends dahin, als schon bei geringem Zug die viel zu schwachen Nähte rissen und sich die Klebung löste.

- ⬆️ wirkt seriös
- ⬇️ schlecht verarbeitet
- ⬇️ reißt schnell

12 €

Handgelenksumfang 17 bis 21 cm



### Tonsee (Silikon)

Anhand der Produktbilder bei Amazon war das superbillige Tonsee-Band nicht vom Apple-Original zu unterscheiden. Allerdings weichen die Farbe sowie die Qualität der Verarbeitung erheblich ab.

Ungeschickte Gußgrade und Farbflecken vermittelten keinen guten Eindruck. Dazu passt, dass das Band schon bei leichtem Zug riss.

- ⬇️ schlechte Verarbeitung
- ⬇️ reißt sehr schnell
- ⬇️ steht am Schlitten über

4 €

Handgelenksumfang 17,5 bis 21,5 cm

# Der c't-Windows-Werkzeugkasten

**Windows-Tools zum Testen, Analysieren und Reparieren**



<b>Der c't-Windows-Werkzeugkasten .....</b>	<b>Seite 102</b>
<b>Hardware-Checker .....</b>	<b>Seite 106</b>
<b>Allerlei für Fenster .....</b>	<b>Seite 112</b>

**Von all den vielen Windows-Programmen für Hardware-Tests und Software-Analyse bewähren sich nur wenige immer wieder in unserem Redaktionsalltag. Dazu zählen sowohl Tools zur Fehlersuche und -analyse als auch solche für Verwaltungsaufgaben – wie das Umziehen eines Systems auf eine neue Hardware, das Entfernen vorinstallierter Apps oder die Rettung versehentlich gelöschter Fotos. Benchmark-Tools messen zudem die Leistung vom CPU, SSD & Co.**

**Von Jan Schüßler**

Oft werden wir gefragt – sowohl von unseren Lesern als auch von Freunden oder Kollegen –, welche Windows-Tools wir für ein bestimmtes Problem oder eine Fehlersuche empfehlen. Die Antwort lautet fast immer: Nimm zuerst das Bordmittel, das Windows schon mitbringt! Doch oft genug helfen die nur begrenzt weiter oder sind fürchterlich zu bedienen.

In diesen Artikeln stellen wir daher die Tools vor, die sich bei uns immer wieder bewähren. Wir nutzen sie nicht nur gerne selbst – es sind auch Programme, die wir immer wieder weiterempfehlen, wenn die Windows-Bordmittel an ihre Grenzen stoßen. Die Programme reichen von Hardware-Tests und -Benchmarks über klassische Hilfsmittel zur Windows-Problemanalyse bis hin zu praktischen Programmen, die im Alltag immer wieder die Arbeit erleichtern oder aus der Patsche helfen – falls aus Versehen ein paar wichtige Fotos gelöscht oder der Bootloader vergurkt wurde. In der Summe sind das über 20 Tools, und wir nennen Sie den c't-Windows-Werkzeugkasten.

## Alte Bekannte

Möglicherweise sind einige der Programme, die wir auf den folgenden Seiten vorstellen, für Sie alte Bekannte – sie sind auch Bestandteil des c't-Notfall-Windows, das wir jährlich neu auflegen. Allerdings: Der Zweck unseres Windows-Werkzeugkastens ist ein anderer. Sein Einsatzziel sind PCs, die noch mehr oder weniger problemlos Windows starten können. Im Gegensatz dazu ist das Notfall-Windows ein Rettungssystem, das Ihnen dann

weiterhilft, wenn schon das Starten des Betriebssystems scheitert.

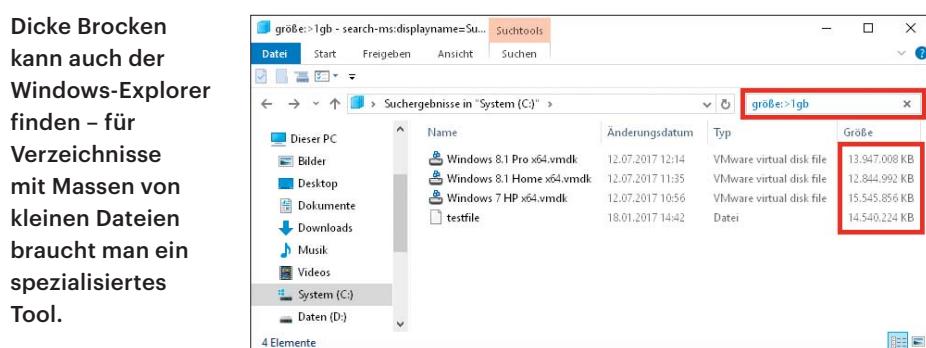
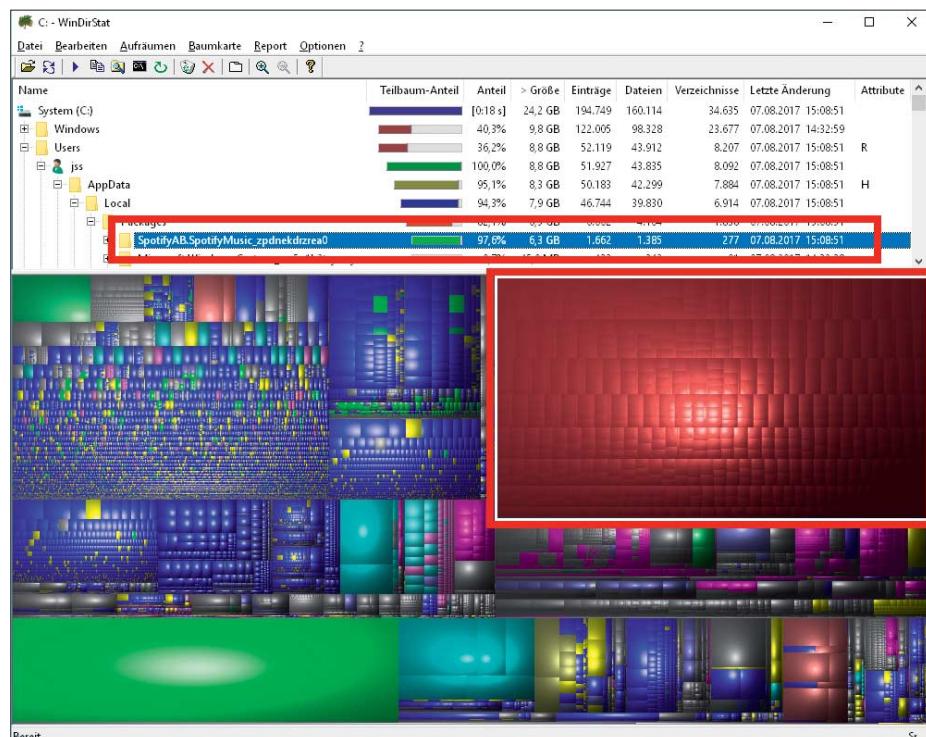
Aus einem ähnlichen Grund steckt kein klassischer Virenschanner im Werkzeugkasten – er sollte stets zur Grundausstattung eines jeden Windows-Systems

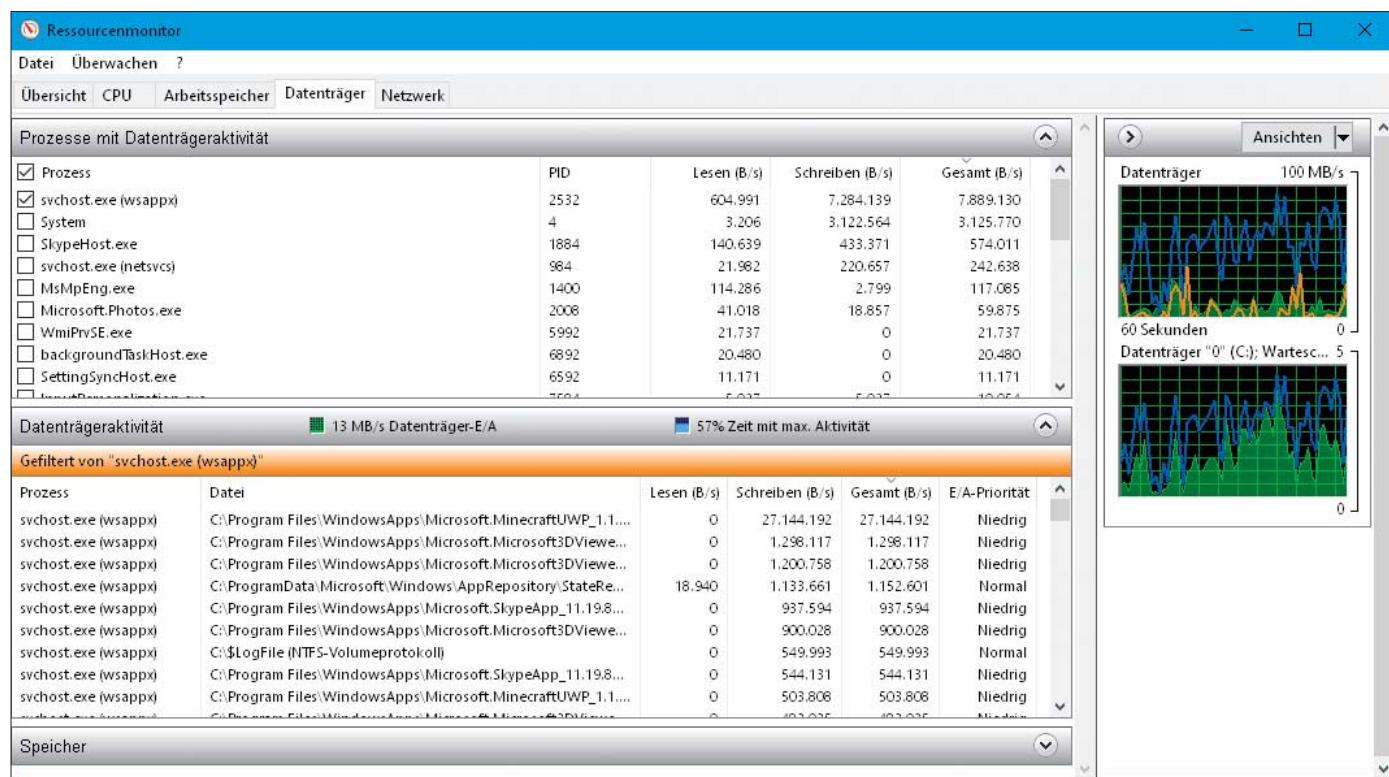
gehören, und in Viren-Notfällen ist unser Desinfec't ohnehin die bessere Wahl (siehe c't 12/17, S. 86).

## Schon an Bord

Ein gutes Beispiel dafür, was die oft unterschätzten Bordmittel leisten, liefert ein Systemlaufwerk C; das viel voller ist als erwartet. In einem solchen Fall lassen wir zunächst die Windows-Datenträgerbereinigung auf das Laufwerk los – speziell nach einem Windows-10-Feature-Upgrade kann sie durchaus 20 GByte oder mehr freischaufen.

Verschafft die Datenträgerbereinigung keine Linderung, muss analysiert werden, was das Laufwerk C: zumüllt. Auch für die Suche nach einzelnen dicken Dateien bedarf es nicht unbedingt eines Zusatz-Tools. Das lässt sich ebenso mit dem Windows-Explorer erledigen: Öffnen Sie den Explorer und geben Sie oben rechts ins Suchfeld Größe:>500mb ein. Der





Der PC reagiert zäh und die Festplatte rödelt wie irre? Am besten werfen Sie zunächst einen Blick in den Ressourcenmonitor – vielleicht spielt Windows einfach nur gerade App-Updates ein, wie im hier gezeigten Fall.

Explorer durchforstet Ihr System daraufhin nach Brocken, die größer als 500 MByte sind. Möglicherweise fördert das schon den oder die Platzfresser zutage – zum Beispiel Videodateien, die Sie irgendwann einmal auf der Festplatte abgelegt und seitdem vergessen haben, oder ein paar virtuelle Festplatten. Erst wenn das nicht hilft, schlägt die Stunde spezialisierter Tools.

Andere Bordmittel sind einfach nur unbequem: So kann die Windows-Ereignisanzeige zwar eine Übersicht der in letzter Zeit protokollierten Fehler aufrufen; doch eine direkte Auflistung aller Blue-screen-Fehler samt Bugcheck-Fehlercode und die Möglichkeit, danach per Klick in Google zu suchen, fehlt.

Ein weiteres Beispiel: Will man in Windows 10 vorinstallierte Apps aus dem Benutzerprofil oder gleich ganz aus dem System entfernen, lässt sich das ebenfalls durchaus mit Bordmitteln erledigen. Das gilt auch, wenn es dabei um jene Apps geht, die bei einem Rechtsklick auf ihre Kachel keine Option zum Deinstallieren bieten. Die Bordmittel sind dann allerdings reichlich umständliche Powershell-Kommandos und dism.exe-Befehlszeilen. Das geht mit dem richtigen Tool

viel schneller – ein paar Klicks genügen (siehe S. 117).

### Kommerziell?

Alle Tools, die wir auf den folgenden Seiten vorstellen, sind für die private Verwendung gratis – das war Voraussetzung, um es in die Artikel zu schaffen. Dieses Bild ändert sich allerdings, wenn es um kommerziellen Einsatz geht, also vor allem darum, als Servicetechniker mit dem Einsatz der Programme Kunden-PCs zu warten.

Einige Programme sind quelloffene Software unter der GNU General Public License (GPL) und damit nach Gusto auch geschäftlich nutzbar. Andere sind ausdrücklich nur für den Privatgebrauch gratis zu haben – wer sie beruflich nutzen will, kommt nicht um den Erwerb einer Lizenz herum. Für alle Tools erwähnen wir deshalb auch, ob eine kommerzielle Gratis-Nutzung zulässig ist.

### Das ist tragbar

Besonders unkompliziert lassen sich PCs mit solchen Programmen prüfen, die nicht erst installiert werden müssen, sondern die sich direkt starten lassen – zum Beispiel von einem USB-Stick aus. Erfreuli-

cherweise stellen viele Hersteller ihre Tools als portable Software bereit; manche sind sogar sowohl als installierbare als auch als portable Version zu haben.

### ... und der Process Monitor?

Als eines der mächtigsten Tools, das für die Analyse von Windows-Systemen geeignet ist, gilt der Process Monitor aus der Sysinternals-Suite von Mark Russinovich. Und tatsächlich: Weil das Programm jede einzelne Aktion jedes Prozesses unter Windows aufzeichnen kann, lässt sich damit bis ins kleinste Detail nachvollziehen, was unter der Haube läuft. Die Protokolle, die es füllt, sind ellenlang – pro Sekunde entstehen im Regelfall einige tausend bis zigtausend Einträge.

Aus diesem Grund eignet es sich kaum als Tool zur schnellen Abklärung von Fehlerursachen – wer das Potenzial des Process Monitor zur Fehlersuche ausschöpfen will, kommt nicht um eine intensive Einarbeitung herum. Aus diesem Grund haben wir dem Process Monitor eine mehrteilige Artikelserie gewidmet. Sie finden die Artikel in Ausgabe 16/17 ab Seite 148, in Heft 17/17 ab Seite 154 und in dieser Ausgabe ab Seite 162.

(jss@ct.de)

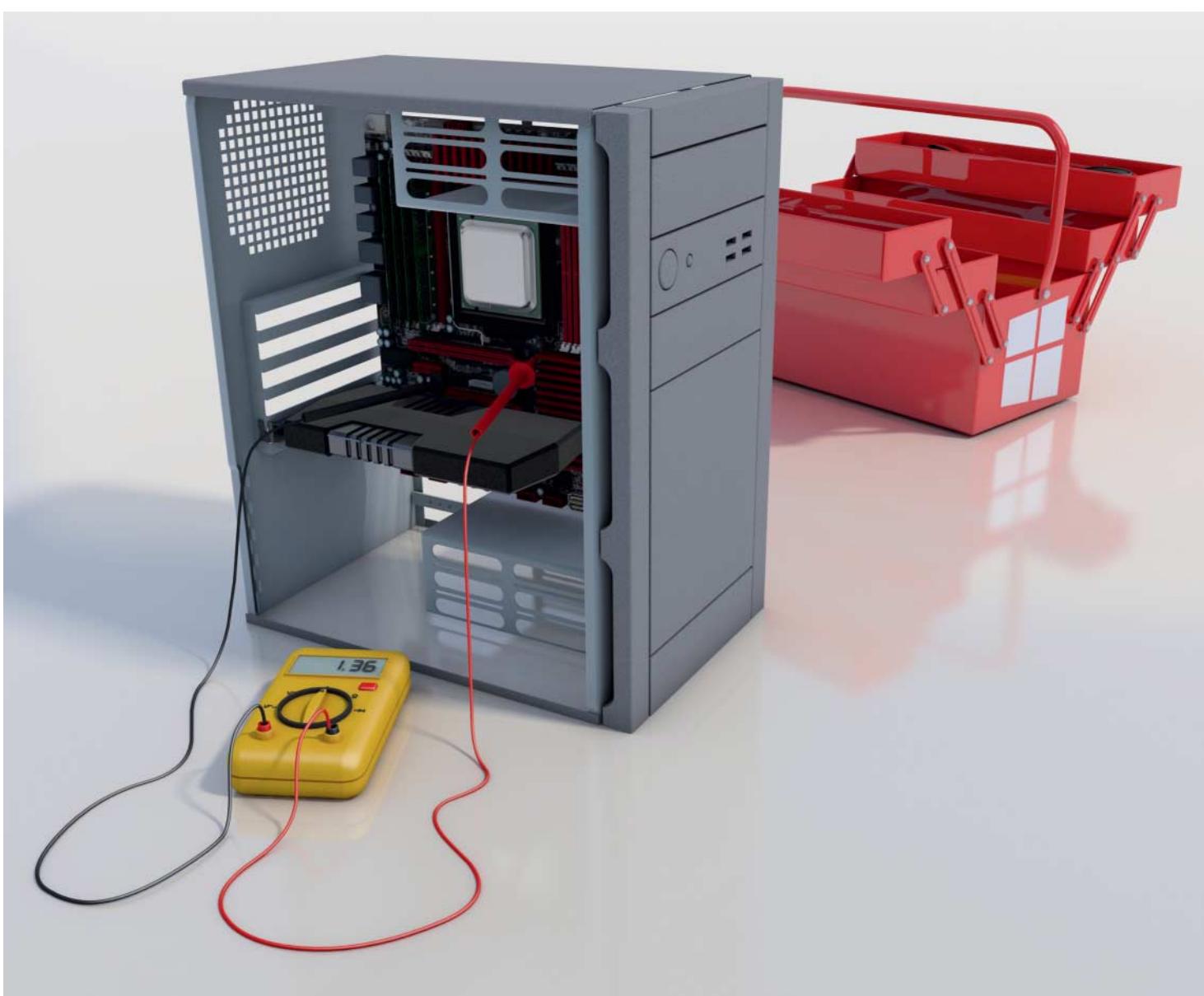
Anzeige

# Hardware-Checker

## Programme für Analyse, Leistungscheck und Stress-Test der Hardware

Wenn der PC abstürzt oder lahmt, kann es nicht schaden, die Hardware auf Fehler zu untersuchen und zu prüfen, ob sie die vom Hersteller versprochene Leistung erbringt. Wir zeigen zwölf kostenlose Testprogramme für Windows-PCs, die im Alltag immer wieder hilfreiche Dienste erweisen – sei es zur Fehlersuche, zur Messung der Performance oder um zu prüfen, was eigentlich genau im PC steckt.

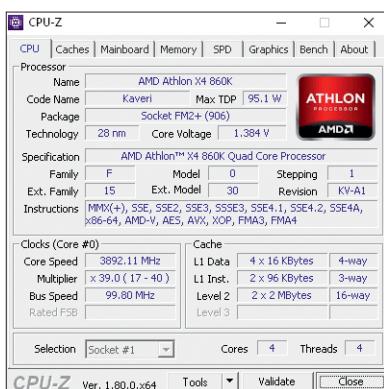
Von Jan Schüßler



## CPU-Z

### Prozessor- und RAM-Informationen auslesen

Programmautor: CPUID | [cpuid.com](http://cpuid.com) | Gratis-Version ist kommerziell nutzbar | installierbar und portabel



CPU-Z zeigt detaillierte Spezifikationen des installierten Prozessors und des RAM an. Für den Prozessor nennt es etwa die genaue Typbezeichnung, Codenamen, Stepping und Revision des Die, unterstützte Befehlssätze, Cache-Größen, aktuelle Taktfrequenz und mehr. Die Mainboard-Typbezeichnung und die BIOS-Versionsnummer zeigt es ebenfalls an.

Zudem liefert das Tool Detailinfos zu den installierten RAM-Modulen, also etwa Hersteller und Typbezeichnung, Seriennummer sowie die im SPD-EEPROM hinterlegten Vorgaben für Takt und Timings. Dazu zeigt es auch die tatsächliche Taktfrequenz und die Timings des RAM an.

Mit CPU-Z prüfen Sie, ob die Firmware des Mainboards das RAM gemäß der gespeicherten Vorgaben eingestellt hat. Sind die realen Timing-Werte kleiner oder die Taktfrequenz größer als die Speichermodule erlauben, kann das eine Quelle für Abstürze sein. Reizt das Mainboard hingegen die Taktfrequenz nicht aus, die die Riegel abkönnen, muss das nicht zwingend ein Fehler sein, denn der tatsächliche RAM-Takt hängt von mehreren Faktoren ab. Abgesehen vom Maximaltakt, den Mainboard und CPU unterstützen, hat oft auch die RAM-Konfiguration einen Einfluss, also ob Single- oder Dual-Rank-Riegel im PC stecken und ob man einen oder zwei Riegel pro Kanal installiert hat (siehe Seite 174).

## CrystalDiskInfo

### Festplatten-Selbstdiagnose auslesen

Programmautor: Noriyuki Miyazaki | [crystalmark.info](http://crystalmark.info) | Gratis-Version ist kommerziell nutzbar | installierbar und portabel

CrystalDiskInfo ermittelt die Selbsttestwerte von Festplatten und SSDs (Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology, SMART). SMART ist zwar ein herstellerübergreifender Standard, aber die Hersteller interpretieren die Einträge teils unterschiedlich. Speziell bei SSDs sind die Hersteller mitunter kreativ im Umgang mit den Parametern. Ein Beispiel: Die Gesamtschreibleistung von SSDs (Eintrag F1, „LBA geschrieben“) speichern manche Hersteller in Bytes, andere in Kilobytes und wieder andere in Blöcken. CrystalDiskInfo versucht, den Rohwert korrekt in einen verständlichen GByte-Wert umzurechnen, den es unter „Host-Schreibvorgänge“ anzeigt.

Ein paar SMART-Parameter lassen gezielte Rückschlüsse zu. Hat eine Magnetfestplatte einen defekten Sektor, wird er als unbrauchbar markiert und der dazugehörigen Adresse ein Reservesektor zugewiesen. Im SMART-Protokoll erzeugt das einen ansteigenden Rohwert der „Anzahl wiederzugewiesener Sektoren“. Ist der Vorrat an Reservesektoren aufgebraucht, markiert CrystalDiskInfo den Messwert – dann sollte die Platte möglichst bald ausgetauscht werden, weil sonst Datenverlust droht.



Ähnlich klar ist die Aussagekraft des Eintrags „CRC-Fehler“. Er kann auf ein Kontaktproblem hinweisen – reinigen Sie die Kontaktflächen der Kabelverbindung von Mainboard und Festplatte mit einem trockenen Pinsel

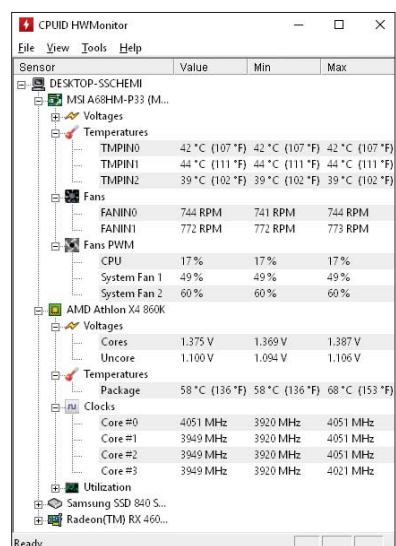
und prüfen Sie zudem den festen Sitz des SATA-Kabels.

Achten Sie beim Einsatz von CrystalDiskInfo auf den „Gesamtzustand“ des Laufwerks. Steht dort nicht „Gut“ und „100 %“, ist vermutlich etwas faul. Eine Zweitmeinung liefert das passende Prüfprogramm des Herstellers (siehe ct.de/y2xc). Es kann im Regelfall auch Magnetplatten nach Sektorfehlern absuchen.

## HWMonitor

### Systemtemperaturen, Lüfterdrehzahlen und Spannungen überwachen

Programmautor: CPUID | [cpuid.com](http://cpuid.com) | kommerziell nutzbar | installierbar und portabel



HWMonitor liefert Messwerte – in erster Linie solche von CPU und Hauptplatine. So zeigt es die Temperaturwerte der einzelnen Prozessorkerne und der Sensoren auf dem Mainboard, die aktuelle CPU-Taktung und Werte für Spannung und Stromverbrauch einzelner Chipbereiche. Auch lassen sich die Temperaturen von Festplatten und Grafikchip auslesen. Zudem nennt HWMonitor Lüfterdrehzahlen. In der Praxis erleben wir allerdings auch Geräte, deren Drehzahlen nicht auftauchen – darunter verbreitete Hardware wie das Surface Pro 3 von Microsoft. Für alle Messpunkte zeigt HWMonitor außerdem nicht nur die aktuellen Werte an, sondern es protokolliert auch Höchst- und Tiefststand. HWMonitor eignet sich in erster Linie,

um Temperatur, Auslastung und Taktfrequenz der einzelnen CPU-Kerne unter verschiedenen Lastzuständen nachzuvollziehen. Bricht die Taktfrequenz eines oder mehrerer Kerne bei hoher Last unter die Vorgabe des Herstellers ein, kann ein Problem mit der Kühlung oder der Stromversorgung vorliegen. Ein weiteres Indiz für ein Kühlproblem ist es, wenn die Package Power die Thermal Design Power (TDP) des Prozessors überschreitet.

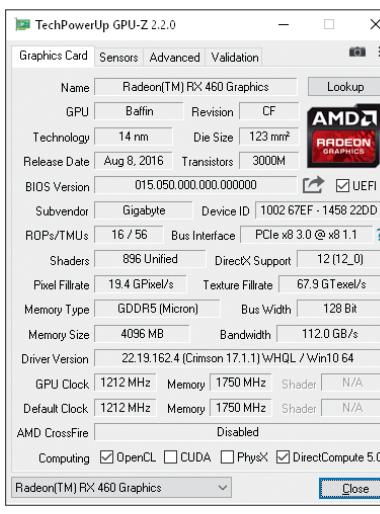
GPU-Z

## Grafikchip- und -RAM-Informatio- nen auslesen

**Programmautor:** TechPowerUp | techpower-up.com | Gratis-Version ist kommerziell nutzbar | nur portabel

Mit GPU-Z lassen sich detaillierte Informationen über die Grafikkarte auslesen, beispielsweise Chip-Version, -Taktung und -Ausstattung sowie Geschwindigkeit, Typ und Transferrate des Grafikspeichers, Versionsnummern des Treibers und VGA-BIOS, unterstützte Computing-Befehlssätze und 3D-Schnittstellen. In der Registerkarte „Sensors“ zeigt GPU-Z zudem die Taktfrequenz von Grafikchip und -speicher in Echtzeit, die GPU-Temperatur und die Lüfterdrehzahl an.

Liegt die Temperatur einer aktiv gekühlten Karte schon im Windows-Leerlauf bei 80 Grad, dürfte mit dem Kühlern etwas faul sein - er ist dann deutlich zu schwach, falsch montiert oder mit Staubflocken verstopft. Zudem lässt sich in Zweifelsfällen ermit-

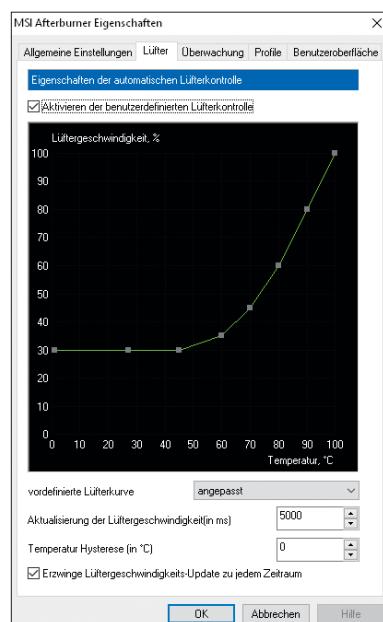


teln, ob abweichend von der Produktbeschreibung ein minderwertiger Speichertyp oder eine beschnittene GPU verbaut wurde und ob die Karte die versprochene Taktfrequenz einhält.

AfterBurner

**Grafikkartenlüfter einstellen,  
Grafikkarte übertakten**

Programmautor: MSI | msi.com | Gratis-Version ist kommerziell nutzbar | nur installierbar



AfterBurner erlaubt das Verändern der maximalen Taktfrequenzen für Grafikchip und -speicher sowie der Betriebsspannung. Dabei lassen sich auch Obergrenzen für Stromverbrauch und Temperatur einstellen – so ist es möglich, eine Karte etwa für den Einsatz in kompakten PCs mit ungünstigen Kühlmöglichkeiten herunterzudrosseln. Außerdem lässt sich für viele Grafikkartenmodelle eine individuelle Lüfter-Regelkurve einstellen, etwa um laute Kühlsysteme zu zähmen.

Als besonders lästig erweisen sich oft Grafikkarten, bei denen der Lüfter im Leerlauf zwar stillsteht, in denen sich dann aber alle paar Minuten so viel Wärme staut, dass der Lüfter für ein paar Sekunden unangenehm aufheult. Es schont dann meist die Nerven, den Lüfter stattdessen bei relativ niedrigen Temperaturen (bis ca. 45 Grad) konstant mit geringer Drehzahl laufen zu lassen.

FurMark

## **Stabilität und Kühlung der Grafik-karte testen**

**Programmautor: Geeks3D | geeks3d.com |  
kommerzielle Nutzung kostenpflichtig | nur  
installierbar**

Ähnlich wie Prime95 für CPUs ist FurMark ein Stresstest für Grafikkarten. Das Tool rendert das 3D-Bild eines rotierenden Donuts aus Fell. Das geschieht mit einer extremen Detailtiefe, was dem Grafikchip Höchstleistungen abverlangt.

Mit FurMark testen Sie Grafikkarte und Kühlsystem auf Stabilität bei höchster Belastung. Für maximale Hitzeentwicklung empfiehlt sich eine hohe Anti-Aliasing-Einstellung, eine möglichst hohe Auflösung im Vollbildmodus und in den „Settings“ ein Häkchen vor „Xtreme burn-in“. Läuft die Grafikkarte nicht stabil, führt das im Regelfall zum Einfrieren des Bildes, zum spontanen Neustart des PC oder im Fall von defektem Grafikspeicher zu visuellen Fehlern wie umherspringenden Linien oder flackerndem Bild.



Sofern FurMark den Temperatursensor des Grafikchips auslesen kann, zeichnet es während des Tests eine Kurve des Temperaturverlaufs ins Bild. Zusammen mit Prime95 eingesetzt, eignet sich FurMark auch zum Testen der Stabilität der Stromversorgung und der Leistungsfähigkeit der gesamten PC-Kühlung.

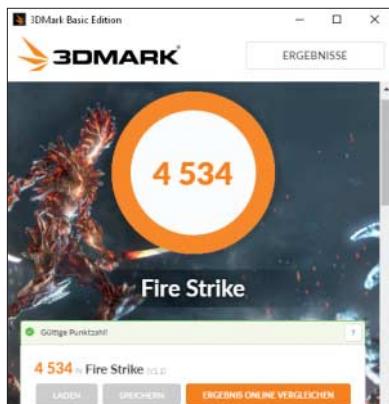
3DMark

## 3D-Grafikleistung messen

Programmautor: Futuremark |  
futuremark.com | kommerzielle Nutzung  
kostenpflichtig | nur installierbar

Der Grafikkarten-Benchmark 3DMark misst die Leistung der Karte anhand vordefinierter 3D-Szenen. In der Gra-

Anzeige



tis-Version lassen sich zwar nicht alle Testmodi des Programms nutzen; der beliebte und für die meisten Fälle ausreichend aussagekräftige „Fire Strike“-Test ist aber enthalten.

Wann immer der Verdacht besteht, dass eine Grafikkarte zu wenig Leistung bringt, bietet sich der Einsatz von 3DMark an – oder, ähnlich wie CineBench, auch einfach, um den PC nach einem Hardware-Upgrade zu testen. Durch die weite Verbreitung des FireStrike-Tests lassen sich die Punktzahlen gut mit denen anderer Anwender vergleichen. Auch bei c't verwenden wir FireStrike als Standardtest für Grafikkarten – die Messwerte können Sie als Vergleichswerte heranziehen.

Der Hersteller Futuremark betreibt auf seiner Website eine kostenlose Datenbank mit allerhand Testergebnissen der Anwender (siehe ct.de/y2xc). Wenn Sie sie verwenden, sollten Sie nicht nur auf die korrekte Auswahl von CPU- und Grafikkartenmodell achten, sondern auch auf deren Taktfrequenzen. Nahezu immer werden die Listen von stark übertakteten PCs angeführt. Sie glänzen meist mit absurd hohen Punktzahlen, konnten die Tests aber oft nur nach vielen Versuchen und mit einer ordentlichen Portion Glück stabil absolvieren.

## MemTest86 Free Edition

### Arbeitsspeicher prüfen

**Programmautor:** PassMark Software | memtest86.com | Gratis-Version ist kommerziell nutzbar | nur portabel (CD/USB-Stick)

MemTest86 ist ein Klassiker unter den RAM-Testprogrammen. Es füllt den Speicher sowohl mit regelmäßigen als auch mit zufälligen Mustern, um de-

fekte oder instabile Speicherzellen aufzuspüren. In der aktuellen Version 7.4 bietet es auch einen Test auf Rowhammer-Verwundbarkeit – Rowhammer ist ein Brute-Force-Angriff, bei dem gezieltes, schnell und oft wiederholtes Schreiben auf ein und denselben Speicherbereich benachbarte Speicherzellen kippen lässt.

Eine Prüfung des RAM mit MemTest86 empfiehlt sich immer dann, wenn der PC ohne reproduzierbare Fehlerquelle instabil läuft – das können unvermittelte Programmfehler sein, aber auch Bluescreens oder ein System, das schon beim Starten dauernd abstürzt und gar nicht erst dazu kommt, die Bedienoberfläche zu laden. Am besten lassen Sie den Test einige Stunden oder über Nacht laufen.

MemTest86 läuft nicht unter Windows, sondern wird bootfähig auf einen USB-Stick installiert oder auf CD gebrannt. Um davon zu booten, muss der Stick beziehungsweise das CD-Laufwerk beim Systemstart als Startgerät ausgewählt werden. Bei den meisten PC-Mainboards geschieht das durch Drücken von F8, F11, F12 oder Esc während der ersten Sekunden nach dem Einschalten, bei manchen auch direkt im BIOS-Setup mit einer „boot override“-Funktion. Wenn auf dem PC mindestens Windows 8 läuft und er auf Tastendrücke beim Einschalten nicht reagiert, starten Sie Windows neu (nicht „herunterfahren“ und wieder einschalten, sondern tatsächlich „neu starten“). Dann sollte der PC während der BIOS-Meldungen auf Tastendrücke reagieren.

Auf dem MemTest86-Medium befinden sich zwei Versionen des Testprogramms: Auf UEFI-Systemen startet die aktuelle Version 7.4; für Legacy-Hardware ist Version 4.3 enthalten. Während die Legacy-Ausgabe von

MemTest86 7.4 Free		Intel Core i5-4570 # 3 200Hz	
CPU/Transistor	5350 Mhz / 3273	Test	242
L1 Cache	64K 32,29 GB/s	Test 7: Moving Inversions, 32-bit pattern	
L2 Cache	64K 32,29 GB/s	Address : 0x10000000 - 0x00000000	
Memory	46928 25,27 GB/s Pattern : 0x7FFF7FFF	0MHz Info : 0MHz Virtual RAM : 0MHz	
BIOS Info	0MHz Info / VMware Virtual RAM : 0MHz		
CPU	0123	1 CPUs Found	4
State	//IV	1 CPUs Started	4 CPUs Active: 4
Time	0:19:33	AddrMode: 64-bit	Pass: 2 / 999 Errors: 6408
Test:	13 Addr: 0FFF Expected: 01740000 Actual: 05014700 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 0FFC Expected: 000024CB Actual: 00000000 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01C4 Expected: 078063C3 Actual: 00000000 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01C0 Expected: 0496670H Actual: 0E0F0F00 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01FC Expected: 0E0F0F05 Actual: 00000000 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01F0 Expected: 2C30E55 Actual: 0E0F0F00 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01F4 Expected: 00000000 Actual: 0E0F0F00 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01F8 Expected: 00000000 Actual: 0E0F0F00 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01F0 Expected: 00000000 Actual: 0E0F0F00 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01F4 Expected: 00000000 Actual: 0E0F0F00 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01F8 Expected: 00000000 Actual: 0E0F0F00 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01F0 Expected: 0C7666C0 Actual: 0E0F0F00 CPU: 0		
Test:	13 Addr: 01F4 Expected: 5E700000 Actual: 00000000 CPU: 0		

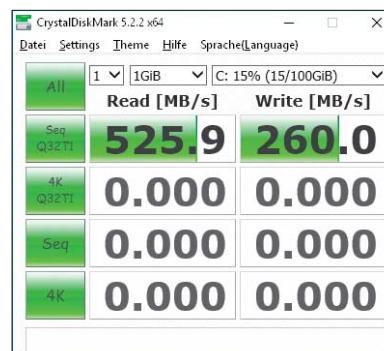
sich aus in Endlosschleife läuft, sollten Sie für einen Langzeittest mit Version 7.4 die Anzahl der Testläufe von Hand auf den Maximalwert 999 einstellen. Per Tastatur lässt sich das schnell erledigen: Drücken Sie nacheinander die Tasten c, 3, t, Cursor-nach-oben, Eingabetaste, 999, Eingabetaste, s.

Achtung: Wenn Sie den Test in Version 7.4 auf einem PC mit DDR3- oder noch älterem RAM laufen lassen, bekommen Sie wahrscheinlich Fehler im Rowhammer-Test gemeldet. Das liegt an der RAM-Architektur und bedeutet nicht zwingend einen Defekt. Um das RAM nicht fälschlicherweise als defekt einzustufen, wählen Sie auf solchen PCs daher den Test Nr. 13 („Hammer“) in den Einstellungen ab.

## CrystalDiskMark

### Übertragungsgeschwindigkeit von Festplatten und SSDs prüfen

**Programmautor:** Noriyuki Miyazaki | crystalmark.info | Gratis-Version ist kommerziell nutzbar | installierbar und portabel



CrystalDiskMark misst die Lese- und Schreibgeschwindigkeit von Festplatten, SSDs und anderen Flash-Medien. Für eine einfache Einschätzung reicht es schon aus, die Anzahl der Tests auf „1“ zu setzen und den ersten Test namens „Seq Q32T1“ anzuklicken.

Das Programm eignet sich, um die Herstellerangaben zur Laufwerksgeschwindigkeit gegenzuprüfen, aber auch, um einer falsch konfigurierten Schnittstelle auf die Schliche zu kommen. Eine handelsübliche SATA-3-SSD zum Beispiel sollte mit maximal 500 bis 550 MByte/s lesen. Liefert sie nur rund 270, läuft sie vermutlich im älteren SATA-II-Modus – eine Prüfung mit CrystalDiskInfo kann

einen solchen Verdacht bestätigen. Ursachen für einen unerwartet lahmenden SATA-Modus gibt es mehrere. Außer einem veralteten SATA-Port kommt auch eine Fehlkonfiguration im BIOS in Frage. Hin und wieder führten bei uns miese SATA-Kabel zu Übertragungsfehlern – für einen stabilen Betrieb einigen sich Mainboard und SSD dann gerne auf einen langsameren Modus.

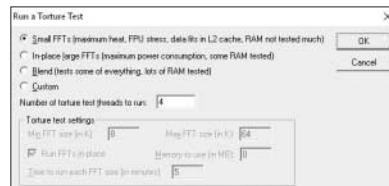
Ähnliches gilt für USB-3-Datenträger: Je nach Modell sollte die neue Zwei-Terabyte-Platte zwischen 80 und 200 Megabyte pro Sekunde liefern – sind es nur um die 40, läuft sie ganz offenkundig nur mit USB-2.0-Geschwindigkeit.

## Prime95

### Stromverbrauch und Hitzeentwicklung der CPU auf die Spitze treiben

**Programmautor:** Mersenne Research | [mersenne.org](http://mersenne.org) | Stresstest kommerziell nutzbar | installierbar und portabel

Prime95 ist eine Software, die auf der CPU des PC Primzahl-Suchalgorithmen laufen lässt. Eigentlich wurde es entwickelt, um die brachliegende Rechenleistung der PCs von Mathebegeisterten Nutzern zur Ermittlung neuer Primzahlen zu nutzen (verteiltes Rechnen). Die Entwickler optimieren das Programm regelmäßig für die neuen Befehlserweiterungen aktueller Prozessoren wie AVX2 oder AVX-512. Es bietet einen „Torture Test“-Modus, der im „Small FFTs“-Modus extrem rechenintensive Prozesse laufen lässt, die den Stromverbrauch der CPU stark erhöhen und den Prozessor damit erhitzen.



Damit eignet sich Prime95 hervorragend, um die Stabilität der CPU und die Leistungsfähigkeit des Kühlsystems unter extremer Rechenlast zu testen. Lassen Sie gleichzeitig HW-Monitor laufen, um die CPU-Kerntem-

peraturen und die Lüfterdrehzahlen zu überwachen. Verlässliche Ergebnisse liefert Prime95, wenn es ein paar Stunden oder einfach über Nacht läuft.

Auch zum Aufspüren von Rechenfehlern durch Instabilität ist Prime95 geeignet. Mit dieser Funktion wird gern die Stabilität übertakteter Prozessoren geprüft.

## CineBench R15

### Rechenleistung der CPU ermitteln

**Programmautor:** Maxon 3D | [maxon.net](http://maxon.net) | kommerziell nutzbar | nur portabel



Das kostenlose CineBench ist einer unserer Standardtests zur Messung der CPU-Rechenleistung. Es nutzt die Engine des Rendering-Programms Cinema 4D, die recht gut mit der Anzahl der CPU-Threads skaliert. Aktiviert man unter „File“ die Funktion „Advanced benchmark“, lässt sich auch die Single-Thread-Leistung messen.

Das Programm eignet sich immer, wenn der Verdacht besteht, dass die CPU weniger Rechenleistung erbringt, als sie sollte – oder auch, um den neuen PC einfach mal zu testen. Ergebnisse meldet das Programm in etwas abstrakter Form von CineBench-Punkten (CB). Dank der weiten Verbreitung des Programms können Sie Ihre Messwerte sehr gut mit denen anderer Anwender vergleichen – oder auch mit den Punktzahlen, die wir bei CPU-Tests in c't veröffentlichen.

Geringe Abweichungen von ein paar Prozent von den Vergleichswerten müssen kein Grund zur Beun-

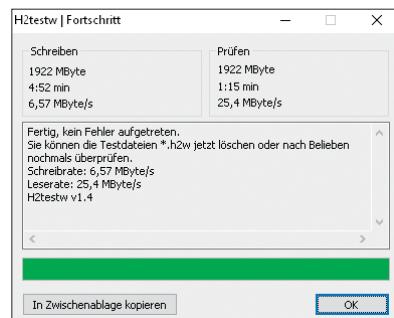
ruhigung sein – zur weiteren Untersuchung bieten sich dann CPU-Z, HWMonitor und Prime95 an.

## H2testw

### Kapazität von USB-Flash-Speichermedien ermitteln

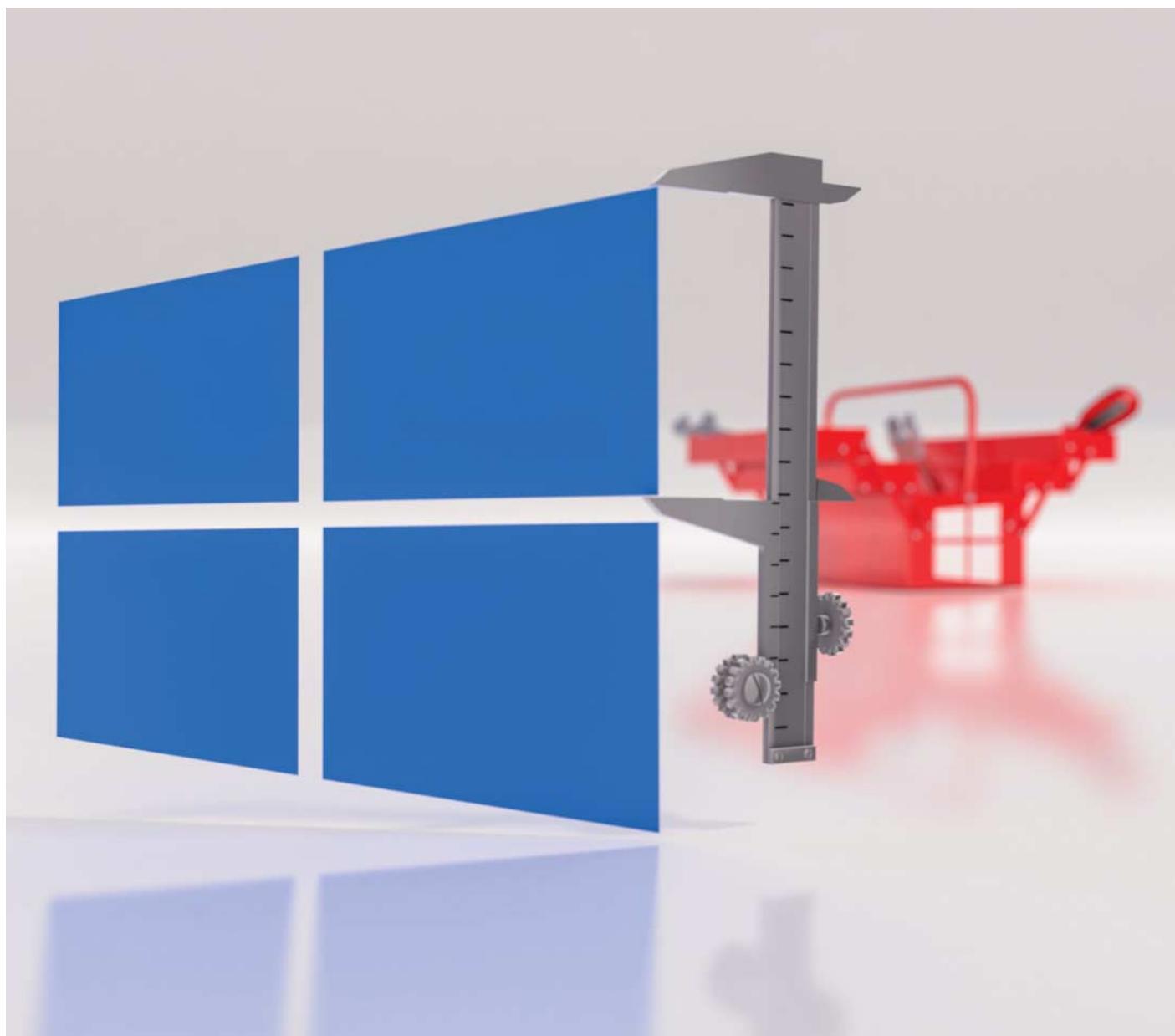
**Programmautor:** c't Magazin, Harald Bögholz | [download.heise.de](http://download.heise.de) | kommerziell nutzbar | nur portabel

H2testw schreibt Datenträger mit 1 GByte großen Prüfdateien voll. Danach liest es sie wieder ein und prüft sie auf Konsistenz. Zusätzlich errechnet es aus der Menge der geschriebenen Daten und der Dauer dieses Vorgangs Durchschnittswerte für die sequenzielle Lese- und Schreibgeschwindigkeit – das ist aber kein präziser Benchmark, sondern liefert nur Näherungswerte. Erfunden wurde H2testw, um die Kapazität von USB-Speichersticks mit den Herstellerangaben abzulegen. Denn hin und wieder tauchen im Handel sehr große Sticks zu ungewöhnlich niedrigen Preisen auf. Manche davon haben eine manipulierte Firmware, die dem Betriebssystem mehr Kapazität meldet, als der Speicherchip fassen kann. Auf den ersten Blick fällt der Betrug nicht auf, weil der Stick sich normal verwenden lässt – erst, wenn mehr Daten geschrieben werden, als der Chip fassen kann, kommt es zu Datenverlust.



Prüfen Sie also USB-Sticks und Speicherkarten vor dem ersten Einsatz mit H2testw: Findet das Programm keinen Fehler, können Sie dem Datenträger Daten anvertrauen, ohne gleich mit einem Ausfall rechnen zu müssen. (jss@ct.de) **ct**

**Hardware-Testprogramme:**  
[ct.de/y2xc](http://ct.de/y2xc)



# Allerlei für Fenster

## System-Utilities für Analyse, Reparatur und Umzug

Bei vielen Wartungs- und Diagnoseaufgaben an Windows-PCs kommt man nicht ohne Tools aus. Die Bandbreite ist dabei recht groß: Mal geht es darum, Startprobleme zu beheben, mal soll ein System auf eine neue SSD oder in eine virtuelle Maschine umziehen, dann wieder sitzt man kopfkratzend vor dem PC und fragt sich, wo der ganze Festplattenspeicher hin ist.

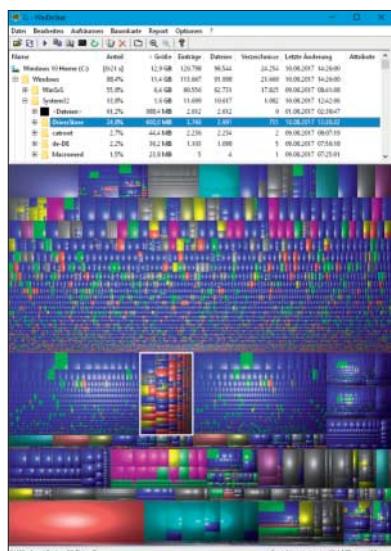
Von Jan Schüßler

## WinDirStat

### Festplattenbelegung grafisch darstellen

Programmautoren: Bernhard Seifert, Oliver Schneider | [windirstat.net](http://windirstat.net) | kommerziell nutzbar | nur installierbar

WinDirStat listet die Speicherbelegung von Datenträgern auf und stellt sie zusätzlich als Kacheldiagramm dar. Damit es die Belegung so gut wie möglich erfassen kann, starten Sie es am besten per Rechtsklick und „Als Administrator ausführen“.



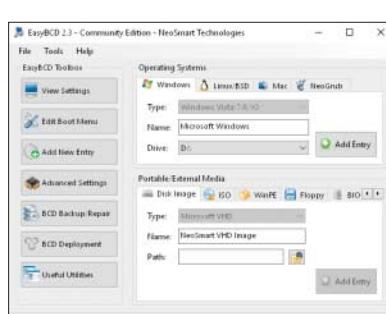
Mit WinDirStat ermitteln Sie, was die Festplatte füllt. Die grafische Ansicht hilft, sowohl einzelne große Dateien als auch Verzeichnisse zu finden, in denen Unmengen kleiner Dateien stecken. In der Praxis fallen beispielsweise immer wieder Ordner auf, in denen Programme temporäre Dateien ablegen, ohne diese nach Gebrauch zu bereinigen.

## EasyBCD

### Windows-Starteinstellungen bearbeiten

Programmautor: NeoSmart Technologies | [neosmart.net](http://neosmart.net) | kommerzieller Einsatz kostenpflichtig | nur installierbar

EasyBCD bietet eine grafische Oberfläche zum Verändern oder Reparieren der Windows-Starteinstellungen. Zwar lässt sich das Allermeiste auch mit Windows-Bordmitteln erledigen; sobald die Aufgabenstellung über das Löschen eines veralteten Eintrags



oder das Ändern des Timeout hinausgeht, ist man dort allerdings auf das recht umständlich zu bedienende Kommandozeilenprogramm bcdedit.exe angewiesen. EasyBCD fasst die Funktionen in einer komfortablen grafischen Oberfläche zusammen.

Ein recht häufiger Anwendungsfall für EasyBCD ist etwa das Hinzufügen der Boot-Option für eine zweite Windows-Installation, wenn man nicht in der Eingabeaufforderung mit dem Kommandozeilenbefehl bcdboot.exe hantieren möchte. Auch für Änderungen, die per Kommandozeile aufwendiger zu erledigen sind, ist EasyBCD geeignet – zum Beispiel Umbenennen von Einträgen, das Starten im abgesicherten Modus sowie Sprache und Stil des Betriebssystem-Auswahlmenüs ändern.

## Recuva

### Gelöschte Dateien retten

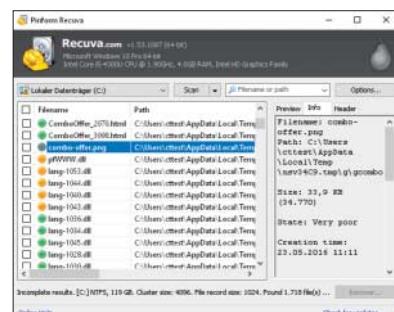
Programmautor: Piriform | [piriform.com](http://piriform.com) | kommerzieller Einsatz kostenpflichtig | nur installierbar

Recuva durchsucht Datenträger nach Dateien, die nicht mehr im Dateisystem verzeichnet, auf dem Datenträger aber noch vorhanden sind. Das trifft zu, wenn Dateien in den Papierkorb geworfen und dieser dann geleert wurde. Weil der Speicherbereich im Moment des Löschens zum erneuten Beschreiben freigegeben wird, ist zügiges Handeln angezeigt – auf keinen Fall sollte vor einer Datenrettung wieder auf dem Medium geschrieben werden. Daraus ergibt sich, dass Sie bei gelöschten Dateien auf Laufwerk C: auf keinen Fall Recuva dort installieren sollten – sicherer ist es entweder, die Festplatte aus dem Rechner zu entfernen

und zur Datenrettung an einen anderen PC anzuschließen, oder den Rechner mit dem c't-Notfall-Windows zu starten: Dort ist Recuva ebenfalls enthalten. Das Programm eignet sich zudem auch für versehentlich formulierte Medien.

Zu Funden gelöschter Dateien liefert Recuva eine Einschätzung des Zustands. Der hängt davon ab, wie viel von der Datei zwischenzeitlich überschrieben wurde. Dazu gibt es Voransichten, die im Falle gelöschter Fotos eine schnelle visuelle Einschätzung bieten, ob das Bild noch brauchbar ist.

Geht es um SSDs, stehen die Chancen zur Datenrettung bei vielen Modellen zudem deutlich schlechter: Mit dem Löschen oder Formatieren geht im Regelfall auch der Trim-Befehl einher, der den SSD-Controller anweist, den betroffenen Speicherbereich auszunullen. Je nach Betriebssystem und SSD-Typ ist das eine Frage von Sekunden bis Tagen – in jedem Fall sollten Sie sofort eine Eingabeaufforderung mit Administratorrechten öffnen und den Befehl fsutil behavior set disabledleteon 1 ausführen – er unterdrückt die Weitergabe des Trim-Kommandos durch Windows an die SSD.



Nach dem Start von Recuva und der Auswahl des Laufwerksbuchstabens startet ein Klick auf „Scan“ die Suche nach gelöschten Dateien – dabei sucht das Programm zunächst nach Resten von Einträgen in der Dateizuordnungstabelle. Langsamer, aber oft ertragreicher ist die Suche, wenn Sie die Funktion „Deep Scan“ in den Optionen unter „Actions“ einschalten. Dann durchsucht Recuva den gesamten Datenträger nach verwertbaren Dateien oder Dateifragmenten. Wurde der Datenträger for-

matiert, ohne vorher einzelne Dateien zu löschen, kann die Option „Scan for non-deleted files“ das Suchergebnis verbessern.

## ShowKeyPlus

### Windows-Lizenzschlüssel anzeigen

**Programmautor:** Superfly | [github.com/superfly-inc](https://github.com/superfly-inc) | kommerziell nutzbar | nur portabel

ShowKeyPlus zeigt den zur Windows-Aktivierung verwendeten Lizenzschlüssel und, sofern vorhanden, den in der Hardware hinterlegten OEM-Schlüssel und den vor einem Gratis-Windows-10-Upgrade verwendeten ursprünglichen Lizenzschlüssel an. Zudem kann es den Lizenzschlüssel aus der Registry eines nicht gestarteten Windows auslesen sowie ermitteln, zu welcher Windows-Version und -Edition ein eingegebener Key gehört.



Mit ShowKeyPlus können Sie prüfen, ob ein PC mit vorinstalliertem Windows auch tatsächlich einen Lizenzschlüssel in der Hardware enthält – das ist der Regelfall, wenn der Rechner mit Windows 8, 8.1 oder 10 geliefert wurde. Findet ShowKeyPlus keinen „OEM Key“, muss sich im Lieferumfang des Rechners oder auf dem Gehäuse ein Certificate of Authenticity (COA) befinden – im Regelfall ist das ein Aufkleber mit einem 25-stelligen Code, der in 5 Gruppen zu je 5 Zeichen aufgeteilt ist.

Den Schlüssel auszulesen, der für die Aktivierung verwendet wurde, kann hilfreich sein, wenn eine gültige Lizenz vorhanden ist, der Aufkleber mit dem Schlüssel aber hinten am PC angebracht ist und Sie nicht erst unter den Tisch kriechen wollen, um den Code abzulesen.

Doch Obacht, dieses Verfahren hat Grenzen – und zwar immer dann, wenn Sie ein Windows 10 als Gratis-Upgrade betreiben, sprich: wenn Sie zur Aktivierung von Windows 10 einen Lizenzschlüssel von Windows 7, 8 oder 8.1 eingetippt haben. Dieser landet dann nicht im System, sondern wird nur vom Aktivierungsserver auf seine Gültigkeit hin überprüft. Ist diese Prüfung erfolgreich, bekommt Windows 10 vom Aktivierungsserver eine „digitale Lizenz“ zugewiesen. ShowKeyPlus liest dann nur den sogenannten generischen Schlüssel aus – eine Art Dummy, der auf allen Installationen mit digitaler Lizenz gleich ist. Sie erkennen ihn daran, dass er unter Windows 10 Home auf „8HVX7“ endet; unter Windows 10 Pro lauten die letzten fünf Zeichen „3V66T“.

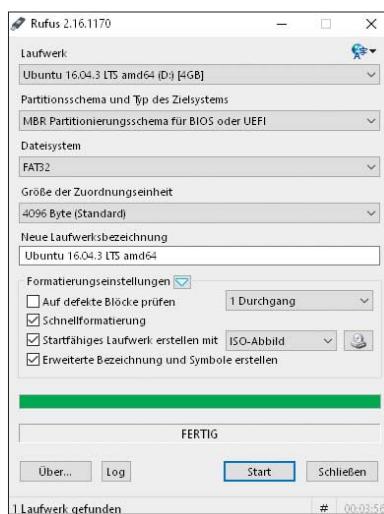
## Rufus

### USB-Bootmedien erstellen

**Programmautor:** Pete Batard | [rufus.akeo.ie](http://rufus.akeo.ie) | kommerziell nutzbar | installierbar und portabel

Rufus ist ein universeller USB-Boot-Stick-Generator: Er kopiert den Inhalt von ISO-Abbildern in bootfähiger Form auf einen USB-Datenträger und installiert dazu den passenden Startcode, zudem ist es möglich, einen FreeDOS-Stick zu erstellen.

Rufus kann sowohl mit Ubuntu, Knoppix & Co. als auch mit Windows ab XP SP2 umgehen. Die Bedienung ist selbsterklärend. Die Auswahl für „Partitionsschema und Typ des Ziel-

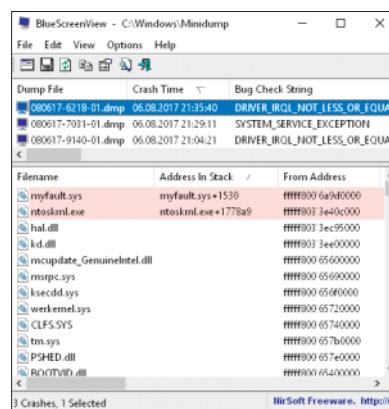


systems“ kann in den meisten Fällen auf „MBR Partitionierungsschema für BIOS oder UEFI“ stehen bleiben – dann lässt sich der Stick im UEFI- und auch im Legacy-Modus booten.

## BlueScreenView

### Bluescreen-Fehlerdaten anzeigen

**Programmautor:** NirSoft | [nirsoft.net](http://nirsoft.net) | kommerziell nutzbar | installierbar und portabel



BlueScreenView wertet Fehlerprotokolle aus, in denen Windows beim Auftreten von Stop-Fehlern (Bluescreens, BSOD) Informationen zum Absturz und ein kleines Speicherabild sichert. Üblicherweise befinden sie sich in C:\Windows\Minidump. Die Darstellung ist dabei kompakter und übersichtlicher als mit der bordeigenen Ereignisanzeige.

BlueScreenView kann auch Minidumps auswerten, die in einem anderen Ordner oder auf einer anderen Partition liegen: Der Pfad für die .dmp-Dateien lässt sich individuell einstellen. Somit lassen sich auch Dumps auswerten, die Sie etwa per Mail zugeschickt bekommen haben.

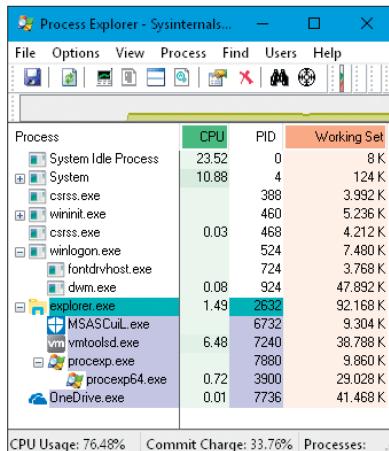
## Sysinternals Process Explorer

### Laufende Windows-Prozesse anzeigen und auf Virenverdacht prüfen

**Programmautor:** Mark Russinovich | [sysinternals.com](http://sysinternals.com) | kommerziell nutzbar | nur portabel

Der Process Explorer ist Bestandteil von Microsofts Sysinternals-Suite und eine Art Task-Manager, der alle lau-

Anzeige



fenden Prozesse hierarchisch darstellt, also anzeigt, welcher Dienste oder Prozesse welche anderen gestartet haben. Im Vergleich zum regulären Windows-Task-Manager ist die Darstellung im Process Explorer damit häufig übersichtlicher. Auf Wunsch kann das Tool zudem allerhand Prozessparameter anzeigen, die der Windows-eigene Task-Manager nicht darstellen kann.

Zusätzlich nutzt Process Explorer den Dienst VirusTotal, der Dateien mit bis zu 65 verschiedenen Scannern testet. Um die Funktion zu aktivieren, klicken Sie im Menü „Options“ auf „VirusTotal.com“ und dann auf „Check VirusTotal.com“. Daraufhin öffnet sich ein Browser-Fenster mit VirusTotals Nutzungsbedingungen; der Process Explorer bittet Sie, diese mit OK abzunicken.

Danach zeigt Process Explorer eine zusätzliche Tabellenspalte für die VirusTotal-Ergebnisse. Im Hintergrund ermittelt es die Hash-Werte aller zu den derzeit laufenden Prozessen gehörigen Programmdateien (Executables). Die Hashes schickt Process Explorer an VirusTotal – dort sind die Hashes meist schon bekannt. Die Option „Submit Unknown Executables“ im VirusTotal-Menü sorgt dafür, dass das Programm automatisch zur Prüfung an VirusTotal geschickt wird, wenn der Dienst es zuvor noch nicht gesehen hat und mit dem Hash-Wert nichts anfangen kann.

Manche Scanner, mit denen VirusTotal arbeitet, sind offenbar besonders anfällig für Fehlalarme: So erkennen hierzulande kaum bekannte

Anbieter wie Cylance oder Bkav immer wieder Windows-Bestandteile oder Grafikkartentreiber als Schädlinge. Meldet nur einer der Scanner einen Fund – der Eintrag in der VirusTotal-Ergebnisspalte lautet dann zum Beispiel „1/65“ –, handelt es sich entweder um einen falsch-positiven Befund oder ein Virus ist so neu, dass nur ein Scanner ihn erkennt. Führen Sie den VirusTotal-Check deshalb nach ein paar Stunden erneut aus. Springt nach wie vor nur ein Scanner auf die Datei an, ist es vermutlich ein Fehlalarm.

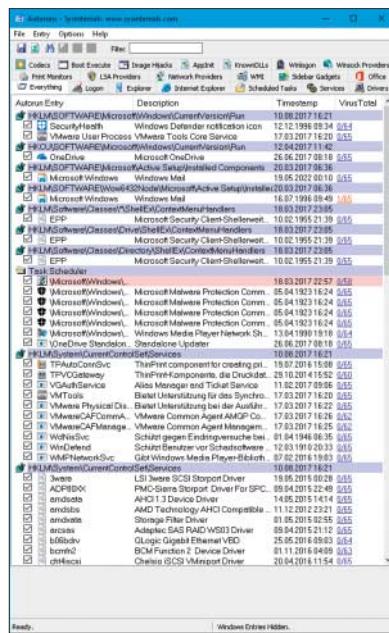
Ein Klick auf das Scan-Ergebnis öffnet eine Webseite mit einer detaillierten Analyse von VirusTotal. Springen zwei oder mehr Scanner auf eine Datei an, sollten Sie auf Nummer sicher gehen und den PC einer genauen Prüfung unterziehen – etwa mit Desinfec't 2017.

## Sysinternals Autoruns

### Autostart-Elemente anzeigen und auf Viren prüfen

**Programmautor:** Mark Russinovich | [sysinternals.com](http://sysinternals.com) | kommerziell nutzbar | nur portabel

Autoruns zeigt an, was beim Start von Windows automatisch an Programmen und Diensten gestartet wird – und zwar erheblich detaillierter als es die Autostart-Liste im Task-Manager und msconfig.exe können.



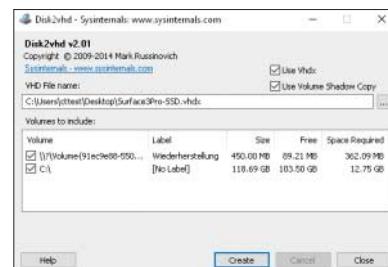
Zusätzlich bietet es einen Viren-Schnell-Check, wie er auch im Process Explorer enthalten ist. Um die Funktion in Autoruns zu aktivieren, klicken Sie im Menü „Options“ auf „Scan Options ...“. Im folgenden Dialog setzen Sie ein Häkchen vor „Check VirusTotal.com“ und auf Wunsch auch vor „Submit Unknown Images“.

Wenn Sie Autoruns als Virentest nutzen, ist es hilfreich, im Menü „Options“ die Funktion „Hide VirusTotal Clean Entries“ zu aktivieren – so müssen Sie nicht durch eine ellenlange Liste von vollkommen harmlosen Autostart-Elementen scrollen. Ansonsten gilt hier das Gleiche wie bei der VirusTotal-Funktion des Process Explorer.

## Sysinternals Disk2vhd

### Partitionen zu virtuellen Laufwerken machen

**Programmautor:** Mark Russinovich | [sysinternals.com](http://sysinternals.com) | kommerziell nutzbar | nur portabel



Das Programm Disk2vhd erstellt Kopien von Festplatten im .vhd- oder .vhdx-Format – sogenannte virtuelle Festplatten. Sie sind praktisch, um ein vorhandenes Betriebssystem zu virtualisieren – etwa ein altgedientes Windows 7, das Sie unter Windows 10 als virtuelle Maschine (VM) weiter betreiben möchten.

Die mit Disk2vhd erstellten virtuellen Platten sind kompatibel mit gängigen Desktop-Virtualisierern, also Microsofts Hyper-V, das in Windows 8.1 und 10 ab der Pro-Edition enthalten ist, sowie VMware Workstation und Oracles VirtualBox. Das Partitionschema des Quellsystems entscheidet über die Wahl des Dateiformats: Handelt es sich um eine GPT-partitionierte Platte, wählen Sie das .vhdx-For-

mat; ist das Partitionsschema MBR, liegen Sie mit dem älteren .vhd-Format richtig. Wählen Sie das falsche Format, ist das virtuelle System nicht bootfähig – was aber kein Beinbruch ist: Erstellen Sie das Laufwerk einfach noch mal mit dem passenden Format.

Disk2vhd virtualisiert ganze Festplatten, nicht nur einzelne Partitionen. Das Programm bietet zwar die Möglichkeit, Partitionen gezielt abzuwählen. Bedenken Sie aber, dass der virtuelle Klon ohne die Startpartition nicht booten kann! Bedenkenlos weglassen können Sie im Regelfall reine Datenlaufwerke.

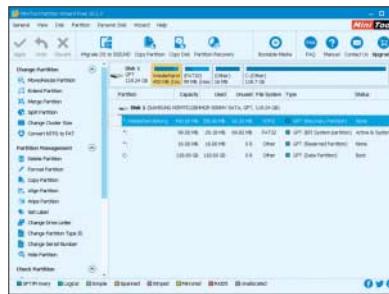
## Partition Wizard Free

### Partitionen und Laufwerke verwalten und klonen

Programmautor: MiniTool | [minitool.com](http://minitool.com) | kommerzieller Einsatz kostenpflichtig | nur installierbar

Partition Wizard Free ist ein Hilfsprogramm mit allerhand Funktionen zum Erstellen, Verschieben, Bearbeiten, Kopieren und Löschen von Partitionen. Empfehlenswert ist es für alles, was sich mit der Windows-Datenträgerverwaltung nicht erledigen lässt – also vor allem Kopieren und Verschieben.

Schlägt zum Beispiel ein Windows-10-Upgrade oder Versions-Upgrade fehl, weil die Wiederherstellungspartition zu klein ist, lässt diese sich mit Partition Wizard in vielen Fällen vergrößern: Zunächst Laufwerk C: am Anfang um ein paar hundert MByte verkleinern und dann das Wiederherstellungslaufwerk um den gewonnenen Platz vergrößern. Das Tool kann zudem Datenlaufwerke oder gar das gesamte System auf eine neue Festplatte umziehen – und dabei sogar in gewissen Grenzen Größen und Anordnung der Partitionen ändern. Dieser



Funktion haben wir in c't 3/16 auf Seite 98 einen Artikel gewidmet.

In der Bedienung ähnelt Partition Wizard dem vor allem aus dem GNU/Linux-Bereich bekannten GParted: Änderungen werden nicht sofort umgesetzt, sondern als Aufgabenliste gespeichert, erst ein Klick auf „Apply“ setzt die anstehenden Änderungen auf einen Schlag um. Tiefe Eingriffe an den Systempartitionen erfordern einen Neustart – Partition Wizard klinkt sich in den Startvorgang ein und führt die gewünschten Änderungen aus, bevor Windows startet.

Zwar läuft Partition Wizard nach unseren Eindrücken zuverlässig. Doch wie immer, wenn Sie an grundlegenden Windows-Strukturen wie der Partitionierung der Festplatte etwas ändern, gilt auch hier: Fertigen Sie in jedem Fall vorher ein Backup Ihres Systems an.

## W10Privacy

### Datenschutzeinstellungen von Windows 10 setzen

Programmautor: Bernd Schuster | [winprivacy.de](http://winprivacy.de) | kommerzielle Nutzung unzulässig | nur portabel

W10Privacy ist eins von mehreren Tools, die Windows 10 zu einem besseren Datenschutz verhelfen sollen – vier Stück hatten wir zuletzt in c't 1/17 ab Seite 158 vorgestellt. Von denen ist W10Privacy das umfangreichste.

Praktisch ist das Programm nicht nur zum Setzen von Datenschutz- und Telemetrieinstellungen, sondern auch zur späteren Kontrolle, ob sie zwischenzeitlich verändert wurden. Eine Besonderheit, wegen der wir W10Privacy gerne verwenden, ist die Funktion zum komfortablen Deinstallieren der mit Windows gelieferten Apps – und zwar auch jener, die eigentlich als fester Bestandteil gelten und keine offensichtliche Option zum Deinstallieren bieten. Als verschärzte Variante lassen sich die Apps auch systemweit entfernen, sodass sie nicht in neu angelegten Benutzerkonten auftauchen. Das Ganze wäre zwar auch mit Bordmitteln möglich – allerdings sehr unkomfortabel mit PowerShell-Befehlen beziehungswei-



se `dism.exe`-Kommandos. Überlegen Sie sich aber genau, ob Sie Apps wirklich systemweit entfernen wollen: Sind sie einmal weg, lassen sie sich danach nicht mehr ohne weiteres zurückholen.

Vor manch anderen Funktionen von W10Privacy warnen wir explizit: Bitte sperren Sie nicht Microsofts Server-IPs für den Telemetriedaten-Empfang – niemand kann garantieren, dass ein solcher Eingriff nicht auch Auswirkungen auf den Bezug von Windows-Updates hat. Schalten Sie nicht den Windows-Update-Dienst aus und auch nicht den bordeigenen Virenwächter namens Defender. Das gilt auch, wenn Sie eine andere Antivirensoftware benutzen: Bekommt die wegen ausgelaufener Lizenz oder Serverproblemen länger keine Signatur-Updates, schaltet Windows den Defender aktiv, um trotzdem einen Basisschutz zu gewährleisten.

Wenn Sie W10Privacy zum Setzen von Datenschutzeinstellungen benutzen, behalten Sie stets die systemimmanenten Nachteile solcher Tools im Hinterkopf: Da Microsoft jedes halbe Jahr eine neue Ausgabe von Windows 10 veröffentlicht, kommen relativ zuverlässig genauso oft neue Datenschutz-Schalter hinzu, alte fallen weg oder die Registry-Schlüssel, auf die die Optionen abbilden, werden klammheimlich geändert. Die Folge ist, dass Datenschutzprogramme hin und wieder danebengreifen – man kommt also nicht umhin, die Einstellungen ab und an in den Windows-10-Einstellungen unter „Datenschutz“ zu überprüfen.

(jss@ct.de) **ct**

**Alle Tools:** [ct.de/y35x](http://ct.de/y35x)

# Wege durch den Tarifdschungel

## Breitband-Tarife für DSL und Kabel im Vergleich

**Der Vergleich von Breitband-Tarifen ist ein mühsames Geschäft. Dank neuer Vorschriften herrscht nun zwar endlich Klarheit, was Bandbreite, Vertragslaufzeit und Drosselung angeht, aber bei anderen Details lohnt es sich für Sie, genau hinzuschauen.**

**Von Urs Mansmann**

Auf dem Breitbandmarkt sind wenige Anbieter übrig geblieben. Neben Telekom, Vodafone und Telefónica finden sich der Kabelanbieter Unitymedia, der Reseller 1&1 und nur noch einige kleinere Wiederverkäufer und lokale Anbieter. Der Provider Easybell wird sein Angebot in Kürze ausbauen und dann bundesweit Anschlüsse mit bis zu 100 MBit/s anbieten. Die genauen Konditionen standen bei Redaktionsschluss noch nicht fest.

Ein Angebotsvergleich lohnt sich weiterhin, denn die Preise geben immer noch ein wenig nach (siehe Tabelle Seite 122). Schon seit Jahren heißt es, die Preise für Breitbandanschlüsse würden bald anziehen, aber zu merken ist davon bislang nichts – der Wettbewerb ist sehr hart und läuft hauptsächlich über den Preis.

Kunden wird ihre langjährige Treue allerdings schlecht vergolten: Sie zahlen einen zu hohen Preis. Neukunden bekommen erhebliche Vergünstigungen und teilweise kostenlose Hardware. Das erste Vertragsjahr ist meist unschlagbar günstig, danach aber steigen die Gebühren. Es empfiehlt sich also, von Zeit zu Zeit zu wechseln, um diese Vergünstigungen mitzunehmen und die Hardware zu aktualisieren.

Statt zu einem anderen Anbieter zu wechseln, können Sie auch mit Ihrem Anbieter einen neuen Tarif vereinbaren – wie weit Sie dann Neukunden-Status genießen, ist ein Stück weit Verhandlungssache. Das erspart Ihnen das Risiko, dass

ein Anschlusswechsel schiefgeht und Sie eine Weile ohne Internet zureckkommen müssen.

Mit einer Kündigung zu winken und die tollen Angebote der Konkurrenz zu erwähnen wirkt bei Verhandlungen mit Ihrem Provider oft Wunder. Alternativ können Sie auch eine Kündigung aussprechen und sich dann vom Kundenrückgewinnungsteam bequatschen lassen – natürlich erst, wenn es Ihnen ein ordentliches Angebot gemacht hat. Allerdings gibt es dann keinen Weg mehr zurück: Wenn Sie eine Kündigung einmal ausgesprochen und das Angebot der Kundenrückgewinnung abgelehnt haben, müssen Sie einen neuen Vertrag schließen, mit wem auch immer.

Solche Verhandlungen sind nur dann erfolgversprechend, wenn Sie einen Vertrag mit langer Laufzeit haben oder bereit sind, zu einem solchen zu wechseln. Aber auch bei Verträgen mit kurzer Laufzeit lohnt sich ein Blick ins aktuelle Angebot: Ist der Preis inzwischen gesunken, wird der Provider das auf Ihren Wunsch hin sicherlich anpassen – von sich aus wird er das kaum machen. Wer sich nicht kümmert, bezahlt zu viel.

Prüfen Sie ein neues Angebot sehr sorgfältig und vergleichen Sie es mit dem aktuellen Vertrag. Möglicherweise hatten Sie Vorteile, die man bei Neuverträgen gestrichen hat, oder bislang kostenfreie Optionen werden plötzlich kostenpflichtig. Preise für Nebenleistungen wie Telefon Gespräche können erheblich abweichen, auch zu Ihren Ungunsten.

Wenn Sie ein neues Angebot suchen, sollten Sie zunächst einmal prüfen, welche Zugangsarten bei Ihnen zur Verfügung stehen. In den meisten Fällen wird das DSL oder TV-Kabel sein, in städtischen Gebieten vermutlich sogar beides. Auf dem Land sieht das Angebot magerer aus; hier gibt es meist nur DSL, und wenn noch

An Deiner Adresse haben wir ein anderes Angebot für Dich!

Dein gewähltes Angebot:

<b>Red Internet &amp; Phone 50 DSL</b>	<b>Unsere Empfehlung für Deine Adresse</b>
@ Internet-Flat VDSL bis zu 50 Mbit/s im Download bis zu 10 Mbit/s im Upload	@ Internet-Flatrate bis zu 100 Mbit/s im Download bis zu 6 Mbit/s im Upload
📞 Festnetz-Flat	📞 Festnetz-Flatrate
<b>19,99€</b> mtl. ab dem 13. Monat 34,99 €	<b>19,99€</b> mtl. ab dem 13. Monat 34,99 €
<a href="#">Andere Adresse prüfen</a>	<a href="#">Bestellen</a>

**Hinweis:**  
Die von Dir bereits ausgewählten Optionen können für das neue Angebot leider nicht automatisch übernommen werden. Bitte wählen sie im nächsten Schritt nochmal neu aus.

**Wenn ein Vodafone-Kabelanschluss verfügbar ist, weigert sich Vodafone, einen DSL-Anschluss zu liefern. Den bekommt man dort nur von anderen Anbietern.**



kein VDSL-Ausbau stattgefunden hat, sind nur mit Glück Datenübertragungs-raten von 16 MBit/s in Empfangs- und 2,5 MBit/s in Senderichtung zu erwarten. Einen großen Nachlass gibt es für derart niedrige Datenraten nicht; ein Anschluss mit 16 MBit/s oder weniger ist bestenfalls 5 Euro pro Monat günstiger als VDSL mit 25 oder 50 MBit/s.

Bei DSL-Anschlüssen hängt die erzielbare Datenrate von der Qualität und der Länge des Anschlusskabels ab. Als man vor vielen Jahrzehnten das Netz plante und erstmals Kabel verlegte, ging es nur um Telefonie. Die Leitung musste ein NF-Signal mittlerer Impedanz transportieren, die Länge fiel da nur wenig ins Gewicht. Bei Kabellängen von mehreren Kilometern wird ein hochfrequentes DSL-Signal aber sehr stark gedämpft. Der Anschluss erreicht daher nur noch eine Datenrate von einigen Hundert kBit/s. Welche Rate zur Verfügung steht, hängt davon ab, wie weit entfernt von der Vermittlungsstelle Sie wohnen.

Bei VDSL sieht die Lage anders aus: Hier wurden in den zurückliegenden 12 Jahren nach und nach Kabelverzweiger mit MSANs (Multi Service Access Node) nachgerüstet. Von den Kabelverzweigern führen kurze Kabelwege von maximal

einigen hundert Metern zu den Wohnungen. Auf derart kurzen Leitungen lässt sich eine Datenrate von 50 MBit/s und mehr erzielen. VDSL-Anschlüsse erreichen deshalb in aller Regel die angegebenen Datenraten.

Wer einen DSL-Anschluss mit geringer Datenrate hat und ein Angebot erhält, auf einen VDSL-Anschluss umzusatteln, kann dieses Angebot deshalb bedenkenlos annehmen. Eine Umschaltung auf den nächstgelegenen MSAN macht selbst aus DSL-Light-Anschlüssen mit 1 MBit/s oder weniger einen Renner mit 25, 50 oder sogar 100 MBit/s.

Wo Regionalgesellschaften aktiv sind, beispielsweise EWE-Tel im Nordwesten, Netcologne in Köln, M-Net in Bayern oder htp im östlichen Niedersachsen, sollten Sie unbedingt deren Angebote einholen und vergleichen. Diese Anbieter sind zwar nicht unbedingt günstiger, bieten aber häufig erheblich mehr Bandbreite als die Telekom, wenn sie eine eigene VDSL- oder Glasfaser-Struktur vor Ort aufgebaut haben. In solchen Ausbaugebieten ist es der Regelfall, dass die Telekom nur wenige MBit/s anbietet, der Regionalanbieter aber 30 bis 100 zu einem absolut konkurrenzfähigen Preis. Bei einem solchen Angebot wird nur noch die Teilnehmer-

anschlussleitung (TAL) der Telekom genutzt, alles andere stellt der Regionalanbieter.

Die Telekom ist als einziger Anbieter verpflichtet, ihre Infrastruktur Konkurrenten bereitzustellen, weil die Bundesnetzagentur den Ex-Monopolisten als marktbeherrschend einstuft. Ausbauten, bei denen die Telekom überhaupt nicht beteiligt ist, findet man mitunter in Neubaugebieten. Hier haben die Kunden genau wie bei TV-Kabelanbietern keine Wahl und müssen die Firma beauftragen, die das Kabel verlegt hat. Ähnliche Konstrukte findet man immer häufiger in großen Wohnblöcken, bei denen die Eigentümer die Versorgung mit Internet- und Telefonanschlüssen per Rahmenvertrag vergeben haben. Ohne Genehmigung des Eigentümers muss die Konkurrenz draußen bleiben.

## Zukunftstechnik Glasfaser

Mit Glasfaser sind noch nicht einmal ein Prozent aller Wohnungen erschlossen. Diese Angebote haben wir daher nicht aufgenommen. Preislich orientieren sich Glasfaseranschlüsse oft an den bestehenden Angeboten, bieten aber in vielen Fällen optional deutlich mehr Bandbreite, bei einigen Anbietern sogar symmetrisch.

**Bitte wählen Sie Ihren DSL Router:**

Eigene Hardware	Eigene DSL Hardware ist bereits vorhanden	Beim Router sollte man besonders genau hinschauen. Meist bekommt man die Geräte nur noch zur Miete angeboten wie hier bei O2. Mit einem eigenen Gerät fährt man mitunter günstiger.
 <b>HomeBox 2</b> Bestes WLAN und preisgekröntes Design.	monatlich <b>0,00</b> , € Bereitstellungsgebühr: 0,00 €	
 <b>FRITZ!Box 7490</b> Topmodell - inkl. Mediaserver und Anrufbeantworter	monatlich <b>2,99</b> , € Bereitstellungsgebühr: 0,00 €	

[> Router vergleichen](#)

Glasfaserangebote finden sich in bestimmten Ausbaugebieten und Neubaugebieten, in denen die Infrastruktur neu verlegt wird. Hausbesitzer, denen ein Glasfaseranschluss angeboten wird, sollten zugreifen: Möglicherweise erhalten sie keine zweite Chance. Das Verlegen von Glasfaserkabeln ist aufwendig, weil dazu die Straße aufgegraben werden muss.

Bei VDSL- und Glasfaser-Anschlüssen wird die zugesicherte Datenrate in den meisten Fällen erreicht. Das TV-Kabel kann allerdings mit höheren Datenraten punkten. Vodafone bietet bis zu 500, Unitymedia bis zu 400 MBit/s an. Der Upstream bleibt bei diesen Angeboten aber deutlich zurück. Maximal 10 MBit/s bietet Unitymedia in Nordrhein-Westfalen, Hessen und Baden-Württemberg an und damit nicht mehr als die Standard-VDSL-Angebote. Vodafone hat beim schnellsten Produkt 50 MBit/s im Angebot und schlägt damit sämtliche VDSL-Angebote.

An einigen Standorten klagen Kabel-Kunden über niedrige Datenraten zu Spitzenzeiten, was auf eine Überlastung der Infrastruktur hindeutet. Diese Klagen sind aber im Vergleich zu den zurückliegenden Jahren seltener geworden. Üblicherweise erfolgt ein Ausbau, wo die Infrastruktur für den Bedarf nicht mehr ausreicht. Meist erweitern die Anbieter die Kapazität, indem sie bestehende Nutzergruppen teilen (Node-Split) und die verfügbare Kapazität dadurch vervielfachen.

Beim Downstream ist der Vergleich der Bandbreiten zwischen den Angeboten

deutlich einfacher als im Upstream, denn diese Zahl stellen alle Anbieter in den Vordergrund. Welche Datenraten benötigt man aber in der Praxis? Egal wie viel Bandbreite vorhanden ist, der DSL-Anschluss befindet sich die meiste Zeit des Tages im Leerlauf. Das Streamen eines HD-Videos über Amazon Prime Video oder Netflix lastet noch nicht einmal einen 16-MBit/s-Anschluss voll aus.

### Genügend Bandbreite

50 MBit/s oder mehr sind nur dann erforderlich, wenn 4K-Videos gestreamt werden sollen, mehrere Nutzer gleichzeitig HD-Video streamen oder wenn man größere Datenmengen in möglichst kurzer Zeit herunter- oder hochladen will. Ordentlich Upstream zum Hochladen gibt es ebenfalls erst ab dieser Leistungsklasse, bei ADSL-Anschlüssen sind es meist nur 1, bestenfalls 2,5 MBit/s.

Ein modernes und grafisch aufwendiges Spiel wie Star Citizen oder Forza Motorsport 7 erfordert einen einmaligen Download von 100 Gigabyte. Mit einem 50-MBit/s-Anschluss ist diese Aufgabe in rund vier Stunden erledigt. Natürlich lässt sich die Ladezeit mit schnelleren Anschlüssen verkürzen, aber niemand garantiert, dass die Download-Server einem einzelnen Client tatsächlich auch 100, 200 oder gar 500 MBit/s liefern. Oft findet sich ein Flaschenhals, der den Download ausbremszt.

Ob man mit 16 oder 50 MBit/s unterwegs ist, merkt man im täglichen Gebrauch

aber durchaus, selbst wenn man den Anschluss nur per WLAN mit dem Smartphone nutzt. Synchronisierungen mit der Cloud, der Download von App-Updates oder auch nur der Abruf von Webseiten oder E-Mails läuft im WLAN bei 50 MBit/s spürbar schneller als bei 16.

### Vertragsfragen

Bei einigen Anbietern kann man Verträge mit kurzer Laufzeit abschließen. Branchenstandard und Vorgabe bei der Bestellung ist aber immer noch in den meisten Fällen die 24-monatige Vertragslaufzeit. Die langen Laufzeiten haben vor allem Vorteile für den Anbieter, weswegen sie dem Kunden allerlei Boni versprechen, wenn er einen solchen Vertrag abschließt.

Grundsätzlich macht man sich als Kunde sehr unflexibel, wenn man einen Laufzeitvertrag schließt. Nach 24 Monaten verlängert er sich jeweils um weitere 12 Monate, sodass man ihn nur zu einem bestimmten Stichtag pro Jahr kündigen kann. Hinzu kommt meist eine Kündigungsfrist von drei Monaten, was in der Praxis bedeutet, dass zwischen Kündigung und Vertragsende fast 15 Monate liegen, wenn man einen Kündigungstermin knapp versäumt hat. Mit einem kürzer laufenden Vertrag kann man schnell auf neue Angebote reagieren und zu einem neuen Anbieter mit besseren Leistungen oder günstigeren Preisen wechseln.

Wenig bekannt ist eine Vorschrift des Telekommunikationsgesetzes, die den Anbietern aufträgt, ihren Kunden auf Wunsch auch Verträge mit 12 Monaten Laufzeit anzubieten (§ 43b TKG). Das betrifft nur die Anbieter, die ausschließlich 2-Jahres-Verträge im Angebot haben. Die lösen das Dilemma, indem sie besonders unattraktive Verträge vorhalten, die nicht aktiv beworben oder gar dem Kunden nur auf ausdrückliche Nachfrage präsentiert werden. Meistens sind diese Verträge der untersten Leistungsklasse zugeordnet; die Nachfrage kann man sich also schenken. Wer kurze Vertragslaufzeiten möchte, sollte gleich einen Vertrag ohne Mindestlaufzeit abschließen.

### Verfügbarkeit prüfen

Hat man eingegrenzt, welche Angebote in Frage kommen, sollte man sich vergewissern, dass man den gewünschten Anschluss auch tatsächlich bekommen kann. Das Einfachste ist, einen Online-Bestellvorgang unter Angabe der Adresse bei allen in Frage kommenden Anbietern bis

zur Zusammenfassung durchzuspielen, die alle Kosten, Gutschriften und Vertragsleistungen enthält. Dabei erhält man auch einen Überblick über Nebenleistungen wie Zusatztarife, Mobilfunkverträge oder Internet-TV.

Der Gesetzgeber schreibt vor, dass die Anbieter für jeden Tarif die wichtigsten Rahmenbedingungen einheitlich gestaltet auf einer Seite aufführen [1]. Konkret sind das maximale, minimale und durchschnittliche Datenrate, eventuelle Drosselungen, Vertragslaufzeit, mitgelieferte Hardware und natürlich der monatliche Preis.

Die Anbieter gehen damit aber unterschiedlich um. Einige verlinken in ihrem Online-Angebot direkt das richtige Dokument, andere die Liste aller Tarife, aus der man dann das passende Dokument mühsam heraussuchen muss. Mitunter ist der Link zu den Produktinformationsblättern auch irgendwo im Menü versteckt. Ausdrucken und abheften braucht man die Informationen nicht – der Anbieter muss diese archivieren und den Kunden auch künftig zum Download anbieten.

O2 ist der letzte Anbieter, der den Kunden eine Drosselung zumutet. Die Telekom hat ihre Drosselpläne schon vor Jahren beerdigt, nachdem viele Kunden empört reagiert hatten. Auch Vodafone hat eine Klausel, mit der die Tauschbörse Nutzung an Kabelanschlüssen beschränkt wurde, wieder aus seinen Vertragsbedingungen entfernt. Allerdings findet sich bei Vodafone im Kleingedruckten immer noch ein Passus, in dem Vodafone sich vorbehält, File-Sharing-Anwendungen bei Netzüberlastung zugunsten anderer, priorisierter Dienste auszubremsen.

Bei O2 stehen dem Kunden je nach Datenrate seines Anschlusses 100 bis 500 Gigabyte monatlich zur Verfügung. Überschreitet man diese Grenze dreimal hintereinander, wird danach jedes Mal bei Erreichen der Grenze auf 2 MBit/s gedrosselt – das reicht für hochauflösende Videos nicht mehr aus. O2 nennt das beschönigend Fair-Use-Mechanik und versichert, dass normale Anwender dieses Limit nicht erreichen. Für den einzelnen Anwender mag das noch hinkommen, für Familien oder Wohngemeinschaften ist das Volumen schon für normale Nutzung von Video-Streaming sehr knapp bemessen.

## Kostenfalle Telefonie

Längst nicht jedes Detail des Tarifs landet im Produktinformationsblatt. Dieses

ist absichtlich knapp gehalten, um für eine erste Auswahl die wichtigsten Aspekte übersichtlich darzustellen. Die detaillierten Vertragsbedingungen findet man in Preisliste, Leistungsbeschreibung und in den allgemeinen Geschäftsbedingungen, die man deshalb sorgfältig studieren sollte.

Genau hinsehen sollten Sie beispielsweise bei den Preisen für Telefonate: Wo ein Telefonanschluss im Paket enthalten

ist, packen die Anbieter in fast allen Fällen auch eine Flatrate ins deutsche Festnetz dazu. Dafür sind Telefonate in die Mobilfunknetze oft sehr teuer – meist ist es für diese Telefonate günstiger, zum Handy zu greifen. Auch Auslandstelefonate sind oft deutlich überteuer.

Wer solche Gespräche günstig führen will, findet in einigen Angeboten Tarifoptionen, die für einen monatlichen Pauschalpreis Vergünstigungen oder Flatrates

## Breitband-Turbo per LTE

In ländlichen Gebieten ist die Versorgung per DSL vielerorts eher mau, dafür ist das LTE-Netz hervorragend ausgebaut. Mit ein wenig Glück kann man davon profitieren. Es gibt zwar inzwischen LTE-Flatrates, die sind aber mit rund 200 Euro für die meisten Anwender viel zu teuer. Volumen-Tarife sind wiederum bezahlbar, schränken aber die Nutzung erheblich ein. Nach nur einer Stunde HD-Video per Streaming kann ein 5-Gigabyte-Kontingent schon nahezu erschöpft sein.

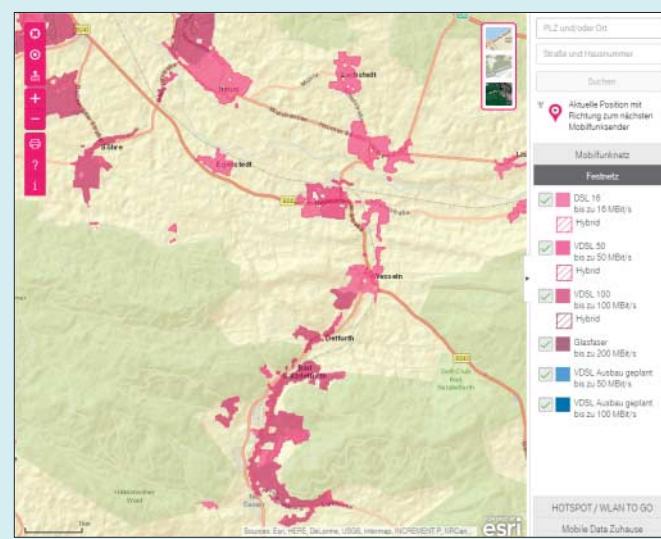
Es gibt allerdings noch eine Alternative ohne Volumenbegrenzung: Die Telekom bietet ein Kombi-Produkt aus DSL und LTE an. Wenn alle technischen Voraussetzungen stimmen, lassen sich DSL-Anschluss und LTE-Verbindung bündeln. Ist der DSL-Anschluss ausgelastet, schaltet der Router automatisch die LTE-Verbindung zu. Dazu ist allerdings ein spezieller Router erforderlich, den man nur bei der Telekom bekommt. Per Verfüg-

barkeitsprüfung auf den Seiten der Telekom erfahren Sie, ob ein solcher Hybrid-Anschluss an Ihrer Adresse möglich ist.

Wunder dürfen Sie von einem solchen Angebot nicht erwarten, denn das LTE-Netz der Telekom ist schon jetzt ordentlich ausgelastet. Bei einer lahmen DSL-Verbindung dürfen Sie trotzdem mit einem merklichen Geschwindigkeitsschub rechnen.

Ein LTE- oder UMTS-Zugang kann aber noch bei einer ganz anderen Gelegenheit nützlich sein: Einige Anbieter haben eine sogenannte Sofort-Start-Option im Angebot. Der Kunde erhält den Router und einen LTE- oder UMTS-Stick sofort nach Auftragserteilung zugeschickt.

Damit kann er schon online gehen, während sein Festnetzanschluss geschaltet wird – was im Mittel rund 10 Tage ab Auftragserteilung dauert. Allerdings greifen auch hier strenge Volumengrenzen.



**Das Telekom-Hybrid-Produkt aus DSL und LTE ist auch in ländlichen Gebieten verfügbar, in der Karte ist das Versorgungsgebiet schraffiert.**

bieten. Gelegenheitstelefonierer sollten zusätzlich einen VoIP-Tarif bei einem der zahlreichen Anbieter buchen, die Telefonate in die Mobilfunknetze und ins Ausland erheblich günstiger anbieten [2]. In den meisten Fällen kann man trotz dieses Umwegs beim Angerufenen die Rufnummer des Hauptanschlusses anzeigen lassen.

Der Verzicht auf den Telefonanschluss ist meistens nicht möglich, denn für die Breitbandanbieter ist das Telefon eine zusätzliche Einkommensquelle. Von den hier vorgestellten Angeboten bietet lediglich Unitymedia reine Internetanschlüsse ohne Telefonie an, die sogar ein bisschen günstiger ausfallen als die vergleichbaren Kombi-Varianten.

Die meisten Anbieter haben auch einen passenden Mobilfunktarif im Portfolio und versprechen Rabatte, wenn man Mobilfunk und Festnetz aus einer Hand bezieht. Auch hier muss man genau hinschauen: Schließt man einen Vertrag für

alles oder muss man den Mobilfunkvertrag separat kündigen, wenn man den Breitband-Zugang nicht mehr benötigt? Das Angebot sollten Sie kritisch prüfen: Günstiger als gängige Prepaid-Angebote sind diese Verträge im Allgemeinen nicht.

### Routerfrage

Die Anbieter sind eifrig bemüht, dem Kunden ihre Hardware anzudienen. Das dient in erster Linie der Kundenbindung; VoIP-Angebote der Konkurrenz beispielsweise lassen sich mit Geräten, die der Anbieter konfektioniert, oft nicht oder nur unter erschwerten Umständen nutzen. Kostenlos gibt es die Hardware meist auch nicht mehr, viele Anbieter machen dem Kunden lediglich ein Mietangebot.

Bei einem eigenen Gerät kann man dessen Preis- und Leistungsklasse selbst wählen und erhält Zugriff auf alle Funktionen. Außerdem wird man unter Umständen früher mit Firmware-Updates versorgt, weil die Versionen für Anbieter-

Hardware mitunter noch zusätzliche Prüfinstanzen meistern müssen.

Inzwischen hat der Kunde ein Recht darauf, eigene Geräte am Breitbandanschluss zu betreiben. Der Anbieter muss dazu alle erforderlichen Daten wie Zugangskennungen und Passwörter für den Internetzugang und für den VoIP-Zugang bereitstellen.

### Anbieterwechsel

Außer wenn Sie das Übertragungsmedium ändern, werden Sie in aller Regel keinen neuen Anschluss beantragen, sondern einen Anschlusswechsel oder Umzug. Die erste Regel dabei lautet: Kündigen Sie nicht selbst! Beauftragen Sie den neuen Anbieter und folgen Sie dessen Anweisungen. In der Regel übernimmt der neue Anbieter für Sie die Kündigung und sorgt dafür, dass der Wechsel reibungslos klappt.

Beim Auftrag sollten Sie allerdings die Terminlage im Auge behalten. Wenn Ihre

### Kabelgebundene Breitband-Anschlüsse mit Flatrates ab 50 MBit/s (Auswahl überregionaler Angebote)

Anbieter	1&1	1&1	Congstar	Easybell	02	02
Tarif	DSL 50	DSL 100	komplett 2 VDSL 50 flex	Komplett easy speed 50	DSL M Flex	DSL L Flex
URL	<a href="https://dsl.1und1.de">https://dsl.1und1.de</a>	<a href="https://dsl.1und1.de">https://dsl.1und1.de</a>	<a href="http://www.congstar.de">www.congstar.de</a>	<a href="http://www.easybell.de">www.easybell.de</a>	<a href="http://dsl.o2online.de">http://dsl.o2online.de</a>	<a href="http://dsl.o2online.de">http://dsl.o2online.de</a>
Anschlussart	VDSL	Vectoring	VDSL	VDSL	VDSL	Vectoring
<b>Leistungen/Optionen</b>						
Bandbreite Down-/Upstream MBit/s	50/10	100/20 <sup>6</sup>	50/10	50/10	50/10	100/40
normalerweise verfügbare Bandbreite Down-/Upstream <sup>7</sup> MBit/s	44/9	96,4/20	48,9,4	40/9	48/9	48/5
Mindestbandbreite Down-/Upstream <sup>1</sup> MBit/s	16,7/1,6	54/1,6	27,9/2,7	16/1,2	16/1,6	25/5
Drosselung	–	–	–	–	ab 300 GByte/Monat auf 2 MBit/s <sup>5</sup> für alle Dienste	ab 500 GByte/Monat auf 2 MBit/s <sup>5</sup> für alle Dienste
IPv4/IPv6 für Neuanschlüsse verfügbar	✓/✓ (Dual Stack)	✓/✓ (Dual Stack)	k. A.	✓/–	✓/✓ (Dual Stack)	✓/✓ (Dual Stack)
Telefonanschlussart/gleichzeitige Gespräche/Rufnummern	VoIP/1/1 <sup>3</sup>	VoIP/1/1 <sup>3</sup>	VoIP/4/4	VoIP/2/1 <sup>3</sup>	VoIP/1/1 <sup>3</sup>	VoIP/1/1 <sup>3</sup>
<b>Vertragskonditionen</b>						
Störungsannahme (Rufnummer)	Festnetz (07 21/96 00)	Festnetz (07 21/96 00)	20 bis 60 Ct./Anruf (0 18 06/32 44 44)	Festnetz (0 30/80 95 10 00)	gratis (08 00/5 25 13 78)	gratis (08 00/5 25 13 78)
Laufzeit/Verlängerung/Kündigungsfrist (Mon.)	0/1/3	0/1/3	0/1/14 Tage	0/1/14 Tage	0/0/1	0/0/1
günstigste mitgelieferte Hardware	WLAN-Router, 49,99 € einmalig, 2,99 € monatlich	WLAN-Router, 49,99 € einmalig, 2,99 € monatlich	FritzBox 7360, 109,98 € <sup>4</sup>	FritzBox 7490, 5 € mtl. <sup>4</sup>	HomeBox 2, 59,98 € einmalig <sup>4</sup>	HomeBox 2, 59,98 € einmalig <sup>4</sup>
Telefonanschluss/Festnetz-Flat/Allnet-Flat monatlich	inklusive/inklusive/–	inklusive/inklusive/–	inklusive/inklusive/–	inklusive/inklusive/5 €	inklusive/inklusive/inklusive	inklusive/inklusive/inklusive
<b>Kosten</b>						
Einmalkosten abzüglich Ermäßigungen <sup>2</sup>	39,85 €	39,85 €	59,99 €	49,95 €	90 € Gutschrift	90 € Gutschrift
abweichende Leistungen und Kosten bei Verträgen mit Mindestlaufzeit	149,90 € zusätzliche Gutschrift	149,90 € zusätzliche Gutschrift	20 € zusätzliche Gutschrift, weitere 20 € Ersparnis bei Routerbestellung	–	139,99 € zusätzliche Gutschrift	139,99 € zusätzliche Gutschrift
Internet-Anschluss, monatlich	29,99 €	34,99 €	34,99 €	34,95 €	34,99 €	39,99 €

<sup>1</sup> Datenteile am Anschluss des Kunden, Unterschreitung nur mit Zustimmung des Kunden

<sup>2</sup> bei Online-Bestellung, inklusive Hardware-Versand bei Zwangs-Hardware, Gebühren-Gutschriften gerechnet für zwei Jahre Laufzeit

<sup>3</sup> mehr Rufnummern und mehr gleichzeitige Gespräche gegen Aufpreis

<sup>4</sup> Router muss nicht mitbestellt werden, Preis inkl. Versandkosten

✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe

Kündigungsfrist in wenigen Tagen abläuft, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Kündigung Ihres neuen Anbieters zu spät erfolgt, denn der muss ja erst einmal Ihren Auftrag bearbeiten. Beispielsweise muss er prüfen, ob er den Auftrag überhaupt ausführen kann.

Beim Auftrag alles richtig zu machen bedeutet aber nicht, dass nichts schiefgehen kann. Falls es zu Problemen kommt, sollten Sie hartnäckig bleiben und darauf dringen, dass der neue Anbieter diese zügig löst.

Bei einem Umzug greift übrigens eine besondere Vorschrift des TKG. Nach Paragraf 46 Absatz 8 muss der Anbieter am neuen Wohnort die gleiche Leistung erbringen wie am alten. Schafft er das nicht, kommt man aus dem Vertrag mit einer dreimonatigen Kündigungsfrist wieder heraus.

Pech hat, wer nach dem Umzug keinen Breitbandanschluss mehr braucht, beispielsweise weil man in eine Wohnung

zieht, in der bereits ein Anschluss liegt, etwa bei einem Partner oder in einer Wohngemeinschaft. In diesem Fall kann man entweder zocken und testen, ob der Anbieter wirklich liefert – oder man verhandelt und versucht, für die Restlaufzeit einen Nachlass zu erreichen, wenn der Anschluss stillgelegt wird.

## Bestellweg

Ihre Bestellung sollten Sie am besten online aufgeben. Dort haben Sie tabellarische Übersichten und können ganz ohne Zeitdruck alle in Frage kommenden Angebote analysieren. Außerdem haben Sie ein 14-tägiges Widerrufsrecht. Die größten Boni gibt es bei einem Online-Abschluss, weil der Anbieter hier keine Provisionen bezahlen muss und geringe Kosten für die Abwicklung hat.

Wenn Sie Ihre Bestellung im Laden aufgeben, sind Sie in einer weniger guten Position. Sie haben dort kaum die Ruhe, umfangreiche Leistungskataloge zu stu-

dieren. Ein geschickter Verkäufer könnte Sie obendrein unter Druck setzen. Sinnvoll ist ein Besuch aber dann, wenn Sie genau wissen, welches Produkt Sie haben wollen und es außerdem schnell gehen soll. Denn bei Online-Bestellungen warten viele Anbieter ein paar Tage vor Ausführung, ob der Kunde es sich womöglich noch anders überlegt.

Die schlechteste Variante ist die telefonische Bestellung. Hier werden Ihnen häufig nur wenige Optionen angeboten, eine schriftliche Übersicht erhalten Sie erst mit Ihrer Auftragsbestätigung. Mündliche Zusagen lassen sich im Nachhinein kaum beweisen. Im Ernstfall hilft Ihnen aber hier das Widerrufsrecht. (uma@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Thomas Bradler, Verordnete Transparenz, Neue Informationspflichten für Telefon- und Internetanbieter für Festnetz und Mobilfunk, c't 14/17, S. 146
- [2] Oxana Faller, Günstig telefonieren, VoIP-Tarife im Vergleich, c't 23/12, S. 132

Primacall	Telekom	Telekom	Unitymedia	Unitymedia	Vodafone	Vodafone	Vodafone
DSL Star Speed	Magenta Zuhause M	Magenta Zuhause L	Internet Comfort 60/Premium 120	2play Jump 120/Fly 400	Red Internet & Phone DSL 50/100	Red Internet & Phone 100/200 Cable	Red Internet & Phone 400/500 Cable
www.primacall.de	www.telekom.de	www.telekom.de	www.unitymedia.de	www.unitymedia.de	www.vodafone.de	www.vodafone.de	www.vodafone.de
VDSL	VDSL (FTTH/Glasfaser)	Vectoring (FTTH/Glasfaser)	TV-Kabel	TV-Kabel	VDSL	TV-Kabel	TV-Kabel
51,3/10	50/10 (50/10 mit Fiber 50)	100/40 (100/50 mit Fiber 100)	60/3 (120/6 mit Premium 120)	120/6 (400/10 mit Fly 400)	50/10 (100/40 mit DSL 100)	100/6 (200/12 mit 200 Cable)	400/25 (500/50 mit 500 Cable)
25/8	47/9,4 (50/9,6 mit Fiber 50)	83,8/33,4 (100/48 mit Fiber 100)	57/2,85 (114/5,7 mit Premium 120)	114/5,7 (340/9 mit Fly 400)	38/7,5 (87/37 mit DSL 100)	90/5,4 (180/10,8 mit 200 Cable)	360/22,5 (450/35 mit 500 Cable)
10,9/0,7	27,9/2,7 (45/9 mit Fiber 50)	54/20 (90/45 mit Fiber 100)	42/2,1 (84/4,2 mit Premium 120)	84/4,2 (160/5 mit Fly 400)	28/2,7 (54/20 mit DSL 100)	60/3 (120/6 mit 200 Cable)	160/10 (200/15 mit 500 Cable)
–	–	–	–	–	–	–	–
k. A.	✓/✓ (Dual Stack)	✓/✓ (Dual Stack)	(✓)/✓ (IPv6 mit DS-Lite)	(✓)/✓ (IPv6 mit DS-Lite)	✓/✓	(✓)/✓ (IPv6 mit DS-Lite)	(✓)/✓ (IPv6 mit DS-Lite)
VoIP/3/10	VoIP/2/3	VoIP/2/3	–	VoIP/1/1 <sup>3</sup>	VoIP/1/1 <sup>3</sup>	VoIP/2/2	VoIP/2/2
20 bis 60 Ct./Anruf (0 18 06/35 40 34)	kostenlos (08 00/3 30 20 00)	kostenlos (08 00/3 30 20 00)	Festnetz (Vorwahlen 0221 und 0711)	Festnetz (Vorwahlen 0221 und 0711)	kostenlos (0800/172 12 12)	kostenlos (08 00/5 26 66 25)	kostenlos (08 00/5 26 66 25)
24/12/3	24/12/1	24/12/1	24/12/2	24/12/2	24/12/3	24/12/3	24/12/3
Fritzbox, keine näheren Angaben, kostenlos	WLAN- und VoIP-Router, 4,94 €/Monat <sup>4</sup>	WLAN- und VoIP-Router, 4,94 €/Monat <sup>4</sup>	WLAN-Router, kostenlos	WLAN-Router, kostenlos	EasyBox 804, kostenlos	WLAN-Kabelrouter, kostenlos	WLAN-Kabelrouter, kostenlos
inklusive/inklusive/–	inklusive/inklusive/–	inklusive/inklusive/–	–/–/–	✓/✓/–	inklusive/inklusive/14,99 € <sup>8</sup>	inklusive/inklusive/14,99 € <sup>8</sup>	inklusive/inklusive/14,99 € <sup>8</sup>
30,15 € Gutschrift	270,05 € Gutschrift	340,05 € Gutschrift	79,98 € (29,98 € mit Premium 120)	100,02 € Gutschrift (120,02 € mit Fly 400)	130,01 € Gutschrift (250,01 € mit DSL 100)	180,01 € Gutschrift (260,01 € mit 200 Cable)	350,01 € Gutschrift (410,01 € mit 500 Cable)
–	–	–	–	–	–	–	–
39,95 €	39,95 €	44,95 €	24,99 € (29,99 € mit Premium 120)	34,99 € (44,99 € mit Fly 400)	34,99 € (39,99 mit DSL 100)	34,99 € (39,99 € mit 200 Cable)	44,99 € (49,99 € mit 500 Cable)

<sup>5</sup> Drosselung erfolgt erst, wenn die Marke in mehr als drei aufeinanderfolgenden Monaten überschritten wurde

<sup>6</sup> 40 MBit/s Upstream gegen Aufpreis

<sup>7</sup> Herstellerangabe laut Produktdatblatt

<sup>8</sup> Flatrate enthält auch Festnetztelefonate in 25 europäische Länder

# Okay, Google, mach mal!

## Google Home startet in Deutschland

**Googles Lautsprecher spricht jetzt Deutsch und hat seit der US-Markteinführung einiges dazugelernt. Er präsentiert sich als vielseitige Info- und Entertainmentzentrale für das Wohnzimmer und als Steuerung für das Smart Home.**

**Von Jo Bager und Martin Reche**

Als zweiter Anbieter nach Amazon hat Google einen Lautsprecher mit eingebautem Assistenten auf den deutschen Markt gebracht. Seit Anfang August ist Google Home für 149 Euro verfügbar. Mit knapp 14 Zentimetern ist das Gadget gut halb so hoch wie die große Echo-Variante. Es ist ausschließlich mit einem schicken weißen Plastikgehäuse erhältlich. Die Lautsprecherabdeckung aus grauem Stoff lässt sich abnehmen. Google hat dafür zwei metallene Alternativen in den Farben Kupfer und Karbon im Angebot (je 42 Euro).

Das Gerät setzt ein Google-Konto voraus. Eingerichtet wird der Lautsprecher über die Home-App von Google, die es für Android und iOS gibt. Ähnlich wie Alexa signalisiert Google Home Aktivität auf der Oberseite. Zum Beispiel leuchtet beim Start ein Kreis bunter LEDs. Per Finger-Wisch auf der angeschrägten Oberseite stellt man die Lautstärke ein. Auf Tippen bricht eine Antwort ab oder pausiert das Musik-Streaming.

### Dienstbarer Assistent

Im Wesentlichen läuft die Bedienung von Google Home aber über Sprache ab. Die Box horcht mit Fernfeldmikrofonen permanent in den Raum hinein, ob Befehle an den integrierten Google Assistant gerichtet werden. Hört dieser die Aktivierungsphrase „Okay, Google“, so interpretiert er das Folgende als Befehl. Unter <https://myactivity.google.com> lässt sich nachsehen – und löschen –, was Google Home mitschneidet. Mit einem Knopf auf

der Rückseite des Geräts lassen sich die Mikrofone abschalten, wenn man sicherstellen will, dass es nicht lauscht.

Die Spracherkennung funktioniert hervorragend. Egal, ob man Googles Assistent den Rücken zukehrt, ihn aus einer entfernten Ecke anspricht oder sogar den Raum verlässt und vom Flur aus mit ihm spricht – Google Home hat in unseren Versuchen zuverlässig alle Eingaben verstanden und sich dabei auch nicht vom Straßenlärm stören lassen, der durch ein Fenster hereinkam.

Der Assistent antwortet mit einer Frauenstimme. Sie wirkt aber nicht so menschlich wie die von Alexa, sondern holpert insbesondere bei der Satzmelodie. Hat man sich erst einmal daran gewöhnt, stört sie nicht wirklich.

Google Home beantwortet allgemeine Wissensfragen etwa „Wie lang ist der Rhein?“ und gibt aktuelle Börsenkurse ebenso aus („Wie ist der Kurs von Microsoft?“) wie Sportinformationen („Wann spielt 96 das nächste Mal?“). Mitunter ist es schon erstaunlich, wie gut das Sprachverständnis funktioniert. Bei der Frage nach dem Spieltermin von Hannover 96

etwa genügt es, nur nach „96“ zu fragen, ohne Hannover. Auch die Anknüpfung an den Sprachkontext scheint Google verbessert zu haben. Auf die Frage „Wer ist der Regisseur von Matrix?“ kann man nach der Antwort direkt „Und wer spielte die Hauptrolle?“ fragen, ohne den Film noch einmal erwähnen zu müssen.

Nichtsdestotrotz muss auch Google Home im täglichen Einsatz oft passen: „Entschuldigung, ich weiß nicht, wie ich helfen kann. Aber ich lerne jeden Tag etwas Neues.“ Wie bei anderen Assistenten entwickelt man mit der Zeit ein Gefühl dafür, was man fragen kann. Unter [g.co/home/explore](https://g.co/home/explore) gibt Google einen Überblick über die Befehle, die Google Home versteht.

Der Assistent hilft bei vielen täglichen Verrichtungen. Man kann ihn als Taschenrechner und Küchentimer verwenden, eine Übersetzung ausgeben oder einen Wert in eine andere Maßeinheit umrechnen lassen. Er kann Einträge auf eine Einkaufsliste setzen (auf dem Desktop unter <https://shoppinglist.google.com> erreichbar). Auf die Frage „Wie ist mein Tag?“ liefert er die Uhrzeit, das Wetter, die Kalendereinträge des Tages, Erinnerungen und News. Googles Assistent kann nur auf den Hauptkalender des Google-Kontos zugreifen – und auch das nur lesend. Neue Einträge lassen sich nicht anlegen.

Bei der Anpassung an den deutschen Sprachraum hat Google eng mit Nachrichtenanbietern zusammengearbeitet. Anders als bei Amazon, dessen Assistent Alexa alle Nachrichten selbst vorliest, lässt sich Google Nachrichten-Feeds anliefern, die von Menschen eingesprochen werden. Das ist weniger einheitlich, gibt jedem einzelnen Feed aber ein eigenes Profil.

Zu den deutschsprachigen Nachrichten-Feeds gehören „Deutschlandfunk“, „Der Tagesschau-Nachrichtenüberblick in 100 Sekunden“ und „Der Aktionär Börsennews“. Auch heise online ist mit „Heise Top“ vertreten – einer Auswahl von vier bis fünf Top-News, die werktäglich morgens aktualisiert wird. Man richtet die Nach-



**Größenvergleich:** Google Home ist etwa 14 Zentimeter hoch, gut halb so hoch wie Amazon Echo.

richtenquellen in der Home-App unter „Weitere Einstellungen/Nachrichten“ ein.

## Ökosystem ausbaufähig

Ein Assistent ist nur so gut wie das Ökosystem, das ihn umgibt – also die Dienste, die sich mit ihm steuern lassen. Hier hat Google in den USA im Bereich Smart Home viele Mitstreiter gewonnen. Die Geräte von etwa 40 Anbietern lassen sich dort mit der Box per Sprache steuern. Zum Start in Deutschland gibt Google offiziell nur vier Internet-of-Things-Partner an: Philips, TP-Link, Wemo und Lifx.

Außerdem unterstützt Google Home den Dienst IFTTT. Darüber stehen Hunderte weitere Verknüpfungsmöglichkeiten mit Internet-of-Things- oder Online-Diensten offen. Ein IFTTT-Applet, das Google Home mit einem anderen Dienst verknüpft, legt man bei IFTTT an. Benutzt man als Trigger-Feld „Say a phrase“, kann man dem Assistenten einen neuen Befehl beibringen – der zum Beispiel ein smartes Gerät schaltet. Wichtig ist dabei, unten in der Definition des Triggers „German“ als Sprache auszuwählen. Mit dem Trigger „Say a phrase with a text ingredient“ kann man sogar einen Text mit einsprechen, den IFTTT dann zum Beispiel auf Facebook postet: „Okay, Google, Twitter, dieses Post habe ich mit Google Home abgesetzt.“

YouTube- und Netflix-Videos gibt Google Home mit Geräten wieder, die per Chromecast angeschlossen sind. Musik



Im Bedienfeld auf der Oberseite signalisiert Google Home Betriebszustände, hier kann man auch die Lautstärke einstellen.

kann das Gadget von Spotify, Deezer und Google Play Music streamen. Von Beginn an unterstützt die Box die Multiroom-Wiedergabe von Musik. Dafür lassen sich mehrere Google Home und andere Chromecast-Clients einbinden.

Bluetooth-Streaming beherrschte Google Home während des Tests mit der deutschen App noch nicht. Das könnte sich aber bald ändern: Bereits im Mai verkündete Google in seinem Unternehmens-Blog, dass die Box bald auch per Bluetooth von iOS- und Android-Geräten aus mit Musik bespielt werden kann. Bislang ist die Audio- und Videowiedergabe aber eine Insellösung, die nur mit Chromecast-kompatiblen Geräten funktioniert.

Bisher ist es nicht möglich, sogenannte Actions on Google für die deutsche Sprache zu entwickeln, also Sprach-Apps von Drittanbietern, die die Möglichkeiten von Google Home erweitern. Hierbei hat Amazons Alexa, wo solche Erweiterungen Skills heißen, aktuell die Nase vorn.

## Küchensound

In Google Home steckt einfache Lautsprechertechnik. Zwei 2-Zoll-Passivradiatoren flankieren eine nach vorne gerichtete ebenso große Membran. Trotz der monophonen Ein-Wege-Ausführung klingt das Gadget vor allem bei moderaten Lautstärken gar nicht mal so schlecht. Der Raumklang geht in Anbetracht der Lautsprecherkonfiguration und -ausrichtung ebenfalls in Ordnung. Im Vergleich beschallt Amazons Echo Räume gleichmäßiger, Google Home bringt mehr Bässe mit. Das liegt auch an dessen geschlossener Lautsprecherkammer. Erklingen extreme Subbässe, wie etwa in „Video Games“ von Lana del Ray oder „Bad Kingdom“ von Moderat, gehen die Lautsprecher von Google Home aber ebenso in die Knie wie die des Echo.

Die Hochmitten und Höhen könnten etwas feiner auflösen, hier büsst der Klang bei der Musikwiedergabe Lebendigkeit ein. Das wird vor allem bei Produktionen mit kräftigem Gesang und vielen feinen Details wie „Emmylou“ von First Aid Kit deutlich. Hohe Lautstärken gibt Google Home ohne Verzerrungen wieder, jedoch komprimiert die Box dabei den Bassbereich. Das resultiert in einem etwas spitzen, weniger differenzierten Klangbild. Die Qualität der Sprachwiedergabe, etwa bei Hörspielen, leidet darunter nicht. Auch hohe Kinder- und tiefe Männerstimmen klingen über das gesamte Lautstarkespektrum angenehm und bleiben deutlich verständlich.



**Der Verstärker von Google Home befeuert einen frontal abstrahlenden 2-Zoll-Lautsprecher. Zwei Passivradiatoren schwingen für eine bessere Bassausbeute seitlich mit.**

Eine kräftige Bluetooth-Box aus dem gleichen Preissegment oder eine Stereoanlage ersetzt das Gadget in puncto Klangqualität nicht, der Klang geht für kleine Räume wie Schlafzimmer und Küche in moderater Lautstärke aber völlig in Ordnung. Wenn es etwas mehr sein soll, leitet man Audio- und Videosignale via Chromecast an kompatible Lautsprecher und Fernseher weiter.

## Fazit

Beim Kochen den Assistenten die Zeit für die Nudeln überwachen lassen, auf dem Laufband die Soul-Playlist spielen und abends auf dem Sofa den neuesten Netflix-Film starten – ohne einen Finger zu rühren, denn der Assistent erledigt das auf Zuruf: Das ist schon cool. Mit Google Home erhält Amazons smarter Lautsprecher Echo für solche Aufgaben erstmals auch in Deutschland ernst zunehmende Konkurrenz.

Beim eingebauten Assistenten liegt Google Home mit Echo gleichauf. Der Sound reicht, um in der Küche Pop zu hören, aber HiFi ist was anderes. Steht man vor der Entscheidung Home versus Echo, sollte man sich vor allem das Ökosystem ansehen und danach entscheiden, welcher der Lautsprecher die zu Hause eingesetzten Streaming-Anbieter und Smart-Home-Systeme besser unterstützt. (jo@ct.de) **ct**

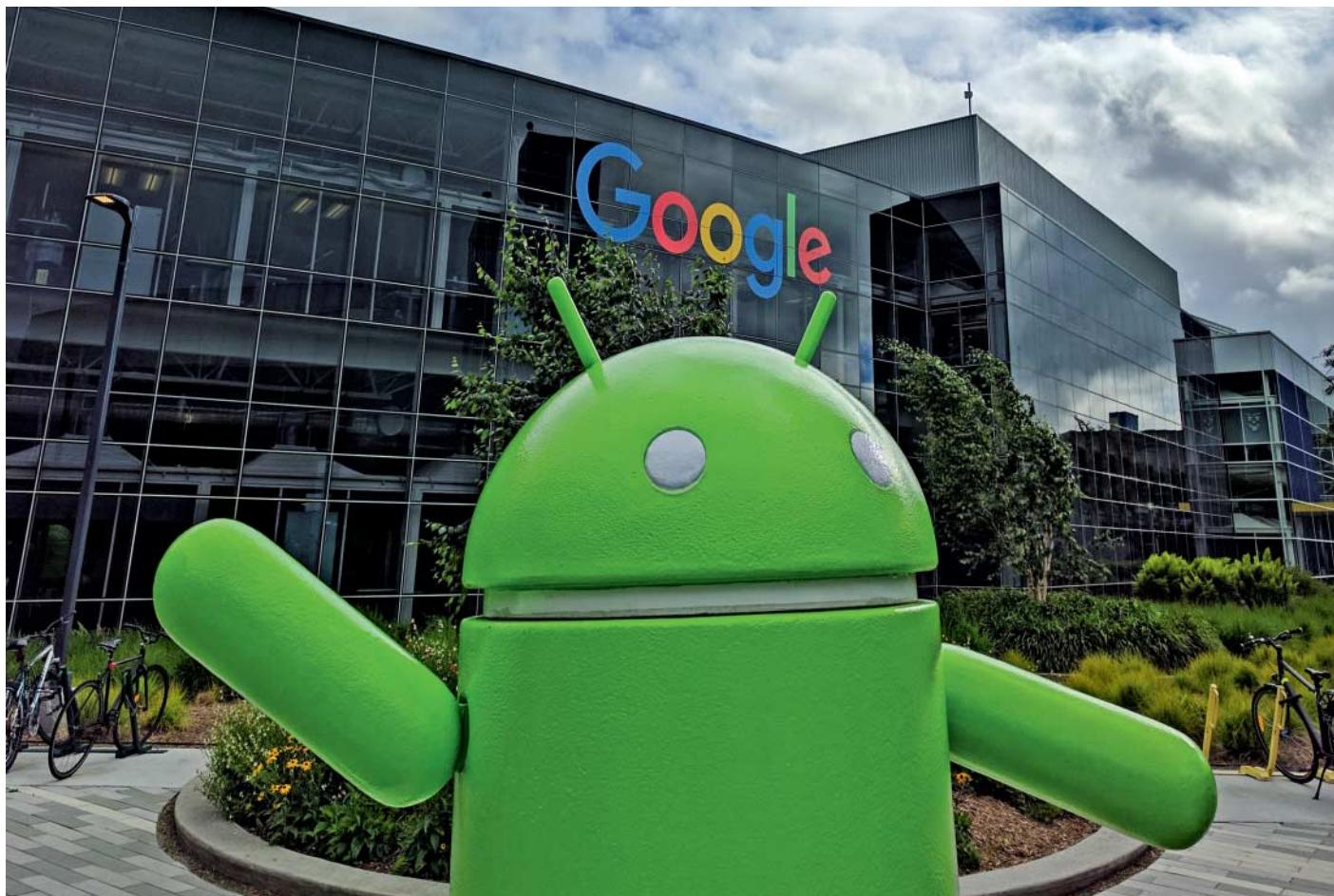


Bild: Stefan Porteck

# Gute Nachrichten

## Ein Blick auf die Neuerungen der kommenden Android-Version

**Das in Kürze erscheinende Android 8 verspricht weniger zu nerven, mit einer Akkuladung länger durchzuhalten und sicherer zu sein. Wir haben die finale Preview mit dem Codenamen Android O auf einem Nexus 5X installiert und geschaut, was die Neuerungen bringen.**

**Von Stefan Porteck**

**G**oogle bessert bei Android 8 vor allem beim Aussehen und bei der Funktionalität der Bedienoberfläche nach. Optisch deutlich verändert haben sich die Einstellungen: Hier zeigen sich nunweni-

ger Hauptkategorien, deren Unterpunkte dafür tiefer verschachtelt wurden. Das ist sehr übersichtlich, doch um zu weitergehenden Einstellungen zu gelangen, sind nun mehr Fingertipps erforderlich.

Für einen einheitlichen Look auf den Homescreens sorgen adaptive Icons. App-Entwickler definieren dafür den Vordergrund – also das eigentliche Logo – und den Hintergrund getrennt. Der Launcher legt dann automatisch eigene Masken mit Formen darüber, um die Icons aller installierten Apps einheitlich mit eckigen, runden oder anders geformten Icons anzuzeigen.

Apps, die heute schon den Multi-Window-Modus von Android 7 unterstützen, laufen unter Android 8 auch auf mehreren Bildschirmen. Sofern das Smartphone mit

einem externen Display verbunden ist, können die Nutzer festlegen, dass der Inhalt einer bestimmten App dort angezeigt wird. Neu hinzugekommen ist Picture in Picture, was bislang nur Android TV vorbehalten war. Das funktioniert nun auch auf Tablets und Smartphones. So kann beispielsweise ein YouTube- oder Netflix-Video in einem kleinen Fenster weiterlaufen, während man auf den Homescreen zurückkehrt oder eine andere App startet.

Für Audiophile bringt O bessere Bluetooth-Audio-Codecs: Das System verwendet nun Qualcomms aptX (HD) und Sonys LDAC, sofern die Bluetooth-Hardware es unterstützt.

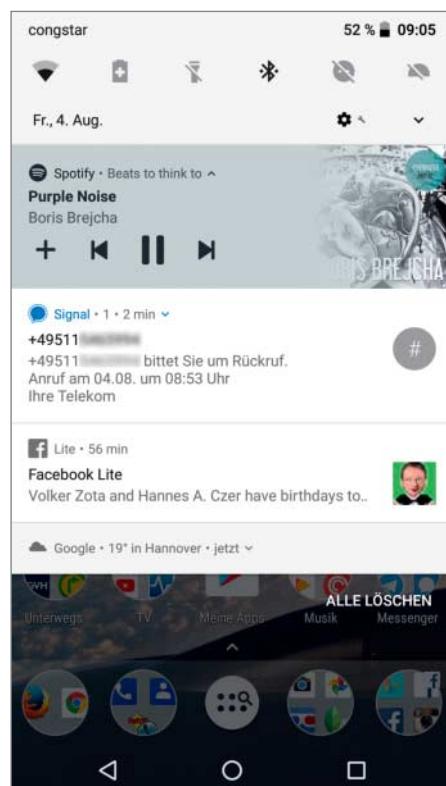
Eine große und überfällige Neuerung ist der Support von Wide-Color-Gamut-Displays und der korrekte Umgang mit gro-

ßen Farträumen. Auf mit O ausgelieferten Geräten wird das Farbprofil des Displays im System hinterlegt sein. In JPG-, PNG- und WebP-Bildern eingebettete ICC-Profiles werden dann ausgewertet, damit Fotos und Videos auf allen Geräten stets gleich aussehen – anders als heute, wo die Farben auf LCDs eher flau und auf OLEDs viel zu knallig bunt anmuten. Damit rückt die professionelle Bildbearbeitung auf Android-Tablets in greifbare Nähe.

Auf Geräten, die Android 8 als Update erhalten, gibt es jedoch vermutlich kein durchgehendes Farbmanagement, weil das Farbprofil des Displays nicht für jedes Mobilgerät nachgeliefert wird. Hier lässt sich immerhin in den Entwicklereinstellungen eine strikte Ausgabe im sRGB-Modus erzwingen.

## Bunt und aufgeräumt

Massiv umgebaut haben die Entwickler das Benachrichtigungscenter von Android O: Viele Apps senden wegen jeder unwichtigen Kleinigkeit eine Notification. Das stressst die Benutzer und müllt ihr Benachrichtigungszentrum schlimmstenfalls so voll, dass sie wichtige Nachrichten eventuell übersehen. Android O nutzt deshalb mehrere Ansätze, um Ordnung in das



Android sortiert Benachrichtigungen nach Wichtigkeit und passt deren Größe an.

Chaos zu bringen. So müssen Apps ihre Benachrichtigungen künftig in sogenannte Channels einteilen. Für wichtige Rubriken aktiviert der Nutzer etwa Ton und Vibration, während unwichtige Benachrichtigungen blockiert werden.

Das Ganze funktioniert nicht global, sondern muss für jede App einzeln konfiguriert werden. Das ist zwar mühselig, erlaubt aber eine sehr flexible Anpassung an eigene Bedürfnisse. So könnte man beispielsweise der App einer Fluggesellschaft vorgeben, dass Verspätungen oder Aufrufe zum Boarding sehr deutlich mitgeteilt werden, während Angebote zum Meilen-Sammeln stumm bleiben. Ebenfalls praktisch ist die Möglichkeit, Nachrichten schlafen zu legen, um sie nach 15, 30 oder 60 Minuten erneut angezeigt zu bekommen.

Für eine übersichtliche und platzsparende Darstellung hat Google zudem eine visuelle Hierarchie eingeführt: Zeitsensible Benachrichtigungen und die aktiver Apps landen stets oben in der Anzeige und bekommen die größte Fläche. Hierzu zählt beispielsweise eine Terminerinnerung oder ein laufender Musikplayer. An zweiter Stelle und in gleicher Größe stehen Notifications über Kommunikation mit Personen, etwa Whatsapp, SMS oder verpasste Anrufe. Darunter platziert Android unkritische Nachrichten in gewohnter Form und Größe. Die unwichtigste „Ach, übrigens“-Kategorie zeigt O nur noch einzeitig an – beispielsweise Wetterinfos. Über eine kleine Schaltfläche lässt sich die Benachrichtigung aufklappen und gibt dann weitere Infos preis.

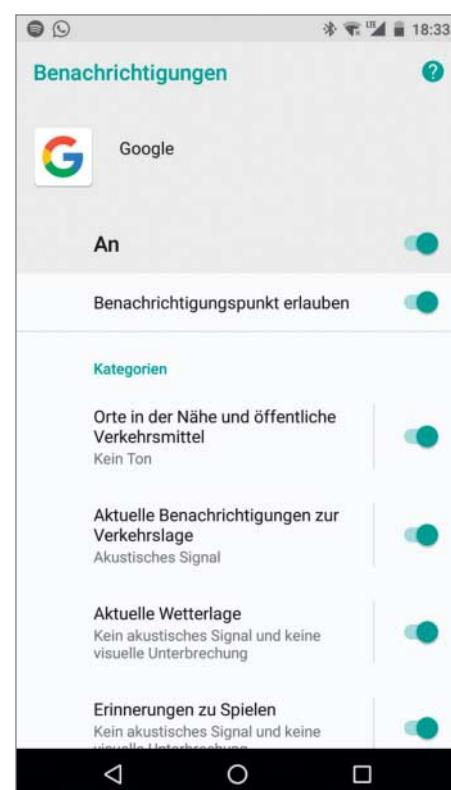
Die Hierarchie legt Android selbstständig fest. Bei den Channels ist es hingegen auf die Mitarbeit der App-Entwickler angewiesen: Sie müssen ihre Benachrichtigungen in die neuen Channel-Kategorien einordnen. Damit sie das auch tun, hat Google die Daumenschrauben gleich zu Beginn angezogen: Wollen Apps das aktuelle Android-API (Level 26) nutzen, müssen sie auch die Kategorien nutzen. Tun Entwickler das nicht, zeigt Android gar keine Benachrichtigungen der App an.

## Sprint und Langlauf

Die Unterstützung der neuen Java-8-APIs und Optimierungen an der Android Runtime (ART) sollen dafür sorgen, dass Apps unter Android O schneller starten und laufen. Unter anderem soll der JIT-Compiler (Just-in-time) anhand des erkannten Nutzerverhaltens zunächst nur die von den Anwendern häufig aufgerufenen Funktio-

nen einer App aus den DEX-Files der App laden. Andere Teile der Apps landen erst danach in – möglichst – benachbarten Speicherseiten. Dieses DEX-Layout reduziert den Speicherbedarf und die Fragmentierung. Auf Geräten mit langsamem Flash-Baustein steigt die Performance zusätzlich dadurch, dass insgesamt weniger Speicherzugriffe stattfinden.

Ein verbessertes Management des App-Cache soll ebenfalls für einen flüssigen Betrieb sorgen. Wird der Flash-Speicher knapp, räumt Android derzeit den Cache selbstständig leer. Problem dabei: Werden Daten einer häufig genutzten App gelöscht, startet und läuft sie bei der nächsten Nutzung einmalig langsamer, da sie ihre nötigen Daten neu generiert. Unter Android O können Apps nun abfragen, wie groß ihr Cache werden darf und einen Bereich reservieren. Sofern sie diesen Quota nicht überschreiten, sind ihre gecachten Daten vor aggressivem Löschen des Betriebssystems geschützt. Wie groß der geschützte Bereich ausfällt, entscheidet Android unter anderem danach, wie groß die Platznot im Flash-Speicher ist und wie oft die App genutzt wird. Das soll sicherstellen, dass einerseits genügend Speicher zur Verfügung steht und



In den App-Einstellungen lässt sich festlegen, ob und wie man auf verschiedene Benachrichtigungen hingewiesen wird.

andererseits häufig genutzte Apps nicht zugunsten anderer ausgebremst werden.

Nachdem eine App in den Hintergrund wechselt, werden die von ihr angeforderten Wakelocks nun nach einiger Zeit automatisch gelöscht. Zudem limitiert Android O die Frequenz, in der Hintergrund-Apps ausgeführt werden und wie oft sie den Standort abfragen dürfen. Will eine App regelmäßig Daten synchronisieren, soll sie künftig den Job Scheduler von Android nutzen, um wiederkehrende Aufgaben ressourcenschonender abzuwickeln. Aber dennoch hat hier zumindest die aktuelle Developer Preview noch ein wenig Verbesserungsspielraum. So kam es auf unserem Nexus 5X bei der Navigation – wenn auch in sehr wenigen Fällen – zu verspäteten Routen-Ansagen.

Wunder sollte man von den neuen Stromspartricks indes nicht erwarten: Zu den größten Leistungsfressern gehören weiterhin das Display und die Vordergrund-Apps. Betrieben wir das Mobilgerät mit hoher Helligkeit oder starteten rechenintensive Anwendungen, stellten wir keine signifikante Verbesserung zu Android 7 fest. Sofern das Telefon häufiger ungenutzt auf dem Schreibtisch lag oder in der Tasche steckte, blieben am Abend aber doch einige wenige Prozentpunkte mehr auf der Akkuanzeige.

## Aber sicher!

Das mit Android 6 eingeführte Verified Boot wird in Android 8 erneut aufgebohrt: Die sogenannte Rollback Protection erkennt, wenn ein Gerät auf eine ältere – und damit wahrscheinlich verwundbare – Version zurückgesetzt wurde und verweigert dann den Start des Systems.

Zudem schützt das System den Bootloader stärker als bisher. Ab Android 8 soll es nicht mehr möglich sein, dass er über Lücken im Betriebssystem entsperrt wird, um unbemerkt unsignierte Android-Patches auf dem Smartphone zu installieren. Entwickler und Tester sollen von der Einschränkung aber keine Nachteile haben: Über direkte Nutzerinteraktion im Bootloader, also mittels Fastboot und ADB (Android Debug Bridge), lässt sich der Bootloader weiterhin öffnen. Zum Schutz der Nutzerdaten eines möglicherweise gefundenen oder gestohlenen Smartphones werden dabei aber wie bisher alle Daten auf dem Gerät gelöscht.

Um die Nutzer besser vor Phishing oder Passwortdieben zu schützen, schränkt Android 8 zusätzlich die Nutzung von Overlay-Fenstern ein. Bislang können Apps ihre Inhalte wie beispielsweise Schaltflächen über dem Homescreen oder einer anderen App anzeigen. Doch böswillige Anwendungen haben in der Vergangenheit ein transparentes Overlay über die gesamte Schirmfläche gelegt und so PINs und Passwörter abgegriffen. Android O zeigt nun permanent eine Benachrichtigung an, wenn eine App ein Overlay nutzt. Zudem überlagern Overlays nicht mehr das Benachrichtigungscenter. Das werden vor allem Nutzer bemerken, die Apps mit einem Blaulichtfilter als Nachtmodus nutzen. Diese Tools legen üblicherweise ein rötlich getöntes Overlay über den gesamten Schirm. Unter Android 8 bleiben die Benachrichtigungszentrale und die QuickSettings unverändert.

Die bereits von Chrome bekannte SafeBrowsing-Technik enthält nun Einzug in WebView. Sofern Apps zur Darstellung von Webseiten das WebView-API nutzen, werden sie automatisch vor Malware und unsicheren Webseiten geschützt. Der WebView-Renderer läuft in mehreren Instanzen. Im Falle eines Crashes stürzt dann nicht das gesamte System ab, sondern nur die betreffende App. Zudem hat Schadcode so weniger Angriffsfläche.

Das Installieren von Apps will Google ebenfalls sicherer gestalten und führt das mittlerweile prominenter Google Play Protect auch für Apps ein, die aus Dritt-

quellen installiert wurden – sie werden also bei der Installation auf Malware gescannt. Obgleich die Installation aus unbekannten Quellen ein großes Einfallsstor für Schädlinge ist, musste man die entsprechende Option in Android aktivieren, wenn man einen alternativen Shop wie F-Droid oder Amazon Underground nutzt. Das ändert sich nun: Statt das Sideloaden pauschal zu erlauben oder zu verbieten, vergibt man die Berechtigung nun jeweils für die App, die das Paket geladen hat – also einem Shop oder dem Browser. Der Einstellungsdialog dafür wandert zudem zu den anderen App-Zugriffsrechten im Einstellungsmenü.

Die Android-ID ist künftig für jede App und jedes Benutzerkonto auf dem Gerät eine andere. Damit will Google übereifrige Schnüffeldienste beschneiden, die versuchen, so viele Nutzerdaten wie möglich App-übergreifend zu sammeln und zu aggregieren. Will ein Entwickler dagegen einem Nutzer zwecks personalisierter Werbung identifizieren, muss er dafür künftig die Advertisement-ID der Google Play Services nutzen, was für die Nutzer einen besseren Datenschutz mitbringt.

## Fazit

Besonders das Farbmanagement, die Unterstützung externer Displays und die neuen Audio-Codecs machen Android 8 interessant für Nutzer, die häufig mit Audio, Videos oder Bildern arbeiten. Für Otto-Normalverbraucher hat das System eine gelungene Überarbeitung der Benachrichtigungseinstellungen im Gepäck, die im Alltag für deutlich weniger Frust und Nervereiern sorgen wird.

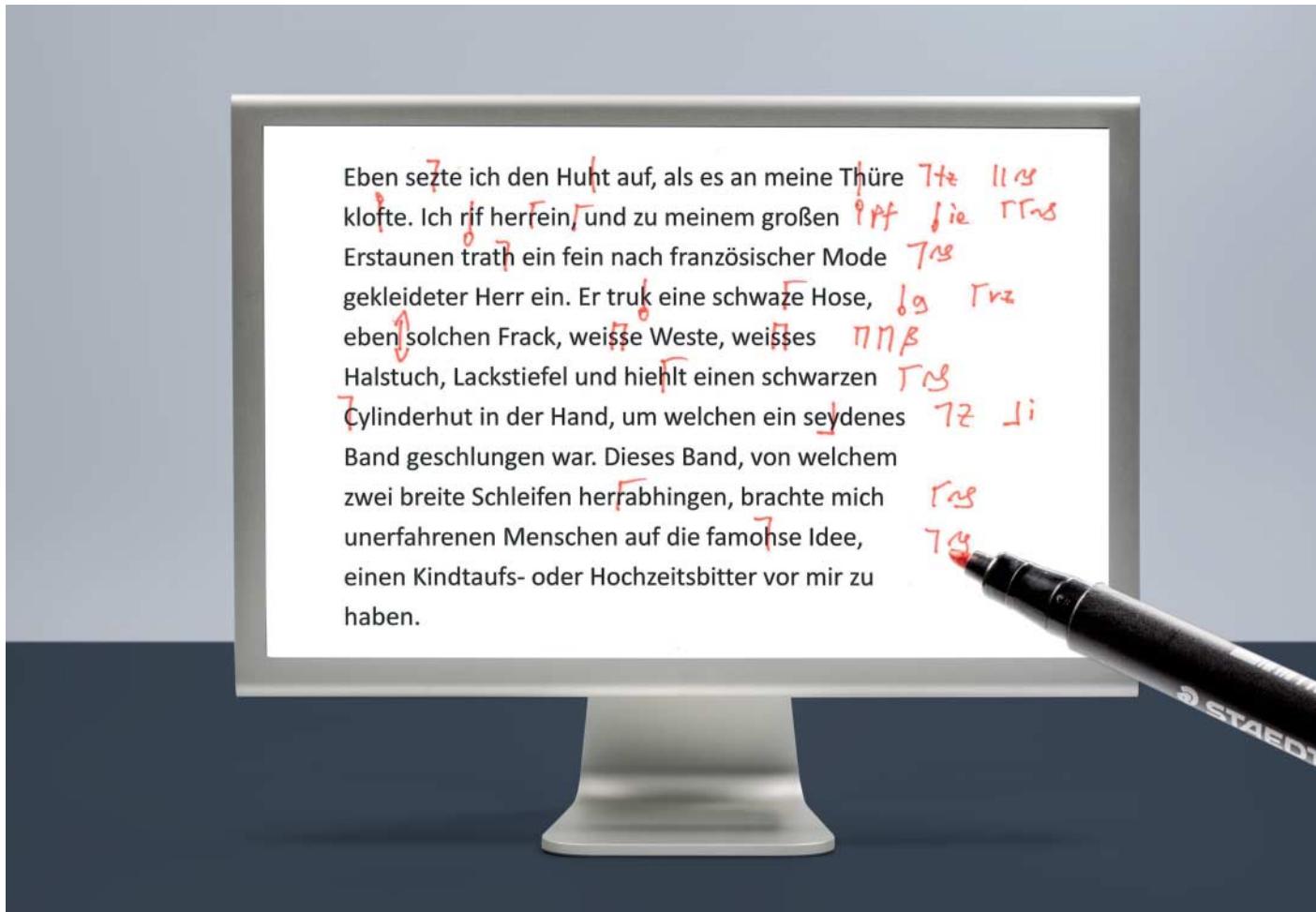
Viele der mit Android 7 unter der Haube eingeführten Neuerungen wurden in Android 8 weiterentwickelt. Die Nutzer werden dies durch eine etwas längere Akkulaufzeit und ein flott laufendes System auch auf älteren Smartphones bemerken. Die Krux wird aber auch diesmal sein, dass Android 8 auf alten Geräten nur mit reicherlicher Verzögerung oder überhaupt nicht ankommt. Lediglich die Besitzer von neuen Nexus- und Pixel-Geräten brauchen nur noch wenige Wochen zu warten. Andere High-End-Smartphones dürften mit etwas Glück wenigstens noch dieses Jahr von deren Herstellern bedient werden (siehe Link). Eine Lösung für das leidige Thema Fragmentierung hat Google aber immer noch nicht parat. (spo@ct.de) **ct**

**Kompatible Smartphones:** [ct.de/yrfx](http://ct.de/yrfx)



Legen Apps ihre Inhalte über andere Apps oder den Homescreen, weist Android 8 darauf hin.

Anzeige



# Verflixte Schreibung

## Rechtschreib- und Grammatikprüfungen aktueller Textprogramme

**Deutsch ist nicht einfach. Selbst Germanisten kommen mitunter ins Grübeln, ob in den Satz ein Komma gehört, Wörter getrennt werden oder zusammenzuschreiben sind. Rechtschreibkorrekturwerkzeuge sollen möglichst alle Fehler ausmerzen. Doch manche entdecken kaum mehr als einfache Tippfehler.**

**Von Dieter Brors**

**E**in vor Fehlern strotzendes Bewerbungsschreiben hinterlässt einen schlechten Eindruck. Lebenslauf und Zeugnisse spielen dann oft keine weitere Rolle und die Bewerbung landet sofort auf dem Stapel der Ablehnungen.

Auch Vereinsmitteilungen, Hausarbeiten, technische Dokumentationen und Anschreiben an Firmen oder Behörden lesen sich flüssiger, wenn sie keine Fehler enthalten; mitunter verursachen Fehler sogar Missverständnisse.

Autoren haben es heute dank Marktplätzen wie Amazons Kindle-Shop viel leichter, ihre Werke ohne einen Verlag zu veröffentlichen. Dabei müssen sie aber auch auf deren Infrastruktur verzichten

und sich um das Lektorat selbst kümmern, um Tipp- und Grammatikfehler in den Manuskripten auszumerzen. Andernfalls riskieren sie schwerwiegende Konsequenzen: Amazon nimmt zunehmend E-Books aus dem Angebot, wenn sich Käufer über Mängel beschweren.

Diese Probleme sollten Rechtschreib- und Grammatikprüfungen vermeiden. Ob die in heutigen Textprogrammen eingebauten Werkzeuge das zuverlässig erledigen und was sie leisten, zeigt unser Test.

### Fest integriert

Die Rechtschreib- und Grammatikhilfen haben wir in diesen Kandidaten getestet: LibreOffice Writer 5.4, Microsoft Word

2016, Papyrus Autor 8.53a von R.O.M.-logicware und SoftMaker TextMaker 2016. Writer setzt auf die Open-Source-Rechtschreibkorrektur Hunspell, Word nutzt Microsoft-eigene Werkzeuge und Papyrus und TextMaker aus der Professional-Version von SoftMaker Office integrieren den Duden Korrektor – allerdings in unterschiedlichen Versionen, deren Erkennungs- und Korrekturraten sich leicht unterscheiden. Welche Funktionen und Optionen die Korrekturwerkzeuge bieten, zeigt die Tabelle auf Seite 135.

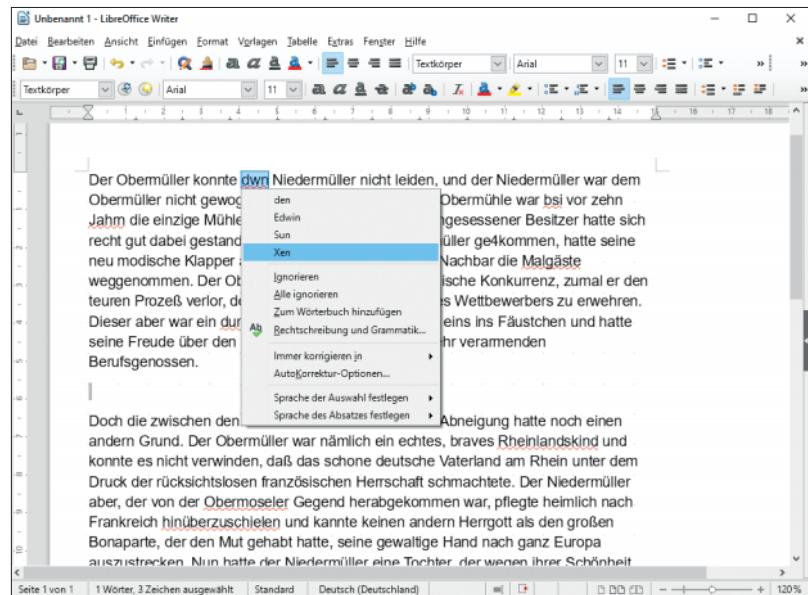
Alle Programme haben wir unter Windows getestet. LibreOffice, Word und Papyrus sind auch für macOS erhältlich, von LibreOffice und SoftMaker Office gibt es eine Linux-Variante. Das kommende SoftMaker Office 2018 soll auch für macOS erscheinen.

Den Duden Korrektor gab es einst als Add-on für OpenOffice und Word, die Vermarktung wurde aber eingestellt. Danach hat die Firma EPC dessen Weiterentwicklung übernommen und lizenziert das Programm seitdem an Software-Hersteller wie SoftMaker und R.O.M. logicware. Seit Anfang 2017 gibt es den Duden Korrektor auch wieder als 79 Euro teures Add-on für aktuelle Word-Versionen.

## Knifflige Texte

In unseren Testtexten gab es zunächst etliche Tippfehler aufzuspüren – die Kandidaten sollten dann die richtigen Korrekturvorschläge anbieten. Dabei spielt die Größe des zugrunde liegenden Lexikons eine große Rolle: Je umfangreicher das Wörterbuch ist, desto zuverlässiger arbeitet die Rechtschreibhilfe. Bei der Fehler suche prüft sie zunächst im Ausschlussverfahren, ob die Wörter im Lexikon enthalten sind. Fehlen sie, reicht das aber noch nicht, um sie als falsch zu kennzeichnen, denn sie können aus mehreren Wörtern zusammengesetzt sein (zum Beispiel „Schützenhilfe“) oder Prä- oder Suffix enthalten (beispielsweise „unfahrbar“). Daher analysieren die Korrekturhilfen komplexe Wörter, die im Wörterbuch fehlen, über einen Wortbildungsalgorithmus auf korrekte Schreibweise. Erkennen sie ein Wort auch dann nicht, markieren sie es mit einer roten Wellenlinie. Dabei kommt es bei unbekannten Wörtern häufig zu Fehlalarmen, die man durch Aufnahme ins Benutzerwörterbuch in Zukunft verhindern kann.

Bei der reinen Tippfehlererkennung leisteten die Programme gute Arbeit: Alle



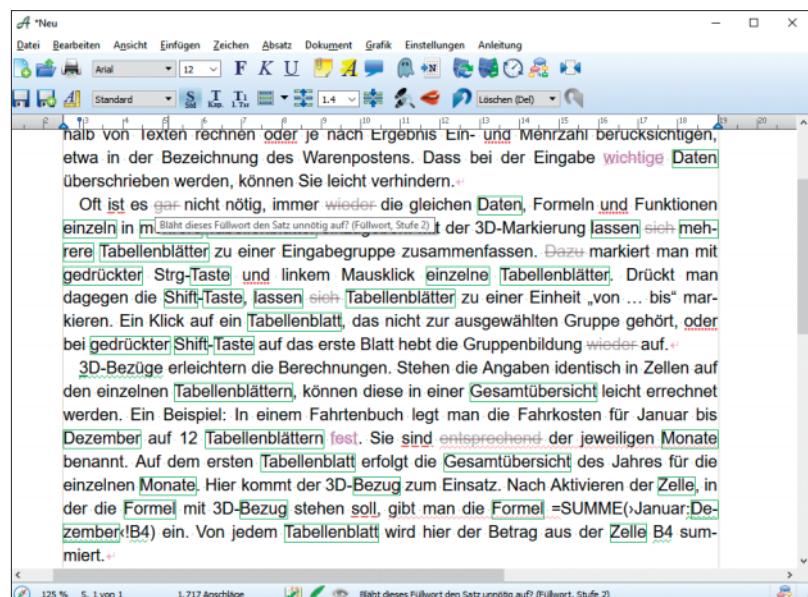
Die Rechtschreibprüfung von LibreOffice Writer bietet häufig Korrekturen an, die mit dem eigentlichen Wort nichts zu tun haben.

spürten zwischen 80 und 90 Prozent der Fehler auf. Bei den Korrekturvorschlägen fällt die Writer-Rechtschreibüberprüfung allerdings aus dem Rahmen, denn sie schlägt häufig unsinnige Wortschöpfungen vor, etwa „Hochusern“ und „Sachsenhäuser“, wenn man in „Hochhäuser“ ein „h“ vergessen hat.

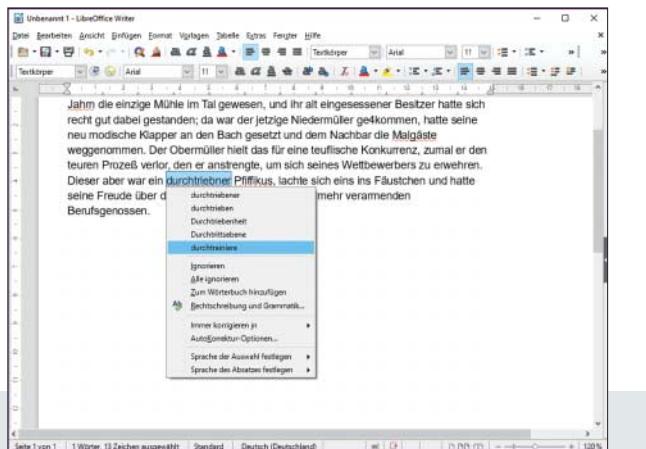
Komplizierter wird es, wenn sich die richtige Schreibweise erst durch den Kon-

text ergibt. Dazu gehören etwa Fragen der Zusammen- oder Getrennschreibung und Groß- oder Kleinschreibung. Hier entscheidet sich erst im Zusammenhang, dass zum Beispiel „im Großen und Ganzem“ substantiviert werden muss, während es sich einzeln um Adjektive handelt, für die die Kleinschreibung gilt.

Die Groß- und Kleinschreibung überprüften wir anhand zahlreicher Substan-



Papyrus Autor bringt mit der Stilanalyse ein weiteres nützliches Werkzeug mit, das auf sprachliche Schwächen hinweist. Sie schlägt zum Beispiel vor, Füllwörter zu löschen.



## LibreOffice Writer

Die in Writer eingebaute Rechtschreibprüfung Hunspell erkennt Tippfehler so zuverlässig wie die Korrekturhilfen der Konkurrenten, fällt aber durch viele unsinnige Korrekturvorschläge oder Wortschöpfungen wie „Pappelwolle“ oder „Schwimmeiste“ negativ auf. Viele Fehlalarme trüben außerdem den Gesamteindruck. Writer-Anwender müssen sich mit denen öfter herumschlagen als Nutzer der anderen Programme.

Wenn es nicht nur um Tippfehler geht, darf der Anwender bei Writer nicht auf Unterstützung hoffen. Mit der neuen Rechtschreibung steht Writer weitgehend auf Kriegsfuß: In den Testdokumenten markierte Hunspell weniger als 50 Prozent der Fehler und korrigierte davon nicht einmal zwei Drittel; die Erfolgsquote zur Gesamtzahl der Fehler lag bei schwachen 29 Prozent.

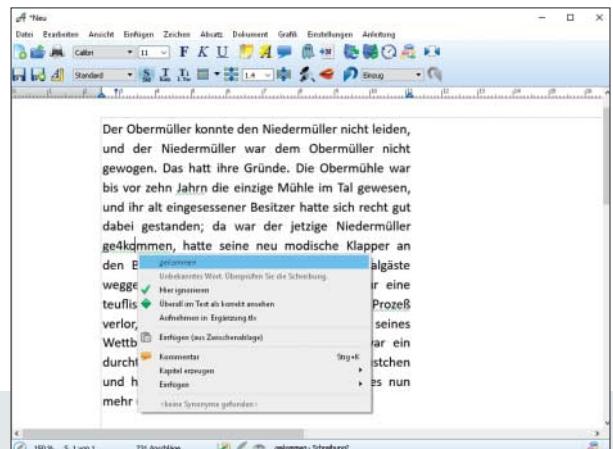
Noch unzuverlässiger verhält sich das Korrekturwerkzeug bei falscher Getrennt- oder Zusammenschreibung. Hier markierte es nur wenige Fehler wie „spazierengehen“ als fehlerhaft. Unter den Ersetzungsvorschlägen fand sich zwar die korrekte Schreibweise, aber auch Varianten wie „spazieren-gehen“ und „-spazierengehen“. Noch düsterer sieht es bei Kombinationen von Partikel und Verb wie „aneinanderfügen“ oder „entgegenkommen“ aus, die auch getrennt geschrieben als korrekt betrachtet werden, solange die Einzelwörter richtig geschrieben sind. Dass Hunspell nur einzelne Wörter, aber nicht den Kontext prüft, macht sich hier besonders negativ bemerkbar.

Auch bei der Groß- und Kleinschreibung kann man sich auf Writer nicht verlassen: Von insgesamt 136 Fehlern erkannte das Programm lediglich fünf, von denen es vier korrigierte – so wenig wie kein anderes der getesteten Programme.

Eine Grammatikprüfung gibt es nur für englischsprachige Texte. Da bleibt es in deutschsprachigen Texten unberichtet, wenn zum Beispiel der Kasus von Subjektiv und Prädikat nicht übereinstimmt. Bei der Zeichensetzung leistet Writer ebenfalls keine Hilfe: Fehlende oder falsch gesetzte Kommata bleiben unbemerkt.

Bei der schwachen Leistung mag es kaum als Trost erscheinen, dass Writer überflüssige Apostroph-Zeichen wie in „Eva's Frisiersalon“ zuverlässig korrigiert.

- ❶ gute Erkennung von Tippfehlern
- ❷ viele unsinnige Korrekturvorschläge
- ❸ keine Prüfung des Kontextes



## Papyrus Autor

In Papyrus markiert der Duden Korrektor Rechtschreibfehler mit einer roten, Grammatikfehler mit einer grünen Wellenlinie. Quickinfos blenden neben dem Korrekturvorschlag eine Kurzbeschreibung des Fehlers ein, sobald man den Mauszeiger über einen Fehler schiebt. Das ist praktisch, da man nicht erst die rechte Maustaste drücken muss, um Näheres zu erfahren. Ein rechter Mausklick ist nur dann nötig, wenn man die Korrektur übernehmen möchte.

Reine Tippfehler erkennt Papyrus zuverlässig und bietet in den meisten Fällen passende Ersetzungen an. Bei kurzen Wörtern wie „zir“ statt „zur“ zeigt der Duden Korrektor manchmal Schwächen: Zwar bietet er oft diverse Vorschläge an, die richtigen fehlen aber mitunter.

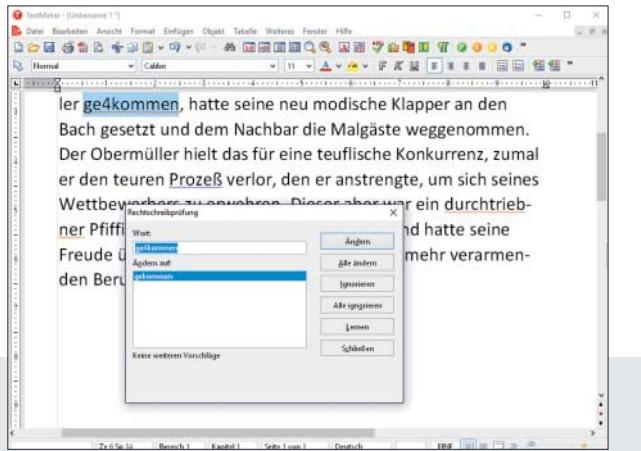
Spielt der Kontext eine Rolle, zeigt das Korrekturwerkzeug seine Stärken. So bemängelte es einen Großteil der falsch geschriebenen Begriffe und schlug zum Beispiel für „kurz Gebratenes“ oder „Fast Food“ die vom Duden empfohlenen Schreibweisen vor. Bei der Fehlerkorrektur zur Getrennt- und Zusammenschreibung liegt Papyrus mit 77 Prozent passender Vorschläge im Spitzenfeld.

Bei der Groß- und Kleinschreibung erkennt Papyrus feste Wendungen aus Adjektiv und Substantiv sehr zuverlässig und korrigiert zum Beispiel „deutsche Bundesbahn“. Für adjektivische Verbindungen wie „im großen und ganzen“ schlägt der Korrektorkorrektur die richtige Schreibweise mit Substantivierungen vor und korrigiert fehlerhafte Sprachangaben wie „Die Software ist in deutsch und in englisch erhältlich“.

Als Alleinstellungsmerkmal ergänzt eine Stilanalyse die Rechtschreib- und Grammatikkorrektur. Sie weist unter anderem auf lange Sätze, Worthäufungen, Füllwörter und überflüssige Adjektive hin, die normalerweise Leseffuss und Verständlichkeit verschlechtern. Auch hier zeigen Quickinfos kurze Hinweise zum beanstandeten Text an und erklären kurz, weshalb er die Lesbarkeit beeinträchtigt. Die Vorschläge liefern in vielen Fällen nützliche Hinweise auf sprachliche Schwachstellen. Die Tipps sind auf jeden Fall nützlich – ob er die Korrekturvorschläge übernimmt, entscheidet der Anwender selbst.

- ❶ überdurchschnittliche Erkennungsrate
- ❷ Stilanalyse verbessert Lesbarkeit
- ❸ Quickinfos mit Fehlerbeschreibungen
- ❹ fehltoleranter als TextMaker

Anzeige



## TextMaker

Die Standard-Version von TextMaker verwendet ein eigenes Korrekturwerkzeug von SoftMaker. In der Professional-Version von SoftMaker Office kommt der Duden Korrektor als Rechtschreib- und Grammatikprüfung hinzu, für die Rechtschreibprüfung kann man auf Wunsch Hunspell-Wörterbücher nutzen.

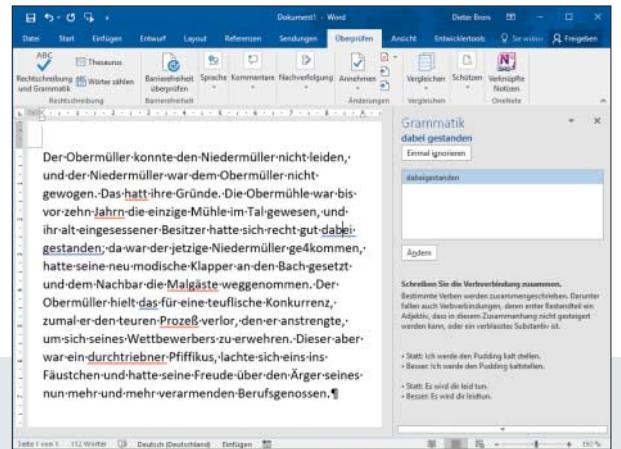
Der Duden Korrektor unterklingelt wie in Papyrus Rechtschreibfehler in roter und Grammatikfehler in grüner Farbe. Alte deutsche Schreibweisen markiert TextMaker blau, wenn man diese Option in den Einstellungen aktiviert. Auf Wunsch zeigt der Korrektor Quickinfos mit einer kurzen Erklärung zum vermeintlichen Fehler an, sobald man den Mauszeiger über das unterstrichene Wort hält. Die Option lässt sich in den Spracheinstellungen aktivieren. Anders als in Papyrus sieht man den Ersetzungsvorschlag erst nach einem Klick mit der rechten Maustaste, was weniger komfortabel ist.

Die in TextMaker eingebaute Version des Duden Korrektor korrigierte in den Testdokumenten mehr Fehler als die von Papyrus, produzierte aber auch mehr Fehlalarme. TextMaker erkannte 92 Prozent der Tippfehler und bot für 83 Prozent aller Fehler die korrekte Ersetzung an, blieb für den Rest aber eine Antwort schuldig. Noch zuverlässiger funktioniert die Korrektur bei alter, aber jetzt falscher Schreibweise: Hier erkannte TextMaker sämtliche Fehler und bot zu knapp 94 Prozent die passende Ersetzung an. Auch falsch geschriebene Anglizismen wie Hedge Fonds und Fair Play korrigierte TextMaker tadellos.

Bei der Erkennung falscher Groß- und Kleinschreibung ist TextMaker Spitzentreiter und bot für 74 Prozent aller Fehler die passende Korrektur an, während Papyrus eine Erfolgsquote von 54 Prozent erreichte. Auch feste Begriffe wie Drittes Reich oder Zweiter Weltkrieg wurden meist erkannt und im Fehlerfall korrigiert.

Die Grammatikprüfung moniert unter den getesteten Programmen die meisten Fehler, wenn Fall oder Geschlecht von Substantiv und Adjektiv nicht übereinstimmen, und erkennt zuverlässig falsche Kommasetzungen.

- ⬆ zuverlässigste Fehlererkennung
- ⬇ Quickinfos mit Fehlerbeschreibungen



## Word

In früheren Zeiten war die Rechtschreibprüfung von Word berücksichtigt und leistete noch in Word 2000 nicht mehr als das aktuelle Hunspell. Seitdem hat Microsoft jedoch viel Arbeit in die Korrekturwerkzeuge investiert. Seit Word 2003 wird die Rechtschreibkorrektur von einer Grammatikprüfung begleitet, sodass Word Rechtschreibfehler rot unterklingelt und Grammatikfehler blau unterstrichen sind. Beide Komponenten hat Microsoft von Version zu Version verbessert.

Beim Erkennen von Tippfehlern gehen Word viele falsche Schreibweisen durch die Lappen, sodass beispielsweise „e4rscheinen“ als fehlerfrei betrachtet wird. Die Erkennungsrate liegt hier niedriger als bei den anderen Testkandidaten. Dafür konfrontiert Word den Nutzer nicht mit so sinnlosen Vorschlägen wie Writer: In den meisten Fällen passen die vorgeschlagenen Ersetzungen.

Fehler bei Getrennt- und Zusammenschreibungen erkennt Word besser als Writer, aber bei Weitem nicht so gut wie der Duden Korrektor in Papyrus und TextMaker. So akzeptierte Word unter anderem „verlorengegangen“ und „bekanntgegeben“, die laut Duden-Empfehlung heutzutage getrennt werden. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Groß- und Kleinschreibung, bei der Word nur knapp 24 Prozent der Fehler erkannte.

Eine größere Hilfe leistet die Grammatikprüfung, die fast so zuverlässig wie der Duden Korrektor darauf hinweist, wenn der Kasus von Subjekt und Verb nicht übereinstimmen. Wer nicht sicher ist, ob er hinter einem Komma „das“ oder „dass“ schreiben soll, darf sich auf Word nicht verlassen. Eine blaue Linie zeigt zwar einen potenziellen Fehler an, ein Rechtsklick auf das Wort fördert aber statt des Korrekturvorschlags nur den Hinweis zutage, man möge gleichklingende Wörter nicht verwechseln – immerhin.

Recht gute Hilfestellung leistet die Grammatikprüfung bei der Interpunktionsfehler. Sie weist auf fehlende Kommata hin und warnt vor überflüssigen Leerzeichen vor Punkten, Ausrufezeichen und anderen Satzzeichen. Auf fehlerhafte Apostrophzeichen reagiert Word zuverlässig: „Tina's Waschsalon“ hat keine Chance.

- ⬆ gute Grammatikprüfung
- ⬇ übersieht viele Tippfehler

tivierungen wie „im Allgemeinen“. In diesem Test konnten lediglich TextMaker und Papyrus überzeugen, in denen der Duden Korrektur deutlich mehr als die Hälfte der Fehler aufspürte. Während Word nur knapp ein Viertel der Fehler entlarvte, fand Writer nicht einmal 4 Prozent der falschen Schreibweisen, da der Kontext hier vollkommen unberücksichtigt bleibt – so gut wie ein Totalausfall.

## Sprachlich gecheckt

Eine Reihe von Sätzen mit falschen Beziehungen zwischen Subjekt und Prädikat sowie zwischen Artikel und Substantiv stellten die Grammatikprüfungen auf die Probe. Richtig erkannt, hätten sie zum Beispiel „er spazierte in den Berge“, „er fiel aus alle Wolken“ oder „vor zehn Jahre“ monieren müssen. Sämtliche Fehler haben wir in vollständige Sätze eingebettet, um den Zusammenhang herzustellen.

Die Grammatik spielt auch bei der Zeichensetzung eine wichtige Rolle: Zum Beispiel werden Haupt- und Nebensatz mit Komma getrennt, zwischen zwei durch „und“ verbundene Hauptsätze gehört seit der Rechtschreibreform vor zehn Jahren jedoch kein Komma mehr. Inwiefern die Programme mit der Kommaset-

zung zureckkommen, haben wir anhand zahlreicher Sätze ohne und mit falsch gesetzten Komma getestet.

Bei Grammatikfehlern leistet Writer als einziges der getesteten Programme keinerlei Hilfe. Der Duden Korrektor in TextMaker fand 80 Prozent und die Papyrus-Version 60 Prozent der Fehler mit dem Hinweis, man möge die Schreibweise an dieser Stelle überprüfen. Ersetzungsvorschläge spart sich der Korrektorkorrektur und setzt auf die aktive Mithilfe des Nutzers. Gleichauf mit Papyrus liegt die Grammatikprüfung von Word, die in allen gefundenen Fehlern die passende Korrektur vorschlug. Auch bei der Kommasetzung schlug sich Word wacker und konnte mit Papyrus und TextMaker mithalten.

## Fazit

Die Rechtschreibkorrekturen leisten eine gute Hilfe, wenn es um reine Tippfehler und Buchstabendreher geht. Hier schlägt sich LibreOffice Writer noch ganz wacker, lieferte in allen anderen Tests aber katastrophale Ergebnisse. Word punktet durch eine gute Erkennungsquote bei Tippfehlern und durch eine gute Grammatikprüfung, sodass sie viele Fehler entdeckt, die in Writer unbemerkt bleiben.

TextMaker und Papyrus, die beide auf den Duden Korrektorkorrektur setzen, erkennen bei Weitem die meisten Fehler. Word-Benutzer können ihr Programm mit dem Duden-Korrektorkorrektur-Add-on nachrüsten und kommen so auch in den Genuss des leistungsfähigen Werkzeugs. Die in Papyrus Autor und TextMaker integrierten Versionen liefern zum Teil unterschiedliche Ergebnisse. Die in Papyrus eingebaute neuere Fassung arbeitet etwas fehlertoleranter, was die Fehleralarme reduziert, aber auch manchen Fehler übersieht, den TextMaker findet. Mitte Oktober soll aber eine verbesserte Version erscheinen. Mit der zusätzlichen Stilanalyse bietet Papyrus ein einzigartiges Tool, das auf potenzielle sprachliche Schwachstellen hinweist. Dies wird allerdings niemandem aufgezwungen: Wer seinen individuellen Stil partout nicht ändern will, kann die Funktion abgeschaltet lassen.

Doch auch wenn die Prüfwerkzeuge noch so gute Hilfe leisten, können sie Fehler nicht vollständig verhindern. Auch heute kann nur ein menschlicher Gegenleser, der mit den Feinheiten der deutschen Sprache vertraut ist, die letzten Fehler ausmerzen. (db@ct.de) **ct**

Rechtschreibprüfungen				
Programm	LibreOffice Writer 5.4	Papyrus Autor 8.53a	TextMaker Professional 2016	Word 2016
Hersteller	The Document Foundation	R.O.M. Logicware	SoftMaker	Microsoft
Systemanforderungen	Windows XP SP3 und höher	Windows 7/8/10	Windows 7/8/10	Windows 7/8/10
Prüftechnik	Hunspell	Duden/EPC	Duden/EPC	Microsoft
Programmfunktionen				
Korrektur: konservativ / progressiv / Duden-Empfehlung / Presse	- / - / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	- / - / ✓ / -
individuelle Konfiguration der Regeln	-	✓	✓	-
Prüfoptionen				
Wörter ignorieren: einmal / im gesamten Text	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Wort ändern: einmal / alle	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
zu Wörterbuch hinzufügen	✓	✓	✓	✓
kontextabhängige Prüfung	-	✓	✓	✓
Grammatikprüfung	-	✓	✓	✓
Silbentrennung	✓	✓	✓	✓
Kommasetzung	-	✓	✓	✓
grammatische Erläuterung	-	✓	✓	-
Stilanalyse	-	✓	-	-
Bewertung				
Tippfehlerkorrektur	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
neue deutsche Rechtschreibung	⊖⊖	⊕	⊕⊕	⊖
Getrennt- und Zusammenschreibung	⊖⊖	⊕	⊕⊕	⊖
Groß- und Kleinschreibung	⊖⊖	⊕	⊕⊕	⊖
Zeichensetzung	⊖⊖	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Grammatik	⊖⊖	⊕	⊕⊕	⊕
Preis	kostenlos	179 €	99,95 € <sup>1</sup>	149 € <sup>2</sup>

<sup>1</sup> SoftMaker Office Professional 2016    <sup>2</sup> Microsoft Office Home and Student 2016

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ⊖ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    - nicht vorhanden    k. A. keine Angabe



Bild: Mirek Hančl

# Kastiger Handwerksgehilfe

## Mit Mods in Minecraft coden

**In der 3D-Klötzchenwelt von Minecraft können schon Kinder frei bauen und gestalten. Das Spiel eignet sich aber auch zum Einstieg ins Programmieren. Positionieren Sie eine programmierbare Schildkröte in der virtuellen Welt, die als Handwerksgehilfe die Routinearbeiten beim Bauen übernimmt.**

**Von Mirek Hančl**

Was war das für ein Kindheitserlebnis! Der erste Homecomputer, ein grüner Farbmonitor, mittig darauf ein geduldig wartendes Dreieck, das eine Schildkröte darstellen sollte. Ich konnte sie in der Programmiersprache Logo über den Bildschirm steuern und geometrische Figuren zeichnen lassen.

Und heute? Programmiere ich wieder Schildkröten, zusammen mit meinen Schülern im Informatik-Unterricht. Aller-

dings hat die moderne Variante nicht mehr viel mit den damaligen Papertschen Schildkröten gemein: Sie ist dreidimensional und bunt, kann sogar schweben, hat eine Spitzhacke und lässt sich in Minecraft programmieren.

Das Computerspiel Minecraft hat einiges mit Lego gemeinsam: Aus seinen Klötzen kann man fast beliebige Schöpfungen zusammenbauen. Das 3D-Open-World-Spiel ist daher nicht nur bei Kindern sehr beliebt. Es erschien 2009 zunächst für den PC, inzwischen gibt es Versionen für iOS, Android, Raspberry Pi und alle gängigen Spielkonsolen.

Vielleicht hat Ihr Kind bisher geduldig immer wieder dieselben Arbeitsschritte ausgeführt, um seine Minecraft-Kreationen aufzubauen. Dann wird es sich sicherlich über Unterstützung durch eine programmierbare Minecraft-Turtle freuen. Wie das geht, zeigt dieser Artikel am Beispiel einer Treppe.

In Minecraft von Hand eine Treppe zu bauen ist nämlich recht mühsam, da man nur auf eine Seitenfläche von bereits

platzierten Blöcken bauen kann und nicht freischwebend in der Luft. Man muss also immer erst zwei Blöcke übereinander stapeln, dann einen dritten Block seitlich an den oberen der beiden anbauen und schließlich den zweiten Block zerstören. Das geht mit der Minecraft-Programmierumgebung, die im Folgenden Schritt für Schritt eingerichtet wird, deutlich entspannter.

### Minecraft einrichten

Um später in Minecraft coden zu können, muss man die richtige Version wählen, diese dann für Erweiterungen, die sogenannten Mods, fit machen und anschließend den passenden Mod installieren. Nicht jede Minecraft-Version lässt sich mit Mods pimpfen. Für das folgende Beispiel haben wir mit der Minecraft: Java Edition für Windows gearbeitet; diese Edition gibt es auch für macOS und Linux. Um später die Erweiterung ComputerCraftEdu installieren zu können, brauchen Sie Minecraft: Java Edition in der Version 1.7.10. Das Spiel laden Sie

## Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

### Minecraft zum Coden

- » Computer, Internetzugang, Minecraft: Java Edition**
- » grundlegende Computerkenntnisse, Englischkenntnisse**
- » Die Vorbereitungen dauern rund 20 Minuten. Das Treppenbauprogramm schreibt man in wenigen Minuten.**
- » ab circa 10 Jahren**
- » rund 24 Euro für das Spiel**

für knapp 24 Euro von der Entwickler-Homepage ([ct.de/y197](http://ct.de/y197)).

Zum Einrichten starten Sie den Minecraft Launcher. Klicken Sie nicht gleich auf „Spielen“, da sonst die aktuelle Version eingerichtet würde. Öffnen Sie stattdessen rechts oben das Menü mit den drei Strichen und wählen Sie „Profile“ aus. Klicken Sie auf „Neues Profil anlegen“ und wählen Sie im Drop-Down-Menü Version 1.7.10 aus. Nachdem Sie das Profil gespeichert haben, wählen Sie es mit dem Pfeil neben dem „Spielen“-Knopf aus und starten anschließend das Spiel. Der Minecraft Launcher lädt daraufhin alle notwendigen Programmdateien herunter. Sobald das Minecraft-Menü erscheint, klicken Sie auf „Quit Game“ – denn die Vorbereitung

fürs Coding in Minecraft haben gerade erst begonnen.

### Mod-Vorbereitungen

Damit Minecraft Mods unterstützt, müssen Sie im nächsten Schritt den kostenlosen Modloader Minecraft Forge ([ct.de/y197](http://ct.de/y197)) installieren. Wenn Sie den Forge Installer starten, wählt dieser automatisch den korrekten Installationspfad C:\Users\<benutzername>\AppData\Roaming\.minecraft aus. Bestätigen Sie mit OK. Anschließend lädt der Installer weitere notwendige Dateien herunter und erstellt in Minecraft ein neues Profil namens „Forge“. Im Minecraft Launcher können Sie im Menü unter „Profile“ das neue „Forge“ umbenennen, etwa in „Minecraft Coding“. Starten Sie das von Forge neu angelegte Profil mit einem Klick auf „Spielen“. Jetzt werden die letzten notwendigen Ordner automatisch angelegt. Beenden Sie Minecraft anschließend abermals mit „Quit Game“.

Der Mod ComputerCraftEdu mit der programmierbaren Schildkröte steht auf [www.computercraftedu.com](http://www.computercraftedu.com) als Download zur Verfügung. Scrollen Sie auf der Homepage bis zu „Getting Started“ und klicken Sie auf „I'm a player“. Laden Sie die Java-Datei über den Knopf „Download Mod for 1.7.10“ herunter und kopieren Sie die heruntergeladene Jar-Datei in den Ordner, den Minecraft Forge dafür angelegt hat: Mit dem Tastenkürzel Win+R öffnen Sie das Ausführen-Fenster. Hier tippen Sie „%appdata%“ ein. Im neu geöffneten Explorer-Fenster wechseln Sie in den Ordner „.minecraft/



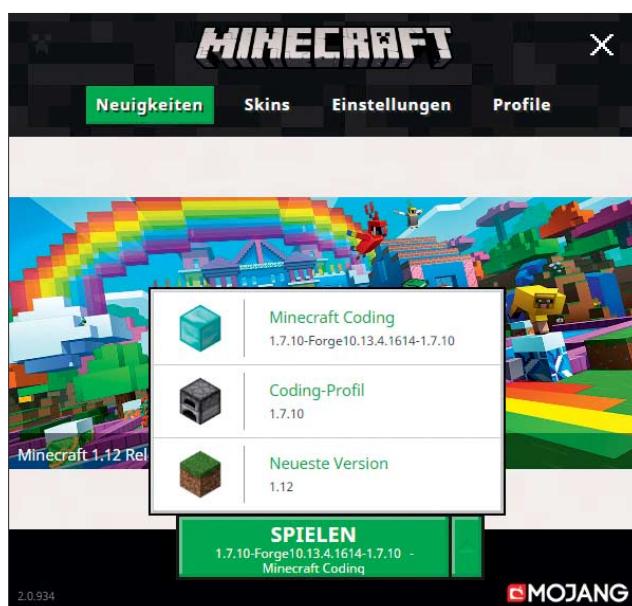
Ein paar Mausklicks färben die Schildkröte blau.

mods“ und kopieren oder verschieben die heruntergeladene Jar-Datei dort hinein. Damit sind alle Vorbereitungen abgeschlossen.

### Guten Flug

Starten Sie im Minecraft Launcher das Profil mit Minecraft 1.7.10, Forge und den Mod ComputerCraftEdu. Wählen Sie im Minecraft Menü „Singleplayer“, dann „Create New World“ und unter „Game Mode ...“ „Game Mode Creative“. Geben Sie Ihrer Welt einen beliebigen Namen und starten Sie sie mit „Create New World“. Mit den Tasten W, A, S, D und der Maus erkunden Sie die Umgebung, Hindernisse überwinden Sie mit einem Sprung per Leertaste. Der Kreativmodus befreit Sie von den Gesetzen der Gravitation: Drücken Sie die Leertaste zweimal hintereinander, fliegen Sie über die Welt. Mit gedrückter Leertaste steigen Sie weiter auf, die Shift-Taste leitet den Sinkflug ein. Blöcke zerstören Sie im Kreativmodus mit der linken Maustaste.

Suchen Sie sich nun eine freie Fläche und drücken Sie „e“, um das Inventar zu öffnen. Im Kreativmodus stehen Ihnen alle verfügbaren Blöcke und Objekte zur Verfügung, die man sich in den anderen Spielmodi mühsam zusammensuchen muss. Von ComputerCraftEdu nachinstallierte Objekte finden Sie auf Seite 2 im Tab ComputerCraftEdu, den Sie am Fernbedienungssymbol erkennen. Nehmen Sie per Mausklick eine Schildkröte mit Spitzhacke (Beginner's Mining Turtle) aus dem Inventar und legen Sie sie im ersten Slot in der untersten, etwas abgesetzten



Bevor Sie auf „Spielen“ klicken, wählen Sie das Forge-Profil mit dem Pfeil neben dem „Spielen-Knopf“ aus.

Zeile mit den leeren Slots ab. Legen Sie eine Fernbedienung (Turtle Remote Control) aus dem Inventar in den zweiten freien Slot. Dann können Sie das Inventar wieder schließen („e“ oder Esc).

Sie wählen den Gegenstand, den Sie aktiv in der Hand halten wollen, aus der Schnellzugriffsleiste am unteren Rand durch Drehen am Mausrad oder Drücken der Tasten 1 bis 9 aus. Wählen Sie die Schildkröte, zielen Sie mit der Maus so in die Welt, dass das Fadenkreuz einen Block am Boden vor Ihnen anvisiert (der Block wird schwarz umrandet) und drücken Sie die rechte Maustaste. Damit platzieren Sie die Schildkröte auf dem anvisierten Block. Zugegeben, der grüne Kasten sieht eher nach Karton denn nach Reptil aus, aber das beflügelt die Fantasie. Wählen Sie nun die Fernbedienung aus und klicken Sie mit der rechten Maustaste zweimal auf die eben platzierte Schildkröte. Beim ersten Klick erscheint die Fernbedienung als zusätzlicher zehnter Slot rechts in der Schnellstartleiste, der zweite Klick koppelt Reptil und Fernbedienung. Öffnen Sie die Fernbedienung mit „0“.

Die Fernbedienungsfunktionen rufen Sie über die Tabs an der rechten Seite auf. Ganz unten im Abschnitt „Remote“ finden sich die Bedienelemente, über die die Schildkröte Richtungsanweisungen erhält. Der Knopf mit dem KamerasyMBOL wechselt zwischen der Perspektive der Schildkröte und der des Spielers hin und her.



Mit der Fernbedienung steuert man die Schildkröte. Hinter den vier Tabs an der rechten Seite verstecken sich weitere Funktionen.

### Stairway to Heaven

Mit dem Customize-Tab verändern Sie das Aussehen der Schildkröte – besonders für Kinder ein wichtiger Schritt. Mithilfe des Textfelds lässt sich der Name der Schildkröte beispielsweise von „Turtle“ in „c’turtle“ ändern. Über die vier Pfeile unter dem Textfeld kann man Farbe und lustige Accessoires hinzufügen – zum Beispiel Masken, wie sie die Teenage Mutant Ninja Turtles heute noch tragen.

Nun soll die oben erwähnte Treppe entstehen. Die beiden Befehle zum Bauen (Place) und Graben (Dig) führen auf freier

Fläche aber zunächst zu einem Abbruch, da die Schildkröte weder Baumaterial noch einen Block vor sich hat, den sie zum Beschaffen von Baumaterial nutzen könnte. Eine Abbruchsituation erkennen Sie an einem roten Stopp-Quadrat. Fahren Sie mit der Maus darüber, um den Grund des Abbruchs zu erfahren, in diesem Fall „No items to place“.

Um die Schildkröte für das Code-Bauvorhaben mit Baustoffen auszustatten, schließen Sie die Fernbedienung und öffnen Sie mit „e“ das Inventar Ihres Avatars. Wechseln Sie auf Seite 1 und wählen Sie den ersten Tab mit den Baublöcken (Building Blocks) aus. Suchen Sie sich ein Baumaterial aus, das Ihnen spontan zusagt, und klicken Sie bei gedrückter Shift-Taste mit links auf das Symbol. Damit nehmen Sie einen ganzen Stack auf, exakt 64 Stück. Legen Sie den Stack in einen freien Slot in der untersten Zeile ab. Schließen Sie das Inventar, öffnen Sie mit 0 oder Rechtsklick auf die Schildkröte deren Menü und legen Sie den Stack aus Ihrem Inventar im ersten Slot des Inventars der Schildkröte ab. Das Inventar der Schildkröte verwalten Sie im zweiten Tab von unten (Inventory).

### Visuelle Programmierumgebung

Der vierte Tab namens „Program“ beherbergt eine visuelle Programmierumgebung mit vielen Funktionen. Der rechte obere Bereich listet Befehlsblöcke auf, die

## Programmierbare Minecraft-Editionen und Mods

Eine besonders erwähnenswerte Minecraft-Edition bietet Mojang für den RaspberryPi mit der **Minecraft: Pi Edition** an. Diese kostenlos verfügbare Version lässt sich über eine Programmierschnittstelle (API) durch externe Programmierung in Python oder Scratch verwenden, um Blöcke zu bauen oder zu entfernen ([pi.minecraft.net](http://pi.minecraft.net)).

Für die **Pocket Edition** unter Android sind Mods mit Python möglich. Empfehlenswert für die Programmierung unter Android ist der Raspberry Jam Mod, der das API der Pi Edition in die Pocket Edition integriert.

Die kostenpflichtige, über ein Abo-Modell erhältliche **Minecraft: Education Edition** (MC:EE) bringt besondere Moderationstools für den Einsatz in Schulen

mit. Da MC:EE auf dem Code der Windows 10 Edition basiert, sind keine Forge-basierten Mods wie ComputerCraftEdu lauffähig. Mojang bietet jedoch mit Code Builder ein Tool an, um einen „Agenten“ in der Education Edition visuell mit ScratchX zu programmieren.

Der britische Spieleprogrammierer Daniel Ratcliffe (@Dan200) veröffentlichte 2011 den Mod **ComputerCraft**, mit dem man virtuelle Computer und Schildkröten in Minecraft mithilfe der Programmiersprache Lua programmiert. Ratcliffe schätzt, dass der Mod bisher knapp neun Millionen Mal heruntergeladen wurde. Anhand der Möglichkeiten zur Automatisierung der virtuellen Welt, die ComputerCraft bietet, sammelten schon unzählige Menschen ihre ersten Program-

miererfahrungen. Lehrer und Professoren setzen ComputerCraft weltweit in der Lehre ein.

Durch eine Kooperation mit der finnischen Firma TeacherGaming verpasste Ratcliffe seinen Schildkröten 2013 eine kindgerechte, leicht erlernbare Entwicklungsumgebung. Durch Sinnbilder dargestellte Befehle lassen sich darin aneinanderreihen und leicht zu grundlegenden Kontrollstrukturen der Algorithmik wie Schleifen und Verzweigungen kombinieren. Die Schildkröten sind optisch anpassbar, sodass jeder Spieler seine eigene persönliche Schildkröte kreieren kann. Die Erweiterung erhielt den Namen **ComputerCraftEdu** und wurde seit ihrem ersten Erscheinen knapp 116.000 Mal heruntergeladen.

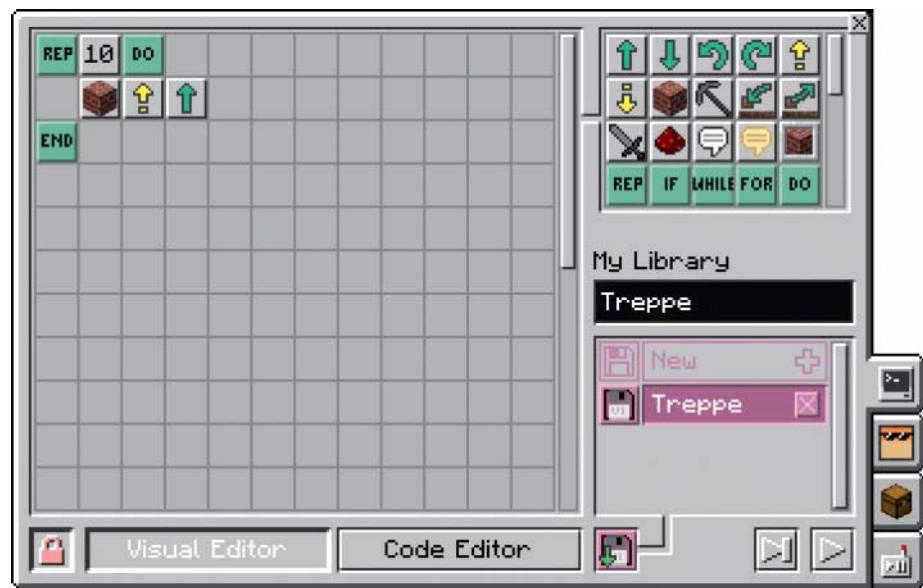
die Schildkröte versteht. Darunter gesellen sich Schlüsselwörter für Schleifen, bedingte Verzweigungen und Operatoren, die teils als Sinnbilder, teils als Text-in-Grafik dargestellt werden. Links befindet sich der Editor, in dem Sie einzelne Programmblöcke per Drag & Drop hineinziehen und zu einem fertigen Programm kombinieren.

Ihre Programme verwalten Sie mit den „Disketten“ rechts unter „My Library“. Nach einem Klick auf das Startsymbol unten rechts versucht die Schildkröte, das aktuell ausgewählte Programm auszuführen. Für eine Treppe muss die Schildkröte in der gewünschten Anzahl an Stufen immer wieder die gleichen Befehle ausführen: Bauen, hoch gehen, vorwärts gehen. So lange genug Baumaterial im aktiven Slot Ihres Inventars vorhanden ist, wird die Schildkröte das Programm nicht abbrechen. Bevor Sie nun fünfzig Mal generiert Zeile für Zeile diese drei Befehle hintereinander in dem Editor zusammensetzen, programmieren Sie einfach eine Schleife.

Für Schleifen ist kein Symbol verfügbar. Sie bauen Sie mit den drei Befehlen REP, DO und END zusammen. Sobald Sie REP (für repeat) im ersten Feld des Editors ablegen, erscheinen weitere Slots rot, da die Programmierumgebung weitere Befehle erwartet. Rechts neben REP klicken Sie auf das nächste rote Kästchen, wählen den Codeblock mit der „42“ aus und geben dort die Anzahl der Wiederholungen ein, zum Beispiel 10. Denken Sie daran, dass ein Slot maximal 64 Elemente enthält und Ihr Programm abgebrochen wird, wenn der Slot leer ist. Klicken Sie auf das nächste rote Kästchen und wählen Sie DO aus. Mit Klick auf das letzte rote Kästchen wählen Sie END aus. Die Wiederholung wird später zehn Mal alles zwischen DO und END ausführen – aktuell also noch nichts. Legen Sie daher in der Zeile zwischen DO und END die drei Befehle Bauen (Place), hoch gehen (Move Up), vorwärts gehen (Move Forward) ab – etwas Formatierung mit Einrückungen ist dabei zwar nicht zwingend erforderlich, sieht aber nie schlecht aus.

Überprüfen Sie nochmals, ob sich genug Baumaterial im aktiven Slot des Inventars Ihrer Schildkröte befindet, schalten Sie um auf die Minifernbedienung und starten Sie das Programm.

Bei einem Programmierfehler oder einem Programmabbruch können Sie die Schildkröte durch Zurückspulen wieder



Per Drag & Drop zieht man Codeblöcke aus dem Menü auf der rechten oberen Seite nach links in den Editor und verknüpft sie zu einem Programm.

an die Koordinate teleportieren, an der sie zuletzt gestartet wurde. Gebaute Blöcke werden nach einer Rückfrage ebenfalls entfernt und zurück ins Inventar gelegt. Dies ist hilfreich, um Dinge erst zu testen, bevor der Wildwuchs an Treppen, Schneekentürmen, Pyramiden und Häusern losgeht. Achten Sie auf ausreichend Platz, wenn Sie gemeinsam mit anderen auf einem Server spielen.

### Wie geht es weiter?

In ComputerCraftEdu gibt es noch viel zu entdecken. Schauen Sie in Ruhe die Befehlssammlung rechts durch und probieren Sie, neue Programme zusammenzusetzen. Es gibt Zufallszahlen, Wahrheits-

werte, Boolesche Operatoren, bedingte Verzweigungen, Sensoren für Blöcke und Redstone, einen Slotwechselbefehl sowie einen Redstone-Aktivator. Die Schildkröte kann chatten, Dinge aufsammeln und in die Welt werfen.

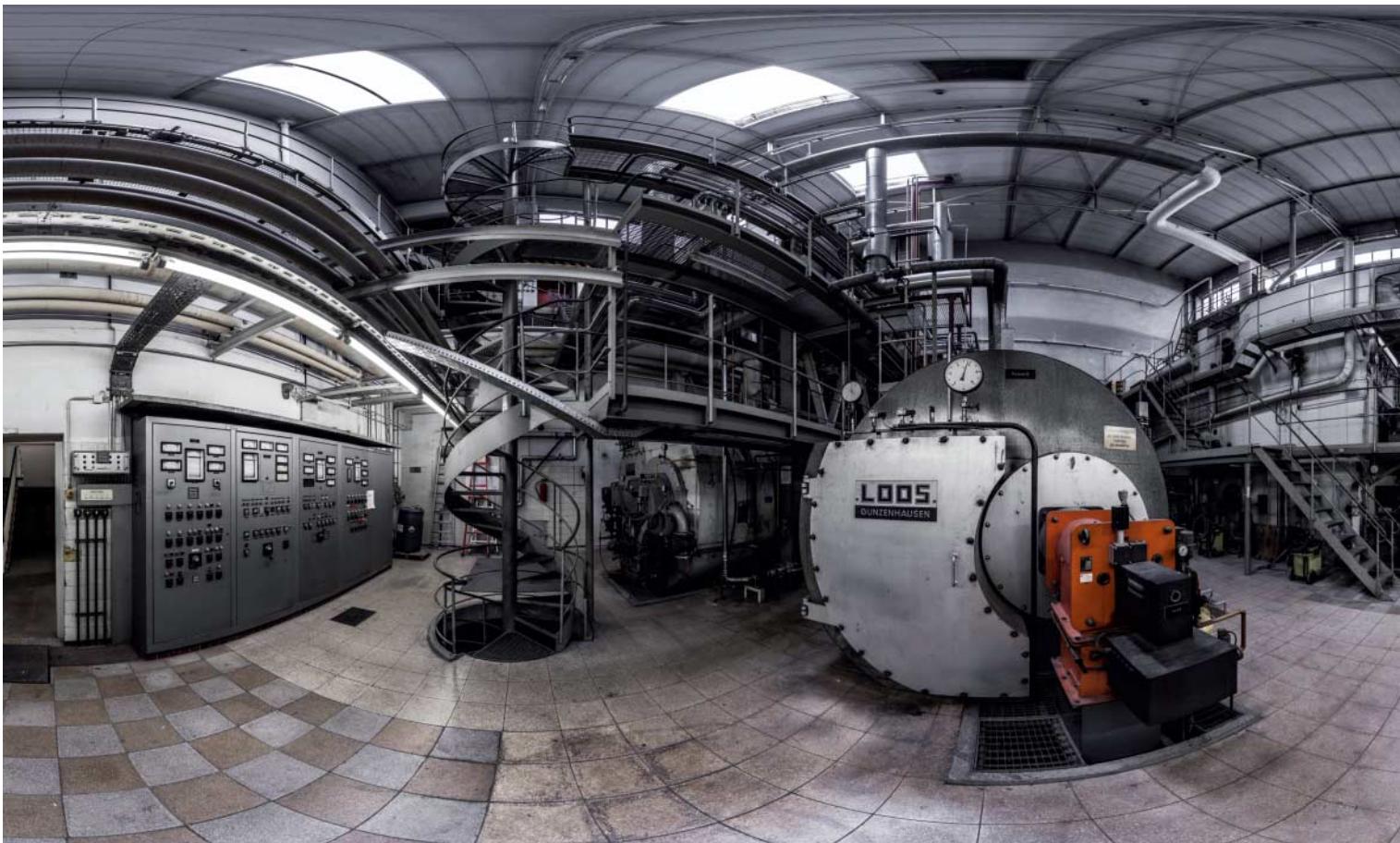
Sind Sie an die Grenzen der grafischen Programmierumgebung gestoßen, können Sie mit dem Button „Code Editor“ Ihr visuelles Programm in der Skriptsprache Lua bewundern und daran per Texteingabe weiterarbeiten. Darüber hinaus folgt in einer der kommenden Ausgaben ein Artikel zur Arduino-Programmierung mit Minecraft.

(mre@ct.de) ct

**Minecraft, Forge, Mods:** [ct.de/y197](http://ct.de/y197)



So sieht die Treppe der Marke c'turtle aus.



# Virtuelle Rundgänge

## Panoramafotos für Web und VR aufbereiten

**360-Grad-Rundgänge im Browser oder in der VR-Brille vermitteln einen viel realistischeren Eindruck von Innenräumen als eine Handvoll Fotos. So lassen sich auch Omas ehemalige Wohnstube oder die abgerissene Schwimmhalle wieder besichtigen. Programme wie Pano-tour verbinden aus Einzelbildern zusammengesetzte Panoramen zu einem virtuellen Erlebnis.**

**Von Heiko Stachel**

**M**it vergleichsweise wenig Aufwand erstellen Sie von beliebigen Räumen virtuelle Abbilder, die sich ähnlich wie Google Streetview betrachten lassen. Die Idee ist, mehrere 360-Grad-Panoramen über Hyper-Links im Bild so zu verknüp-

fen, dass der Eindruck entsteht, man wandere von einem Raum zum nächsten. Die Betrachter können das Ergebnis im Browser auf Desktop-PCs, Tablets oder Smartphones sowie mit VR-Brillen erleben.

Der virtuelle Rundgang führt beispielsweise durch eine AirBnB-Unterkunft oder Ferienwohnung, durch die Arztpraxis oder Anwaltskanzlei, durch den Wellnessbereich oder die Tagungsräume im Hotel, aber auch durch ganze Gebäude wie Schulen oder Bäder. Ebenso können Sie mit einem solchen Rundgang die heimische Baustelle dokumentieren. Der Autor des Artikels fotografiert vor allem die Innenräume vor dem Abriss stehender öffentlicher Gebäude. Mit verlinkten Panoramen dokumentiert er sie für die Nachwelt. Einige Beispiele finden Sie im c't-Link am Ende des Artikels.

Mit dem folgenden Arbeitsablauf lassen sich problemlos Rundgänge mit 5 oder auch mit über 100 Panoramen realisieren

– das Verfahren unterscheidet sich im Großen und Ganzen nur durch die Anzahl der Verknüpfungen.

### Fotografieren fürs Panorama

Um ein Panorama in guter Qualität fotografieren zu können, empfiehlt sich folgende Ausrüstung: ein leichtes Stativ mit Nivelliervorrichtung, ein Panoramakopf (Nodalpunkt-Adapter), eine digitale Spiegelreflexkamera mit Fischauge-Objektiv und ein Fernauslöser, damit die Aufnahmen nicht verwackeln.

Mit dem Nodalpunkt-Adapter können Sie das System so aufbauen, dass der Objektivbrennpunkt im Drehpunkt liegt. Sonst entstehen später beim Panorama-Stitching Verschiebungen. Vor der Aufnahme sollten Sie die Kamera waagerecht ausrichten und die Belichtung und die Schärfe einstellen. Beides darf innerhalb eines Panoramas leicht variieren. Am besten wählen Sie eine nicht zu große Blen-



denöffnung, um einen möglichst großen Teil scharf abzubilden. Hat Ihr Objektiv eine maximale Lichtstärke von 4, dann ist Blende 8 ein guter Wert. Als Faustregel gilt, zwei Blenden über der Offenblende zu wählen.

Die ersten Fotos aller Panoramen müssen immer in eine einheitliche Himmelsrichtung zeigen, etwa nach Osten. Dadurch sind später alle Panoramen gleich ausgerichtet. Für die Orientierung im Rundgang ist das essenziell. Die Standorte für die einzelnen Panoramen sollten so nahe beieinander liegen, dass der räumliche Zusammenhang immer deutlich bleibt.

Ein Raw-Format gibt Ihnen Spielraum zur Entwicklung. In Lightroom, Capture One oder einem anderen Raw-Entwickler sollten Sie Bildpartien, die über- oder unterbelichtet sind, durch die Regler „Tiefen“ und „Lichter“ so angleichen, dass ein angenehmer Bildeindruck entsteht. Die fertig bearbeiteten Fotos exportieren Sie vor dem Panorama-Stitching als JPEG-Dateien.

Um zunächst kostenlos zu testen, ob Sie tiefer in die Rundgangerstellung einsteigen möchten, können Sie 360-Grad-Panoramen mit einer Smartphone-App erstellen. Für iOS steht beispielsweise „360 Panorama“, für Android „Panorama 360“ zur Auswahl – letztere leider ohne die

Möglichkeit, nach oben oder unten zu schauen.

### Die Einzelfotos vernähen

Es gibt etliche Programme, die Panoramen zusammensetzen, aber nicht alle erstellen 360-Grad-Ansichten. Der Open-Source-Panorama-Stitcher Hugin steht für Windows, macOS und Linux als 64-Bit-Anwendung zur Verfügung. Beim ersten Aufruf startet Hugin mit einem komfortablen Assistenten, der ein Panorama fast automatisch erstellt. Hierzu ziehen Sie alle Einzelbilder mit der Maus in das Hauptfenster. Wenn das Panorama in der Vorschau noch nicht richtig zusammengesetzt erscheint, können Sie unter „Objektivtyp“ verschiedene Voreinstellungen ausprobieren. Bei Verwendung eines Fischaugenobjektivs gibt es beispielsweise zwei Einstellungen, die beide „Fischauge“ im Namen haben. Sieht das Vorschaubild gut aus, klicken Sie auf „Ausrichten“, um das Panorama zu berechnen. Die Schaltfläche „Erstellen des Panoramas“ exportiert es als JPEG-Datei.

Die 149 Euro teure Alternative PTGui Pro bringt eine komfortable Stapelverarbeitung mit, die sich bei großen Projekten bezahlt macht. PTGui Pro erstellt aus

einem Ordner mit Tausenden JPGs in wenigen Stunden fertige Panoramen, von denen nur wenige manuell korrigiert werden müssen. Hugin enthält auch eine Stapelverarbeitung; dort muss man aber für jedes Panorama eine eigene Projektdatei erstellen.

### Die Panoramen verknüpfen

Einzelpanoramen lassen sich mit Panotour miteinander verknüpfen. Die Software erstellt virtuelle Rundgänge und präsentiert sie ruckelfrei, ohne Wartezeiten und plattformunabhängig in HTML5. Das Programm ist für Windows, macOS und Linux erhältlich und kostet 115 Euro. Demo-Versionen stehen auf kolor.com zum Download bereit. Sie laufen ohne Zeitbeschränkung, versehen Rundgänge aber mit einem Wasserzeichen und verschlüsseln die exportierten XML-Daten, sodass sich diese nicht nachträglich bearbeiten lassen.

Verschieben Sie vor der Arbeit mit Panotour alle fertigen Panoramen in einen separaten Ordner und nummerieren Sie sie dort durch. Unter macOS etwa kann das Programm „A Better Finder Rename“ den existierenden Namen eine dreistellige



Bei Verwendung eines Fischauge-Objektivs genügen vier oder sechs Aufnahmen in Abständen von 90 respektive 60 Grad – ansonsten sind ein paar mehr nötig. Ein Nodalpunkt-Adapter vermeidet Verschiebungen der optischen Achse.



In Panotour werden die Panoramen miteinander verknüpft: Die gelbe Markierung ① zeigt das aktuell geöffnete Panorama. In der Vorschau unten setzt man den Hotspot ② und bestimmt dessen Position ③. Rechts oben wählt man dafür einen Stil und wählt rechts unten das Zielpanorama ④ sowie die Zielblickrichtung ⑤ aus.

Zahl voranstellen. Unter Windows leistet die Stapelverarbeitung von IrfanView Vergleichbares.

Um in Panotour einen Rundgang zu erstellen, ziehen Sie alle fertigen Panoramen in das große Fenster links oben. Danach müssen Sie die Panoramen über so genannte Hotspots miteinander verknüpfen. Dazu legen Sie in jedem Panorama die Position eines Hotspots fest, der zum nächsten Panorama führt, beispielsweise an einem Durchgang. Anschließend wählen Sie das Ziel-Panorama aus und legen fest, in welche Richtung der Betrachter im neuen Panorama als Erstes schauen soll. Der Betrachter nimmt die Hotspots später als Schaltflächen wahr.

Die Blickrichtungen sollten Sie so einstellen, dass der Betrachter weiterhin in jene Richtung blickt, in die er im vorigen Panorama geschaut hat. So bleibt das Rundgangerlebnis logisch und der Betrachter behält die Orientierung.

## Komplexe Rundgänge planen

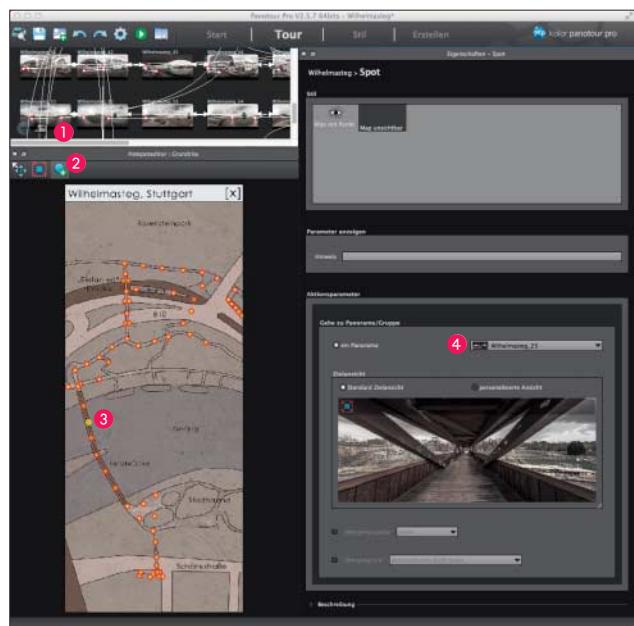
Bei Rundgängen mit mehr als drei Zimmern hilft ein Lageplan, in den Sie die Position der einzelnen Standpunkte mit Hilfe der vorhin vergebenen Nummern eintragen. Da Sie ohnehin vor dem Betreten den Eigentümer um Erlaubnis fragen müssen, können Sie ihn um einen Grundriss bitten – viele Eigentümer stellen gerne Pläne zur Verfügung. Sie können auch Fluchtwegepläne vor Ort fotografieren

oder Pläne anhand eines Satellitenfotos aus dem Internet skizzieren.

Rundgänge mit über 50 Panoramen zwingen den heimischen Computer schnell in die Knie, da Panotour alle Panoramen in den Arbeitsspeicher lädt. Ein Rundgang mit 300 Panoramen belegt gut und gerne 40 GByte Arbeitsspeicher. Man kommt deutlich besser voran, wenn man zunächst mit verkleinerten Kopien der Panoramen arbeitet und diese später durch die Originale austauscht.

Mit einer Photoshop-Aktion oder der Stapelverarbeitung einer beliebigen ande-

Lagepläne erleichtern dem Betrachter die Orientierung. Das Symbol neben der Weltkugel ① ruft den Plan auf. Eine Schaltfläche fügt einen neuen Hotspot hinzu ②, den man im Plan positioniert ③ und mit dem Zielpanorama verbindet ④.



ren Bildbearbeitung können Sie die Panoramen auf 4000 × 2000 Pixel herunterrechnen. Zunächst erstellen Sie Kopien aller Panoramen und legen sie in einem Ordner namens „Panoramen original“ ab. Nun können Sie die Panoramen auf die genannten Pixelmaße herunterrechnen, in einen Ordner namens „Panoramen“ legen und den großen Rundgang mit diesen Miniaturen erstellen.

## Mit Panotour Pro Pläne einbinden

Bei großen Rundgängen sollte der Betrachter ohne Umwege auch direkt zu entfernten Standorten springen können. Eingebundene Lagepläne zeigen jederzeit den Standort des Betrachters und können Links enthalten, die direkt zu den einzelnen Panoramen führen. Für diesen Arbeitsschritt brauchen Sie die Pro-Version von Panotour, die 459 Euro kostet. Ohne Lageplan geht es bei „Den Rundgang exportieren“ weiter.

In Panotour Pro wechseln Sie in den Arbeitsbereich „Tour“ und deaktivieren links oben ein eventuell noch aktives Panorama, indem Sie dort in einen leeren Bereich klicken. Erst dann erscheint rechts unten die Schaltfläche „Grundriss“ zur Auswahl eines Plans. Nachdem dieser geladen ist, erscheint im Fenster links oben eine kleine Weltkugel. Wenn Sie das Symbol daneben anklicken, erscheint darunter der gewählte Lageplan. Dort können Sie Hotspots einfügen und diese mit den einzelnen Panoramen auf dieselbe Weise verknüpfen, wie man sie auch untereinander verbindet.

Zuletzt müssen Sie die globale Himmelsrichtung des Plans einstellen. Danach zeigen im Lageplan alle Sichtkegel in die richtige Richtung. Dafür wählen Sie wieder wie oben beschrieben „Grundriss“ und drehen das Kompasssymbol, bis die Ausrichtung stimmt.

## Den Rundgang exportieren

Der Reiter „Erstellen“ exportiert den Rundgang fürs Web. Hier wählen Sie einen Zielordner und einen Dateinamen aus, welcher sich auf die HTML-Datei bezieht, die man zum Starten des Rundgangs öffnen muss. Als Name empfiehlt sich „index“, da Sie für die URL dann nur noch auf den Ordner verweisen müssen, in dem die erzeugte „index.html“-Datei liegt.

Ist das Häkchen bei „Flash-Fallback aktivieren“ gesetzt, erzeugt Panotour zusätzlich zum HTML5-Rundgang einen Flash-Rundgang. Er wird geladen, falls der Browser HTML5 nicht unterstützt. In einigen Browsern führt das aber dazu, dass der Rundgang gar nicht geladen wird. Aus diesem Grund sollten Sie diesen Punkt deaktiviert lassen.

Die Option „Multiresolution“ bewirkt, dass jedes Panorama in unterschiedlichen Detailstufen und zudem in viele kleine Bildteile zerschnitten abgespeichert wird. Dieser Kniff optimiert den Rundgang so, dass immer nur die Bildteile und der DetAILierunggrad geladen werden muss, der gerade auf dem Zielschirm angezeigt werden soll. Diese Option sollten Sie grundsätzlich aktivieren.

Wenn Sie mit verkleinerten Kopien gearbeitet haben, kommen an dieser Stelle die Original-Panoramen wieder ins Spiel. Vor dem Export sollten Sie zunächst die Panotour-Datei speichern und Panotour beenden. Nun ersetzen Sie die Miniaturlpanoramen wieder durch die Originale. Danach öffnen Sie das Programm und können den Rundgang erstellen lassen. Sind die Panoramen zu groß, können Sie im Bildbearbeitungsprogramm beliebige Zwischengrößen erstellen. Fürs Internet empfiehlt sich eine Auflösung von 8000 × 4000 Pixel.

Wenn Sie den fertigen Rundgang betrachten, wünschen Sie sich womöglich ein paar optische Änderungen. Diese können Sie in Panotour unter dem Reiter „Stil“ vornehmen. Hier können Sie für die Hotspots, die die Panoramen verbinden, andere Bilder wählen oder eigene einfügen. Ebenso lassen sich die voreingestellten Symbole im Lageplan ändern.



Der exportierte Rundgang läuft als HTML5-Seite in jedem gängigen Browser – hier die ehemalige Stuttgarter Stadtbibliothek im Wilhelmspalais. Der Plan zeigt alle Panoramen und den aktuellen Sichtkegel.

## Rundgänge verlinken

Für mehrere Gebäudeteile oder Stockwerke sollten Sie sich eine logische Aufteilung überlegen und separate Rundgänge für jedes Stockwerk erstellen. Mit kleinen Einheiten lässt sich leichter und schneller arbeiten. Die fertigen Rundgänge können Sie später mit sogenannten „Deep Links“ zusammenfügen. Man kann auf jedes Panorama des HTML5-Rundgangs über eine eindeutige URL verweisen, die sich aus der Pano-Nummer und der Blickrichtung ergibt. Dazu erstellen Sie die Rundgang-URL nach folgendem Muster:

`s=pano263&h=56&v=0&f=90`

Jedes Panorama trägt hinter „pano“ eine eindeutige Nummer. Diese erfahren Sie, wenn Sie in Panotour ein Panorama anklicken und rechts oben neben dem Panorama-Namen auf das kleine „i“ im blauen Kreis klicken. Hinter „h“ tragen Sie die horizontale Blickrichtung ein, hinter „v“ die vertikale. „f“ beschreibt den Blickwinkel. Die Zahlen geben Grad-Angaben wieder, in diesem Fall 56 Grad horizontal bei 90 Grad Blickwinkel. Interessant ist nur die horizontale Blickrichtung, die man am besten durch Ausprobieren ermittelt.

Um einen Hotspot mit einer URL zu verlinken, müssen Sie auf der „Stil“-Seite einen neuen Hotspot erstellen und einstellen, dass er URL-Befehle verarbeiten soll. So verweist etwa das letzte Panorama von Rundgang 1 auf das erste von Rundgang 2.

Panotour verweist auch auf andere Medien wie Fotos, Videos oder Texte. Mit zusätzlichen Schaltflächen lässt sich der Rundgang auf sozialen Netzwerken teilen.

Auch Menüs sind möglich, über die der Betrachter zwischen Panoramen wählen oder in den Vollbild-Modus wechseln kann.

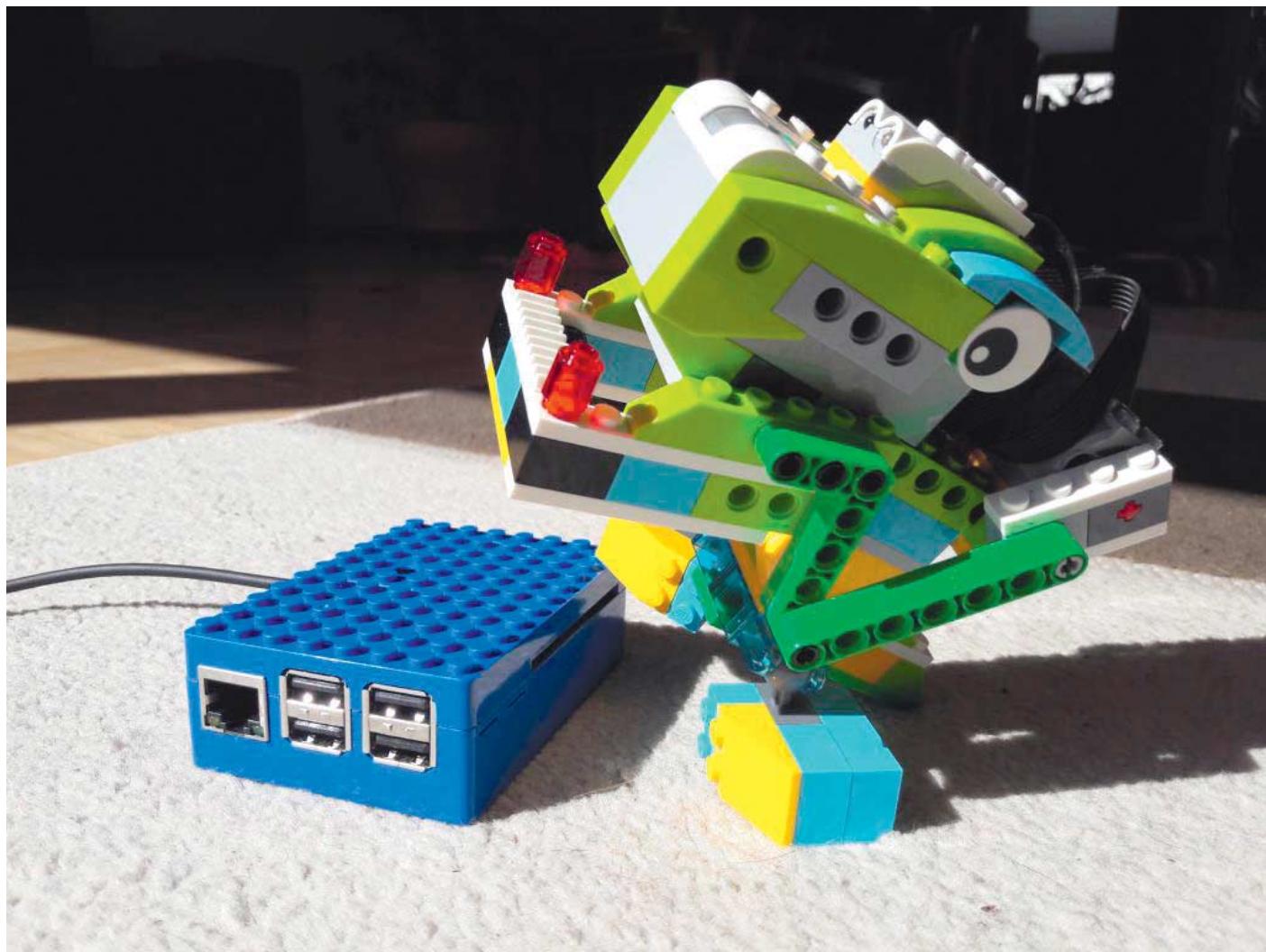
## Ab ins Web

Die Veröffentlichung ist denkbar einfach, da Panotour einen fertigen Ordner erstellt, den Sie entweder lokal speichern und vom Rechner aus vorführen oder ins Web laden können. Im Ordner liegt in der obersten Hierarchie eine html-Datei, die Sie öffnen müssen. Die URL, die Sie anderen Menschen mitteilen, ist der Dateipfad zum Ordnernamen. Nun kann der Rundgang mit dem PC, einem Mobilgerät oder mit einer VR-Brille betrachtet werden, wenn diese Option im Rundgang aktiviert wurde. Mobilgeräte profitieren von der Gyroskop-Unterstützung, durch die sich der Blickwinkel je nach Orientierung des Geräts verändert.

Wenn Sie einen lokal auf Ihrem Computer gespeicherten Rundgang betrachten wollen, dann funktioniert dies unter Windows nur zuverlässig, wenn Sie mit dem kostenlosen Hilfsprogramm „kr pano Testing Server“ von der Seite krpano.com eine Internetverbindung simulieren. Unter macOS lassen sich Rundgänge ohne Hilfsmittel lokal mit Safari und Firefox betrachten. Chrome blockiert die Rundgänge lokal. Auch die Entwickler versuchen, lokales Abspielen zu verhindern. Bei lokal gespeicherten Dateien erscheint eine von Panotour erzeugte Fehlermeldung.

(akr@ct.de) ct

Beispiele vom Autor: [ct.de/y3vr](http://ct.de/y3vr)



# Rundfunk im Legoland

## Spielzeug-Roboter mit dem Raspberry Pi steuern

**Roboter-Bausätze von Lego und Fischertechnik ermöglichen auch handwerklich weniger versierten Nutzern den Einstieg in die Robotik. Die herstellereigenen Controller sind jedoch teuer und nicht sonderlich leistungsfähig. Als alternative Steuereinheit bietet sich ein Raspberry Pi mit Bluetooth an.**

Von Dr. Till Harbaum

Der Raspberry Pi eignet sich auch für Robotik-Experimente. Allerdings ist es nicht jedermann's Sache, einen Roboter zu bauen. Ganz einfach klappt das mit Konstruktionsbaukästen etwa von Lego oder Fischertechnik. Beide Hersteller haben mit dem „Lego EV3“ respektive dem „Robotics TXT“ auch eigene Linux-Controller im Angebot. Die kosten allerdings um die 300 Euro und erreichen trotzdem nicht ansatzweise die Leistung eines aktuellen Raspberry Pi 3. Beide Hersteller bieten zum etwa halben Preis aber auch Sets mit einfacheren Controllern an,

die sich dank Bluetooth am Raspberry Pi betreiben lassen und ihn auf diesem Weg mit den Sensoren und Aktoren des jeweiligen Baukastenroboters verbinden.

Legos WeDo-2.0-Controller und der neue Boost-Controller nutzen dabei ebenso Verbindungen per Bluetooth Low Energy (BLE) wie der BT-Smart-Controller und das Bluetooth-Control-Set von Fischertechnik. Beide Hersteller folgen damit dem Trend weg vom PC und hin zu Mobilgeräten. Die Intelligenz bei diesen Systemen steckt dabei im Tablet oder Smartphone, wo per Drag-and-Drop pro-

grammiert wird und die eigentliche Programmausführung stattfindet. Doch auch der Raspi kann Roboter per BLE steuern. Die dafür nötigen Linux-Programme muss man dann allerdings selbst schreiben, beispielsweise in Python.

## Ein erster Blick

BLE hat sich vor allem bei Smartphones etabliert und zugehörige Verbindungs-Tools sind in den App-Stores zu finden. Ich habe das kostenlose „nRF Connect“ von Nordic Semiconductors verwendet, um die beiden Spielzeug-Controller einer ersten Analyse zu unterziehen. Dank des von BLE genutzten Generic Attribute Profils (GATT) lassen sich die für die Steuerung notwendigen Funktionen und Fähigkeiten der Controller leicht abfragen.

Neu ist bei BLE gegenüber klassischem Bluetooth, dass ein Gerät ohne bestehende Verbindung durch sogenannte Undirected-Advertisements außer seinem Namen auch detaillierte Informationen über seine angebotenen Dienste verbreiten kann. Dafür werden Bluetooth-üblich 128-Bit lange Kennungen (sogenannte UUIDs) verwendet, die Dienste und einzelne Funktionen eines BLE-Gerätes eindeutig identifizieren. Der WeDo-2.0-Hub meldet während des Scans einen Dienst mit der UUID 00001523-1212-efde-1523-785feabcd123 und ist darüber als WeDo-Hub zu erkennen, selbst wenn der Benutzer den Gerätenamen per Lego-App verstellt.

Der Fischertechnik BT-Smart-Controller ist etwas weniger mitteilsam und verbreitet ungefragt lediglich seinen Namen. Da der Name bei Fischertechnik nicht veränderbar ist, lässt er sich zur Gerätekennung nutzen. Bezieht man zusätzlich den herstellerspezifischen Teil der Bluetooth-Adresse ein, so ist auch er sicher zu erkennen.

## BLE am Raspberry-Pi

Da beide Controller ausschließlich den Low-Energy-Standard von Bluetooth 4.0 nutzen, muss der verwendete Raspberry Pi diesen Standard ebenfalls unterstützen. Beim eingebauten Bluetooth-Controller des Raspberry Pi 3 ist das der Fall. Bei nachgerüsteten USB-Dongles an älteren Raspis muss man neben Bluetooth-4.0-Fähigkeiten explizit auf Unterstützung des Low-Energy-Standards achten. Unter [ct.de/y6ks](http://ct.de/y6ks) stellen wir eine kleine Sammlung von Programmen und Skripten bereit. Das Linux-Script `ble-test.sh` stellt fest,

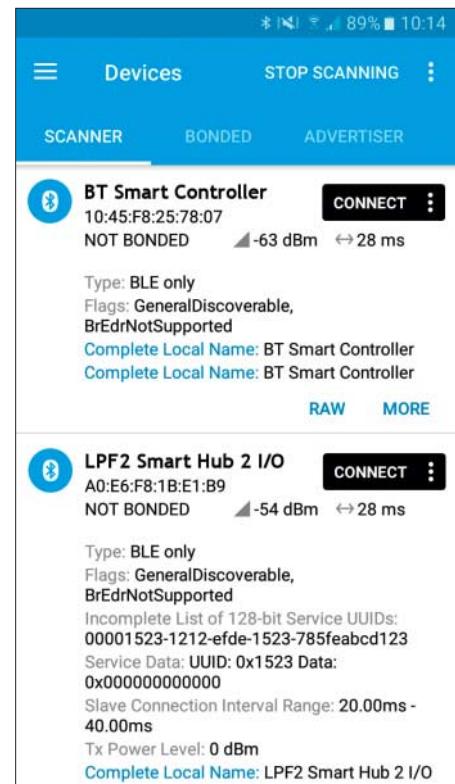
ob der Bluetooth-Adapter die nötigen BLE-Fähigkeiten mitbringt.

Obwohl der BLE-Standard bereits ein paar Jahre auf dem Buckel hat, unterstützt ihn Linux-BlueZ bislang erst nur rudimentär. Das wichtigste Werkzeug ist, außer den auch für klassisches Bluetooth zuständigen Programmen „hciconfig“ und „hcitool“, das BLE-spezifische „gatttool“. Diese Programme sind bei aktuellen Distributionen wie Raspbian bereits vorinstalliert.

Unter dem Link haben wir auch einen Patch für hcitool hinterlegt, der dessen „lescan“-Kommando zum Suchen nach BLE-Geräten erweitert, sodass es wie nRF-Connect neben Bluetooth-Adresse und Gerätenamen weitere Informationen anzeigt. Unsere Beispiele laufen auch ohne diesen Patch, aber er hilft unter anderem beim Identifizieren des Lego-WeDo-Hub via UUID. Ein fertig für den Raspi übersetztes Tool ist ebenfalls im Download-Archiv zum Artikel enthalten.

## Kommunikationsprofil

Die eigentliche Kommunikation über BLE GATT erfolgt durch das Lesen und Schreiben der namensgebenden Attribute. Unter Linux gibt es dafür gatttool. Durch Eingabe von `gatttool -I` startet man einen interaktiven Modus, in dem man manuell Geräte verbinden und mit ihnen kommunizieren kann. Die meisten Befehle kann man gatttool aber auch direkt als Parameter mitgeben. Im Download befinden sich drei einfache Beispiel-Skripte: `batterie.sh`, `ft_bt_smart_led_blink.sh` und `lego_wedo_led_blink.sh`. Sie verwenden hcitool und gatttool, um die Controller zu erkennen

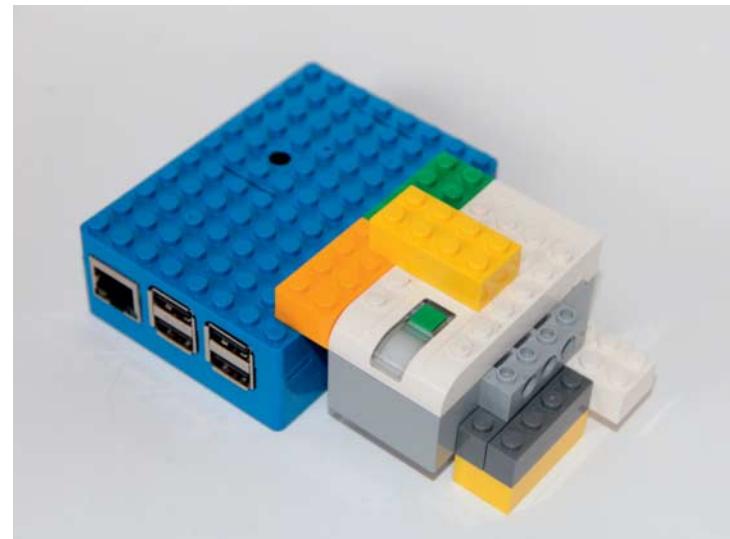


Die App nRF Connect listet die Verbindungen zu den Controllern von Lego und Fischertechnik mit den wesentlichen Funktionen auf.

und ihren Batteriestand abzufragen respektive die in beiden Controllern vorhandenen LEDs blinken zu lassen.

Der BLE-Zugriff auf die Controller folgt dabei immer dem gleichen Muster. Zunächst muss die Bluetooth-Adresse des Gerätes gefunden werden. Das geschieht mithilfe des hcitool auf Basis der ersten

Im Lego-Gehäuse mit angestecktem WeDo-Hub dient der Raspberry Pi als sehr leistungsfähige und flexible Robotik-Steuerung.



drei Bytes der Bluetooth-Adresse (OID), des Bluetooth-Namens oder der eindeutigen Kennungen (UUIDs). Ist die Adresse bereits bekannt, kann die Suche per hcitool entfallen. Alle unsere Beispiele erlauben es daher, die Bluetooth-Adresse des anzusprechenden Controllers auch direkt als Parameter anzugeben. Über die Bluetooth-Adresse des Controllers baut gatttool die eigentliche Verbindung auf.

Nach dem Verbindungsaufbau werden die UUIDs der Dienste des Controllers abgefragt und im letzten Schritt die UUIDs der im Weiteren benötigten Funktionen eines Dienstes, welche die BLE-Spezifikation als GATT-Characteristics bezeichnet. Im Falle der Spielzeugcontroller sind vor allem die Funktionen zum Zugriff auf die Ein- und Ausgänge zum Anschluss von Motoren und Sensoren interessant. Sobald die Geräteadresse und Adressen der Funktionen bekannt sind, lassen sich die Ein- und Ausgänge ansteuern.

Die genaue Bedeutung der GATT-Funktionen und deren UUIDs stehen in ihren Beschreibungen auf bluetooth.com (siehe ct.de/y6ks). Hersteller- und gerätespezifische Funktionen werden aber in der Regel nicht durch standardisierte Dienste und Funktionen abgedeckt, sodass man auf Unterlagen der Hersteller



Das Racing-Set von Fischertechnik kann ebenfalls über das Control-Set (vorn) per Bluetooth mit dem Raspi gesteuert werden (siehe Beispiele im Download-Archiv).

angewiesen ist oder eigene Forschungen betreiben muss.

### Lego

Für die Lego-Controller gibt es ein Entwickler-Kit (SDK) im Web. Da die nötigen Informationen dort recht tief im Source-Code versteckt sind, haben wir die wich-

tigsten Werte in der Tabelle unten zusammengefasst. Für die interessanten Teile der Kommunikation verwendet der WeDo-2.0-Controller nur wenige Attribute. Kommandos, die über die Funktion mit der UUID 00001565-1212-efde-1523-785feabcd123 ausgetauscht werden, beeinflussen zum Beispiel die Ausgänge des WeDo-Hub. Das schließt die LED am Controller ein und die Byte-Sequenz 06040109 schaltet beispielsweise die Farbe der LED auf rot.

Beim Lesen von Werten via BLE gibt es prinzipiell zwei Wege: Zum einen kann man vergleichbar zum Schreiben explizit einzelne Werte abfragen. Zum anderen kann man das Zielgerät auffordern, Werteänderungen von sich aus mitzuteilen. Das spart nicht nur Kommunikation, sondern auch Energie, da man nicht permanent nach geänderten Werten fragen muss (sogenanntes Polling). Diese Benachrichtigungen werden ihrerseits durch das Schreiben entsprechender Funktionen aktiviert.

Durch diesen Mechanismus kann der Lego-Controller nicht nur Änderungen von Sensorwerten melden, sondern auch das An- und Abstecken von Sensoren und Aktoren mitteilen. Unser Beispiel lego\_dino.py macht von dieser Möglichkeit Gebrauch und es ist sogar möglich, das Modell während des Betriebs umzubauen.

### Fischertechnik

Da bei Fischertechnik die Sensoren und Motoren deutlich einfacher gehalten sind

#### Wichtigste herstellerspezifische Funktionen für Lego WeDo-2.0-Hub

Funktion	Schreiben von Ausgangs-Kommandos
Service-UUID	00004f0e-1212-efde-1523-785feabcd123
Funktions-UUID	00001565-1212-efde-1523-785feabcd123
<b>Beispiel-Byte-Sequenzen</b>	
Motor setzen	CH 01 01 SD (CH=1/2, SD = Richtung -100...+100)
Ton ausgeben	05 02 04 FL FH DL DH (FH/FL=Frequenz, DH/DL = Dauer)
LED-Farbindex setzen	06 04 01 CI (CI=Farbe 01-09, 10 = aus)
Funktion	Schreiben von Sensor-Konfigurationen
Service-UUID	00004f0e-1212-efde-1523-785feabcd123
Funktions-UUID	00001563-1212-efde-1523-785feabcd123
<b>Beispiel-Byte-Sequenzen</b>	
Neigungssensor-Modus setzen	01 02 CH 22 TM 01 00 00 00 02 01 (CH = 1/2, TM 00 = Winkel, 01 = Neigung)
Bewegungssensor-Modus setzen	01 02 CH 23 MM 01 00 00 00 02 01 (CH = 1/2, MM 00 = Distanz, 01 = Zähler)
Funktion	Lesen von Sensor-Werten
Service-UUID	00004f0e-1212-efde-1523-785feabcd123
Charakteristik-UUID	00001560-1212-efde-1523-785feabcd123
<b>Beispiel-Byte-Sequenzen</b>	
Neigungssensor an Eingang 2	03 02 00 00 a0 40 (Byte 2-5: 32-Bit-Float-Wert)
Funktion	Lesen von Anschlussereignissen
Service-UUID	00001523-1212-efde-1523-785feabcd123
Charakteristik-UUID	00001527-1212-efde-1523-785feabcd123
<b>Beispiel-Byte-Sequenzen</b>	
Neigungssensor (Typ 2) an Anschluss 1 angesteckt	01 01 00 22 00 00 00 10 00 00 00 10
Motor (Typ 01) an Anschluss 2 angesteckt	02 01 01 01 01 00 00 00 01 00 00 00
Gerät von Anschluss 2 entfernt	02 00



Auch mit Fischertechnik lässt sich der Raspberry Pi in einem Gehäuse unterbringen und mit dem hauseigenen TXT-Controller kombinieren.

und keine automatische Erkennung der angeschlossenen Geräte möglich ist, gestaltet sich auch die Bluetooth-Kommunikation sehr viel einfacher als bei Lego. Es gibt nur wenige einfache Attribute für jeden Anschluss – das Beispielprogramm im Download-Archiv verdeutlicht dies.

Während die Lego-Kommandos kaum zu erraten wären, kommt man bei Fischertechnik auch ohne Dokumentation relativ schnell zu Ergebnissen. So finden die einleitend beschriebenen Suchmechanismen genau einen Dienst mit zwei Funktionen und zwei mit je vier Funktionen.

Da der BT-Smart-Controller über je zwei Ausgänge und vier Eingänge verfügt, liegt der Verdacht nahe, dass es sich um zwei Funktionen zum Schalten der Ausgänge sowie um je vier zum Konfigurieren und Auslesen der Eingänge handelt. Ein paar Experimente mit gatttool und der nRF-Connect-App bestätigten diese Annahme. Das Ergebnis dieser Untersuchung haben wir in nebenstehender Tabelle zusammengefasst.

Wie beim Lego-Controller können auch hier LEDs und Ausgänge gesteuert sowie die Eingänge abgefragt werden. Während die intelligenten Lego-Sensoren gleich vorverarbeitete Werte liefern, kann man bei Fischertechnik nur Spannungen und Widerstände messen und muss diese dann selbst je nach Sensor in Helligkeitswerte, Temperaturen und so weiter übersetzen. Auch bei Fischertechnik kann man Benachrichtigungen nut-

zen. Wechsel von Sensoren und Aktoren erkennt der Fischertechnik-Controller indessen nicht.

So gut sich das gatttool für einfache erste Tests eignet, so wenig brauchbar ist es für komplexe Programmierung. Für einige Programmiersprachen gibt es inzwischen Anbindungen an die BlueZ-GATT-API. Ich nutze exemplarisch python-gatt

(siehe ct.de/y6ks), um direkt aus Python-Programmen auf die Controller zuzugreifen.

Ich habe je ein einfaches Beispielprogramm zur Steuerung des Karussell-Modells aus dem Fischertechnik-Baukasten respektive des Dinosauriers aus dem WeDo-2.0-Set geschrieben. Diese Beispielprogramme `ft_karussell.py` und `lego_dino.py` finden sich ebenfalls im Software-Archiv zu diesem Artikel, ebenso eine Beschreibung, wie man das eventuell nötige Update auf BlueZ 5.44 auf dem Raspberry Pi vornimmt, das für Python-GATT erforderlich ist.

## Ausblick

Dank Bluetooth-Schnittstelle lassen sich Raspberry Pi und aktuelle Spielzeug-Controller mit geringem Aufwand koppeln. Die hier kurz vorgestellten Beispiele sind so beliebig zu erweitern und zu verändern. Dank der im Vergleich zu den Lego-EV3- und Fischertechnik-TXT-Controllern höheren Flexibilität und Leistungsfähigkeit eines aktuellen Raspi 3 bei deutlich geringerem Preis eröffnet sich in Kombination mit den Konstruktionsbaukästen eine solide Basis für spannende Robotik-Experimente.

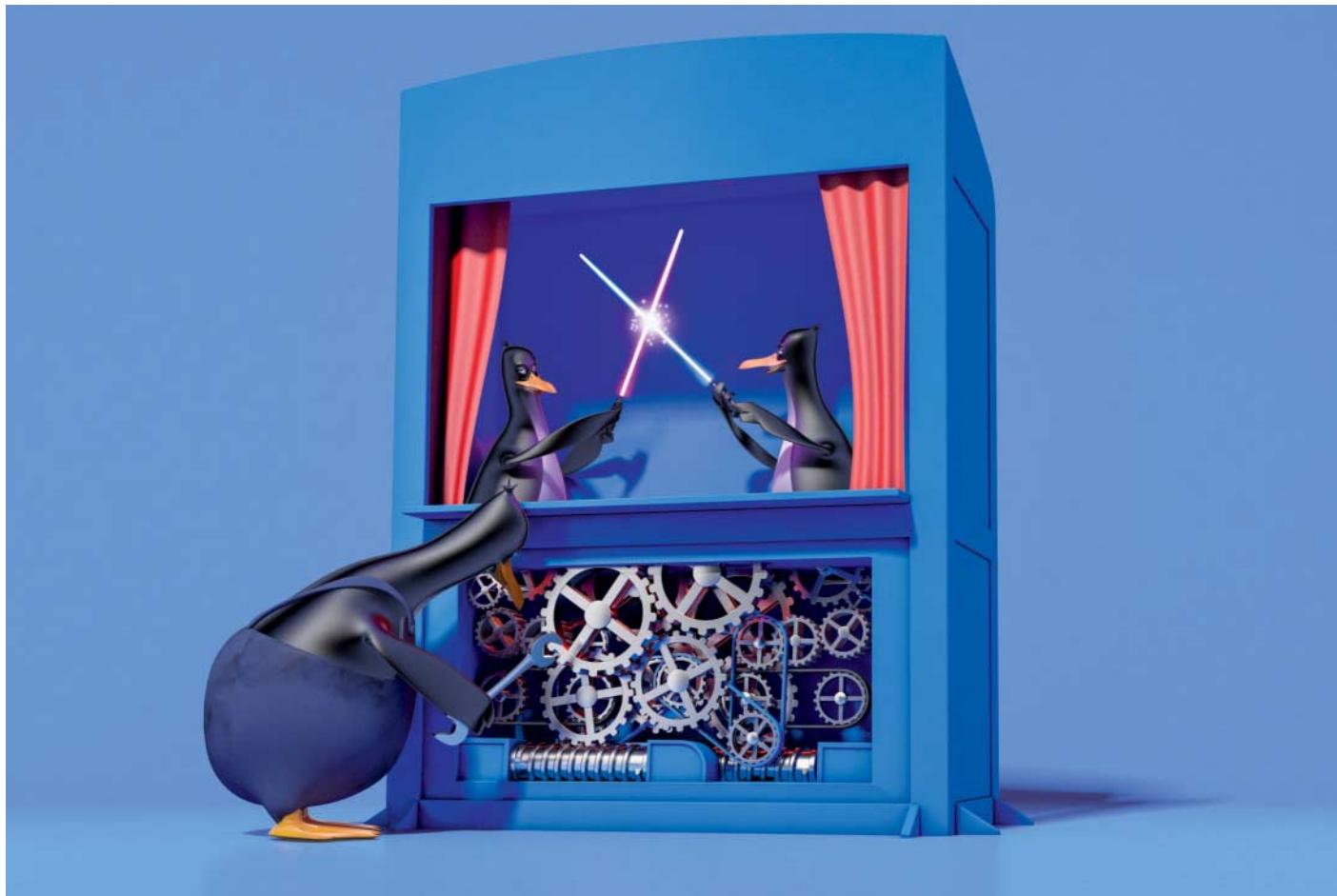
([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)) **ct**

**Beispielcode und mehr:** [ct.de/y6ks](http://ct.de/y6ks)

### Wichtigste herstellerspezifische Funktionen bei Fischertechnik

#### BT-Smart-Controller

Funktion	Kommunikationskanal-LED schalten
Service-UUID	8ae87702-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID	8ae87e32-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Daten	1 Byte schreiben: 00 =blau, 01 = orange
Funktion	Ausgang schalten
Service-UUID	8ae883b4-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Ausgang M1	8ae8860c-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Ausgang M2	8ae88b84-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Daten	1 Byte schreiben, gültiger Wertebereich: -100..100
Funktion	Eingang konfigurieren
Service-UUID	8ae88d6e-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Eingang I1	8ae88efe-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Eingang I2	8ae89084-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Eingang I3	8ae89200-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Eingang I4	8ae89386-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Daten	1 Byte schreiben: 0x0a = Spannung, 0x0b = Widerstand
Funktion	Eingang lesen
Service-UUID	8ae8952a-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Eingang I1	8ae89a2a-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Eingang I2	8ae89bec-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Eingang I3	8ae89dc2-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Funktions-UUID Eingang I4	8ae89ff66-ad7d-11e6-80f5-76304dec7eb7
Daten	2 Bytes lesen: 16-Bit-Wert in Millivolt bzw. Ohm



# Spielen statt ärgern

## Troubleshooting für Linux-Gamer

**Tausende von Spielen gibt es mittlerweile für Linux. Doch nicht alle funktionieren problemlos auf allen Systemen. Oft reichen aber wenige Handgriffe, damit ein Spiel endlich läuft. Wir zeigen, wo Sie ansetzen können, wenn's beim Spielen unter Linux mal hakt.**

**Von Bernd Ritter und Kevin Rohland**

Die meisten Linux-Spiele lassen sich ebenso leicht installieren und starten wie die Windows-Version. Doch obwohl von vielen Spielen mittlerweile auch eine Linux-Version veröffentlicht wird, erhält diese doch nicht immer dieselbe Zuwendung wie ihr Windows-Pendant. Dann kann es schon mal vorkommen, dass ein

Spiel nicht starten will, Grafikfehler auftreten oder ständige Abstürze das Gamer-Leben schwer machen.

Gelassene Gemüter lehnen sich dann einfach zurück und hoffen, dass die Entwickler einen Patch bereitstellen, der das Problem behebt. Wer darauf nicht warten möchte, kann viele Probleme mithilfe spezieller Startoptionen, dem Nachinstallieren fehlender Bibliotheken oder anderem auch selbst in den Griff bekommen.

Ein Beispiel, für das findige Gamer schnell eine Lösung in den Steam-Foren veröffentlichten: Beim Release von Firewatch hatte der Hersteller nicht bedacht, dass unter Linux die Dateisysteme zwischen Groß- und Kleinschreibung unterscheiden. Das Problem ließ sich mit dem Umbenennen der betroffenen Dateien und Verzeichnisse einfach selbst lösen, ohne auf den Patch des Herstellers warten zu müssen.

### Die richtige Distribution

Welche Linux-Distribution sich am besten zum Spielen unter Linux eignet, ist ein umstrittenes Thema unter Linuxern. Grundsätzlich spielen kann man mit jeder Distribution. Offiziell unterstützt wird von Steam und den meisten Entwicklern jedoch Ubuntu und Valves eigenes SteamOS, das auf Debian Testing basiert.

Für Spiele sollten Sie eine halbwegs moderne Distribution einsetzen, denn damit erhalten sie aktuelle Komponenten und Treiber, mit denen Sie vielen Problemen von vornherein aus dem Weg gehen. Die Grafiktreiber von Nvidia unterstützen beispielsweise erst ab Treiberversion 381.26 die neue Grafikschnittstelle Vulkan. Eine Paketquelle stellt diese Version für Ubuntu bereit, sodass sie sich hier leicht installieren lassen. Allerdings gilt das nur für neuere Ubuntu-Versionen. Ubuntu 16.04 ist noch neu genug, älter sollte sie

aber nicht sein. Mit der aktuellen Ubuntu-Version fährt man in der Regel immer gut.

Die Unterschiede bestehen häufig in den Versionsnummern von Bibliotheken oder Programmen. Liegen Bibliotheken nicht in der gewünschten Ausgabe vor oder fehlen ganz, starten Spiele oftmals nicht. Können fehlende Pakete dann nicht aus den angebundenen Paketquellen nachinstalliert werden oder funktionieren die im Folgenden genannten Tipps nicht, bleibt noch der Weg über das Einbinden fremder Paketquellen, die andere Programm- oder neuere Treiberversionen bereitstellen können. Aber Achtung: Das Installieren von Software aus fremden Quellen kann die Stabilität des Systems gefährden oder sogar Schadsoftware einspielen. Daher sollten Sie nur Software aus Quellen installieren, deren Anbietern Sie vertrauen.

## Optimaler Grafiktreiber

Ähnlich wie unter Windows entscheidet die Leistungsfähigkeit der Grafikhardware und deren Treiber auch unter Linux darüber, wie gut oder schlecht Spiele laufen. Aktuelle Distributionen richten die passenden Grafiktreiber automatisch ein. Nachhelfen muss man häufig bei Systemen mit Nvidias GeForce- oder sehr neuen Grafikchips. Welche Grafiktreiber die richtigen für Ihren PC sind, hängt von Faktoren wie Distribution, Grafikchip und dem jeweiligen Spiel ab. Mehr über dieses Thema lesen Sie in [1].

Um herauszufinden, welche Grafikhardware eingebaut ist und welcher OpenGL-Treiber genutzt wird, eignet sich das Kommandozeilen-Tool `glxinfo`:

```
glxinfo | grep OpenGL
```

Bei Nvidias GeForce-Grafikchips wird dort von einem Treiber namens „Nouveau“ die Rede sein, den die meisten Distributionen standardmäßig für Nvidia-Chips einrichten. Er entlockt Grafikchips aber nur einen Bruchteil ihrer Leistungsfähigkeit. Zum Spielen müssen Sie daher fast immer die proprietären Treiber von Nvidia installieren. Dabei sollten Sie die Pakete Ihrer Distribution dem Treiber-Installer von der Nvidia-Website vorziehen, denn der erfordert mehr fortgeschrittenen Kenntnis und integriert sich nicht so gut ins System. Mit zur Distribution passenden Paketen gelingt die Installation hingegen sauber und im Handumdrehen.

Unter Ubuntu öffnen Sie dazu den Punkt „Zusätzliche Treiber“ über das Dash. Dort wählen Sie die neueste Trei-

berversion, die in der Beschreibung „-updates“ enthält. Nach einem Klick auf „Änderungen anwenden“, ein oder zwei Minuten Wartezeit und einem Neustart ist der Treiber einsatzbereit. Auch andere Distributionen bieten über Suchmaschinen schnell auffindbare Wege, um den Treiber nachzurüsten.

Um einen neueren Treiber als den von Ihrer Ubuntu-Version angebotenen zu verwenden, können Sie eine zusätzliche Paketquelle langjähriger Ubuntu-Freunde einrichten und so den Treiber selbst aktualisieren (siehe ct.de/yajp). Mit den folgenden Befehlen fügen Sie das Repository hinzu und erneuern die Paketliste, damit das System die neuen Pakete überhaupt kennt. Dabei müssen Sie bejahen, dass Sie dem Repository vertrauen, denn es wird nicht offiziell von Canonical betrieben.

```
sudo add-apt-repository ppa:graphics-drivers/ppa
sudo apt-get update
```

Anschließend aktualisieren Sie den Treiber auf die neueste Version, momentan heißt das Paket nvidia-381:

```
sudo apt install nvidia-381
```

Starten Sie das System danach am besten neu, um den neuen Treiber zu nutzen.

Ist in den Glxinfo-Ausgaben von Intel die Rede, nutzt Ihr System die GPU ihres Intel-Prozessors mithilfe der quelloffenen Treiberfamilie „intel“. Diese arbeitet ganz ordentlich; alternative Treiber gibt es nicht. Einige der neuen OpenGL-Befehle, über die Linux-Spiele die 3D-Funktionen der Grafikhardware nutzen, erfordern aber moderne, erst in den letzten Monaten erschienene Treiberversionen. Dasselbe gilt für neu eingeführte Prozessoren, die die Treiber der Distribution noch nicht unter-

stützen. Die Intel-Treiber sind allerdings eng mit Kernkomponenten der Distributionen verwoben und dadurch nicht so leicht aktualisierbar. Der Wechsel auf eine aktuellere Distribution ist in diesem Fall oft der einfachste Weg zu neueren Treibern.

Bei Radeon-Chips von AMD ist die Situation komplizierter. Die meisten modernen Grafikchips werden von den standardmäßig eingerichteten Treiberfamilien „radeon“ und „amdgpu“ gut unterstützt; in den Glxinfo-Ausgaben tauchen diese Bezeichnungen aber manchmal nicht auf, denn ihr OpenGL-Treiber heißt „radeon“. Auch die Grafikchips der aktuellen Radeon-Rx-Serien 400 und 500 werden von diesen quelloffenen Treibern gut unterstützt – aber nur bei ganz neuen Distributionen. Wie beim Intel-Treiber ist es äußerst aufwendig, aktuellere Versionen der Treiber manuell einzurichten. Zusätzlich zu den quoßenen und von AMD selbst vorangetriebenen Treibern stellt das Unternehmen auch eine proprietäre Treiberfamilie namens AMDGPU-Pro bereit. Nur noch wenige Spiele laufen damit schneller und besser, meist sind die quoßenen Treiber die beste Wahl.

Die proprietären Treiber unterstützen nur eine Handvoll Distributionen – und Ubuntu 16.04 ist davon die einzige für Desktop-PCs. Auch bei dieser ist die Installation bei Weitem nicht so einfach wie die des Nvidia-Treibers; auf nicht unterstützten Distributionen läuft der Treiber manchmal gar nicht oder nur mit Tricks. Letztlich lautet die Empfehlung: Setzen Sie mit Radeon-Karten eine möglichst aktuelle Distribution ein, denn mit deren quoßenen Treibern stehen die Chancen gut, dass einfach alles geht. Falls nicht, ist vermutlich Ubuntu 16.04 mit AMDs proprietären Treiberpaketen die beste Wahl.

```
x - Terminal Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
lnd@zesty:~$ glxinfo | grep OpenGL
OpenGL vendor string: NVIDIA Corporation
OpenGL renderer string: GeForce GTX 960/PCIe/SSE2
OpenGL core profile version string: 4.5.0 NVIDIA 375.66
OpenGL core profile shading language version string: 4.50 NVIDIA
OpenGL core profile context flags: (none)
OpenGL core profile profile mask: core profile
OpenGL core profile extensions:
OpenGL version string: 4.5.0 NVIDIA 375.66
OpenGL shading language version string: 4.50 NVIDIA
OpenGL context flags: (none)
OpenGL profile mask: (none)
OpenGL extensions:
OpenGL ES profile version string: OpenGL ES 3.2 NVIDIA 375.66
OpenGL ES profile shading language version string: OpenGL ES GLSL ES 3.20
OpenGL ES profile extensions:
lnd@zesty:~$
```

glxinfo verrät außer der verbauten Grafikhardware auch, welcher Treiber in welcher Version aktuell verwendet wird.



Viele Hersteller legen einfach neue Verzeichnisse für ihr Spiel im Home-Verzeichnis an.

Ein Hinweis noch in Sachen AMD: Spielehersteller geben hin und wieder an, nur Nvidia-Grafikkarten zu unterstützen. Ungeachtet dessen funktionieren die Spiele häufig trotzdem mit AMD-Karten. Die Spieleschmiede Feral Interactive, die bereits Titel wie Dirt Rally, Hitman, Deus Ex: Mankind Divided und Tomb Raider auf Linux portiert hat, arbeitet an der Verbesserung der Treiberunterstützung des quelloffenen AMD-Treibers mit und bietet sogar ihre gesamte Spiele-Kollektion als Anreiz für fleißige Mesa-Entwickler.

## eON-Ports

Die eON-Technologie von Virtual Programming portiert Windows-Spiele mit möglichst geringem Aufwand und ohne die zu portierende Software selbst anfassen zu müssen auf Plattformen wie Mac oder Linux. Bei diesem Weg der Portierung kann sich der Spielehersteller ganz auf die Entwicklung seines Produkts konzentrieren. Abschließend wird mit eON eine Schicht um das fertige Produkt gelegt. Aufrufe, die das Spiel an das Betriebssystem stellt, um auf die Grafikkarte, den Speicher oder andere Systemkomponenten zuzugreifen, fängt diese Schicht ab und wandelt sie in passende Linux-Aufrufe um. Mithilfe von eON sind durchaus gute Portierungen wie Bioshock Infinite gelungen, während The Witcher 2 anfangs keine gute Performance lieferte. Wenn ein Spiel mithilfe von eON auf Linux portiert wurde, ist im Steam-Store als Entwickler der Linux-Version Virtual Programming aufgeführt.

Die folgenden Tipps sind nicht in den offiziellen Hilfeseiten hinterlegt. Da man leider nicht viel über die eON-Technologie bekannt ist, funktionieren sie womöglich nicht in jedem Fall.

### eON: Verzögerte Maus

In einigen mit eON portierten Spielen wie Overlord oder Overlord: Rising Hell verzögert sich die Maus sehr träge. Die Bewegung des Mauszeigers erscheint dabei mit einer spürbaren Latenz auf dem Bildschirm; Mausklicks brauchen knapp eine Sekunde, um im Spiel anzukommen.

Ursache des Problems ist ein zu hoch eingestelltes Maus-Polling im Kernel, das meist automatisch konfiguriert wird. Die für eON zu hohe Einstellung – meist ein Wert über 125 Hz – sorgt bei einigen eOn-Ports für die genannten Symptome. Der Linux-Kernel liefert allerdings Schnittstellen, um das Maus-Polling anzupassen; für die Anpassungen sind root-Rechte nötig. Die Einstellung gilt systemweit und nicht nur für eOn-Anwendungen.

Um zu prüfen, auf welchen Wert das Maus-Polling eingestellt ist, öffnen Sie ein Terminal-Fenster und tippen:

```
cat /sys/module/usbhid/parameters/mousepoll
```

Das Ergebnis dieses Kommandos sollte eine einzelne Zahl sein. Welcher Wert für welche Polling-Frequenz steht, zeigt die Tabelle „Mouse-Polling“. Um den Wert zu verändern, legen Sie im Verzeichnis /etc/modprobe.d/ die Datei 99-custom.conf

```
comrad@linux-qfcq:~/Downloads/OpenRCT2> cat /sys/module/usbhid/parameters/mousepoll
8
```

An der Konsole gibt das System mehr Informationen aus.

an. Der Name ist dabei egal, alle Dateien mit der Endung „.conf“ werden gelesen, es sei denn, Ihre Distribution geht hier einen Spezialweg. In die Datei tragen Sie folgende Zeile ein:

```
options usbhid mousepoll=8
```

Um mit den Werten zu experimentieren und den richtigen herauszufinden, ersetzen Sie die Zahl 8 anhand der Tabelle. Das Problem tritt offenbar bei Polling-Raten über 125 Hz auf.

Die neue Konfigurationsdatei sorgt dafür, dass die Einstellung beim nächsten Neustart geladen wird. Um den Wert ohne Neustart sofort zu ändern, laden Sie das Kernelmodul mit folgendem Kommando als root-Benutzer neu:

```
modprobe -r usbhid && modprobe usbhid
```

Dabei wird der gesamte USB-Hub neu gestartet, Maus und Tastatur können daher einen Moment ausfallen. Beim Test des betroffenen eON-Spiels finden Sie dann heraus, ob die Einstellung die gewünschte Wirkung zeigt.

### eON: Mehrere Monitore

Kommen mehrere Monitore zum Einsatz, starten manche Spiele nicht immer auf dem gewünschten. Die Launcher mancher Linux-Ports bieten eine Option, um den Monitor auszuwählen, bei den eON-Ports müssen Sie anders vorgehen.

Man ändert sie in der Steam-Spielbibliothek: Klicken Sie hier mit der rechten Maustaste auf das gewünschte Spiel und wählen Sie im Menü „Einstellungen“. Über den Knopf „Startoptionen festlegen“ weisen Sie dann das Spiel an, auf dem gewünschten Monitor zu starten. Der Eintrag

```
%command% --eon_force_display=0
```

sorgt dafür, dass das Spiel auf dem primären Monitor läuft, da die Zählung ganz in Informatikermanier bei 0 beginnt. Welcher Monitor der primäre ist, verrät der Befehl xrandr --current. Passen Sie die Ziffer im eben genannten Beispiel an den gewünschten Bildschirm an.

### Mouse-Polling

Wert	Bedeutung
0	automatisch, meistens 125 Hz
1	1000 Hz
2	500 Hz
4	250 Hz
8	125 Hz
10	100 Hz (Standardwert)

## Spieleordner finden

Mit dem Bearbeiten von Startskripten und Konfigurationsdateien lassen sich unter anderem Probleme beim Start eines Spiels oder Launchers umgehen. Allerdings muss man diese erst einmal finden, denn jeder Spielehersteller entscheidet selbst, wo die Dateien liegen. Und nicht nur unter Windows sind Spielstände, Einstellungen und Skripte über mehrere Ordner verteilt.

Viele Spiele legen die Daten einfach in einem Ordner im Home-Verzeichnis ab, der den Namen des Spiels trägt und bestenfalls noch mit einem vorangestellten Punkt versteckt ist, zum Beispiel Minecraft.

Nur wenige Publisher halten sich an die XDG-Base-Directory-Spezifikation, die festlegt, wo solche Ordner liegen sollen, um nicht das Home-Verzeichnis zuzumüllen. Genau genommen legt die Spezifikation fest, welche Variable ein Programm nach dem gewünschten Pfad befragen soll. Hat der Benutzer diese nicht selbst gesetzt, verwendet das Programm den Standardwert – für Konfigurationsdateien ist das der Ordner `.config` im Home-Verzeichnis.

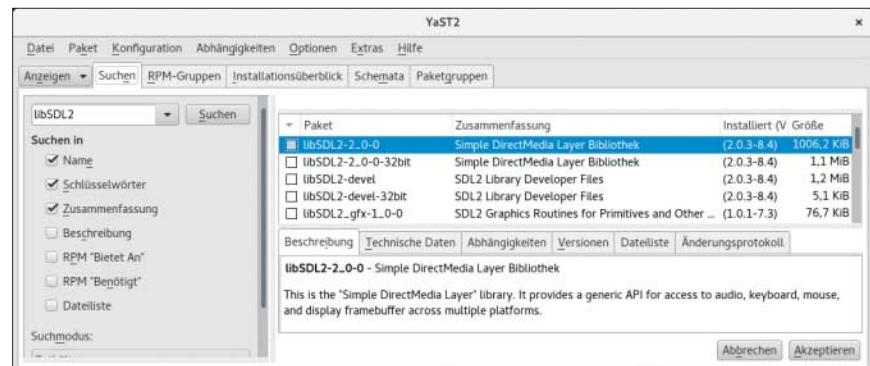
Wer seine Konfigurationsdateien nicht im Home-Verzeichnis, sondern woanders sammeln möchte, muss in der Datei `/etc/environment` mit Administratorrechten folgende Zeile ergänzen:

```
XDG_CONFIG_HOME = /mnt/config
```

Im Beispiel legt dann jedes Programm, das die XDG Base Directory unterstützt, seine Konfiguration künftig unter `/mnt/config` ab.

Vorbildliche Entwickler sorgen dafür, dass Konfiguration und Spielstände nicht direkt im Home-Verzeichnis, sondern wie vorgesehen im Unterverzeichnis `~/.config` oder unterhalb von `~/.local/share` landen. So liegen zum Beispiel die Konfiguration und Logdateien des Echtzeitstrategiespiels O. A.D. im Ordner `~/.config/Oad`, während Spielstände, Modifikationen und Screenshots unter `~/.local/share/Oad` zu finden sind. Die über Steam installierte Farming-Rollenspiel-Simulation Stardew Valley speichert wiederum ihre Spielstände und Starteinstellungen unter `~/.config/StardewValley`, während das Spiel selbst unter `~/.local/share/Steam/steam-apps/common/Stardew Valley` residiert. Wie üblich, liegt das zugehörige Startskript im Programmverzeichnis, also ebenfalls hier.

Variablen für benutzerspezifische Daten sind beispielsweise `XDG_DATA_HOME` und `XDG_CACHE_HOME`. Erste-



Wer mit Kommandozeilentools nicht allzu vertraut ist, kann leichter in der grafischen Paketverwaltung – hier Yast – nach einem passenden Paket suchen.

res wird unter anderem für Spielstände, „Historien“ oder Favoriten der Benutzer verwendet. Falls eine Variable nicht gesetzt wurde, kommt der Standardwert zum Einsatz. `XDG_CONFIG_HOME` zeigt dann auf `~/.config`, `XDG_DATA_HOME` auf `~/.local/share` im Home-Verzeichnis. Dort können Sie nachsehen, wenn der Spieleordner nirgendwo direkt im Home-Verzeichnis aufzufinden ist.

Das in der Variablen `XDG_CACHE_HOME` hinterlegte Verzeichnis wird vor allem zum Zwischenspeichern von Daten verwendet, deren Verlust verschmerzbar ist. Dort finden Sie beispielsweise Bilder oder Profilbilder von Chat-Programmen. Wurde die Variable nicht gesetzt, wird `.cache` im Home-Verzeichnis verwendet.

## Fehlende Bibliotheken

Fehlen benötigte Bibliotheken, startet ein Spiel unter Umständen gar nicht erst. Ist die Ursache unklar, sollte man das Spiel oder Steam von einem Terminalfenster aus starten. Im besten Fall liefert das weitere Informationen und aussagekräftige Fehlermeldungen. Um den Steam-Client zu starten, tippen Sie in der Konsole das Kommando `steam`. Auch über Steam installierte Spiele lassen sich direkt starten, dazu müssen Sie zunächst herausfinden, wo die ausführbare Datei oder das zugehörige Startskript liegt (siehe oben).

Beim Start eines Spiels auf der Kommandozeile liefern Fehlermeldungen wie „error while loading shared libraries: libSDL2-2.0.so.0: cannot open shared object file: No such file or directory“ praktische Hinweise. In diesem Beispiel benötigt das Spiel Funktionen aus der Bibliothek SDL 2, die es in der Datei `libSDL2-2.0.so.0` sucht, sie aber nicht findet. Finden Sie anhand der Fehlermeldung keine Lösung, können Sie sie auch einfach in eine Suchmaschine kopieren, um passende Beiträge in Foren aufzuspüren.

Ein gutes Beispiel ist OpenRCT2. Der Klassiker Rollercoaster Tycoon 2 lässt sich mit der Reimplementation der originalen Engine und den Original-Spieldateien von Steam, GOG oder der Original-Disk unter Linux spielen. Unter OpenSuse 42.2 fehlt dann aber beispielsweise eine Bibliothek. Das dient im Folgenden als Beispiel. Unter anderen Distributionen oder Open-Suse-Ausgaben können andere Bibliotheken oder Versionen von diesen fehlen. Auch Ubuntu macht da keine Ausnahme. Das Verfahren bleibt bei allen im Kern gleich, Sie verwenden dann aber den Paketmanager der jeweiligen Distribution.

Das Spiel muss nach dem Download nur entpackt und mit der ausführbaren Datei gestartet werden. Klappt das nicht, öffnen Sie ein Terminal-Fenster, wechseln

```
comrad@linux-qfcq:~/Downloads/OpenRCT2> ldd openrct2 | grep "not found"
    libSDL2-2.0.so.0 => not found
    libjansson.so.4 => not found
    libpng12.so.0 => not found
    libzip.so.4 => not found
comrad@linux-qfcq:~/Downloads/OpenRCT2>
```

Dieser Befehl zeigt nur das an, was dem Programm noch fehlt.

```
comrad@linux-qfcq:~/Downloads/OpenRCT2> ldd openRCT2 | grep "not found"
libzip.so.4 => not found
comrad@linux-qfcq:~/Downloads/OpenRCT2> ls -ls /usr/lib64/libzip.so.*
4 lrwxrwxrwx 1 root root 15 18. Jul 14:20 /usr/lib64/libzip.so.2 -> libzip.so.2.1.0
64 -rwxr-xr-x 1 root root 64152 7. Okt 2016 /usr/lib64/libzip.so.2.1.0
comrad@linux-qfcq:~/Downloads/OpenRCT2>
```

libzip ist installiert, aber mit libzip.so.2 in einer zu alten Version.

ins Spielverzeichnis und starten das Spiel mit dem Kommando ./openRCT2.

Eine Fehlermeldung verrät, dass zum Spielstart die Datei libSDL2-2.0.so.0 benötigt, aber nicht gefunden wurde. Im einfachsten Fall ist die fehlende Bibliothek nur nicht installiert. Suchen Sie in der Software-Verwaltung nach einem passenden Paket und installieren es, unter OpenSuse zum Beispiel mit

```
sudo zypper in libSDL-2_0-0
```

Meist fehlt mehr als eine Bibliothek. Das Kommando ldd gefolgt vom Pfad zur ausführbaren Datei verrät, welche Bibliotheken ein Programm braucht und weist darauf hin, wenn diese fehlen. Achten Sie darauf, dabei kein Startskript (mit der Endung „.sh“) als Parameter anzugeben, denn ldd funktioniert nur mit ausführbaren Binärdateien.

Manche Spiele sind 32-Bit-Programme und brauchen passende 32-Bit-Bibliotheken. ldd verweist dann auf Dateien in Ordnern, die im Namen „i386“ tragen. Installieren Sie in diesem Fall die gewünschte Bibliothek als 32-Bit-Version. Unter OpenSuse suchen Sie in der Paketverwaltung einfach nach einem passenden Paket mit der Endung „-32bit“. Unter Ubuntu fügen Sie mit

```
sudo dpkg --add-architecture i386
```

zunächst die 32-Bit-Architektur zur Paketverwaltung hinzu. Erst dann kann diese Infos zu Paketen liefern und eventuelle Abhängigkeiten auflösen. Anschließend installieren Sie die 32-Bit-Fassung eines Pakets mit:

```
sudo apt-get install paket:i386
```

Die lange Ausgabe von ldd lässt sich mit dem Kommando grep nach dem Ausdruck „not found“ durchsuchen, sodass nur noch fehlende Bibliotheken aufgelistet werden. Diese müssen Sie dann wie beschrieben nachrüsten.

## Linken nach Zahlen

Will das Spiel nach der Installation aller nötigen Bibliotheken noch nicht starten, sollten Sie die Versionsnummer genauer betrachten. Einigen Programmen ist die Version egal, sie nennen als Abhängigkeit nur den Dateinamen, zum Beispiel libzip.so. Manche Funktionen bringt eine Bibliothek erst ab einer bestimmten Version mit. Welche benötigt wird, lässt sich häufig den Fehlermeldungen entnehmen.

Ist die gesuchte Version in der Paketverwaltung verfügbar, installieren Sie sie einfach. OpenRCT2 verlangt beispiels-

weise die libzip.so.4, die unter Ubuntu 17.04 in den Repositories liegt. Auf dem OpenSuse-System ist aber nur libzip.so.2 installiert. Als Lösung können Sie versuchen, einen symbolischen Link mit dem Namen libzip.so.4 anzulegen, der auf die vorhandene libzip.so.2 zeigt. Werden keine Funktionen benötigt, die nur die Version 4 beherrscht, kann das für den Start des Spiels ausreichen. Bedenken Sie auch hier, dass der Link systemweit gilt; daher sollten Sie besser die Umgebungsvariable LD\_LIBRARY\_PATH nur für das Spiel setzen. Dazu gleich mehr.

## Bibliotheken teilen

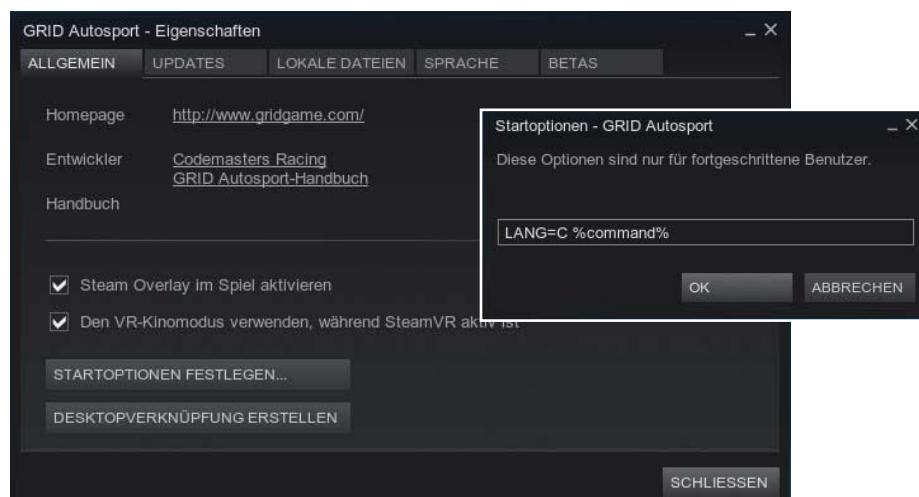
Der Linux-Kernel kann die Speicherbereiche gemeinsam genutzter Bibliotheken wiederverwenden, sodass eine Bibliothek nur einmal Platz im RAM beansprucht, egal wie viele Programme sie nutzen. Solche Bibliotheken werden auch „shared libraries“ oder „shared objects“ (daher die Dateiendung „.so“) genannt.

Spiele liefern oft eigene Bibliotheken mit und greifen dennoch auf eine Vielzahl vorinstallierter Dateien zurück. Sich auf einen im Vorfeld bekannten Satz an Programmblibliotheken verlassen zu können, macht den Entwicklern die Arbeit und das Testen deutlich einfacher. Aus diesem Grund nennen Entwickler oft nur wenige, wenn nicht sogar nur Ubuntu und SteamOS als unterstützte Plattformen. Setzt ein Spiel eine neuere oder angepasste Version einer Bibliothek voraus, als die Distributionen sie bereithalten, liefern sie sie mit den Spielen aus. Mitunter verhindern diese sich dann aber mit den Bibliotheksversionen des Betriebssystems oder denen, die Steam mitliefert.

In welchen Verzeichnissen Linux nach Bibliotheken sucht, legt die Datei /etc/ld.so.conf fest. Den Pfad zu einzelnen Bibliotheken für ein bestimmtes Spiel sollte man hier aber nicht hinterlegen. Das nächste Spiel soll schließlich auch wieder mit seinem eigenen Satz an Bibliotheken arbeiten. Stattdessen setzen Sie die Umgebungsvariable LD\_LIBRARY\_PATH, die nur zum Aufruf des Spiels gebraucht wird:

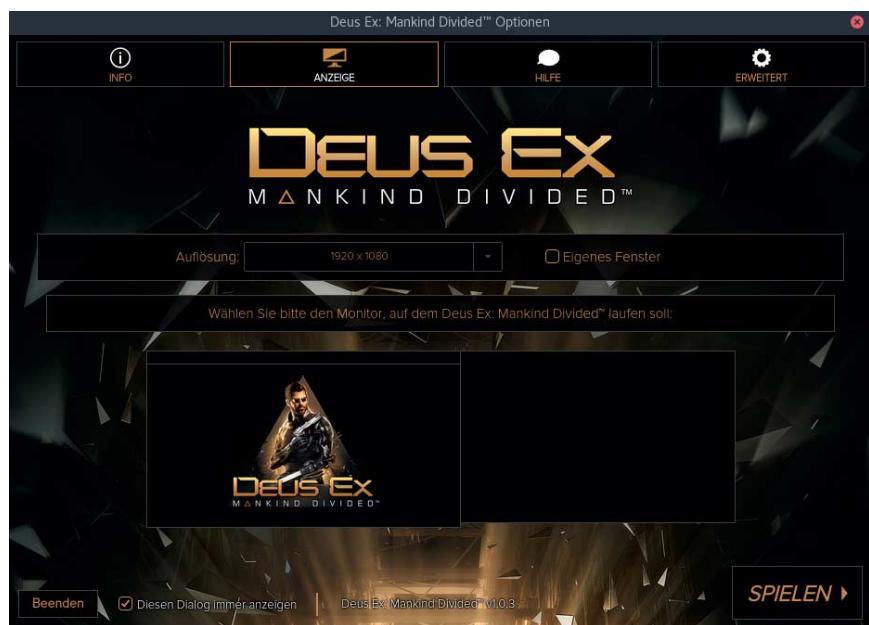
```
LD_LIBRARY_PATH=/home/benutzer/.steamapps/common/meinspiel
```

Passen Sie den Pfad zum Spiel an. Oftmals legen Steam-Spiele ein Startskript im Spielverzeichnis unter /home/benutzer/.steam/steamapps/common/meinspiel ab. Dann sollte man die Zeile besser hier einfügen. Bei Fehlern kann es aller-



Im Steam-Client lassen sich zusätzliche Startparameter hinterlegen.

Anzeige



Von Feral Interactive portierte Spiele bringen in der Regel einen eigenen Launcher mit, in dem Sie vor dem Start des Spiels Einstellungen wie die Auflösung und den gewünschten Monitor ändern können.

dings passieren, dass das Spiel nicht mehr startet. In diesem Fall kann der Steam-Client die Dateien wiederherstellen. Dazu öffnen Sie mit einem Rechtsklick auf das Spiel im Kontextmenü „Eigenschaften“ und klicken im Reiter „Lokale Dateien“ auf „Dateien auf Fehler überprüfen“. Ein weiterer Nachteil dieser Lösung: Ein Update des Spiels überschreibt die Datei wömöglich. Wenn Sie die Variable stattdessen in den Steam-Startoptionen setzen, überlebt die Einstellung auch ein Update.

## Startoptionen für Steam

Steam-Spielen können Sie zusätzliche Startparameter mitgeben, um Schwierigkeiten zu umgehen. Um solche Startoptionen zu ergänzen, klicken Sie in der Steam-Bibliothek mit der rechten Maustaste auf das Spiel und wählen „Eigenschaften“. Ein Klick auf „Startoptionen festlegen“ öffnet ein Eingabefeld. Damit das Spiel später startet, muss der Eintrag außer den zusätzlichen Optionen stets %command% enthalten.

Praktisch ist diese Möglichkeit zum Beispiel bei Rocket League unter Open-Suse und Fedora: Das Spiel findet die Verschlüsselungszertifikate nicht an der dort fest hinterlegten Stelle auf der Festplatte. Bemerkbar macht sich der Fehler dadurch, dass man keine Verbindung zu Multiplayer-Servern aufbauen kann. In vielen Fällen reicht es, den Suchpfad für die Zertifikate über folgende Startoption zu ergänzen:

```
SSL_CERT_DIR="/etc/ssl/certs" ↵
%command%
```

Rocket League erwartet die Dateien jedoch trotzdem unter /etc/ssl/certs/ca-certificates.crt. Daher müssen Sie dort einen symbolischen Link anlegen:

```
sudo ln -s /etc/ssl/ca-bundle.pem ↵
/etc/ssl/certs/ca-certificates.crt
```

Unterstützt ein Spiel eigene Befehle, wie es bei Spielen auf Basis der Unity-Engine üblich ist, stehen diese hinter %command%:

```
%command% --fullscreen
```

Die hier hinterlegten Befehle werden bei jedem Start des jeweiligen Spiels ausgeführt.

## Steam und große Platten

Liegen Steam-Spiele auf einer Festplatte mit mehr als 1 TByte Speicherplatz und dem Dateisystem XFS, kann es sein, dass sie nicht starten oder sich sofort wieder beenden. Startet man das Spiel an der Konsole, so zeigen sich „Segfaults“ oder Skript-Fehler, fehlende Dateien und andere Merkwürdigkeiten. Hat das Spiel in einer früheren Version bereits funktioniert, könnte Bug 1685 aus Valves Github-Bugtracker die Ursache sein (siehe ct.de/yajp). Davon betroffen sind zum Beispiel „Civilization V“, einige Source-Engine-Spiele wie „Counter Strike Source“, „Portal 2“, „Left 4 Dead 2“, „Team

Fortress 2“ oder auch Titel von Paradox Interactive wie „Crusader Kings 2“ oder „Europa Universalis 4“.

Die Größe der Inodes, auf denen die Daten auf der Festplatte gespeichert sind, benötigen 64 Bit auf Dateisystemen mit mehr als 1 TByte. In Kombination mit XFS kommt es da zu Schwierigkeiten. Meist löst sich das Problem, wenn Sie das Spiel erneut auf einem anderen Dateisystem wie Ext4 oder Btrfs installieren (nicht kopieren). Andere Abhilfe ist bisher leider nicht bekannt.

## Regionaleinstellungen bei Unity-Spielen

Unity ist eine sehr beliebte Game-Engine. Sie ermöglicht den Entwicklern einen leichten Entstieg, bietet Unterstützung für verschiedene Plattformen, wie Windows, macOS, Linux, iOS, Android und mehr. Mit Unity wurden Titel wie Kerbal Space Program, Firewatch, Cities: Skylines, 7 Days To Die, Rimworld und viele andere entwickelt. Bei einigen in C# geschriebenen Unity-Spielen treten immer wieder Probleme mit den Sprach- und Regionaleinstellungen (locales) auf, die auch Formatierungen für das System umfassen. Vergessen Entwickler zum Beispiel, das Zahlenformat zu definieren, kann es zu Fehlern oder sogar Abstürzen kommen.

Die Lösung für das Problem ist einfach: Ergänzen Sie folgende Zeile in den Steam-Startoptionen des Spiels:

```
LC_ALL=C %command%
```

## Falscher Monitor bei Unity-Spielen

Einige Unity-Spiele bieten keine Optionen zur Wahl des Monitors bei Multimonitor-Setsups. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird dann stets der falsche Monitor ausgewählt, da die Entwickler folgende Einstellung in der Konfigurationsdatei setzen:

```
<pref name="UnitySelectMonitor" ↵
type="int">-1</pref>
```

Die Angabe von „-1“ sorgt dafür, dass das Spiel auf einem nicht-primären Monitor startet. Meist liegen die Konfigurationsdateien von Unity-Spielen unter ~/.config/unity3d/Unternehmensname/Spielename/prefs. Die Weltraum-Simulation Kerbal Space Program legt ihre Konfiguration beispielsweise unter ~/.config/unity3d/Squad/Kerbal Space Program/prefs/ ab.

Wenn Sie in der Konfiguration des Spiels den Wert von „-1“ auf „0“ ändern, startet das Spiel künftig auf dem primären Monitor. Allerdings unterstützen manche Unity-Spiele diesen Parameter nicht und starten trotzdem auf dem anderen Monitor.

## Feral-Launcher

Linux-Spiele, die von Feral Interactive auf Linux portiert wurden, bringen in der Regel einen „Feral-Launcher“ mit, der einige praktische Funktionen bereithält. Unter anderem lassen sich damit schon außerhalb des Spiels Anzeigeeinstellungen vornehmen und zusätzliche Startparameter angeben. Einige Versionen übernehmen auch die Verwaltung sogenannter „Mods“, also Erweiterungen für das eigentliche Spiel. Unterstützt das Spiel bereits die neue Grafikchnittstelle Vulkan, so kann sie hier bereits aktiviert werden – passende Grafiktreiber vorausgesetzt.

Klappt der Start des Spiels nicht, weil der Launcher nicht starten will, können zusätzliche Startoptionen in der Steam-Bibliothek helfen: Tragen Sie hier folgende Parameter ein

```
LANG=C %command%
```

und starten Sie dann das Spiel. Zeigt sich daraufhin der Feral-Launcher, können Sie dessen automatischen Start deaktivieren, indem Sie den Haken vor „Diesen Dialog immer anzeigen“ wegnehmen und den Launcher wieder schließen. Das Spiel sollte dann ohne Probleme starten.

Um die Änderung rückgängig zu machen, drücken Sie beim Start des Spiels die Strg-Taste. Dann startet der Feral-Launcher und das Aktivieren der Option „Diesen Dialog immer anzeigen“ stellt das alte Verhalten wieder her. 

## Literatur

[1] Thorsten Leemhuis, Bilderwege, Die Grafiktreiber-Architektur von Linux, c't 23/14, S. 160

**Tipps und Links zum Troubleshooting:** [ct.de/yajp](http://ct.de/yajp)

## Hersteller in die Pflicht nehmen

Manche Probleme kann nur der Hersteller lösen: Wenn das Spiel gravierende Bugs hat und daher ständig abstürzt, instabil läuft oder Grafikprobleme auftreten, sind dem normalen Benutzer oft die Hände gebunden. Nur durch die Rückmeldungen der Spieler erfährt ein Hersteller überhaupt von Problemen. Wie stark ein Fehler auf den Nägeln brennt und wie dringend er korrigiert werden muss, schätzen Entwickler oft anhand der gemeldeten Bugs ein. Gerade kurz nach dem Release eines Spiels hat der Hersteller meist alle Hände voll zu tun, dann müssen die größten Feuer zuerst gelöscht werden.

Daher unser Rat: Lassen Sie den Hersteller wissen, was nicht geht. Geben Sie ihm möglichst schnell per Mail an die Support-Adresse oder in den zum Spiel gehörenden Foren der Entwickler-Homepage Bescheid. Auch auf der Steam-Plattform gibt es zu jedem Spiel Diskussionsforen, die viele Entwickler im Blick behalten. Und womöglich finden Sie in Steam-Foren und Bugtrackern sogar schon eine Lösung für Ihr Problem.

Anzeige

# Kontaktübersetzer

## Fritz-Telefonbuch mit Cisco-IP-Telefonen nutzen

**Cisco-IP-Telefone sind gebraucht günstig zu erstehen und arbeiten nach einer Firmware-Umrüstung auch an Fritzboxen. Mit einem PHP-fähigen Webserver bindet man die Cisco-Geräte ans Fritz'sche Telefonverzeichnis an.**

Von Andrijan Möcker

Das Telefonbuch der Fritzbox ist praktisch: Es lässt sich zentral für alle Nutzer verwalten, und mit den passenden DECT-Handsets kann man auf die Einträge zugreifen und sie bearbeiten. Alte Cisco-Telefone wie das 7960 oder das 7911 erhält man im Netz zu kleinen Preisen und mittels Firmware-Änderung telefoniert man mit den Geräten auch über die Fritzbox. Auf das Telefonbuch der Fritzbox können die Telefone jedoch von Haus aus nicht zugreifen: Es fehlt schlicht an einer gemeinsamen Schnittstelle.

Doch der Weg des Fritz-Telefonbuchs auf das Cisco-Telefon ist nicht weit: Die Fritzbox verwendet XML-Dateien, um das Telefonbuch zu sichern, und Cisco-Telefone kann man in der gleichen Sprache zusätzliche Menüpunkte einflößen, die über Eingabefelder auch Daten durchs

Netzwerk weitergeben können. Ein PHP-fähiger Webserver vermittelt zwischen beiden Strukturen und macht das Telefonbuch so auf den Telefonen zugänglich.

Damit das nicht an der Limitierung der Telefone auf 32 Menüeinträge scheitert, greift man über eine Suche auf das Verzeichnis zu.

### Vorbereitung

Voraussetzung für die Telefonbuch-Integration sind ein PHP-fähiger Webserver und das Paket php-xml, damit PHP die XML-Telefondaten der Fritzbox bequem parsen kann. Da PHP auf dem Webserver ausgeführt wird, muss dieser ständig in Betrieb sein. Das Cisco-Telefon speichert bis auf die Parameter der Konfigurationsdatei keine Inhalte länger als für die Dauer der Anzeige zwischen. Wer aus diesem Grund beispielsweise auf einem Linux-Kleincomputer wie dem Raspberry Pi arbeiten möchte, ist mit Apache gut bedient. Installieren Sie Apache und die erforderlichen Module auf Raspbian mit folgendem Terminal-Befehl:

```
sudo apt-get install apache2 php
  libapache2-mod-php php-xml
```

Entfernen Sie in der Konfigurationsdatei /etc/php/7.0/apache2/php.ini das Kommentarzeichen in der Zeile extension=php\_xmlrpc.dll, um das XML-Paket zu

aktivieren und speichern Sie die Änderung. Öffnen Sie die Datei /etc/mime.types und ändern Sie die Zeile mit application/xml zu text/xml. Das ist erforderlich, weil die Telefone nur XML-Dateien akzeptieren. Apache übernimmt die MIME-Typen der mime.types-Datei und schickt die richtigen Daten zurück. Starten Sie den Webserver neu, damit er die Änderungen übernimmt:

```
sudo service apache2 restart
```

Sichern Sie das Telefonbuch der Fritzbox über das Web-Interface und kopieren Sie es in den Ordner des Webservers. Bei Apache ist dies /var/www/html.

### Menü-Erweiterung

Erstellen Sie nun die ersten beiden Menüpunkte für das Telefon als XML-Datei in diesem Verzeichnis:

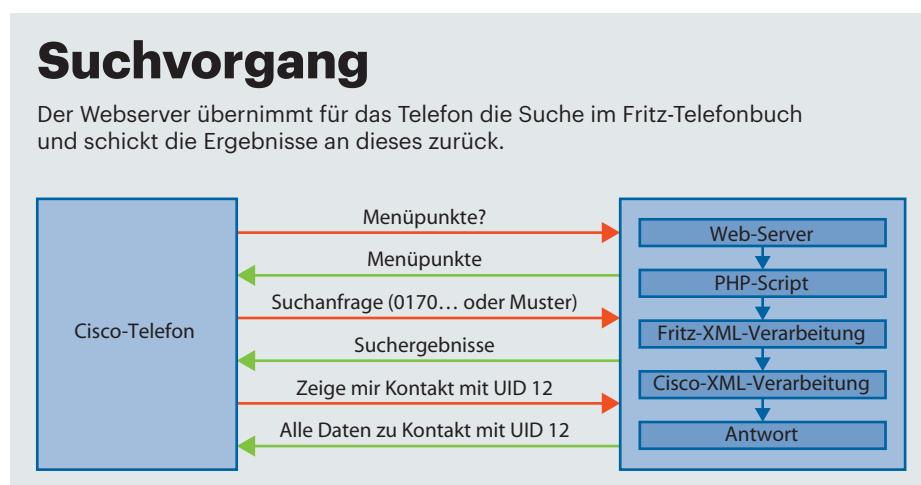
```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<CiscoIPPhoneMenu>
  <Title>Verzeichnisse</Title>
  <Prompt>Auswahl</Prompt>
  <MenuItem>
    <Name>Namen suchen</Name>
    <URL>
      http://server.fritz.box/nas.xml
    </URL>
  </MenuItem>
  <MenuItem>
    <Name>Nummern suchen</Name>
    <URL>
      http://server.fritz.box/nus.xml
    </URL>
  </MenuItem>
</CiscoIPPhoneMenu>
```

Der Parameter Title legt die Kopfzeile des Menüs fest, Prompt die Fußzeile. Die Bezeichnung und die weiterführende XML-Datei werden durch Name und URL bestimmt. Öffnen Sie die Konfigurationsdatei für Ihr Cisco-Telefon auf dem TFTP-Server und tragen Sie den Pfad zur XML-Datei in den Parameter DirectoryURL ein:

```
<DirectoryURL>http://server.j
  fritz.box/dir.xml</DirectoryURL>
```

## Suchvorgang

Der Webserver übernimmt für das Telefon die Suche im Fritz-Telefonbuch und schickt die Ergebnisse an dieses zurück.



Die Datei `dir.xml` ist der Name der oben erstellten Menü-Datei. Eine weitere Änderung der Konfigurationsdatei ist nicht notwendig. Das Telefon lädt die Datei bei jedem Menüaufruf neu und mögliche Änderungen werden sofort übernommen. Starten Sie das Telefon neu und testen Sie, ob die neuen Menüpunkte erscheinen, indem Sie den Menüpunkt „Verzeichnisse“ öffnen oder den Directory-Knopf auf Ihrem Telefon drücken.

Erstellen Sie für die beiden Punkte zwei weiterführende XML-Dateien – damit erzeugen Sie Eingabefelder für die Suche:

```
<?xml version='1.0' encoding='utf-8'?>
<CiscoIPPhoneInput>
  <Title>Suche per Name (oder)
  Nummer</Title>
  <Prompt>Namen (oder)
  Nummer eingeben</Prompt>
  <URL>http://server.fritz.box/`suchenr (oder) sucheper.php</URL>
  <InputItem>
    <DisplayName>Name (oder)
    Nummer</DisplayName>
    <QueryStringParam>name(oder)
    nummer</QueryStringParam>
    <InputFlags>U</InputFlags>
  </InputItem>
</CiscoIPPhoneInput>
```

Mit der Variablen `DisplayName` legen Sie den Text fest, den das Eingabefeld des Telefons anzeigt. Die `InputFlags` legen fest, ob nur Groß- oder auch Kleinbuchstaben und Zahlen eingegeben werden können. Mit dem Buchstaben „U“ legen Sie Großbuchstaben fest (uppercase), „N“ steht für Zahlen (numeric). Die vollständige Liste der `InputFlags` finden Sie unter [ct.de/ypen](#). Die Zeile `QueryStringParam` bestimmt, mit welchem Parameternamen die Daten an das PHP-Skript übergeben werden.

## Namenssuche

Die Integration aller Funktionen in ein einzelnes Skript ist für PHP-kundige Leser kein Problem. Im Beispiel erstellen wir zugunsten der Übersichtlichkeit aber jeweils ein Skript für Namens- und Nummernsuche und den Zugriff auf alle Daten eines Kontakts.

Damit das Telefon die Antwort auch verarbeitet, muss man dem Telefon mitteilen, dass es sich um eine XML-Antwort handelt. `Connection: close` sagt dem Telefon, dass die Verbindung geschlossen wird, sobald die Abfrage erfolgreich war. Beides legt man im PHP-Skript fest:

```
header("Content-type: text/xml");
header("Connection: close");
```

Das Skript übernimmt anschließend den Übergabeparameter in die Verarbeitung und lädt das Telefonbuch aus der XML-Datei.

Mit SimpleXML verarbeitet man XML-Strukturen in PHP – der Zugriff auf Daten im XML-Baum wird so sehr einfach. Um die Pfade kurz zu halten, empfiehlt es sich, zum Bereich `phonebook` zu navigieren und diesen in eine weitere Variable zu schreiben. Man kann dann weiter unten im Baum ansetzen:

Anzeige



```
$name = $_GET["name"];
$xml = simplexml_load_file(
    "http://server.fritz.box/tb.xml");
$pb = $xml->phonebook;
```

Zur Suche im Telefonbuch nutzt man eine while-Schleife. Dazu zählt das Skript zunächst die Anzahl der Kontakte im Telefonbuch. In PHP erledigt das die Funktion count, die man auf das Array \$pb->contact loslässt. Die Variable index setzt man auf 0. So läuft die Schleife nur bis zum letzten Kontakt und dient gleichzeitig als Adressgeber für das contact-Array. Bevor diese starten kann, muss man die Basis des Menüs an das Telefon weitergeben:

```
$enr = count($pb->contact);
$index = 0;
print("<?xml version='1.0'>
<encoding='utf-8'?><CiscoIPPhone>
<Menu>\n\t<Title>Suchergebnisse</Title>\n\t<Prompt>
<Suche</Prompt>\n\t");
```

Im Anschluss folgt die while-Schleife. Sie schreibt den Namen des jeweiligen Kontakts und dessen UID in Variablen. Die Funktion strpos untersucht unabhängig von Groß- und Kleinschreibung, ob ein Teil oder der gesamte Inhalt der Variable dem Namenseintrag im Telefonbuch entspricht. In Verbindung mit einer if-Bedingung entscheidet man so, ob ein Kontakt ausgegeben wird. Trifft dies zu, erstellt das Skript einen Menüpunkt, bezeichnet durch den Treffernamen, der bei Auswahl die UID des Kontakts an das Skript für den Kontaktzugriff weitergibt:

```
if (strpos($tbname, $name) == true){
    $tbname = $pb->contact[$index]->
    &person->realName;
    print("<MenuItem>\n\t<Name>" .
```

**Alle Rufnummern:**  
Mit Dial-Menüpunkten umgeht man die Cisco-Limitierung der Kontakte auf eine Rufnummer.

```
print("<MenuItem>\n\t<Name>" . $name
    . ":" . $number . "</Name>\n");
print("\t<URL>http://server.fritz.box/
    &caccess.php?uid=" . $uid .
    "</URL>");
print("</MenuItem>");
```

Das empfangende Skript sucht den Kontakt anhand seiner UniqueID und erzeugt Menüpunkte für die Nummern.

## Kontaktzugriff

Damit das Telefon alle Rufnummern eines Kontakts gesammelt anzeigen kann, generiert das Skript ein Menü, das den Namen des Kontakts in der Titelzeile zeigt und die Rufnummern als Execute-Menüpunkt führt. Anstatt einer Serveradresse wird der Befehl Dial: zusammen mit der Rufnummer in das Feld URL eingetragen. Das Telefon interpretiert diesen als Aufforderung, die eingetragene Nummer zu wählen:

```
print("<MenuItem>\n\t<Name>" .
```

- ↳ \$number . "</Name>\n");

```
print("\t<URL>Dial:" . $number .
```

- ↳ "</URL>");

```
print("</MenuItem>");
```

Der Webserver muss die Schleife so oft ausführen, bis die letzte Rufnummer des Kontakts als Menüpunkt ausgegeben wurde.

Sobald Sie alle Skripte fertigstellt haben, müssen Sie diese nur noch auf den Webserver kopieren. Anschließend ist die Suche auf den Cisco-Telefonen einsatzbereit. Einsatzbereite Skripte und weitere Links zum Thema finden Sie unter [ct.de/yopen](http://ct.de/yopen).

## Automatisierung

Wenn sich Ihr Fritz-Telefonbuch häufig ändert, empfiehlt es sich, den Kopiervorgang von der Fritzbox auf den Webserver zu automatisieren. In c't 8/17 haben wir ausführlich beschrieben, wie das mittels Perl-Skripten geht [2]. Wer diesen Vorgang bereits automatisiert hat, kann die XML-Datei mit einem zusätzlichen Befehl in der crontab in das Dokumenten-Verzeichnis ihres Webservers kopieren. So kommen die Änderungen auf der Fritzbox ohne Weiteres aufs Cisco-Telefon. ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)) **ct**

## Literatur

- [1] Florian Klan, Verbrüderung, Cisco-IP-Telefone an der Fritzbox betreiben, c't 14/17, S. 136
- [2] Hajo Kessener, Fritz-o-mat, Fritzbox-Einstellungen per Skript abfragen und sichern, c't 14/17, S. 158

**Skripte und weitere Links:** [ct.de/yopen](http://ct.de/yopen)

Anzeige

# PS4-Signalbrücke

## HDR-TVs und PSVR gemeinsam an der PS4

**An der PS4 und PS4 Pro lässt sich die Virtual-Reality-Brille PSVR eigentlich nicht mit der HDR-Ausgabe für Fernseher betreiben. Mit einem speziellen Splitter und zwei Schaltsteckdosen klappt es trotzdem.**

Von Hartmut Gieselmann

**S**o klasse die PSVR für Virtual-Reality-Spiele auf der PS4 auch ist, sie hat einen entscheidenden Haken: Ihre Anschlussbox kann zwar das Fernsehsignal der PS4 per HDMI weiterleiten, sie blockt aber die HDR-Ausgabe mit erweitertem Kontrast. Schuld ist der HDMI-Chip in der PSVR-Box, der das für HDR nötige HDMI 2.0a mit HDCP 2.2 nicht unterstützt.

Wer mit seiner PS4 oder PS4 Pro sowohl HDR- als auch VR-Spiele zocken will, muss zwangsläufig HDMI-Kabel umstecken und kann nur entweder die PSVR oder den Fernseher anschließen. Das ist nicht nur mühsam, sondern birgt auch die Gefahr, dass irgendwann die Buchsen Schaden nehmen, die für das ständige Rein und Raus nicht konzipiert sind.

Abhilfe könnte ein einfacher passiver HDMI-Switch schaffen, der das PS4-Signal zwischen zwei Ausgangsgeräten umschaltet. Doch leider kennen wir keine Modelle, die hochfrequente HDMI-2.0a-Signale fehlerfrei weiterleiten. In unseren Versuchen mit einigen No-Name-Splittern hatten wir stets mit Bildaussetzern zu kämpfen.

### HDR-Splitter

Eine mögliche Lösung, die wir gefunden haben, arbeitet mit einem speziellen HDMI-Splitter und zwei Schaltsteckdosen. So bietet die Firma Ligawo unter der Bezeichnung 3090060 einen HDR-

fähigen HDMI-Splitter für 60 Euro an, dessen Eingang man mit der PS4 per HDMI-Kabel verbindet. Für unseren Test nahmen wir dazu ein kurzes HDMI-2.0a-Kabel von Kabeldirekt (Top-Series, 1 m, circa 7 Euro). Den ersten Ausgang des Splitters verbanden wir mit dem HDR-Fernseher, den zweiten mit der PSVR-Box. Da der Splitter das HDMI-Signal verstärkt, klappt das auch mit längeren Kabeln (laut Hersteller bis 5 m).

Der Splitter leitet das HDR-Signal allerdings nur zum Fernseher durch, wenn die PSVR ausgeschaltet und vom Strom getrennt ist. Man erkennt dies im Setup-Menü der PS4 unter dem Punkt „Informationen zur Videoausgabe“ am Eintrag „HDCP 2.2“. Sobald die PSVR-Box Strom bekommt, schaltet die PS4 auf „HDCP 1.4“ um und sendet nur noch Bilder ohne HDR an den Fernseher.

Will man vom HDR- in den VR-Modus wechseln, genügt es jedoch nicht, lediglich den Strom für die PSVR-Box einzuschalten. Denn der Splitter leitet im laufenden Betrieb leider nicht die EDID (Extended Display Identification Data) der PSVR zur PS4 weiter. Erst wenn man

den Splitter kurz aus- und wieder einschaltet, wird die PSVR von der PS4 korrekt erkannt und man kann ein VR-Spiel starten.

Will man hingegen vom VR-Modus wieder zurück zum HDR-Modus wechseln, dann genügt es, die PSVR vom Strom zu trennen. Der Splitter schaltet dann automatisch um und die PS4 gibt das HDR-Signal wieder an den Fernseher aus.

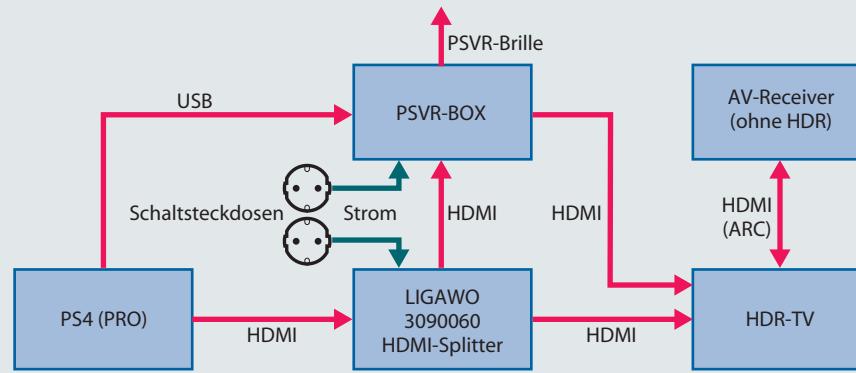
### Schaltsteckdosen

Nun spart man zwar das Umstecken der HDMI-Kabel, muss aber zwischendurch den Splitter und die PSVR vom Strom trennen. Das ist mühsam, da beide Boxen keinen Ein-/Ausschalter haben. Abhilfe schaffen zwei Schaltsteckdosen – eine für den Splitter und eine für die PSVR. Beispielsweise hat die Firma Mumbi günstige Modelle im Programm, die sich per Funkfernbedienung schalten lassen. Der 3er-Pack FS306 kostet zwischen 17 und 25 Euro.

Um HDR auf dem Fernseher zu schauen, genügt es, die PSVR per Schalt-dose auszuschalten. Will man in VR spie-

### Schaltplan

So lässt sich die PS4 mit der PSVR und einem HDR-tauglichen TV verbinden.





Der HDMI-Splitter  
Ligawo 3090060  
verteilt ein HDMI-  
Signal an zwei  
Geräte.

## Surround-Sound

Wer einen HDR-fähigen AV-Receiver mit HDMI 2.0a besitzt, kann diesen zwischen Splitter und Fernseher schalten. Soll der Surround-Sound von einem nicht-HDR-fähigen AV-Receiver wiedergegeben werden, so schließt man diesen beispielsweise über den Audio Return Channel (ARC) per HDMI am Fernseher an. Damit der ARC Surround-Sound in 5.1 oder 7.1 überträgt, muss jedoch in den Audio-Ausgabeinstellungen der PS4 beim Audioformat „Bitstream (Dolby)“ gewählt werden und der Fernseher muss diesen Bitstream auch per ARC an den Receiver weitergeben. Unkomprimierte PCM-Ströme übertragen per ARC nämlich nur Stereo-Kanäle. Ebenso sind Dolby TrueHD, DTS:X & Co. per ARC nicht möglich. Alternativ kann man die PS4 auch per TOSLink direkt mit dem AV-Receiver verbinden und die Audioausgabe im Setup auf diesen umleiten. Hier gelten jedoch dieselben Formateneinschränkungen wie für den ARC.

(hag@ct.de) **ct**

len, dann schaltet man zunächst die PSVR ein, anschließend den Splitter per Steckdose kurz aus und wieder ein und drückt erst danach den Einschaltknopf der PSVR-Brille an der Kabelfernbedienung. Die Gesamtkosten dieser Installation belaufen sich inklusive der beiden nötigen HDMI-Kabel auf rund 90 bis 100 Euro.

Wer einen Amazon Echo Dot besitzt, kann das Umschalten auch auf Zuruf erledigen. Dazu benötigt man zwei smarte Schaltsteckdosen, beispielsweise TP-Link HS100 für jeweils 30 Euro. In der Echo-App weist man ihnen entsprechende Befehle zur Kappung und Freigabe der Stromzufuhr für den Splitter und die PSVR zu.

Anzeige



# Noch mehr Durchblick

## Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 3

**Nachdem Sie in den ersten beiden Teilen dieser Mini-Serie die grundlegenden Funktionen des Process Monitor kennengelernt haben, geht es in dieser letzten Folge um versteckte, aber nicht minder nützliche Talente des Diagnose-Tools. Als Programmierer können Sie es sogar zur Fehler suche in eigenen Anwendungen benutzen und kommen dabei an viele Informationen schneller heran als mit so manchem Debugger.**

**Von Hajo Schulz**

**D**er Process Monitor von Microsoft Sysinternals – kurz Procmon – ist eines der beliebtesten Werkzeuge, um den Ursachen für allerlei Seltsamkeiten und Fehlfunktionen von Windows selbst und von Anwendungen auf den Grund zu gehen. Seine eher spröde Bedienoberfläche erschließt seine volle Leistungsfähigkeit allerdings nicht auf den ersten Blick. Grund genug, diesem Tool eine kleine Artikelserie zu widmen: In der ersten Folge haben wir erklärt, wie Sie die Unmengen an Informationen, die der Process Monitor sammelt, mithilfe von Filtern bändigen [1]. Im zweiten Teil sind wir auf erweiterte Funktionen eingegangen, mit denen

Sie die angezeigten Daten noch weiter an Ihre Bedürfnisse anpassen können [2].

### Berichtswesen

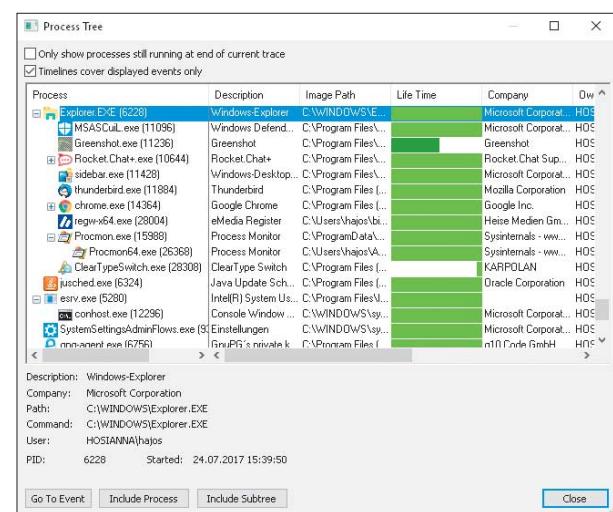
Dieser dritte und letzte Teil unserer Mini-Serie wirft zunächst einen Blick auf eine Kategorie von Procmon-Funktionen, die zu Unrecht ein ziemliches Schattendasein fristen: die Statistik-Befehle aus dem „Tools“-Menü. Da wäre zunächst der „Process Tree“. Dieses Fenster listet nicht nur alle Prozesse, die in dem Zeitraum geläufen sind, in dem der Process Monitor seine Protokolldaten gesammelt hat. Durch Einrückungen sieht man auch auf einen Blick, wie die Prozesse voneinander

abhangen, also welcher Prozess welche anderen gestartet hat. Besonders praktisch ist hier die Schaltfläche „Include Subtree“: Sie erzeugt Filterregeln, die das Procmon-Protokoll auf den gerade in der Liste ausgewählten Prozess und seine „Kinder“ beschränken.

Anders als der Process Tree werden die Berichte, die die „Summary“-Befehle aus dem Tools-Menü anzeigen, von den aktuell eingestellten Filterregeln beeinflusst. So umfassen die Einträge der „Process Activity Summary“ nur jene Prozesse, die auch im Haupt-Protokoll gerade vorkommen. Zu jedem Prozess gibt es hier kleine Histogramme, die den zeitlichen Verlauf der CPU-Auslastung, der Datei-, Registry- und Netzwerkaktivitäten sowie des Hauptspeicherverbrauchs darstellen. Ein Doppelklick auf einen Eintrag öffnet ein neues Fenster mit vergrößerten Ausgaben der Grafiken des dazugehörigen Prozesses. Ein Klick auf eine der Grafiken selektiert im Hauptfenster ein passendes Ereignis – praktisch, um schnell zu den Operationen zu navigieren, die etwa einen großen Ausschlag bei der Datei-Ein/Ausgabe verursacht haben.

Die Berichte hinter den Befehlen „File Summary“, „Registry Summary“ und „Network Summary“ funktionieren alle nach demselben Prinzip: Der Process Monitor fasst alle Zugriffe auf dieselben Dateisystem-, Registry- oder Netzwerkpfade zu Einträgen einer Tabelle zusammen, die sich dann nach Anzahl und Art der Zugriffe

## Der Process Monitor kann einen Prozessbaum anzeigen, der eine praktische Abkürzung zum Konfigurieren des Ereignisfilters bietet.



sowie nach der damit zugebrachten Zeit sortieren lässt. Ein Doppelklick auf einen Eintrag erzeugt eine Path-Filterregel, mit der im Hauptfenster nur noch die Zugriffe auf dieses Objekt erscheinen.

Wem die vorgefertigten Zusammenfassungen nicht ausreichen, der wählt den Befehl „Tools/Count Occurrences“ und kann dann aus sämtlichen Feldern, die auch der Filter-Dialog vorsieht, eines auswählen, nach denen Procmon alle angezeigten Ereignisse mit demselben Wert zusammenfasst und zählt. Auch hier erzeugt ein Doppelklick eine passende Filterregel.

Allen erwähnten Berichten – und übrigens auch den Filter- und Highlight-Dialogen – ist gemeinsam, dass sie ihrem Aussehen zum Trotz keine modalen Dialoge

sind. Das heißt, man kann sie geöffnet lassen und weiter mit dem Hauptfenster – oder anderen Dialogen – arbeiten. Sie müssen beispielsweise den Filter-Dialog nicht mit OK beenden, sondern können seine Einstellungen mit „Apply“ übernehmen und im Hauptfenster scrollen, ohne den Dialog zu schließen. Von dem Dialog zur Anzeige von Ereignisdetails können Sie sogar mehrere gleichzeitig öffnen, etwa um sie nebeneinander anzuordnen und die Daten zu vergleichen. Einziger Wermutstropfen: Die Berichte aus dem Tools-Menü aktualisieren sich nicht mehr, wenn sie einmal auf dem Bildschirm sind. Um neu hinzugekommene Ereignisse oder eine andere Filterung zu berücksichtigen, müssen Sie sie schließen und erneut öffnen. Ihre Größe und Position auf dem Bildschirm merken sie sich dabei immerhin.

## Tief bohren

Wie eingangs schon erwähnt, birgt der Process Monitor Funktionen, von denen hier bislang noch nicht die Rede war und die sich vor allem an Entwickler richten. In bestimmten Situationen können sie Ihnen aber auch helfen, selbst wenn Sie noch nie eine Zeile programmiert haben. Sie erschließen sich am besten anhand eines Beispiels aus dem wahren Leben: Angenommen, Sie ärgern sich darüber, dass der Explorer auf einem Ihrer Rechner immer extrem lange braucht, um in bestimmte Ordner zu wechseln. Möglicherweise ist Ihnen auch schon aufgefallen, dass er die Kunstpause immer dann macht, wenn das angesteuerte Verzeichnis viele Bilder enthält. Der Verdacht liegt also nahe, dass der Explorer überflüssigerweise große Teile von Bilddateien liest, bevor er den Ordnerinhalt anzeigt. Um



Aus den gesammelten Ereignissen kann der Process Explorer verschiedene zusammenfassende Berichte generieren. Die Process Activity Summary zeigt die Aktivitäten von Prozessen im zeitlichen Verlauf.

Ihren Verdacht zu erhärten, protokollieren Sie auf dem betroffenen Rechner ein paar Ordnerwechsel mit dem Process Monitor. Zum Vergleich tun Sie dasselbe auch auf einem Rechner, der sich normal verhält, speichern das Protokoll und übertragen es auf den zickenden PC.

Nun können Sie beide Protokolle in je einem Procmon-Fenster nebeneinander betrachten. Ihr besonderes Augenmerk gilt zuallererst den Ereignissen vom Typ ReadFile, bei denen die Spalte „Path“ auf „.jpg“ endet – entsprechende Filter oder Highlight-Regeln sind schnell gesetzt. Tatsächlich finden Sie heraus, dass es auf dem lahmenden Rechner für jedes Bild

viel mehr solcher Ereignisse gibt als auf dem Referenzsystem. Vielleicht ist sogar zu beobachten, dass bei den zusätzlichen Einträgen unter „Details“ die Angaben hinter „Length“ nicht nur ein paar KByte betragen, sondern sich auf die volle Größe der jeweiligen Datei summieren.

Nachdem der ursprüngliche Verdacht erhärtet ist, geht es an die Ursachenforschung. Auch dabei hilft der Process Monitor: Doppelklicken Sie auf eines der auffälligen Ereignisse und wechseln Sie in den Properties auf die Seite „Stack“. Hier gilt es, in der Spalte „Module“ einen Eintrag zu finden, der auf ein fehlerhaftes Programm hindeutet. Dazu können Sie

die Einträge doppelklicken, um weitere Details zu erfahren: Verdächtig ist alles, was sich über die Felder „Path“, „Description“ oder „Company“ als nicht zu Windows gehörig erweist. Anhand derselben Informationen wissen Sie nun auch, welches Programm die Fehlfunktion verursacht. Vielleicht lässt sich über dessen Optionen die Explorer-Integration abschalten, womöglich gibt es ein Update. Wenn nichts anderes hilft, können Sie das Programm immer noch deinstallieren.

## Aufgestapelt

Falls Sie Programmierer sind, ahnen Sie wahrscheinlich, was es mit den Einträgen auf der Seite „Stack“ in den Eigenschaften von Ereignissen auf sich hat. Falls nicht: Es handelt sich um die Historie ineinandergeschachtelter Funktionsaufrufe, mit denen der Thread, zu dem das Ereignis gehört, zu der von Procmon protokollierten Operation gelangt ist – näheres dazu im Textkasten nebenan. Die am weitesten zurückliegenden Frames stehen unten in der Liste und tragen die höchsten Nummern. In der Regel finden sich dort die Systemfunktionen aus den Modulen ntdll.dll oder Kernel32.dll, die den Thread ursprünglich gestartet haben. Darüber folgen Aufrufe innerhalb der Anwendung, häufig auch im Wechsel mit Systemfunktionen. Zu unterscheiden sind die beiden Kategorien daran, ob in der Spalte „Module“ eine Windows-DLL oder eine zur Anwendung gehörende ausführbare Datei steht. Am oberen Ende kann man den Weg verfolgen, den ein Aufruf wie CreateFile durch die verschiedenen Schichten des Betriebssystems bis hin zum zuständigen Kernel-Treiber nimmt. Das blaue „U“ beziehungsweise das violette „K“ vor der Frame-Nummer unterscheidet User-Mode- von Kernel-Funktionen.

Der Process Monitor bemüht sich nach Kräften, in der Spalte „Location“ die Funktion zu benennen, aus der heraus der jeweilige Aufruf stattgefunden hat. Das geht allerdings häufig schief – zu erkennen daran, dass dort vor dem Offset nur der Name des Moduls oder so etwas wie 0ordinal123 steht. Aber auch wenn der Eintrag aussieht wie ein Funktionsname plus Offset, ist die Angabe mit Vorsicht zu genießen. Dazu muss man wissen, dass DLLs Funktionen, die für einen externen Aufruf gedacht sind, auf verschiedene Weise exportieren, also veröffentlichten können: über ihren Namen oder über eine Nummer – beide Methoden können in ein und demselben Modul vor-

## Der Stack

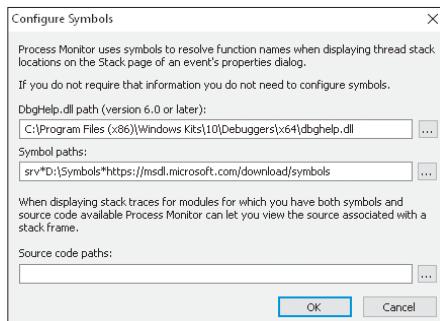
Jeder Mikroprozessor – genauer: jeder Prozessorkern – besitzt ein internes, Programmzähler genanntes Register, das stets die Adresse enthält, an dem der nächste auszuführende Befehl im Hauptspeicher steht. Beim Abarbeiten eines Programms liest er diesen Befehl, führt ihn aus, inkrementiert den Programmzähler und beginnt den Zyklus von vorn. Eine Sonderrolle nehmen bei diesem Ablauf Sprungbefehle ein: Sie bewirken, dass der Programmablauf bei einer anderen Stelle im Speicher fortgesetzt wird. Dazu wird einfach eine andere Adresse in den Programmzähler geladen.

Zu den Sprungbefehlen gehören auch Instruktionen, die dazu dienen, ein Unterprogramm beziehungsweise eine Funktion aufzurufen. Solche Befehle sorgen zusätzlich dafür, dass vor dem Sprung der aktuelle Wert des Programmzählers gespeichert wird. Ist die Funktion zu Ende, restauriert die CPU diesen Wert wieder und setzt so den Programmablauf dort fort, von wo der Funktionsaufruf stattgefunden hat. Funktionen können allerdings auch ihrerseits weitere Funktionen aufrufen und so fort. Ein einzelnes Register oder eine einzelne Speicherzelle taugt also nicht zum Speichern der Rücksprungadresse, denn ihr Inhalt würde ja beim nächsten Aufruf überschrieben werden. Stattdessen reserviert man für diesen Zweck einen größeren Block im Spei-

cher: den Stack oder zu Deutsch Stapel. Ein CPU-Register namens Stack Pointer (Stapelzeiger) merkt sich die Adresse des aktuell obersten Eintrags im Stack; jedes Wegspeichern einer Rücksprungadresse vermindert den Stack Pointer, jeder Rücksprung erhöht ihn wieder. Oder umgekehrt – wichtig ist nur, dass neue Daten immer „oben“ auf den Stapel gelegt werden und die CPU sie auch nur „von oben“ liest und entfernt.

Ein Stack existiert nicht nur einmal im System, sondern jeder Thread besitzt einen eigenen. Zu den Aufgaben des Betriebssystems bei Thread-Wechseln gehört es, nicht nur den Programmzähler, sondern auch den Stack Pointer des unterbrochenen Threads zu sichern und den des aktivierten wiederherzustellen.

Auf dem Stack landen nicht nur Rücksprungadressen von Funktionsaufrufen, sondern auch andere Daten, insbesondere Parameter und lokale Variablen von Funktionen. Gemeinsam mit der Rücksprungadresse bilden sie jeweils einen sogenannten Stack Frame. Dessen innerer Aufbau folgt vom Betriebssystem definierten Regeln, sodass sich die Rücksprungadressen identifizieren lassen. So kann ein Programm wie der Process Monitor aus dem Inhalt des Stacks auf die Aufruf-Historie schließen, die einen Thread an die aktuell abgearbeitete Stelle im Code gebracht hat.



Zum Herunterladen und Verarbeiten von Symboldateien stützt sich der Process Explorer auf eine DLL aus den Debugging Tools for Windows.

kommen. Findet der Process Explorer Namen exportierter Funktionen in einer DLL, geht er davon aus, dass eine Adresse auf dem Stack zu derjenigen Funktion gehört, die an der nächstniedrigen benannten Adresse beginnt. Zwischen diesen beiden Punkten können aber durchaus noch Einsprungpunkte weiterer Funktionen liegen, die womöglich gar nicht für einen externen Aufruf gedacht sind und nichts mit der Funktion zu tun haben, die der Process Monitor anzeigt.

Der Compiler, der den Code einst erzeugt hat, kannte naturgemäß die Adressen aller Funktionen. Normalerweise schreibt er die Liste aller symbolischen Namen und dazugehöriger Adressen auch in eine so genannte Symboldatei. Die wird aber im normalen Betrieb nicht gebraucht, sondern dient nur zur Fehlersuche und zur Dokumentation. Die Symboldateien der Windows-Bestandteile sind daher nicht im Lieferumfang des Betriebssystems enthalten. Microsoft veröffentlicht sie aber und der Process Explorer kann sie verarbeiten. Dazu sind jedoch einige Vorbereitungen nötig.

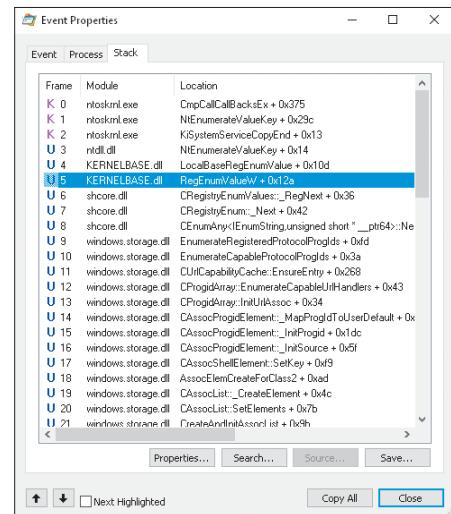
Zunächst braucht der Process Monitor für diesen Zweck eine DLL, die in den ebenfalls von Microsoft stammenden Debugging Tools für Windows enthalten ist. Für sie gibt es leider keinen eigenständigen Download, vielmehr stecken sie im jeweils aktuellen Windows SDK. Dessen Download-Adresse in der Hilfedatei des Process Monitor ist schon seit einiger Zeit veraltet; die aktuelle finden Sie unter [ct.de/ypjw](http://ct.de/ypjw). Nachdem Sie den Installer heruntergeladen und gestartet haben, können Sie in dem Setup-Assistenten nach dem Abnicken der Lizenzbedingungen alle Komponenten bis auf die „Debugging Tools for Windows“ abwählen.

Anschließend öffnen Sie im Process Monitor den Dialog hinter dem Menübefehl „Options/Configure Symbols“. Hier ersetzen Sie zunächst die dbghelp.dll aus dem Windows-Systemordner gegen die aus den Debugging Tools. Auf 64-Bit-Systemen lautet der Standard-Installationspfad „C:\Program Files (x86)\Windows Kits\10\Debuggers\x64\dbghelp.dll“, bei einem 32-Bit-Windows „C:\Program Files\Windows Kits\10\Debuggers\x86\dbghelp.dll“. Außerdem müssen Sie noch den „Symbol path“ ergänzen, indem Sie das Sternchen zwischen „srv“ und der URL des Symbol-Servers verdoppeln und zwischen die beiden Sternchen den Namen eines Verzeichnisses einfügen, in dem der Process Explorer die heruntergeladenen Symbole zwischenspeichern soll. Heraus kommt so etwas wie „srv\*D:\Symbols\*<https://msdl.microsoft.com/download/symbols>“. Achtung: Der Symbol-Cache wird schnell mehrere hundert Megabyte groß; er ist also im Zweifel auf einer großen Datenplatte besser aufgehoben als auf einer notorisch engen System-SSD.

Die von Microsoft angebotenen Symboltabellen decken den gesamten Lieferumfang von Windows inklusive aller Bibliotheken, Treiber und Anwendungen ab, allerdings ohne die bei Windows 8.1 und 10 mitgelieferten Apps. Die meisten davon sind ohnehin in einer .NET-Sprache oder in JavaScript geschrieben, sodass der Maschinensprache-Teil – und nur für den gibt es im Process Monitor einen Stack Trace – wenig aussagekräftig ist. Ohne Symboltabellen stehen Sie in der Regel auch da, wenn Sie einer Anwendung eines Drittherstellers auf den Zahn fühlen wollen – die wenigsten veröffentlichen Symboldateien.

In selbst geschriebenen Programmen mithilfe von Stack Traces auf Fehlersuche zu gehen, ist dagegen erfreulich einfach, jedenfalls wenn Sie den Microsoftschen C++-Compiler verwenden: Process Monitor findet Symboltabellen in PDB-Dateien, die im selben Ordner wie der ausführbare Code liegen, ohne dass Sie dafür irgend etwas konfigurieren müssten. In der Regel funktioniert sogar der „Source“-Knopf unter dem Stack Trace: Damit öffnet Procmon die Quelltextdatei, die die ausgewählte Funktion enthält, zur Ansicht und markiert die Zeile mit dem Aufruf.

Es gibt sogar noch einen weiteren Weg, den Process Monitor als Debug-Hilfe für eigene Anwendungen zu benutzen: In der Hilfe-Datei findet sich unter „Injecting Application Debug Messages“



Brauchbare Funktionsnamen zeigt der Stack Trace von Ereignissen erst an, wenn man den Process Monitor mit passenden Symboldateien versorgt.

ein Code-Schnipsel, den Sie kopieren und in den eigenen Quelltext einfügen können. Wird er aufgerufen, erzeugt er ein Ereignis, das Procmon empfängt und neben allen anderen in seinem Hauptfenster darstellt. Das Event ist vom Typ Profiling; Sie müssen diese Kategorie also über den Filter-Dialog oder die äußerst rechte Schaltfläche in der Symbolleiste aktivieren.

## Ausblick

Beim Umgang mit so einem komplexen Tool wie dem Process Monitor ist das Verstehen der eigentlichen Befehle, Funktionen und Optionen nur die halbe Miete. Mindestens ebenso wichtig sind neben einem gewissen Maß an Windows-Kenntnissen Fantasie und Intuition. Die kann man durch häufigen Umgang mit dem Werkzeug trainieren. Sehenswerte Anregungen für eigene Experimente liefern zum Beispiel die Vorträge des Procmon-Erfinders Mark Russinovich, die er auf vergangenen Microsoft-Konferenzen unter dem Titel „Case of the Unexplained“ gehalten hat. Die Videos haben wir unter [ct.de/ypjw](http://ct.de/ypjw) verlinkt. (hos@ct.de)

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Unter dem Mikroskop, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 1, c't 16/17, S. 148
- [2] Axel Vahldiek, Schärfer stellen, Windows analysieren mit dem Process Monitor – Teil 2, c't 17/17, S. 154

**Alle erwähnten Werkzeuge; Videos:**  
[ct.de/ypjw](http://ct.de/ypjw)

# 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).

## Bildrate in Spielen anzeigen

Ich möchte mir einen Eindruck davon verschaffen, ob mein Rechner für aktuelle Spiele leistungsfähig genug ist. Wie kann ich in Spielen die aktuelle Bildrate ansehen?

Eine passende Funktion bringen die Clients der großen digitalen Spieleplattformen Steam, uplay und Origin schon mit: Sie blenden auf Wunsch eine Framerate-Anzeige ein; meist darf man sogar definieren, in welcher Ecke sie steht. Im Steam-Client finden Sie die Option unter „Einstellungen/Im Spiel/FPS-Anzeige im Spiel“, bei Origin im Origin-Menü unter „Anwendungseinstellungen/Mehr/Origin im Spiel/Während des Spiels“. Ubisoft hat sie im uplay-Client unter den allgemeinen Einstellungen untergebracht.

Origin, Steam & Co. zeigen auf Wunsch die aktuelle Bildrate im Spiel an.

Weitere Möglichkeiten bietet das als kostenlose Demo dauerhaft nutzbare Tool FRAPS. Nach der Installation definieren Sie im Reiter FPS, mit welcher Taste Sie die Framerate-Anzeige aufrufen wollen (Standard: F12) und in welcher Bildschirmecke der FPS-Wert angezeigt werden soll. Mit F11 können Sie auch Frame-rate-Verläufe aufzeichnen, um sie im Nachhinein auszuwerten. Allerdings funktioniert FRAPS nicht mit allen Spielen – solche, die DirectX 12 voraussetzen etwa bleiben außen vor. (chh@ct.de)

**FRAPS-Download:** [ct.de/yrc8](http://ct.de/yrc8)

## Raspi-Screenshots machen

Ich möchte Screenshots vom Bildschirminhalt meines Raspi anfertigen. Da die Software, die ich knipsen will, keinen X-Server verwendet, bringen mich die üblichen Programme nicht weiter. Gibt es eine Alternative?

Mit dem Programm raspi2png von Andrew Duncan können Sie beliebige Bildschirm Inhalte auf dem Raspi in eine PNG-Datei speichern. Raspi2png gibt es bereits für den Raspi vorkompiliert auf GitHub. (mls@ct.de)

**Download raspi2png:** [ct.de/yd5h](http://ct.de/yd5h)

## Sicherheitslücke Android-WebView

Android hat ja mit Version 5.0 das Browser-Modul WebView in eine App ausgelagert, damit Fixes und Updates

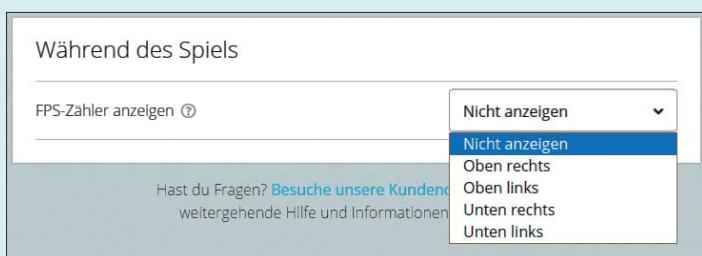


Die Systemkomponente WebView lässt sich nicht aktivieren? Das ist unter Android 5 und 6 ein Sicherheitsrisiko, ab Android 7 normal.

über den Play Store schnell eingespielt werden können. In c't 6/2016, S. 180 schreiben Sie, man solle WebView daher nicht deaktivieren. Auf meinem Smartphone ist „Android System WebView“ aber schon bei Auslieferung deaktiviert. Ist das eine Sicherheitslücke des Herstellers?

Nein, bei aktuellen Android-Geräten ist das keine Sicherheitslücke: Seit Android 7.0 und seit Chrome v51 ist die separate WebView-App nicht mehr notwendig, sondern Android greift auf die WebView-Komponente zurück, die in der Chrome-App enthalten ist.

Sobald Chrome installiert ist, wird daher „Android System WebView“ mitsamt aller Updates deaktiviert. So liegt die WebView-Komponente nicht doppelt im internen Speicher. Welche WebView-Komponente aktiv ist, sehen Sie unter „Einstellungen/Entwickleroptionen“ im Menüpunkt „WebView-Implementierung“. Falls Chrome Beta installiert ist, können Sie hier auch zwischen dem Stable- und dem Beta-WebView umschalten. Das Umschalten zwischen Chrome-WebView und



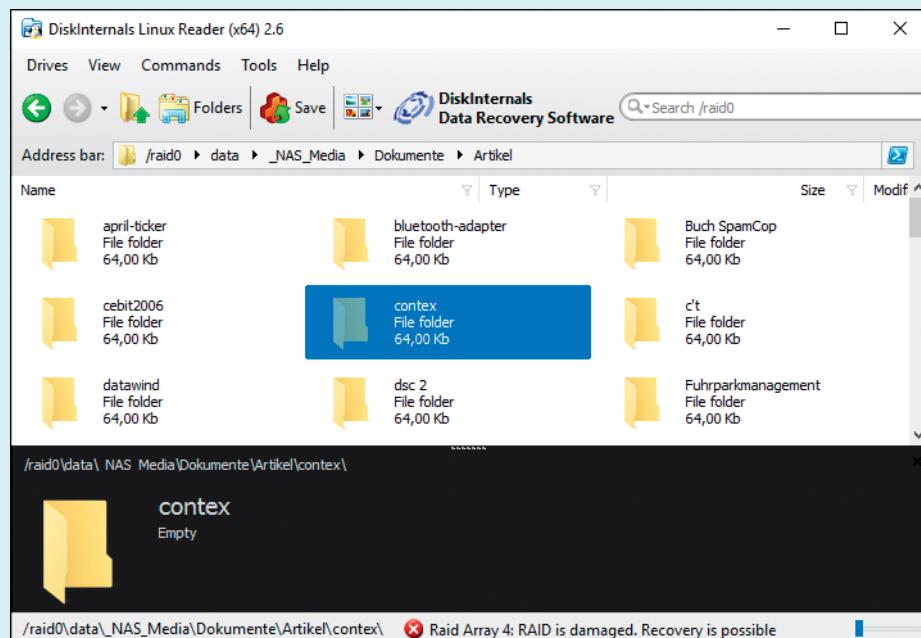
WebView-App (Google WebView) gelingt hier allerdings nicht, dazu müssen Sie die Chrome-App aktivieren und deaktivieren.

Für die Android-Versionen 5 und 6 gilt allerdings weiterhin: Die „Android System WebView“-App sollte aktiviert sein, damit Apps, die auf die Android-Komponente WebView zugreifen, die aktuelle Version bekommen. (jow@ct.de)

## NAS-Festplatte auslesen

**?** Seit Kurzem startet mein NAS nicht mehr. Wenn ich die Festplatten an meinen Windows-Rechner anschließe, erkennt dieser zwar ein Dateisystem, ich kann aber nicht auf die Daten zugreifen. Wie komme ich an meine Daten?

**!** Die meisten NAS arbeiten mit einer speziell angepassten Linux-Distribution, als Dateisystem kommt häufig EXT3 oder EXT4 zum Einsatz. Es gibt verschiedene Treiber, die das Lesen dieser Dateisysteme unter Windows erlauben. Gute Erfahrungen haben wir mit dem kostenlosen Linux Reader von DiskInternals gemacht: Dieser stellt Verzeichnisse und Dateien in einer Art Explorer zur Verfügung. Von dort kann man sie auf eine Sicherungsfestplatte kopieren. Die Festplatten müssen nicht zwingend per SATA angeschlossen sein, der Linux Reader erkennt auch per USB angeschlossene Platten korrekt.



Mit dem Linux Reader sichert man Dateien von einem Laufwerk mit EXT3-Dateisystem, etwa aus einem NAS.

Allerdings klappt diese Methode nur, wenn Sie eine Einzelplatte oder ein RAID 1 (Datenspiegelung ohne Parität) im Einsatz hatten. Wurden die Daten per RAID 5 oder 6 über mehrere Laufwerke verteilt, können Sie die Platten in ein Ersatz-NAS derselben Baureihe einbauen oder kostenpflichtige Software einsetzen. Manchmal kann man die Daten auch an einem Linux-PC zusammenpuzzeln, falls das RAID mit mdraid konfiguriert wurde. (ll@ct.de)

**Download Linux Reader:** [ct.de/yc7c](http://ct.de/yc7c)

## Software für Lumix-Raw-Fotos

**?** Welche kostenlose Software verarbeitet Raw-Fotos aus der Diccam Panasonic Lumix DMC-GX80? IrfanView zeigt die .RW2-Dateien zwar an, aber viele Bilder sind zu dunkel.

**!** IrfanView kann Raw-Dateien aus der Lumix GX80 zwar lesen, aber die Profile offenbar nicht auswerten, die die Kamera in den .RW2-Dateien ebenfalls ablegt. Panasonic selbst bietet die Software PHOTOfunSTUDIO zum kostenlosen Download an; deren Bedienung ist jedoch gewöhnungsbedürftig und wir schafften es nicht, bereits von der SD-Karte auf die Festplatte kopierte Raw-Dateien (Endung .RW2) als JPEG-Dateien zu exportieren.

Gut funktioniert es mit Silkypix Developer Studio SE 4.4.10.2 der japanischen Firma Ichikawa Soft Laboratory (ISL). Die Software ist zwar unübersichtlich, wertet aber die in den .RW2-Dateien aus der Lumix GX80 eingebetteten Informationen korrekt aus. Die erwähnte „SE“-Version für Windows und macOS können Besitzer vieler Lumix-Kameras kostenlos herunterladen; dabei ist die Eingabe der Seriennummer der Kamera nötig. Die normale und die Pro-Version von Silkypix Developer Studio haben höhere Versionsnummern, kosten aber Geld.

Auch die Software Rawtherapee 5.2 kommt mit .RW2-Dateien aus der Lumix GX80 zurecht. Adobes DNGConverter 9.12 verwandelt die RW2-Dateien ins DNG-Format, enthält aber keine Profile für Panasonic-Objektive wie das Lumix G X Vario 12-35 mm/F2.8 II (H-HSA12035). Laut Adobe-Webseite können Lightroom ab Version 6.6 und Camera Raw ab 9.6 ebenfalls Raw-Dateien aus der Lumix GX80 verarbeiten, sind aber nicht kostenlos. (ciw@ct.de)

**Download Silkypix Developer Studio SE:** [ct.de/yua5](http://ct.de/yua5)

## Platzbedarf virtueller Festplatten reduzieren

**?** Ich verwende diverse mit Hyper-V erstellte Virtuelle Maschinen (VMs), die auf SSDs liegen. Die Container-Dateien der darin enthaltenen virtuellen Festplatten wachsen dabei aber offenbar so sehr, dass die SSD so langsam vollläuft. Eine größere zu kaufen ist mir zu teuer. Kann ich auch anders wieder zu mehr freiem Speicher kommen?

**!** Sie können die Container-Dateien schrumpfen, was allerdings nicht ohne Weiteres geht. Voraussetzung ist, dass die VM ausgeschaltet ist und keine Prüfpunkte vorhanden sind. Sie können sie in Hyper-V jeweils über deren Kontextmenü löschen. Das dauert einige Zeit, während der Hyper-V alles Nötige in einer einzigen VHD(X)-Datei zusammenfasst. Eine Fortschrittsanzeige fehlt, Sie können aber im Unterordner „Virtual Hard Disks“ des Speicherorts der VM auf Ihrer SSD zusehen, wie sich die Anzahl der Dateien nach und nach reduziert. Anschließend klicken Sie im Hyper-V-Manager rechts auf „Datenträger bearbei-

ten“, wählen dann im Assistenten die Festplattendatei im VHD- oder VHDX-Format und im nächsten Dialog „Komprimieren“.

Wie viel Platz der Vorgang spart, hängt nicht nur vom Füllstand der virtuellen Festplatte ab, sondern auch von der Verteilung der Daten darauf. Daher gibt es zwei Handgriffe, die vorab für weiteren freien Platz sorgen können: Löschen Sie in der VM überflüssige Daten und lassen Sie das virtuelle Laufwerk zudem defragmentieren.

Wenn in der VM Windows läuft, können Sie den ersten Handgriff mit der „Datenträgerbereinigung“ erledigen: Öffnen Sie in der laufenden VM den Explorer, klicken im Kontextmenü der Windows-Partition auf „Eigenschaften“ und dann nacheinander auf „Bereinigen“ und „Systemdateien bereinigen“. Setzen Sie alle Häckchen und bestätigen Sie mit OK. Ebenfalls im Eigenschaften-Menü der Windows-Partition finden Sie unter „Tools“ den Menüpunkt „Optimieren“. Wählen Sie im Assistenten die Windows-Partition aus und klicken Sie auf „Optimieren“. Anschließend können Sie die VM herunterfahren und die Container-Datei komprimieren. (axv@ct.de)

## VHD-Dateien komprimieren per Kommandozeile

Im Tipp „Platzbedarf virtueller Festplatten reduzieren“ erklären Sie, wie das Vorgehen mit Hyper-V funktioniert. Ich habe aber gar kein Hyper-V, sondern benutze mit dem in c't 2/17 auf Seite 88 vorgestellten c't-Win2VHD erzeugte VHD-Dateien. Kann ich die auch schrumpfen?

Ja, per Kommandozeile. Drücken Sie Windows+R und tippen Sie diskpart ein. Nach der Sind-Sie-sicher-Nachfrage öffnet sich der bordeigene Kommandozeilenpartitionierer. Dort erledigen zwei Befehle den Job. Der erste lautet:

```
select vdisk file="c:\VHD\Windows10.vhd"
```

Dieser Befehl setzt den Fokus des Partitionierers auf Ihre VHD-Datei. Name und Pfad zur Datei passen Sie bitte an. Tipparbeit spart es, wenn Sie die Datei im Explorer suchen, dann mit Umschalt + Rechtsklick deren erweitertes Kontextmenü aufrufen und den Menüpunkt „Als Pfad kopieren“ auswählen. Anschließend

brauchen Sie den Pfad nur noch in den Befehl einzufügen. Der zweite Befehl

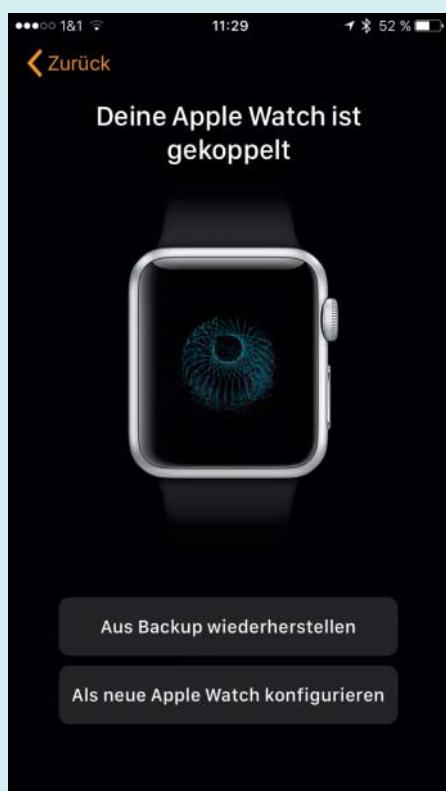
```
compact vdisk
```

sorgt für das Komprimieren der Datei. (axv@ct.de)

## Apple-Watch-Akku zu schnell leer

Meist komme ich mit einer Akku-Ladung meiner Apple Watch gut über den Tag, doch nun bekomme ich teils schon am Nachmittag die erste Restlaufzeitwarnung. Woran kann das liegen und was kann ich tun?

Es gibt einige Funktionen, die den Akku schnell leer saugen können. Dazu gehört die GPS-Ortung, die bei der Navigation am Handgelenk und beim Joggen aktiv ist. Telefongespräche direkt an der Uhr sind ebenfalls wahre Energiefresser; zücken Sie dafür also lieber das iPhone. Auch wenn die Apple Watch die energiesparende Bluetooth-Verbindung zum iPhone verliert und ihre Daten stattdessen selbst per WLAN holen muss, etwa



Leert sich der Akku zu schnell, kann es helfen, die Apple Watch erneut zu koppeln.

wenn man sich zu weit entfernt, geht das zu Lasten der Akkulaufzeit.

Falls keiner dieser Faktoren infrage kommt, kann auch ein Konfigurationsfehler vorliegen. In diesem Fall sollten Sie iPhone und Apple Watch neu koppeln. Dazu trennen Sie beide zunächst über die Watch-App am iPhone, wobei automatisch ein Backup angelegt wird. Dann starten Sie den Koppeln-Dialog in der Watch-App und bestätigen, dass Sie das Backup wieder einspielen wollen. Anschließend sollte sich der Energieverbrauch der Watch wieder im gewohnten Rahmen bewegen.

Achtung: Zwar wird das Backup dabei wiederhergestellt, doch die Bewegungskalibrierung auf den Nutzer – also Schrittänge und Ähnliches – gehen dabei verloren. Diese stellt sich aber von allein über die nächsten Tage wieder ein.

(bkr@ct.de)

## Captcha-Aufforderung bei Google

Heute morgen hab ich meinen PC angeschaltet und wollte bei Google etwas suchen. Doch die Suchmaschine beschwert sich, dass von meinem PC ungewöhnliche Aktivitäten ausgingen, und verlangt, dass ich per Captcha nachweise, dass ich ein Mensch bin. Hab ich mir einen Schädling eingefangen?

Kann sein, muss aber nicht. Dieser Hinweis ist an Ihre IP-Adresse gekoppelt. Falls Ihr Router so eingestellt ist, dass er sich alle 24 Stunden erneut einwählt, um einer Zwangstrennung zuvorzukommen, haben Sie vielleicht in der Nacht eine IP-Adresse erhalten, die gestern noch jemand anders nutzte. Dann hat dessen PC für Googles Beschwerde gesorgt und nicht Ihrer. Es reicht dann aus, den Router sich erneut verbinden zu lassen, notfalls über einen Neustart.

Abgesehen davon bedeutet der Hinweis von Google nur, dass von der IP-Adresse sehr viele Anfragen kamen. Daraus kann zwar ein Schädling schuld sein, wir haben aber so eine Meldung auch schon bei einem harmlosen Experiment produziert, als wir ein Skript automatisiert Suchergebnisse abfragen ließen. Im Zweifelsfall schadet es nichts, den PC mit einem Notfall-Medium wie unserem Desinfec't oder dem c't-Notfall-Windows zu prüfen. (axv@ct.de)

Anzeige

# Werbung im Internet

Antworten auf die häufigsten Fragen

**Von Joerg Heidrich**

## Wettbewerbsrecht

**?** Was gilt überhaupt als Werbung?

**!** Der Begriff der Werbung ist nach der Rechtsprechung sehr weit zu fassen. Er umfasst nach der Definition des Bundesgerichtshofs (BGH) „alle Maßnahmen eines Unternehmens, die auf die Förderung des Absatzes seiner Produkte oder Dienstleistungen gerichtet sind.“ Dies schließt neben jeder unmittelbar produktbezogenen Werbung auch mittelbare Formen ein, beispielsweise Sponsoring oder alle Formen der Image-Werbung. Dabei kommt es auch nicht zwingend darauf an, ob dafür eine Bezahlung erfolgt.

Es gibt keine Unterschiede zwischen klassischer Print-Werbung und Online-Advertising. Es gilt on- wie offline das Gebot, Werbung und redaktionelle Inhalte strikt zu trennen. Dies ergibt sich sowohl aus dem Wettbewerbsrecht als auch aus speziellen Regelungen für Online-Inhalte wie dem Telemediengesetz (TMG). Danach muss „kommerzielle Kommunikation“ im Internet „klar als solche zu erkennen sein“ – und zwar auch dann, wenn es sich etwa um ein Blog oder einen Instagram-Account handelt, dessen Betreiber nicht professionell handelt, sondern sich nur etwas dazuverdienen will.

## Content und Banner

**?** Müssen Banner als Werbung besonders gekennzeichnet werden?

**!** Bei Werbung, die eindeutig als solche erkennbar ist, kann eine Kennzeichnung ausnahmsweise unterbleiben. So entschied das Kammergericht Berlin 2012 (Az. 5 W 10/12), dass dies bei klassischer Bannerwerbung nicht notwendig sei. Die Trennung von Inhalten und Anzeigen sei durch die Platzierung der Werbung in horizontalen oder vertikalen Werbebanner erkennbar. Mit der Platzierung von Content im Zentrum der Seite, der durch seitliche Anzeigen im Randbereich flankiert

werde, seien Internetnutzer von Beginn an vertraut. Anders wird die Bewertung allerdings dann aussehen, wenn sich ein kaum als solches erkennbares Banner beispielsweise inmitten von redaktionellem Content befindet.

## „Sponsored by“ verschleiert

**?** Kann ich statt „Anzeige“ auch Beschreibungen wie „sponsored by“ oder „Advertorial“ verwenden?

**!** Im Print-Bereich sehen die Presgesetze der Länder vor, Werbung zwingend mit dem Begriff „Anzeige“ zu kennzeichnen. Im Online-Bereich kann man zwar kreativer sein, geht dann aber immer ein gewisses Risiko ein.

So hat der BGH im Jahr 2014 explizit entschieden, dass die Bezeichnung „Sponsored by“ als Kennzeichnung nicht ausreichend ist (Az.: I ZR 2/11). Es spricht einiges dafür, dass dies auch für die Benennung von Werbung als „Advertorial“ und vergleichbare Kennzeichnungen wie „gesponsert“, „powered by“ oder Ähnliches gilt. Wer rechtlich auf Nummer sicher gehen will, sollte daher auf das altmodische „Anzeige“ oder „Werbung“ zurückgreifen.

Wichtig auch: Die Kennzeichnung muss dargestalt angebracht sein, dass der Nutzer vor der Lektüre erfährt, ob es sich um Werbung handelt, also in jedem Fall über und nicht unter dem werblichen Inhalt. Dementsprechend reicht auch die schamhafte Kennzeichnung eines bezahl-

ten Instagram-Beitrags mit einem „#ad“ am Ende einer langen Hashtag-Kette eindeutig nicht aus, um den gesetzlichen Vorgaben zu entsprechen.

Warum diese strengen Vorgaben so wichtig sind, zeigt zum Beispiel eine Umfrage aus dem Jahr 2015 unter Personen zwischen 14 und 35 Jahren. Danach konnten nur 36 Prozent der Befragten den Begriff „sponsored post“ richtig als bezahlte Werbung zuordnen. Die überwiegende Mehrheit konnte damit gar nichts anfangen oder war der Ansicht, der Beitrag sei durch eine Spende oder kostenlos zur Verfügung gestellt worden.

## Sternchen nach dem Link

**?** Müssen Affiliate Links gekennzeichnet werden?

**!** Es ist offensichtlich, dass es sich bei einem Link, für den der Verlinkende bezahlt wird, um den User gezielt auf eine andere Website zu führen, um Werbung im Sinne der obigen Definition handelt. Dabei spielt es für die Kennzeichnungspflicht keine Rolle, ob es sich um „Sponsored Links“, Partnerprogramme oder Affiliate Links handelt.

Wie genau diese Kennzeichnung erfolgen muss, ist dagegen rechtlich bislang nicht eindeutig festgelegt. Möglich scheint hier ein Sternchen-Hinweis nach dem Link. Dieser müsste allerdings in der Nähe des jeweiligen Links aufgelöst werden, nicht irgendwo am unteren Ende der Seite. Die wohl sauberste Lösung ist ein

**Es gibt keine Unterschiede zwischen Print-Werbung und Online-Advertising: Redaktionelle Inhalte und Werbung muss man online wie offline strikt trennen.**



entsprechender Hinweis in Klammern nach dem Link. Die Landesmedienanstalten geben sogar vor, an dieser Stelle dem Nutzer zu erklären, wie ein solcher Link funktioniert und dass eine Beteiligung am Umsatz erfolgt, sofern der Nutzer das Produkt bestellt.

## Rechtlich kaum zulässig

**?** Wie ist die Rechtslage bei Native Advertising?

**!** Native Advertising stellt eine Werbeform dar, bei der bezahlte Inhalte in einem Design dargestellt werden, das nur schwer von redaktionellen Inhalten zu unterscheiden ist. Während Teile der Branche diese Werbeform für besonders fortschrittlich halten, sehen Kritiker hierin in allererster Linie Schleichwerbung, welche an der Glaubwürdigkeit der Medien kratzt. Denn Native Advertising verstößt schon seiner Natur nach gegen das eingangs dargestellte Gebot, dass redaktionelle Inhalte und Werbung strikt voneinander zu trennen sind.

Und tatsächlich sind viele „Native Ads“ rechtlich kaum zulässig. Denn auch hier gilt, dass der werbende Charakter von Anzeigen für einen durchschnittlich begabten Betrachter auf den ersten Blick zu erkennen sein muss. Auch die in diesem Bereich gerne verwendeten, kryptischen Kennzeichnungen wie „sponsored post“ oder „PR-Mitteilungen“ sind eindeutig nicht zulässig. Es empfiehlt sich schon im Sinne der eigenen Glaubwürdigkeit, den Beitrag klar und eindeutig als Anzeige oder Werbung zu kennzeichnen – auch wenn dies bisweilen der Intention solcher Werbung widerspricht.

## Fernsehähnlich

**?** Influencer-Werbung bei YouTube: Gibt es besondere Regelungen für Online-Videos?

**!** Tatsächlich gelten für Online-Inhalte, die „nach Form und Inhalt fernsehähnlich sind“ und die von einem Anbieter zum individuellen Abruf bereitgestellt werden, die Regeln des Rundfunkstaatsvertrags (RStV) und damit weitgehend die gleichen Vorgaben wie für Fernsehsender.

Dies gilt insbesondere für die Regeln zur Produktplatzierung und Schleichwerbung. Die Aufsicht über deren Einhaltung erfolgt durch die jeweiligen Landesmedienanstalten.

Nachdem diese über viele Jahre kaum etwas gegen die völlig übliche Praxis des Versteckens von Sponsoring unter „YouTube-Stars“ unternommen haben, scheint sich dies nun zu ändern. So haben die Behörden jüngst gemeinsam ein Papier mit „Antworten auf Werbefragen in sozialen Medien“ herausgegeben, das als Anhaltspunkt für eine rechtskonforme Kennzeichnung von Sponsoring bei YouTube & Co. dienen kann. Dort wird zunächst an die Verantwortung der Anbieter für ihre Nutzer appelliert: „Transparenz, Ehrlichkeit und Echtheit“ seien wichtig. Aber auch auf drohende Bußgelder wird verwiesen.

## YouTuber, Beauty-Blogger

**?** Wie ist es zu beurteilen, wenn ich auf YouTube über ein Produkt berichte, das ich selbst gekauft habe oder das mir kostenlos zugeschickt wurde?

**!** Die Aufsichtsbehörden differenzieren eine Reihe von Anwendungsfällen. Eindeutig ist der Fall, dass der YouTuber ein Produkt selbst kauft und unabhängig darüber berichtet. Es ist offensichtlich, dass in diesem Fall keine Werbung vorliegt. Gleiches gilt für den Fall, dass dem Videoanbieter das Produkt kostenlos und ohne jegliche Vorgaben für die Berichterstattung überlassen wird.

Zur Werbung wird die Präsentation eines solchen Produkts dann, wenn von dem Darstellenden verbindlich erwartet wird, das Produkt positiv darzustellen – und dies auch umgesetzt wird. Geschieht dies in der Absicht, die Abonnenten dazu zu animieren, das Produkt zu erwerben, muss das zugrunde liegende Sponsoring erkennbar gemacht werden. Diese Art der kennzeichnungspflichtigen Darstellung nennt man Produktplatzierung.

Dieser steht die „Produkthilfe“ entgegen, bei der nach den Vorgaben der Behörden Waren nicht explizit präsentiert, sondern „in eine Handlung eingebettet“ werden. Zulässig ist dies auch ohne einen Hinweis, wenn der Wert des gezeigten Produkts unter dem Betrag von 1000 Euro liegt. Von dieser schwer nachvollziehbaren Regelung können etwa Beauty-

Blogger profitieren. Angesichts des geringen Werts der gezeigten Produkte besteht allein durch das Darstellen von Beauty-Artikeln keine Kennzeichnungspflicht. Die Grenze ist erst dort überschritten, wo die YouTuber für ihre Tätigkeit bezahlt werden oder allzu offensichtlich die Werbetrommel für das gezeigte Produkt röhren.

## Bezahlte Videos

**?** Wie müssen eindeutig bezahlte Videos gekennzeichnet werden?

**!** Wer von einem Unternehmen dafür bezahlt wird, Produkte im Rahmen eines Videos werblich darzustellen, muss dafür sorgen, dass dies klar erkennbar ist. Die Medienanstalten schlagen vor, dass immer dann, wenn die Ware zu sehen ist, das Wort „Werbung“ eingeblendet wird. Alternativ dazu könnte man den Videos eine Einblendung „unterstützt durch“ voranstellen und dann zusätzlich zu Beginn des Videos mündlich auf die Werbe-Kooperation mit dem Unternehmen hinweisen. Wenn sich der Beitrag „ganz oder überwiegend“ um das Produkt dreht, sollte man die ganze Zeit „Dauerwerbung“ oder „Werbevideo“ einblenden.

## Empfindliche Geldstrafen

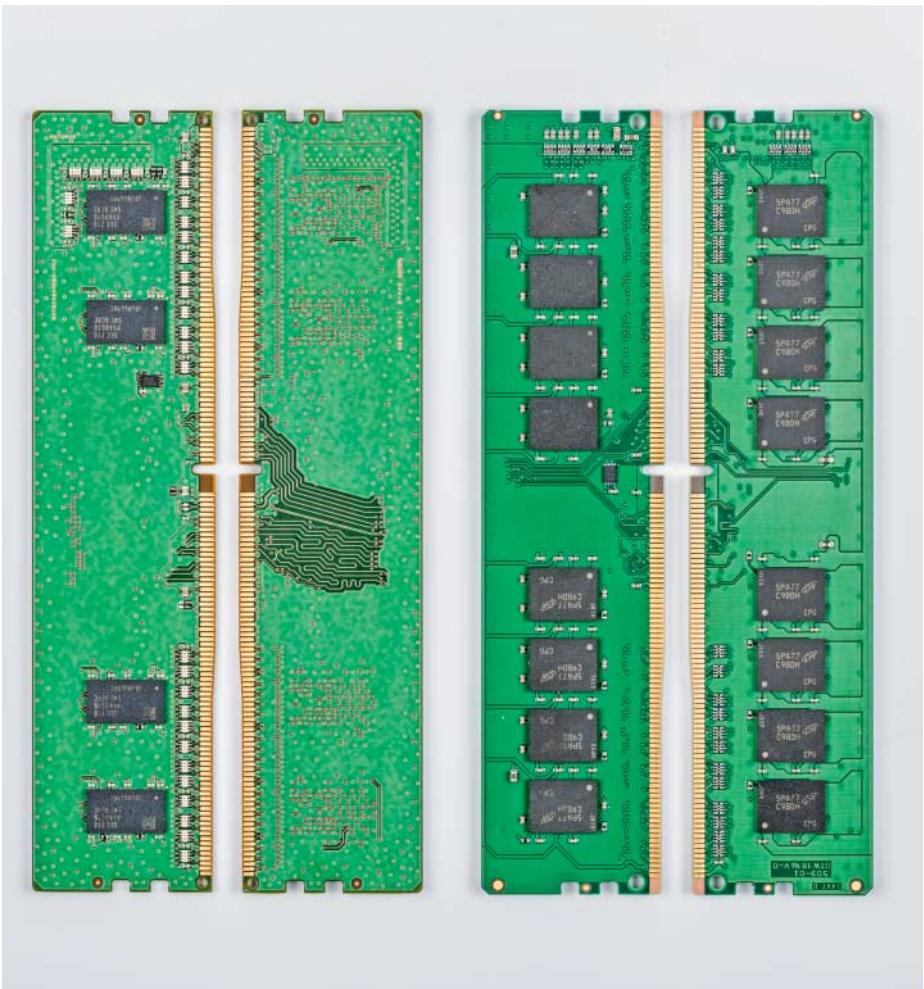
**?** Was muss man bei Verstößen befürchten?

**!** Wer Werbung verbreitet, handelt damit automatisch im Wettbewerbsrecht. Daher kann er von einem Mitbewerber für Verstöße gegen Kennzeichnungsvorgaben kostenpflichtig abgemahnt werden. Derartige Abmahnungen können teuer werden und schnell auch einen mittleren vierstelligen Betrag kosten. Zusätzlich werden Verstöße gegen den Rundfunkstaatsvertrag durch die Aufsichtsbehörden verfolgt.

Gerade aktuell bei YouTube drohen daher zusätzlich hohe Bußgelder, die auch schon mal fünfstellig sein können. So erhielt ein besonders schamlos werbender YouTuber Mitte 2017 wegen Verstößen gegen die Werbekennzeichnungspflicht einen Bescheid über eine Geldstrafe in Höhe von 10.500 Euro. (amo@ct.de)

Anzeige

Anzeige



# Rank-eleien

## Der Aufbau von Speichermodulen beeinflusst Takt und Latenz

**Speicherriegel für PCs sind genau spezifiziert, damit man unterschiedliche Typen im gleichen System betreiben kann. Für optimale Geschwindigkeit und zur Lösung von Problemen ist es aber gut zu wissen, wie sich der Aufbau der RAM-Riegel auf maximale Taktfrequenz und Latenz auswirkt.**

**Von Christof Windeck**

Für PC-Speichermodule gibt es umfangreiche Spezifikationen des Industriegremiums JEDEC, damit sie zu möglichst vielen Computern kompatibel sind.

Trotzdem hakelt es immer mal wieder: Neu hinzugesteckte DIMMs vertragen sich nicht mit den alten oder der Hauptspeicher läuft langsamer als erwartet. Das kann damit zusammenhängen, dass man unterschiedlich aufgebaute Speichermodule kombiniert, denn DIMMs gleicher Kapazität und Taktfrequenz dürfen aus unterschiedlichen SDRAM-Chips aufgebaut sein.

Im Folgenden geht es ausschließlich um ungepufferte Dual-Inline Memory Modules (UDIMMs) mit DDR4-SDRAM: Das ist der aktuell gängige Speichertyp für Desktop-PCs. Im Prinzip gelten dieselben Regeln auch für die kleineren SO-DIMMs für Notebooks, für Serverspeicher (siehe Kasten) und für ältere DDR3- und DDR2-Module.

### Kombinatorik

RAM-Riegel für PCs besitzen 64 Datenleitungen, über die pro Transferschritt 64 Bit fließen, also 8 Byte. Deshalb lässt sich die maximale Transferleistung leicht aus der Taktfrequenz ableiten: Bei DDR4-2400 beispielsweise, also bei 1200 MHz Basistakt mit zwei Transfers pro Taktzyklus (Double Data Rate/DDR), sind es pro Sekunde 2,4 Milliarden mal 8 Byte, also 19,2 GByte/s.

Ein Speichermodul besteht dabei aus mehreren baugleichen SDRAM-Chips, deren Datenleitungen direkt mit dem Speicherbus verbunden sind. Jedes einzelne SDRAM besitzt nur 4, 8 oder 16 Datenleitungen, man nennt es x4-, x8- oder x16-Chip. Auf UDIMMs sind x8- und x16-Chips erlaubt und es sitzen so viele davon darauf, dass alle 64 Datensignalleitungen belegt sind.

Diese Flexibilität hilft DIMM-Herstellern, Module günstig fertigen zu können und an den technischen SDRAM-Fortschritt anzupassen: Derzeit gibt es Chips mit höchstens 8 Gigabit (8 GBit), die aber noch etwas teurer sind als zwei einzelne 4-GBit-Chips. Umgekehrt ist es etwas billiger, ein Modul einseitig mit 8 Chips zu bestücken statt beidseitig mit 16 Chips. Je nach Marktlage kann ein Hersteller 8-GByte-Module also aus sechzehn 4-GBit-Chips oder aus acht 8-GBit-Chips bauen. 4-GByte-Module gibt es sogar mit nur vier SDRAM-Chips, die jeweils 8 GBit fassen.

Wer jetzt genau mitgerechnet hat, bemerkt ein Problem: Bestückt man ein Modul mit sechzehn x8-Chips, kommt man auf 128 Datensignale. Hier liegt der Knackpunkt bei der Rank-Kombinatorik: Als einen Rank bezeichnet man jene Gruppe von SDRAM-Chips, die zusammen 64 Datenleitungen besitzen; der Speicher-Controller spricht sie gemeinsam an. Den beim jeweiligen Zugriff gewünschten Rank wählt der Speicher-Controller über die sogenannten Chip-Select-(CS-)Signale. Ein UDIMM darf einen oder zwei Ranks besitzen, deren Datenleitungen parallelgeschaltet sind.

### Belastungen

Ein Speichermodul mit einem Rank heißt Single-Rank-DIMM, abgekürzt SR- oder 1R-DIMM. Entsprechend spricht man von Dual- oder Double-Rank-Modulen (DR, 2R). Veraltet sind die Bezeichnungen Single- und Double-Sided: Damit sind ein- oder beidseitig mit SDRAMs bestückte Speicherriegel gemeint. Es gibt jedoch

einige SR-DIMMs, die auf beiden Seiten Chips tragen, aber den Speicherbus nur einmal belasten. An der Bestückung erkennt man SR-DIMMs also nicht sicher, eher schon an Datenblatt oder Etikett.

Wie viele Ranks ein Modul hat, wirkt sich auf den Speicherbus aus: Jedes zusätzlich angeschlossene Element verändert die elektrischen Verhältnisse auf der jeweiligen Bus-Leitung. Bei Mainboards mit zwei DIMM-Slots pro Speicherkanal treten je nach Bestückung unterschiedliche Belastungen auf: nur ein SR-DIMM, zwei SR-DIMMs, ein DR-DIMM, zwei DR-DIMMs, ein SR-DIMM plus ein DR-DIMM. Theoretisch entspricht die Last von zwei SR-DIMMs jener von einem einzigen DR-DIMM – aber praktisch gibt es Unterschiede, weil es um Hochfrequenzsignale im Gigahertz-Bereich geht. Dabei treten parasitäre Effekte auf, die wie zusätzliche Kapazitäten und Induktivitäten wirken und die Signalform „verschleifen“: Die Spannungsspegel auf den Leitungen steigen und fallen dann beispielsweise langsamer oder schwingen. Auch Lötstellen und Kontaktfedern in den Steckverbindern sowie die Länge der Leitungspfade auf dem Mainboard und auf den DIMM-Platten beeinflussen die Signale. Eine zweite Steckfassung an den Busleitungen stört sogar dann, wenn nicht einmal ein Modul drinsteckt.

Die Sende- und Empfangsschaltungen, die einerseits im Speicher-Controller und andererseits in jedem SDRAM-Chip stecken, müssen in weniger als einer Milliardstel Sekunde sicher zwischen den Spannungssignalen unterscheiden, die 1 und 0 repräsentieren: Bei DDR4-2400 dauert ein Taktzyklus lediglich 0,83 Nanosekunden (ns), ein einzelner Transferschritt also 415 Picosekunden (ps). Dabei ergeben sich erhebliche Laufzeiteffekte, denn auf dem üblichen Platinenmaterial FR4 mit der Dielektrizitätszahl 4,1 breiten sich elektrische Signale mit weniger als einem Viertel der Lichtgeschwindigkeit aus: In 0,83 ns schaffen sie höchstens etwa 12 Zentimeter. Der Signalpfad vom Speicher-Controller in der CPU bis zum DRAM-Chip auf einem eingesteckten DIMM liegt in dieser Größenordnung. Deshalb wiederum ist es nicht egal, ob man ein einzelnes DR-DIMM oder zwei SR-DIMMs einsteckt, denn die Länge der Signalpfade unterscheidet sich dabei.

Viele Mainboards sehen vor, dass ein einzelnes DIMM in der weiter entfernten Fassung stecken muss: Dann kann die Sig-

## RDIMM, LRDIMM & ECC für Server

Server und Workstations mit Prozessoren wie AMD Epyc oder Intel Xeon sind für ECC-Speicher ausgelegt: Jedes Modul besitzt dabei zusätzliche SDRAM-Chips für redundante Informationen. Den sogenannten Error Correction Code (ECC) berechnet der Speicher-Controller vor dem Schreiben von Daten und prüft ihn beim Lesen, um die häufigsten Bitfehler zu korrigieren oder wenigstens zu erkennen. Pro Byte gibt es bei ECC-RAM ein redundantes Bit, ein ECC-DIMM hat beispielsweise 9 statt 8 oder 18 statt 16 SDRAM-Chips und auch der Speicherbus arbeitet hier mit 72 statt 64 Datenleitungen.

Viele Server vertragen Registered DIMMs (RDIMMs) und Load-Reduced DIMMs (LRDIMMs), die in PCs nicht funktionieren. Sie besitzen sogenannte Buffer- oder Register-Chips, die Signalleitungen entlasten. Dadurch steigt zwar die Latenz beim Speicherzugriff, aber man kann viel mehr SDRAM-Chips an den Bus anschließen. Auf RDIMMs sind in bis zu acht Ranks vier- bis achtmal so viele (x4)-Chips zulässig wie auf UDIMMs sowie Stack-Chips, die intern aus mehreren SDRAM-Dies bestehen. Mehrere tausend Euro teure RDIMMs und LRDIMMs speichern 128 GByte pro Stück.

nalqualität besser sein, weil die einzelnen DRAMs steuerbare Widerstände zur „Terminierung“ der Signalleitungen enthalten. Diese On-Die Termination (ODT) schaltet das BIOS bei der Erkennung des RAM jeweils an den „hintersten“ Chips im Bus ein. Es gibt aber auch Mainboards, die ein einzelnes DIMM pro Kanal (DIMM per Channel, DPC) im näher an der CPU-Fassung gelegenen Slot besser vertragen – da hilft nur das Handbuch.

## Anpassungen

Die Sendeschaltungen (Leitungstreiber) und Spannungsdetektoren in Speicher-Controller und DRAMs können in gewis-

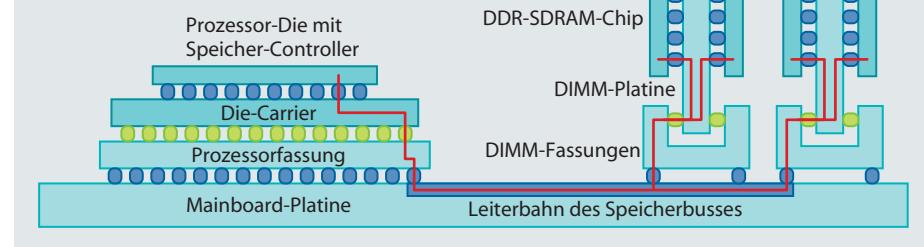
sen Grenzen wechselnde Lasten am Speicherbus ausgleichen. Dazu passen sie beispielsweise den Spannungsspegel beim Senden an. Das geschieht in Trainingsphasen, die es etwa auch bei PCI Express gibt (Link Training). Die Chips korrigieren die Signalqualität auch bei Einflüssen durch starke Temperaturschwankungen oder höhere Übergangswiderstände abgenutzter Steckfassungen.

Die höchsten RAM-Frequenzen und kürzesten Latzenzen sind möglich, wenn CPU und Speicherchips fest aufgelötet und über kurze Signalleitungen verbunden sind – wie bei Grafikkarten. Doch beim PC wünscht man sich wechselbare

## Speicheranbindung bei PC-Mainboards

- Lötverbindung
- Steck-/Federkontakte
- Signalfluss

Der Speicherbus koppelt den Speicher-Controller in der CPU mit den einzelnen DRAM-Chips auf den DIMMs. Der Signalpfad verläuft über mehrere Lötverbindungen, Kontaktfedern und Leiterbahnen auf Mainboard und DIMM-Platine(n). Je nach Anzahl der DIMMs (1 oder 2) und der Ranks pro DIMM (1 oder 2) ändern sich die Belastung der Signal-Treiberstufen in CPU und DRAM, die Länge der Leitungspfade sowie die Zahl der störenden Steckverbinder.





Die Angabe „1Rx16“ auf dem Etikett dieses DIMMs kennzeichnet ein Single-Rank-Modul mit x16-SDRAMs.

Speichermodule für flexible Bestückung und nimmt deshalb Abstriche bei Frequenz und Latenz in Kauf. Bei vielen Prozessoren lässt das Datenblatt die höchste RAM-Frequenz jedenfalls nur mit einem einzigen Single-Rank-DIMM pro Kanal zu. Mit wachsender Anzahl von Ranks fällt dann stufenweise die Taktfrequenz, siehe Tabelle auf dieser Seite.

Wegen dieser Vorgabe lassen sich maximale Geschwindigkeit und maximale Kapazität beim RAM nicht unter einen Hut bringen: Derzeit speichert ein SR-UDIMM höchstens 8 GByte, bei zwei RAM-Kanälen sind folglich 16 GByte in SR-Konfiguration möglich. Das Frequenz-Dilemma ist sogar noch etwas größer: 8-GBit-Chips haben eine größere Fläche als 4-GBit-Chips und sind noch nicht so lange auf dem Markt. Letztere sind weiter optimiert und kleiner, weshalb sie höhere Frequenzen erreichen: Das Angebot an standardkonformen DDR4-2400-Modulen mit 8-GBit-Chips ist noch nicht groß und mit DDR4-2666 findet man erst wenige.

## Latenzen

Mit der Zahl der SDRAMs am Speicherbus wächst nicht nur die Last auf den Datenleitungen, sondern auch auf jenen für Adressen und Steuerbefehle (Commands) wie „Lesen“ und „Schreiben“. CMD-Signale laufen zwar nur mit der Basis-Taktfrequenz ohne DDR und haben folglich mehr Zeit zum Pegelwechsel als Datensignale, doch ab einer gewissen Rank-Zahl drohen Übertragungsfehler. Dann be-

kommt der Speicher-Controller mehr Zeit für die Übertragung von Steuersignalen, die „Command Rate“ wächst von einem Takt (1T, auch 1N genannt) auf 2T (2N). Nicht bei jedem Mainboard ist die Command Rate per BIOS-Setup einstellbar. Bei manchen RAM-Problemen hilft es aber, 2T Command Rate manuell vorzugeben – doch das steigert die Latenz bei Zugriffen.

Viele DRAM-Chips im Bus – also viele Ranks – können im Prinzip Vorteile bringen, falls der Speicher-Controller ihre eingebauten Schreib/Lese-Verstärker als Datenpuffer nutzt. Die sogenannten Sense Amps lesen nämlich stets eine komplette RAM-Zeile auf einmal; man spricht von einer offenen „Page“ (Seite). Weil aufeinanderfolgende RAM-Zugriffe oft auf benachbarte Adressen zielen, können dabei Latenzen sinken. Welche „Open Page Policy“ das jeweilige System verfolgt, bekommt man aber kaum heraus. Zudem fangen die großen Caches aktueller Prozessoren viele RAM-Zugriffe typischer Desktop-Software ab, weshalb man Latenzvorteile nur selten spürt. Und schließlich steigern viele offene Pages die Leistungsaufnahme im DRAM-Chip und somit auch die Hitzeentwicklung. Das wiederum kann dazu führen, dass der Speicherchip Zugriffe drosselt.

## Übertakten

Hersteller von Mainboards und Speichermodulen versprechen wesentlich höhere RAM-Frequenzen, als die Hersteller von Prozessoren und SDRAM-Chips in ihren

Datenblättern ausweisen. Auf Übertakter-Module deuten aufgesetzte Blechdeckel (Heat Spreader) hin: Die bringen zwar kaum technische Vorteile, verdecken aber die Typenbezeichnungen der darunter-sitzenden SDRAM-Chips. Um ihre ange-priesene Frequenz und Latenz stabil zu er-reichen, benötigen manche Overclocker-Module höhere Betriebsspannungen, Konfigurationstricks (manuelle Konfi-guration im BIOS-Setup, Extended Me-mory Profiles/XMP) oder sogar direkte Kühlung. Trotzdem laufen sie oft weniger zuverlässig als Standardchips, denn die JEDEC-Vorgaben für DDR4-SDRAM umfassen Dutzende von Kennwerten – und nicht bloß die wenigen Werte für Frequenz und Latenzen, die typische DIMM-Datenblätter verraten: CAS La-tency CL,  $t_{RCD}$ ,  $t_{RP}$  und  $t_{RAS}$  in Vielfachen der Zykluszeit.

Grundsätzlich raten wir von übertakte-tetem RAM ab: Jenseits der Spezifikation steigt die Wahrscheinlichkeit von Fehlern in RAM und Speicher-Controller. Ein Ge-schwindigkeitsplus ist oft nur mit Bench-marks messbar, aber praktisch nicht zu spüren. Obendrein sind viele Zierblech-DIMMs teurer als normale und beim Er-weitern des RAM drohen häufiger Inkom-patibilitäten.

## KISS

In der Praxis fährt man mit dem Prinzip „Keep it Simple, Stupid“ meistens gut: möglichst wenige Module mit möglichst wenigen Chips. Für 8 beziehungsweise 16 GByte Hauptspeicher empfehlen sich je zwei SR-DIMMs mit 4 oder 8 GByte. Standardmodule sind derzeit als DDR4-2133 am besten lieferbar, das Angebot an DDR4-2400 und DDR4-2666 wächst. Wer Overclocker-DIMMs kauft, riskiert Komplikationen. Notfalls dreht man dann den RAM-Takt per BIOS-Setup auf 1200, 1066 oder gar 933 MHz herunter und verbucht den Mehrpreis fürs Blechdekor als Lehrgeld.

(ciw@ct.de) ct

DDR4-Mainboards: Bestückung und RAM-Kapazität				
DIMMs pro Kanal (DPC)	1 SR-DIMM	1 DR-DIMM	2 SR-DIMMs	2 DR-DIMMs
RAM-Ranks pro Kanal	1	2	2	4
max. Kapazität in 2 Kanälen				
16 GByte	32 GByte	32 GByte	64 GByte	
maximaler RAM-Takt laut Datenblatt				
Ryzen 3/5/7 (AM4)	2666	2400	2133	1866
Core i-7000 (LGA1151)	2400	2400	2400	2400
Core X (LGA2066)	2666	2666	2400	2400
DDR4-2666: 1333 MHz; DDR4-2400: 1200 MHz; DDR4-2133: 1066 MHz; DDR4-1866: 933 MHz für Mischbestückung mit 3 Ranks (1 × SR-DIMM + 1 × DR-DIMM) gibt es keine Angaben.				

DDR4-UDIMMs: Chipkombinationen und Ranks				
DIMM-Kapazität	Kapazität pro Chip	Anzahl Chips	Anzahl Ranks	Datenleitungen pro Chip
16 GByte	8 GBit	16	2	x8
8 GByte	8 GBit	8	1	x8
8 GByte	4 GBit	16	2	x8
4 GByte	8 GBit	4	1	x16
4 GByte	4 GBit	8	1	x8
2 GByte	4 GBit	4	1	x16
2-GBit-Chips kommen bei DDR4 nicht mehr zum Einsatz, 16-GBit-Chips noch nicht.				

Anzeige



## Naturwissenschaften für Kinder

<https://www.simplyscience.ch>

Auf der Website **SimplyScience** finden Kinder und Jugendliche informative und altersgerecht aufbereitete Texte. Zusätzlich gibt es Anleitungen für spannende Experimente. Dafür muss man gelegentlich Material in der Apotheke oder im Spezialhandel besorgen: Um Elefantenzahnpasta herzustellen, benötigt man zum Beispiel 6-prozentiges Wasserstoffperoxid. Bunte Zuckerkristall-Stäbchen lassen sich aber auch schon mit gängigem Küchenzubehör basteln. Wer lieber erst einmal zuguckt statt mitzumachen, findet zu vielen Versuchen Videos. Für Lehrkräfte gibt es einen Bereich mit allerlei Unterrichts-Tipps und -Material zum Download. (apoi@ct.de)

## Gut Brot will Weile haben

<http://www.homebaking.at>

<https://www.ploetzblog.de>

<https://brotdoc.com>

Industriell hergestellte Backwaren enthalten häufig viele unnötige Zutaten, die man eher im Chemielabor vermutet. Um gutes Brot zu backen, benötigt man nicht mehr als Wasser, Mehl und Salz – Einsteiger greifen zusätzlich auf Hefe zurück. Bis vor einigen Jahren galt die Devise „viel hilft viel“ und so waren 42 g Hefe auf 500 g Mehl keine Seltenheit. Moderne Rezepte kommen dank langer Teigführungen mit 0,4 g Hefe auf 500 g Mehl aus.

Auf einschlägigen Blogs erfährt der interessierte Hobbybäcker Rezepte und Tricks rund ums Brotbacken. Von Fachbegriffen wie „Teigausbeute“, „Rundschleifen“ und „Autolyse“ sollte man sich nicht abschrecken lassen – sie werden Einsteigern in separaten Artikeln verständlich erklärt. Was die professionellen Ergebnisse und Erläuterungen kaum vermuten lassen: Nicht immer steckt ein ausgebildeter Bäckermeister da-

hinter, wie es bei **Home Baking** der Fall ist. Der Autor des **Ploetzblog** ist Geologe. Der **Brotdoc** verdient sein Geld, wie es der Name vermuten lässt, als Hausarzt. Alle drei vereint ihre Passion für gutes Brot ohne diese Zusätze. (apoi@ct.de)

## Wellenreiten

<https://www.surfnomade.de>

Surfen klappt auf dem Meer am besten. Was aber, wenn gerade keines in der Nähe und auch kein Urlaub in Sicht ist? Man überbrückt die Zwischenzeit mit der Planung des nächsten Trips: Wo sind die perfekten Surf-Spots, welche neuen „Neos“ gibt es und was darf im Gepäck nicht fehlen?

Dass Surfen mehr ist als nur ein Hobby, zeigt Julian Siewert auf seiner Website **Surfnomade**. Er und weitere Surfer berichten davon, wie sie Berufsalltag und Sehnsucht nach dem Meer in Einklang gebracht haben – immer die perfekte Welle im Blick. Zusätzlich zu spannenden Fakten gibt es traumhafte Bilder und Videos. Achtung: akute Fernweh-Gefahr! (apoi@ct.de)

## Hype-Videos

Einfach mal weg, aber mit welchem Gefährt? Ein Campingbus ist zu klein, ein Wohnmobil ist zu groß und beide sind zu teuer. Die Lösung: Einen ausrangierten **Umzugstransporter zum Camper Van umbauen**. Die Blogger Nate und Steph zeigen, wie sie innerhalb von drei Monaten mit viel Eigenarbeit ihren Traum vom mobilen Zuhause verwirklicht haben. Zugegeben: Das richtige Werkzeug und ein wenig handwerkliches Geschick benötigt man schon. <https://youtu.be/srZyAUh4iU0> (03:39, Englisch)

Sein Bier selbst zu brauen ist zwar immer noch hip, aber im Grunde ein alter Hut. Darüber hinaus sind viele Arbeitsschritte nötig: maischen, kochen, läutern. Einfacher lässt sich **Cider brauen**: Apfelsaft mit Zucker und Wein-Hefe vermischen, stehen lassen, warten und in Flaschen abfüllen. <https://youtu.be/uw5I5BYSw9U> (05:37, Englisch)



Anzeige

Zu zweit spielt sich Pressure Overdrive deutlich angenehmer als allein. Vor allem die allzu harten Endgegner lassen sich mit gleichzeitigem Beschuss von zwei Seiten besser bekämpfen.



# Mit Volldampf in den Autokampf

Der fiese Graf saugt dem ganzen Land das Wasser ab, um sein Wellness-Spa zu versorgen. Doch mit Widerständlern in dampfgetriebenen Fahrzeugen hat er nicht gerechnet. Auf ihrer rasenden Fahrt zum Wassertempel sammeln die versierten Autorebellen Gold, um ihre Vehikel aufzurüsten. Mit Blitzkanonen, Mörsern und Sägeblättern kämpfen sie sich den Weg frei.

Im runderneuerten **Pressure Overdrive**, das auf dem 2013er Pressure beruht, lässt das kleine Stuttgarter Studio Chasing Carrots es so richtig krachen. Spieler jagen hier zu zweit oder solo durch eine sympathisch gestaltete Steampunk-Welt. Bereits bei Pressure legten die schwäbischen „Möhren“ mehr Wert aufs Schießen als aufs Fahren. Dem bleibt auch der neu aufpolierte Titel treu – er widmet sich demselben Gegenstand, aber alles sieht irgendwie deutlich besser aus als zuvor. Man betrachtet die Strecke von hoch oben aus der Vogelperspektive. Gesteuert wird am besten per Controller, wobei die Lenkung gewöhnungsbedürftig ist. Der linke Stick am Controller dient dazu, den Wagen zu beschleunigen, abzubremsen und zu lenken. Der rechte richtet die

Hauptwaffe aus und feuert sie ab. Angebaute Extras wie Turboboost oder Bombenwerfer aktiviert man über die Schalttasten. Wichtig ist, dass man immer genug Dampf hat, um Wagen und Waffen mit Energie zu versorgen. Sobald der Dampfdruck aufs Minimum zurückgeht, reduzieren sich Schussfrequenz und Geschwindigkeit deutlich.

Zwischen den Leveln besteht Gelegenheit, aufgesammeltes Gold in den eigenen Kampfwagen zu investieren. Fünf Wagentypen bieten Verbesserungen bei Panzerung und Dampfkapazität. Neun sehr unterschiedliche Waffen stehen zur Auswahl – sie lassen sich zusätzlich noch in zwei Stufen aufwerten. Panzerungen, Dampfbatterien und Flügel verändern Verbrauch und Spielverhalten. Angenehm ist, dass man alle Ergänzungen auch wieder verkaufen kann, sodass es möglich ist, für jede Runde ein neues Arsenal zusammenzustellen.

Außer der Kampagne gibt es freies Fahren in gemeisterten Leveln sowie einen Endlosmodus. Hier werden Extras nicht gekauft, sondern an Wegpunkten gewissermaßen ausgewürfelt. Da man nur ein

Leben hat, ist der Stress hier größer als in den anderen Modi. Das Spiel bietet keine Online-Multiplayer-Option, aber für zünftige Couch-Partien gibt es einen lokalen kooperativen Zwei-Spieler-Modus. Wenn man den nutzt, macht Pressure Overdrive noch mal so viel Spaß wie im Alleingang.

Die 30 Level sind bunt und wuselig, dafür sorgen schon die vielen Gegner. Bei Licht besehen bietet die Spielwelt aber dennoch nicht wirklich viel Abwechslung. Nach jeweils zehn Strecken wartet ein Endgegner auf die Dampfpiloten. Anders als die in den Leveln verstreuten Feinde sind diese Bosse scheußlich schwer zu besiegen. Spieler brauchen da eine hohe Frustrationstoleranz. (Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## Pressure Overdrive

Vertrieb	Chasing Carrots, <a href="http://www.chasing-carrots.com/pressure-overdrive">www.chasing-carrots.com/pressure-overdrive</a>		
System	Windows (getestet), macOS, Linux; PS4, Xbox One		
Hardwareanf.	2,4-GHz-PC, 5 GByte RAM, 512-MByte-Grafik		
Kopierschutz	Steam		
Idee	○	Umsetzung	⊕
Spaß	⊕	Dauermotivation	○

2 Spieler am selben Bildschirm • Deutsch • USK nicht geprüft,  
red. Empf.: ab 12 · 13 €

# Flucht durch die Vergangenheit

Eine Gefangenbefreiung schlägt fehl, ein junges Mädchen stirbt. Mithilfe eines VR-Prototyps muss der verantwortliche Söldner Cole Black in die Vergangenheit eintauchen, alte Schlachten noch einmal schlagen – und eine Verschwörung entwirren. Realität und Traum verschwimmen immer mehr, und alle Beteiligten scheinen wie Cole vom selben Ziel getrieben zu sein: alte Rechnungen zu begleichen.

**Get Even** vom polnischen Entwicklerstudio The Farm 51 ist ein ungewöhnlicher Mix aus Psychothriller, High-Tech-Action und Detektivspiel. In First-Person-Perspektive steuert man den Antihelden Cole, der sich durch die ehemalige Psychoklinik Lithurst kämpft, durch ein verfallenes Labyrinth. Dort sind Hinweise auf Täter und Opfer der verpatzten Entführung verborgen. Coles wichtigstes Hilfsmittel ist sein Smartphone: Apps für Thermalsicht und UV-Strahlung sowie ein Analyse-Tool enthüllen Hinweise und DNA-Spuren. Angeleitet vom mysteriösen Mediziner „Red“, dessen Stimme zwischen männlich und weiblich schwankt, sucht der Söldner nach Beweisen. Dabei muss er sich unter anderem mit aggressiven Insassen auseinander-

setzen; per VR-Headset betritt er den Bereich eigener und fremder Erinnerungen.

Viele der Aufgaben, die sich dem Spieler stellen, sind taktischer Art. Es gilt etwa, an Dutzenden von Gegnern vorbeizuschleichen oder sie in direktem Kampf zu besiegen. Hilfreich ist dabei unter anderem der Prototyp einer Winkelkanone, die um Ecken herumschießt. Der Spielablauf ist einfallsreich angelegt – dennoch sind die Action-Sequenzen noch das Schwächste an Get Even.

Wirklich beeindruckend hingegen ist der Irrgarten von Lithurst mit seiner gruseligen Atmosphäre, die sich irgendwo zwischen „Layers of Fear“ und „BioShock“ bewegt. Die ruppigen englischen Stimmen sind großartig, der Umgang mit den virtuellen Apps bei der Spurensuche macht Spaß. Reizvoll ist es auch, beim Reisen in der Vergangenheit Erinnerungen zu aktivieren und neue Objekte in die Spielwelt zu holen. Zwischendurch gibt es immer wieder poetische Momente von großer Schönheit.

Get Even ist ein sehr ambitioniertes Spiel, das seine vielversprechenden Mechaniken leider nicht voll ausreizt. Oft fühlt der Spieler sich im Stich gelassen: Da

wird er vor unklaren Konsequenzen gewarnt, die er gar nicht absehen kann. Oder er erhält die Mahnung, Gewalt zu vermeiden, obwohl das in vielen Bereichen des Spiels nicht gelingen kann. Dazu ist die zu entwirrende Geschichte so verwinkelt wie der Schauplatz.

Doch das alles verzeiht man ebenso wie die gelegentlich instabile Framerate und die vielen zu sammelnden Dokumente, die nicht übersetzt worden sind. Insgesamt ist Get Even nämlich ein frischer und abwechslungsreicher Action-Thriller, in den man gern für acht Stunden eintaucht. Wenn diese Story, in der VR eine so zentrale Rolle spielt, tatsächlich auf echtes VR-Equipment zugeschnitten wäre, könnte das Ganze vielleicht noch eindrücklicher wirken. (Stephan Greitemeier/psz@ct.de)

## Get Even

Vertrieb	Bandai Namco Entertainment, <a href="http://www.geteven-game.com">www.geteven-game.com</a>	
System	Windows (getestet); PS4, Xbox One	
Hardwareanf.	3,3-GHz-PC, 8 GByte RAM, 4-GByte-Grafik	
Kopierschutz	Steam	
Idee	⊕⊕	Umsetzung ⊕
Spaß	⊕	Dauermotivation ○

1 Spieler lokal · Englisch · USK 16 · 30 €

In „Get Even“ durchlebt der Protagonist Cole seine verschütteten Erinnerungen mit Hilfe virtueller Realität. Schleich- und Kampfmissionen fordern die Konzentration des Spielers und schützen ihn so davor, sich allzu sehr vom Psycho-Horror der Anstalt Lithurst verstören zu lassen.



Zu den neuen Spezialwaffen in Splatoon 2 gehört ein Jetpack, mit dem man Gegner kurzzeitig aus der Luft beschießt.



# Krieg der Tintenfischkiller

Vor gut zwei Jahren überraschte Nintendo seine Wii-U-Kundschaft mit einem fetzigen und originellen Shooter. Mit **Splatoon 2** erscheint jetzt der Nachfolger, der Switch-Besitzer erneut fürs wilde Klecksen begeistern soll.

Genau wie im Vorgänger steuert der Spieler ein Inkling genanntes Zwitterwesen, das als Tintenfisch durch Tinte gleitet und in Menschengestalt die Spielwelt vollkleckst. In den Online-Matches streiten zwei zufällig erstellte Viererteams darum, binnen drei Minuten eine größere Fläche in der eigenen Tinte einzufärben. Stößt der Spieler auf gegnerische Klecker, kann er sie abschießen, um sie am Färben zu hindern. Die Arena-Kämpfe erfolgen auf die gleiche Weise wie in Splatoon für Wii U: Der Spieler muss sich ständig vor Farbbomben und gezielten Spritzern in Acht nehmen, ohne das Färben zu vernachlässigen. Das erfordert flinke Reflexe, Kenntnisse der Karten-details sowie ein gehöriges Maß Draufgängertum.

Zwei der acht Revierkampf-Arenen stammen aus dem Fundus des vorigen Teils, zwei weitere Arenen gibt's in anderen Mehrspieler-Modi. In allen Arenen finden sich verschiedene Laufwege und

Abkürzungen, sodass jede Partie anders verläuft und das Spielen dauerhaft kurzweilig bleibt. Eine Neuerung sind Drähte, die dem Spieler in luftiger Höhe einen raschen Ortstechsel erlauben. Das zuständige Nintendo-Studio hat peppige neue Tertiärwaffen entwickelt. Als wirkungsvoll erwiesen sich im Test insbesondere die Jetpacks, mit denen man zehn Sekunden lang durch die Luft schwebt und dabei Raketen abfeuert.

Nintendo hat die alten Menüs und die Online-Lobby aus Splatoon übernommen. In der Lobby darf man weder seine Waffe wechseln noch Informationen abrufen oder eine Partie abbrechen. Es kommt vor, dass man in Unterbesetzung gegen ein feindliches Viererteam antritt – hier hätten die Entwickler Bots bereitstellen sollen, die das Kräftegleichgewicht wiederherstellen.

Im ersten Teil war der Solomodus eine nachträgliche Ergänzung – und so fühlt sich auch die Story-Kampagne in Splatoon 2 an. Rund sechs Stunden dauert das Abenteuer, dessen Geschichte nicht der Rede wert ist, das jedoch bestens die Färbe- und Schieß-Fähigkeiten trainiert und den Spieler mit peppigen Boss-Kämpfen unterhält. Das Design unterscheidet sich

kaum vom Vorgänger, doch die geschmeidigen Animationen sowie die saftige Tinte sehen famos aus. Im Soundtrack hört man kleine, aber feine Dissonanzen in den elektronischen Loops, eine Sprachausgabe fehlt. Motivierend sind das Level- und das Rang-System, wobei höhere Level zum Kauf besserer Waffen berechtigen. Makellos ist die exakte und schnelle Bewegungssteuerung, die sich auch im hektischen Getümmel bewährt.

Splatoon 2 unterscheidet sich in puncto Multiplayer von seinem Vorgänger kaum. Dennoch ist das Spiel ein Pflichtkauf für Switch-Spieler. Neben Mario Kart 8 Deluxe gibt es aktuell kein spaßigeres, motivierenderes und lässigeres Online-Vergnügen. Wenn Nintendo demnächst weitere Arenen und Spielmodi nachreicht, mag man sich Monate, wenn nicht Jahre mit dieser Inkopolis-Kleckseri vergnügen.

(Peter Kusenberg/dake@ct.de)

## Splatoon 2

Vertrieb	Nintendo, <a href="http://www.nintendo.de/Spiele/Nintendo-Switch/Splatoon-2-1173295.html">www.nintendo.de/Spiele/Nintendo-Switch/Splatoon-2-1173295.html</a>		
System	Nintendo Switch		
Idee	○	Umsetzung	+
Spaß	⊕⊕	Dauermotivation	⊕
1-8 Spieler · Deutsch · USK 6 · 60 €			

# Wie der Vater, so die Tochter

Die Jungdetektivin Katrielle klärt im Mobil-Knobelspiel **Layton's Mystery Journey – Katrielle und die Verschwörung der Millionäre** Kriminalfälle auf – und wandelt damit auf den Spuren ihres legendären Vaters.

Professor Layton, Vater von Katrielle, ermittelte in acht aufwendig inszenierten Zeichentrickabenteuern für den 3DS. Der Spieler musste Hunderte Logik- und Kombinations-Rätsel lösen. Das Katrielle-Abenteuer, das zuerst für Android und iOS erscheint, nutzt das gleiche Schema.

Katrielle bearbeitet ihren allerersten Fall: Ein Zeiger der Uhr des Londoner Big Ben ist verschwunden, was die Stadtverwaltung in die Bredouille bringt. Der Spieler folgt der heiteren Story, indem er Schauplätze aufsucht, potenzielle Zeugen befragt und Beweise sichtet. Dabei schiebt er mit dem Finger eine kleine Lupe über das jeweilige Standbild und löst so Dialogszenen aus oder startet Rätsel.

So soll der Spieler beispielsweise herausfinden, welche beiden Hähne er öffnen muss, um Wasser aus einem Rohr abfließen zu lassen. Oder er berechnet die Menge an Zucker auf einer defekten Waage. Praktisch ist die Notizfunktion, die sich ins-

besondere bei solchen Berechnungen bewährt. Wie bei den Vorgängern erntet man Picarat genannte Punkte. Steckt der Spieler fest, überspringt er das Rätsel oder kauft mit In-Game-Währung Hilfestellungen, die meist auf die richtige Fährte führen.

Mit Ausnahme von einigen wenigen Luschen sind die Rätsel abwechslungsreich, genau wie die insgesamt zwölf Fälle, die Katrielle bearbeitet. Jeder Fall dauert mindestens eine Stunde, da man im Durchschnitt jeweils 14 Rätsel löst, während man der unterhaltsam erzählten und wendungsreichen Geschichte folgt. Dabei erweist sich Katrielle als charmante und leidenschaftliche Detektivin, der ein hoffnungslos verliebter Gehilfe zur Seite steht sowie ein sprechender Hund. Die Nebenfiguren sind hübsch kauzig geraten und sprechen prägnantes Deutsch, wobei nur die wichtigen Story-Texte vertont sind. Die klassische Musik klingt angenehm melancholisch. Die Zeichentricksequenzen haben die Entwickler ähnlich entzückend inszeniert wie in den früheren Layton-Abenteuern für Nintendo-Konsolen. Auf dem iPhone 5S erscheinen Rätselanleitungen und Dialog-Texte etwas zu klein, auf dem iPad oder einem Smart-

phone der 5-Zoll-Klasse ist es leichter, die Buchstaben zu entziffern. Die 3DS-Fokussierung ist unverkennbar, denn die Lupe lässt sich mittels Finger wesentlich umständlicher als mit dem Stylus steuern. Das gilt auch für das Zeichnen und Notieren. Im Oktober will Hersteller Level-5 das komplette Spiel für 35 Euro für den 3DS veröffentlichen. Das Hauptspiel für iOS und Android kostet 18 Euro, alle Zusatzinhalte kosten zusammen noch mal so viel. Das Geld ist eine gute Investition für knobelfreudige Spieler, die sich für ansprechende Logikrätsel erwärmen können, sowie für eine zwar langatmige, doch letztlich vergnügliche Geschichte im Layton-Stil. 3DS-Besitzer sollten unbedingt bis Oktober warten: Mit dem Stylus geht das Ermitteln einfacher von der Hand.

(Peter Kusenberg/daha@ct.de)

## Layton's Mystery Journey – Katrielle und die Verschwörung der Millionäre

Vertrieb	Level-5, <a href="http://www.laytonseries.com">www.laytonseries.com</a>
System	iOS, Android
Idee	○
Spaß	⊕
Umsetzung	○
Dauermotivation	⊕

1 Spieler · Deutsch · USK ca. ab 4 · 18 €



Die Rätsel in Layton's Mystery Journey – Katrielle bringen die grauen Zellen auf Trab.



Guy Vollmer

**Mobile App  
Engineering**Eine systematische Einführung –  
von den Requirements zum Go Livedpunkt, Heidelberg 2017  
ISBN: 978-3-8649-0421-9  
295 Seiten, 30 €  
(PDF-/Epub-/Mobi-E-Book: 24 €)

# Geschlechterrollenspiele

Wenn die Stichworte Gender und Gaming gemeinsam auftreten, dreht sich die Debatte meist um die stereotype Darstellung von Frauen in Computer- und Videospielen. Diesen Aspekt betrachtet Hahn jedoch nur am Rande; ihr Blick richtet sich vornehmlich hinter die Kulissen: Obwohl das spielende Publikum heute zu fast 50 Prozent weiblich ist, sind Frauen bei Entwicklung und Konzeption von Spielesoftware dramatisch unterrepräsentiert.

Sabine Hahn sucht die Ursache dafür. Sie fragt auch nach der Chance für einen selbstverstärkenden Mechanismus: Die vermehrte Produktion von Titeln, die eher auf den Geschmack von Kundinnen abzielen, würde dazu führen, dass mehr Frauen spielen. Das könnte bei diesen ein wachsendes Interesse wecken, Berufe in der Spieleproduktion zu ergreifen. Das wiederum würde den Trend verstärken, dass noch mehr für Frauen interessante Titel auf dem Markt erscheinen – und so weiter.

Hahn startet mit einer ausführlichen Definition zentraler Begriffe und stellt den Stand der Forschung in Bezug auf das Verhältnis von Frauen zu digitalen Spielen vor. Sie berichtet über Entwicklungen wie die „Gamergate“-Kontroverse und beschreibt, was angehende Spieleentwickler im Ausbildungs- und Arbeitsmarkt erwarten. Weil das Forschungsgebiet in Deutschland noch jung ist, greift sie immer wieder auf Ergebnisse internationaler Studien zurück.

Der Hauptteil des Buchs bezieht sich auf eine empirische Studie mit zwölf Experteninterviews. Die Autorin hat diese mit jeweils sechs Praktikern und Theoretikern rund um die Spielebranche geführt. Die Datengrundlage ist also nicht allzu üppig, aber Sabine Hahn weiß um die potenziellen Schwächen des Ansatzes und geht souverän damit um. Spannender als das Resultat der Studie sind die Erkenntnisse und Denkanstöße, die die Autorin auf ihrem Weg gewinnt und den Lesern präsentiert.

Hahn hat selbst in der Spieleindustrie gearbeitet und nimmt so auch ganz pragmatische Beweggründe in den Blick, die für die geringe Frauenquote in der Branche mitverantwortlich sein können. Hier spielen etwa ungleiche Karrierechancen, mangelnde Lohngerechtigkeit und familienfeindliche Arbeitszeitmodelle eine Rolle.

Der Text ist eine Dissertationsschrift, glücklicherweise behindert aber keine allzu akademische Sprache die Lektüre. Englischkenntnisse sind hilfreich, da die Autorin viele unübersetzte englische Zitate eingestreut hat. (Maik Schmidt/psz@ct.de)



Sabine Hahn

**Gender und Gaming**  
Frauen im Fokus der Game-Industrietranscript, Bielefeld 2017  
ISBN: 978-3-8376-3920-9  
223 Seiten, 35 €  
(PDF-E-Book: 35 €)

## Bewegliche Ziele anpeilen

Wo die kleinen (und großen) Apps für Smartphones und Tablets herkommen, ist keine Geheimwissenschaft: Im Grunde bestehen sie auch bloß aus Programmcode, ebenso wie ihre Verwandten für Server, Desktop-Computer und Notebooks. Bei der Entwicklung mobiler Anwendungen ist es aber extrem wichtig, darauf zu achten, wie diese dem Nutzer gegenüberstehen – also auf das, was man neudeutsch User Experience nennt. Kleine Bildschirme bieten nur eine eingeschränkte Bedien- und Blickfläche. Dafür stellen Mobilgeräte eine reiche Vielfalt an Sensoren bereit, auf die eine App zugreifen kann.

Guy Vollmer plädiert für einen eigenen softwaretechnischen Ansatz. Er nennt ihn „Mobile App Engineering“ und möchte ihn in erster Linie Studierenden der Informatik näherbringen. Als durchgängiges Beispiel dient ihm die reale App eines großen Stromversorgers, die eine angemessene Komplexität aufweist und auf iOS- und Android-Geräten läuft.

Am Anfang der Entwicklungsarbeit steht eine Analyse der Anforderungen, die man an die gewünschte App stellt. Vollmer setzt auf agile und iterative Methoden, bedient sich aber oft auch bei klassischen Vorgehensweisen. Techniken wie UML nutzt er mit Augenmaß und rät zu Spezifikationen in leicht verständlicher Prosa. Prototypen misst er viel Gewicht bei, verschiedene Ausprägungen und Werkzeuge stellt er in knapper Form vor.

Ein Schwerpunkt liegt auf dem Entwurf des Anwendungsgesichts – das betrifft nicht nur die grafische Gestaltung, sondern auch die Nutzerführung. Exemplarisch werden diverse Entwurfsmuster zur Umsetzung von User Interfaces gezeigt, wobei auch Themen wie die Barrierefreiheit nicht zu kurz kommen.

Ausführlich beschreibt Vollmer die grundlegenden Konzepte und Eigenheiten der Android- und iOS-Programmierung. Das Hauptaugenmerk legt er jedoch auf die Architektur, nicht auf die konkrete Implementierung.

Das Testen mobiler Anwendungen ist aufgrund der starken Fragmentierung der Hard- und Software eine Herausforderung. Das dazugehörige Kapitel beschreibt außer den herkömmlichen Regeln effektiven Testens auch die Besonderheiten bei der Überprüfung möglichst vieler Gerätekonstellationen.

Das Buch bietet eine leicht verständliche und pragmatische Einführung in die moderne Softwareentwicklung, die die Besonderheiten mobiler Anwendungen berücksichtigt. Viele Übungen vertiefen den Stoff. (Maik Schmidt/psz@ct.de)

Anzeige



# ASSESSMENT CENTER

VON STEPHAN BECHER

**A**us welchen Gründen haben Sie sich gerade bei uns beworben?“ Dr. Isenburger lehnte sich in ihrem teuren Bürosessel zurück, breitete die Arme auf den gepolsterten Lehnen aus und blickte ihn herausfordernd an. Ihre rehbraunen Augen standen eine Spur zu eng beisammen. Ansonsten hatte sie ein hübsches Gesicht und eine Figur, die ihn durchaus hätte nervös machen können, wäre sie zehn Jahre jünger gewesen.

**Interesse an Sport.**

**Magische Aura des Unternehmens.**

**Traumerfüllung.**

Im Rahmen seiner gestrigen Selbstpräsentation hatte er ihre Einstiegsfrage bereits erschöpfend beantwortet. Doch wenn sie darauf bestand, würde er sich gern wiederholen.

„Sport spielt in meiner Freizeit eine überragende Rolle. Was sportliche Mode und Accessoires angeht, ist Zamuraj Fashion geradezu von einer magischen Aura umgeben. Dazu beizutragen, mehr Menschen für Sport zu begeistern, wäre für mich so etwas wie eine Bestimmung.“

Lars wusste, welchen Eindruck sein durchtrainierter, wohlproportionierter Körper hinterließ. Auch was Mode anging, fühlte er sich stilsicher. Kopfschüttelnd hatte er gestern Morgen feststellen müssen, dass die Hälfte der anderen Kandidaten in langweiligen Business-Anzügen oder -Kostümen erschienen waren, statt sich wie er aus der Produktpalette von Zamuraj Fashion ein sportlich-elegantes Outfit zusammenzustellen. Der Kleidungsstil der Assessoren hatte ihm bestätigt, wie richtig seine Entscheidung gewesen war.

Die Personalchefin nickte. Bestimmt erinnerte sie sich an seine Präsentation. Die Reaktionen der Assessoren waren durchweg positiv gewesen. Schließlich hatte er sich sorgfältig vorbereitet, um die Chance auf einen guten ersten Eindruck nicht zu verspielen.

„Trauen Sie sich die Aufgaben eines Marketing-Managers zu!“

**Hinweis auf Ausbildung und Lernbereitschaft genügt.**

Hätte er sich denn beworben, wenn er nicht an sich glaubte? Hätte Zamuraj Fashion ihn eingeladen, wenn Zweifel an seiner Eignung bestanden hätten? „Mir ist bewusst, dass ich als Hochschulabsolvent noch vieles lernen muss. Die theoretischen Grundlagen sind immerhin eine wichtige Voraussetzung.“

„Dass Sie die beherrschen, haben Sie bewiesen.“ Sie lächelte zum ersten Mal seit Beginn des Gesprächs. Sein Notendurchschnitt war ihr also aufgefallen. „Was glauben Sie, wie Sie im Assessment Center abgeschnitten haben?“

**Selbstbewusst geben, aber auch selbstkritisch.**

**1. Allgemeinwissen, Gedächtnis und Intelligenz: gut.**

**2. Gruppendiskussion und Rollenspiel: befriedigend.**

**3. Postkorbübung und Fallstudie: sehr gut.**

Schon wieder eine dieser Standardfragen. Solange sie dabei blieb, konnte wenig schiefgehen.

„Beim Allgemeinwissen, beim Gedächtnistest und beim Intelligenztest habe ich ein gutes Gefühl. Die Gruppendiskussion und das Rollenspiel sind nicht ganz nach meinen Vorstellungen gelaufen. Aber ich hoffe, die Schwächen mit der Postkorbübung und der Fallstudie ausgeglichen zu haben.“

„Bei der Postkorbübung haben Sie tatsächlich den Vogel abgeschossen. Die meisten Kandidaten geraten derart unter

Zeitdruck, dass sie vergessen, sich zunächst einen Überblick zu verschaffen. Beherrschen Sie Schnell-Lesen?“

**Selbststudium in dynamischem Lesen.**

„Ich habe mal im Selbststudium einen Kurs in dynamischem Lesen absolviert.“

Bevor Lars sich das Implantat hatte einsetzen lassen, hatte er vorgehabt, seine Lesegeschwindigkeit zu trainieren. Doch wozu wäre das noch gut gewesen? Gyro konnte schneller lesen als jeder Mensch. Er hatte die zwanzig Mails nur zu öffnen brauchen und so zu tun, als ob er sie überfliege. Daraufhin hatte Gyro sie nach Priorität geordnet und ihm Vorschläge unterbreitet, wie sie abzuarbeiten seien. Sofern Dr. Isenburger nachhakte, warum er sich bei der einen oder anderen Mail so oder so entschieden habe, würde ihm Gyro die Antworten auf die Netzhaut projizieren.

„Davon stand nichts in Ihren Bewerbungsunterlagen.“

**Es gibt keinen Beleg für die Teilnahme.**

„Es gab lediglich ein Zertifikat zum Selbstausdrucken. Ich wollte nichts beanspruchen, was ich nicht belegen kann.“

Vielleicht hätte er sich bei der Postkorbübung absichtlich den einen oder anderen Fehler leisten sollen, indem er von Gyros Lösungen abwich. So hatte er es bei den Tests seines Allgemeinwissens, seines Gedächtnisses und seiner Intelligenz gemacht, um sich nicht als wandelndes Lexikon, Gedächtniskünstler oder zweiter Einstein zu präsentieren. Die Assessoren wären misstrauisch geworden. Den Kreativitätstest hatte er hingegen dank seiner eigenen Stärken gemeistert. Hiermit wäre selbst das teuerste Implantat überfordert gewesen.

„Wie gefiel Ihnen das Thema der Fallstudie?“

**Hat Spaß gemacht.**

**Teamarbeit hervorheben.**

**Auf den Bezug zur künftigen Position eingehen.**

„Ich muss gestehen, dass wir am liebsten weitergemacht hätten, nachdem die Zeit abgelaufen war. Am besten hat mir gefallen, dass es um eine realistische Aufgabe ging, um das, womit ich mich später beschäftigen werde. War der Business-Plan eigentlich echt?“

**Ausgezeichnete Frage.**

Dr. Isenburger schmunzelte. „Um einen echten Business-Plan durchzusehen, hätten Sie selbst als Gruppe mehrere Stunden gebraucht. Außerdem sind solche Dokumente vertraulich, selbst wenn sie schon Jahre alt sind.“

Die Aufgabe war wirklich hochinteressant gewesen. Lars war nach kurzer Zeit zum inoffiziellen Leiter seiner Gruppe aufgestiegen. Dank Gyros Hinweisen war es ihm leichtgefallen, die Übersicht zu wahren. Er hatte die Aufgabe strukturiert, hatte verhindert, dass sie sich in Details verloren, hatte Branchen- und Unternehmensdaten beigesteuert und auf der Dokumentation ihrer Arbeit bestanden. Genau so hatte er sich die Zusammenarbeit mit Gyro im Idealfall vorgestellt.

„Sie scheinen ein Teamplayer zu sein. Umso mehr hat mich überrascht, dass Sie sich bei der Gruppendiskussion nicht haben durchsetzen können.“

**Aufpassen!**

Na, vielen Dank auch. Gyro könnte ruhig konkretere Hilfe bieten.

„Rein politische Themen liegen mir nicht besonders gut. Nach den vielen Übungen und Tests war ich gestern

Abend wohl auch ein wenig erschöpft.“ Lars biss sich auf die Zunge. Würde sie daraus schließen, er sei nicht belastbar? „Der Hauptgrund aber war, dass ich gegen Arne, also gegen Dr. Petterson, nicht angekommen bin. Schon im Rollenspiel hat er mir mit seiner Schlagfertigkeit keine Chance gelassen.“

„Mögen Sie ihn nicht?“

Doch, aber ...

**Am besten mit Humor reagieren.**

„Er ist brillant. Als sein Kollege würde ich allerdings jeden Abend mit Minderwertigkeitskomplexen nach Hause kriechen. Ich nehme an, er brauchte heute gar nicht mehr anzutreten, weil sie ihm bereits ein Angebot unterbreitet haben.“ Glücklicherweise hatte Zamuraj Fashion mehrere Stellen im Marketing zu besetzen.

Dr. Isenburger blieb ernst. „Wir haben Dr. Petterson verabschieden müssen. Schon gegen Mittag hatte einer meiner Kollegen den Verdacht, dass er mit gezinkten Karten spielt.“

„Was wollen Sie damit sagen?“

„Er hat in allen Tests überragend abgeschnitten, schien keine einzige Schwäche zu haben. Am Nachmittag haben wir einen Techniker beauftragt, die Funkwellen vor dem Gebäude zu scannen. Dabei kam heraus, dass zwischen dem Versammlungsraum und einem bronzenfarbenen BMW i12 auf dem Besucherparkplatz ein Datenaustausch stattfand. Abends haben wir beobachtet, wie Dr. Petterson in den i12 eingestiegen ist.“ Sie legte eine kurze Pause ein, ehe sie fortfuhr: „Er trägt offenbar ein Implantat, mit dem er sich im Assessment Center Vorteile verschafft hat.“

**Ruhe bewahren.**

**Es geht bloß um Dr. Arne Petterson.**

## ER IST BRILLANT. ALS SEIN KOLLEGE WÜRDE ICH JEDEN ABEND MIT MINDERWERTIGKEITSKOMPLEXEN NACH HAUSE KRIECHEN.

Lars spürte, wie ihm das Blut in den Kopf schoss. Dass sich auch Arne eines Implantats bediente, hatte er vermutet. Seines stand offenbar mit einer KI in Verbindung, die verglichen mit der Gyro ein Spielzeug war. Andererseits hatten die begrenzte Rechenleistung und Speicherkapazität eines autonomen Systems den Vorteil, dass die Unterstützung in einem vernünftigen Rahmen blieb. Gyro strahlte zudem keine Radiowellen ab und wurde nicht einmal warm, weil er sich mit der Leistung begnügte, die sich in einem menschlichen Körper ernten ließ.

Von außen war das Implantat nicht zu erkennen. Es gab keine Operationsnarben. Der Haupt-Chip saß im Nasenrachen und war mit den Kameras und Displays durch den Trännennasengang und mit den Mikrofonen durch die Eustachische Röhre verbunden. Ohne Einsatz eines Skalpells ließ es sich nur auf zwei Wegen nachweisen: Man hätte ihn entweder

durchleuchten oder ihm einen NFC-Transponder an die Schläfe legen müssen, um mit Gyro eine Datenverbindung aufzubauen.

Arne musste sich seiner Sache verdammt sicher gewesen sein, um den Mut aufzubringen, derart aus dem Vollen zu schöpfen. Vermutlich hatte er auch sein Examen nur dank des Implantats bestanden. Und warum hätte er seine Doktorarbeit selbst schreiben sollen? Indische Ghostwriter erledigten das für ein paar tausend Euro. Ein automatisierter Sprach-Check glättete den Stil und baute dafür die typischen Verrenkungen englisch sprechender Deutscher in den Text ein. Lars hatte ebenfalls mit dem Gedanken gespielt, auf diese Weise zu einem akademischen Titel zu kommen. Doch die jüngsten Entlarvungen prominenter Betrüger hatten ihn zur Vorsicht gemahnt. In jedem Fall musste er zunächst den Kredit abzahlen, den er für Gyro aufgenommen hatte.

„Sie sagen nichts dazu?“ Dr. Isenburger sah ihn mit leicht zur Seite geneigtem Kopf an, als ob sie versuchte, seine Gedanken zu erraten.

**Überraschung ausdrücken.**

**Dr. Arne Petterson war nichts anzumerken.**

„Ich ... bin sprachlos.“ Er räusperte sich. „Dr. Petterson wirkte so souverän. Ich war der Meinung, Träger von Implantaten würden sich unnatürlich verhalten, weil sie immer erst ablesen müssen, was ihnen ihr Implantat rät. Manche sollen geradezu schizophren wirken.“

„Man kann den Umgang mit dem Implantat trainieren. Die Hersteller bieten sogar entsprechende Kurse an. Hätten Sie vermutet, dass auch ich ein Implantat trage?“

**Überraschung ausdrücken.**

**Warum erzählt sie das?**

Lars bekam ein flaues Gefühl im Magen. Ahnte sie etwas? Wusste sie gar, dass auch er ein Betrüger war? War das ganze Assessment Center mitsamt der Vorbereitung umsonst gewesen? Unvermittelt fiel ihm ein, wo er ihren Namen schon einmal gehört hatte. Dr. Franz-Josef Isenburger hatte das Implantat für seine Tochter oder Schwiegertochter vermutlich aus der Portokasse seiner Kanzlei bezahlt.

„Warum erzählen Sie mir das?“, fragte er mit brüchiger Stimme.

„Sehen Sie, wenn jemand ein autonomes Implantat trägt, verrät er sich im Assessment Center oft dadurch, dass er in bestimmten Tests besonders gut abschneidet. Etwa in der Postkorbübung oder beim Gedächtnistest. Geht es dagegen um Kreativität oder um soziale Interaktion, ist ein Implantat weniger hilfreich.“

**Ruhe bewahren.**

Worauf, zum Kuckuck, wollte sie hinaus? Er hatte sich nicht verraten! Im Kreativitätstest hatte er auf Gyro überhaupt nicht gehört, und eine Erklärung für sein schlechtes Abschneiden in der Gruppendiskussion und im Rollenspiel gab es auch.

„Ich möchte Ihnen eine abschließende Frage stellen“. Wieder dieser kritische Blick. Lars hatte Mühe, ihm standzuhalten.

**Ruhe bewahren.**

„Bitte sehr.“

„Sie sind doch bestimmt gut im Kopfrechnen. Wieviel ist 152 mal 73?“

**11196**

„Ähm ... einen Augenblick.“ Nun war er endgültig verwirrt. Eine profane Rechenaufgabe sollte darüber entscheiden, ob er eingestellt wurde oder nicht? Er kniff die Augen zusammen und sah zur Decke empor in der Hoffnung, es würde aussehen, als ob er rechnete. Schon seit Ewigkeiten hatte er nicht mehr im Kopf multipliziert. Konzentrieren konnte er sich ohnehin nicht mehr. Wie lange brauchte ein mathematisch einigermaßen begabter Mensch, um zum richtigen Ergebnis zu kommen?

„11196“, antwortete er.

Dr. Isenburger schwieg, sah ihn bloß an. Wenn sie selbst ein Implantat trug, musste sie wissen, dass die Lösung stimmte. War er zu schnell gewesen? Zu langsam? Herrgott, warum ließ sie ihn so lange schmoren?

„Ich habe einen Gyro 200. Und Sie?“ Sie sprach vollkommen neutral, fast als wolle sie nur noch ein wenig plaudern. „Haben Sie ihn sich schon als Student implantieren lassen?“

**Abstreiten!**

**Könnte ein Bluff sein.**

Doch Lars sah ihr an, dass sie keineswegs versuchte, ihn aus der Reserve zu locken. Sie wusste Bescheid. Das Spiel war gelaufen.

„Einen Gyro 60.“ Er zwang sich, nicht den Blick zu senken. Ja, er brachte sogar so etwas wie ein Lächeln zustande. „Wie haben Sie es herausgefunden?“

„Dass ich Erfahrungen mit Implantaten habe, konnten Sie nicht wissen. Die Hersteller geben ihre Absatzzahlen zwar nicht bekannt, doch Schätzungen zufolge sind in der EU gerade einmal fünfzigtausend Stück in Gebrauch, die Hälfte davon beim Militär.“

**Aktuelle Schätzung: 56.000 Stück.**

**Militärische Nutzung ist spekulativ.**

„Dann müssen wir uns jetzt wohl verabschieden.“ Er stützte die Hände auf die Sessellehnen, um sich hochzustemmen. Am liebsten wäre er aufgesprungen und hinausgerannt.

Ihre erhobene Hand gebot ihm innezuhalten. „Wie wichtig ist es Ihnen, für Zamuraj Fashion zu arbeiten?“

**Interesse an Sport.**

**Magische Aura des Unternehmens.**

**Traumerfüllung.**

Lars ließ sich in den Sessel zurück sinken. „Marketing Manager bei Zamuraj Fashion zu sein wäre tatsächlich mein Traum gewesen.“

Hätte er die Stelle bekommen, hätte sich seine Karriere wie von selbst entwickelt. Gewiss, er hätte sich anstrengen müssen, hätte seine Kreativität und seine Schaffenskraft ausschöpfen müssen. Von seinem Einstiegsgehalt und den Bonuszahlungen hätte er genug sparen können, um Gyro in zwei bis drei Jahren durch ein leistungsfähigeres Modell zu ersetzen, das geholfen hätte, den steigenden Anforderungen gerecht zu werden.

Dr. Isenburger beugte sich ein paar Zentimeter vor. „Sie haben versucht, uns zu betrügen. Dennoch würden wir uns freuen, wenn Sie sich entscheiden könnten, bei uns anzufangen.“

**Abwarten.**

**Erklärung folgt wahrscheinlich.**

„Aber ...“

„Dr. Petterson haben wir nicht nach Hause geschickt, weil er betrogen hat, sondern weil er zu leicht zu durchschauen war. Jemand, der sich im Umgang mit seinem Implantat so geschickt anstellt wie Sie, sollte hingegen sein Geschick auch als Marketing Manager unter Beweis stellen dürfen. Ob Sie ihre Leistungen mit oder ohne Implantat erbringen, spielt für uns keine Rolle. Über Chancengleichheit mag die Politik diskutieren.“

**Abwarten.**

Es gab eine Gesetzesvorlage der Opposition, Implantate zu verbieten. Andererseits war es ein offenes Geheimnis, dass einige Regierungsmitglieder und hohe Beamte bereits Implantate trugen. Allein deshalb würde die Gesetzesvorlage kaum eine Mehrheit im Parlament finden.

## ES WAR EIN OFFENES GEHEIMNIS, DASS EINIGE REGIERUNGSMITGLIEDER UND HOHE BEAMTE BEREITS IMPLANTATE TRUGEN.

„Dass sich Mitarbeiter ihrem Unternehmen verpflichtet fühlen, ist eine Illusion“, fuhr Dr. Isenburger fort. „Persönliche Vorteile stehen immer im Vordergrund. Jemand, der sich diese Vorteile zu sichern weiß, kann auch erfolgreich für das Unternehmen arbeiten und dazu beitragen, die Konkurrenz zu zerschmettern. Im Kampf um Marktanteile gibt es keine Fairness.“

**Vorsichtige Zustimmung signalisieren.**

Ein kaum wahrnehmbares Summen ertönte. Dr. Isenburger blickte auf ihre Smartwatch. „Warten Sie bitte einen Augenblick. Ihr Vertrag ist soeben ausgedruckt worden.“ Mit schwungvoller Leichtigkeit erhob sie sich aus ihrem Sessel und verließ das Büro.

So lief das also. Lars konnte es noch immer nicht fassen. Sie wusste, dass er ein Betrüger war, und wollte ihn dennoch einstellen.

Doch wie war sie ihm auf die Schliche gekommen? Hing es mit dieser Multiplikationsaufgabe zusammen? Hätte er lieber ein falsches Ergebnis nennen sollen? Mit ein wenig Konzentration hätte er die Aufgabe durchaus im Kopf rechnen können.

„Watch, wie viel ist 152 mal 73?“

**11196**

„ $152 \times 73 = 11096$ “ stand auf dem Display seiner Smartwatch. Er musste zweimal hinsehen, um sich des Unterschieds zu vergewissern. Die Smartwatch hatte keinen Grund, sich bei einer derart elementaren Aufgabe zu verrechnen. Und Gyro? Natürlich! Das musste die Erklärung sein: Der Hersteller hatte eine Hintertür eingebaut. Gyro liefert bei dieser und nur dieser Rechenaufgabe gezielt ein falsches Ergebnis, damit Träger eines Implantats auf einfache Weise entlarvt werden konnten. Und Dr. Isenburger hatte davon gewusst.

(bb@ct.de) ct

Anzeige

# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Böse und billig: Hacking-Gadgets“:  
Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), „Windows Werkzeugkasten“: Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de))  
**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)  
**Stellv. Chefredakteure:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de)), Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de)),  
Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de)), Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))  
**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Gerald Himmelein ([ghi@ct.de](mailto:ghi@ct.de)), Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)),  
Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

### Ressort Software & Internet

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))  
**Redaktion:** Bernd Behr ([bb@ct.de](mailto:bb@ct.de)), Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)),  
André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Lea Lang ([lel@ct.de](mailto:lel@ct.de)), Anne Poimann ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Martin  
Reche ([mre@ct.de](mailto:mre@ct.de)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüller ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Andrea  
Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Peter-Michael Ziegler ([pmz@ct.de](mailto:pmz@ct.de))

### Ressort Systeme & Sicherheit

**Leitende Redakteure:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de)), Jürgen Schmidt ([ju@ct.de](mailto:ju@ct.de))  
**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald  
Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Johannes  
Merkert ([jmc@ct.de](mailto:jmc@ct.de)), Dennis Schirrmacher ([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 ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de)), Olivia  
von Westernhagen ([ovw@ct.de](mailto:ovw@ct.de)),  
**Ressort Hardware**  
**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)),  
Andreas Stiller ([as@ct.de](mailto:as@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))  
**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)),  
Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian  
Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de))

### Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))  
**Redaktion:** Julius Beineke ([jsb@ct.de](mailto:jsb@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hcz@ct.de](mailto:hcz@ct.de)), Hartmut  
Giesemann ([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 Jurran ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([nil@ct.de](mailto:nil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)),  
Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Alexander Spier ([asp@ct.de](mailto:asp@ct.de))

### heise online

**Stellv. Chefredakteure:** Jürgen Kuri ([jk@ct.de](mailto:jk@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))  
**Redaktion:** Kristina Beer ([kbe@ct.de](mailto:kbe@ct.de)), Daniel Berger ([dbe@ct.de](mailto:dbe@ct.de)), Volker Briegleb ([vbr@ct.de](mailto:vbr@ct.de)),  
Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Daniel Herbig ([dah@ct.de](mailto:dah@ct.de)), Martin Holland ([mho@ct.de](mailto:mho@ct.de)), Axel  
Kannenberg ([axk@ct.de](mailto:axk@ct.de)), Fabian A. Scherschel ([fab@ct.de](mailto:fab@ct.de)), Andreas Wilkens ([anw@ct.de](mailto:anw@ct.de))  
**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([Ltg., uk@ct.de](mailto:Ltg., uk@ct.de))

### Koordination News-Teil:

André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de))

Koordination Social Media: Martin Fischer ([mfi@ct.de](mailto:mfi@ct.de)), Dr. Volker Zota ([vza@ct.de](mailto:vza@ct.de))

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

Redaktionsassistenz: Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

Technische Assistenz: Ralf Schneider ([Ltg., rs@ct.de](mailto:Ltg., rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)),  
Denis Fröhlich ([df@ct.de](mailto:df@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)),  
Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

Dokumentation: Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

Korrespondenten Verlagsbüro München: Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,  
Tel.: 0 89/4271 86-0, Fax: 0 89/4271 86-10

Frankfurt: Volker Weber ([vowe@ct.de](mailto:vowe@ct.de)), Elly-Heuss-Knapp-Weg 8,  
64285 Darmstadt, Tel.: 0 6151/2 26 18

Nordamerika: Daniel AJ Sokolov ([ds@ct.de](mailto:ds@ct.de)),  
91 Nelsons Landing Blvd., Apt 600, Bedford, NS, B4A 3X4, Kanada, Tel.: +1 77 83 00 06 37

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Harald Bögeholz ([bo@ct.de](mailto:bo@ct.de)), Detlef Borchers,  
Heribert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Prof. Dr. Noogie C. Kaufmann,  
Dr. M. Michael König, Stefan Krempel, Prof. Dr. Jörn Loviscach, Kai Mielke, Dr. Klaus Peeck,  
Prof. Dr. Thomas J. Schult, Ben Schwan ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Wolfgang Otto ([Ltg.](mailto:Ltg.)), Ben Dietrich Berlin, Martina Fredrich, Jörg Gottschalk,  
Birgit Graff, Angela Hilberg, Anja Kreft, Martin Kreft, Astrid Seifert, Dieter Wahner, Dirk  
Wollschläger, Brigitta Zurheden

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns, Hea-Kyong Kim

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Maurer

**Tablet-Producerin:** Melanie Seewig

**Illustrationen:**

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien,  
**Story:** Susanne Wustmann und Michael Thiele, Dortmund, **3D-Illustrationen und Titelbild:**  
tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität  
unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

**Key-ID:** DAFFB000  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://pgpCA@ct.heise.de)>  
A3B5 24C2 01A0 00F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000  
**Key-ID:** B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://pgpCA@ct.heise.de)>  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DB02 45FC B3B2 A12C

**heise Tippgeber:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.  
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/tippgeber>  
via Tor: sq4lecqy4izcpkp.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 Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/](http://www.heise.de/mediadaten/)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 34 vom 1. Januar 2017.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F, No.182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)  
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,  
E-Mail: mei@mediagate.com.tw

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**DVD-ROM-Herstellung:** Klaus Ditze (Ltg.), Nicole Tiemann

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG  
Mefberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

### c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 4,70 €; Österreich 5,00 €; Schweiz 6,90 CHF;  
Belgien, Luxemburg 5,50 €; Niederlande 5,70 €, Italien, Spanien 6,00 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 107,90 €,  
Österreich 111,80 €, Europa 126,10 €, restl. Ausland 152,10 € (Schweiz 150,80 CHF);  
ermäßiges Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer  
entsprechenden Bescheinigung): Inland 79,30 €, Österreich 83,20 €, Europa 97,50 €,  
restl. Ausland 123,50 € (Schweiz 128,70 CHF). c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-  
Artikel-Archiv sowie die App für Android und iOS) kosten pro Jahr 18,20 € (Schweiz 22,10 CHF)  
Aufpreis. Ermäßiges Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BdDW e.V., ch/open,  
GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, Mac e.V., VBIO, VDE und VDI  
(gegen Mitgliedsausweis): Inland 81,90 €, Österreich 85,80 €, Europa 100,10 €, restl. Ausland  
126,10 € (Schweiz 114,40 CHF).  
Luftpost auf Anfrage.

### Leserservice:

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die  
Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne  
ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter  
Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung  
der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und  
zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das  
Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungssrecht des Verlages  
über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen  
Patentschutzes.

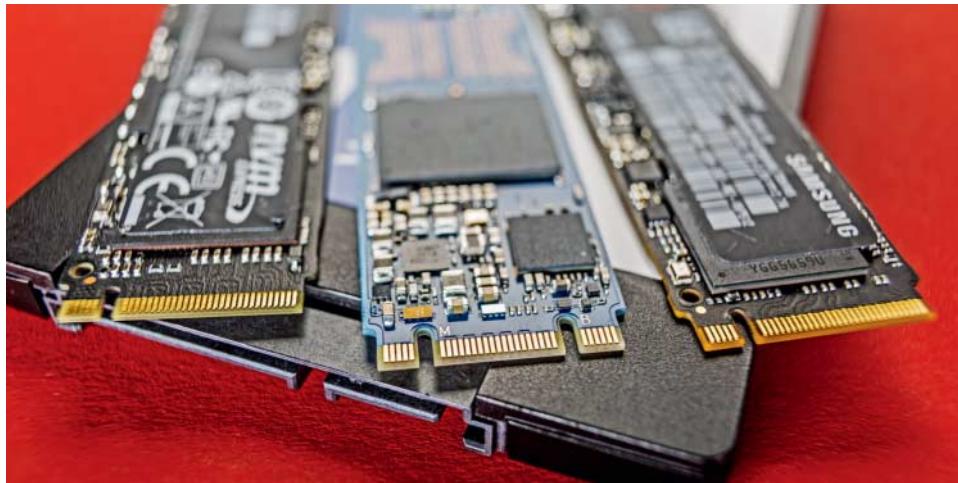
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2017 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA

# Vorschau 19/17

Ab 2. September am Kiosk und auf ct.de



## Turbo-SSDs

NVMe-SSDs punkten gegenüber ihren SATA-Geschwistern mit noch höherem Datendurchsatz, schnelleren Zugriffen und kürzeren Latenzen. c't hat aktuelle Modelle getestet, erklärt die optimalen BIOS-Einstellungen und zeigt, wo die Turbo-SSDs ihre Stärken ausspielen können.



## Fidget Spinner aus dem 3D-Drucker

Trendspielzeug selbst gemacht: Mit dem Online-3D-Modeller Tinkercad konstruieren Sie Ihren eigenen Handkreisel und machen das Modell fit für die Ausgabe mit dem 3D-Drucker oder durch einen Dienstleister. Unser Bastelprojekt vermittelt die Grundlagen der 3D-Konstruktion.

Außerdem:

## Schöner fernsehen

Was können organische Displays besser als LCDs, worin sind sie unterlegen und was bringen eigentlich Nanopartikel? An aktuellen Smart-TVs untersuchen wir die Konkurrenten OLED und LCD und werfen einen Blick in die Zukunft der farbverbessernden Quantenpunkte.

## Wahlkampfzeit ist Zahlenzeit

Brexit und Trump-Wahl liefern reichlich Diskussionsstoff: Ist die Demoskopie in der Krise? Können Big-Data-Firmen, Fake News und Social Bots womöglich die Bundestagswahl beeinflussen? Wir schauen hinter die Kulissen von Umfragen, Hochrechnungen, Prognosen und datengetriebenem Wahlkampf.

## Sandkasten für Viren

Um einem möglichen Schädling auf die Finger zu schauen, braucht man eine Umgebung, in der er sich austoben kann, ohne echten Schaden anzurichten. Cuckoo stellt eine solche Sandbox bereit und zeichnet alle Aktivitäten der dort laufenden Programme auf.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



Technology Review 9/2017  
jetzt im Handel



c't Digitale Fotografie 5/2017  
ab 21. August im Handel



Make 4/2017  
ab 24. August im Handel

Anzeige

Anzeige