



**magazin für  
computer  
technik**

2.3.2019 **6**



**CPU-Fälschung  
bei Amazon**

Neuer PC – vertraute Umgebung

# Windows-Umzug meistern

Einstellungen, Anwendungen und Daten übertragen

**IM  
TEST**

- Universelle Smart-Home-Zentrale Homey
- Videoschnitt mit Komfort für 100 Euro
- SSD- und Festplatten-Gehäuse für USB
- Mini-Router: Fritzbox & Co. für die Reise

## 9 Smartwatches im Test

Längere Laufzeit & mehr Komfort

## HDR-Displays bis 144 Hz

Echte Farben, Top-Kontrast, Gaming

Security-Fachchinesisch erklärt

Hacking: Wann haften Admins und Dienstleister?

Digitalisieren von Dokumenten, Fotos, Büchern

Mehr Datenschutz, genauere Treffer

# Googeln ohne Google

Alternative Suchdienste, Spezialsuchmaschinen, Praxis



€ 4,90

AT € 5,40 | LUX, BEL € 5,70

NL € 5,90 | IT, ES € 6,20

CHF 7,10 | DKK 54,00







„Telko in  
fünf Minuten?  
Passt super!“

cloudya

Die Cloud-Telefonanlage mit der  
kinderleichten Bedienung. Immer und überall.

#### Die neue Freiheit der Businesskommunikation.

Befreien Sie sich von kompliziert. Mit Cloudya, der einfach zu bedienenden und ausfallsicheren Cloud-Telefonanlage von NFON. Kommunizieren Sie mit nur einer Nummer über alle Geräte hinweg und das zu kostengünstigen Preisen, da nur exakt die Nebenstellen abgerechnet werden, die Sie tatsächlich nutzen. Darauf verlassen sich schon mehr als 15.000 Unternehmen europaweit. Hört sich doch gut an, oder? [nfon.com](http://nfon.com)



**NFON**  
Die Cloud-Telefonanlage





## Freiheit und Demokratie

Es ist wieder einmal so weit, die Bundesregierung bläst zum nächsten Sturm auf unsere Freiheit: Diesmal soll das Darknet verboten werden, denn dafür gibt es "in einer freien, offenen Demokratie (...) keinen legitimen Nutzen". "Wer das Darknet nutzt, führt in der Regel nichts Gutes im Schilde", weshalb sich "diese einfache Erkenntnis (...) auch in unserer Rechtsordnung widerspiegeln" sollte. Klare Worte, mit denen Günter Krings, parlamentarischer Staatssekretär der CDU im Bundesinnenministerium, den 22. europäischen Polizeikongress in Berlin eröffnete.

Um eine Straftat zu begehen, müsste man nicht mehr Drogen oder Waffen im Darknet verkaufen. Es würde schon genügen, anonym über das Tor-Netz im Internet zu surfen. Klar, so kann man versuchen, den Darknet-Drogensumpf trocken zu legen. Den mit Abstand größten Drogenkurieren könnte man bei der Gelegenheit auch das Handwerk legen, indem man die DHL Packstationen verbietet und die Deutsche Post Großbriefe nur noch in Klarsichtbeuteln statt in Briefumschlägen befördern darf. Oder warum nicht gleich ein generelles Post-Ident für Absender und Empfänger einführen? Idealerweise biometrisch mit Fingerabdrücken, die sollen ja ohnehin künftig auch im Personalausweis gespeichert werden. Das würde bestimmt helfen, Drogendealer und Waffenhändler aus dem Darknet zu überführen.

Anonymität braucht in einer freiheitlichen Demokratie schließlich nur, wer etwas zu

verbergen hat. Eine prima Gelegenheit, um auch gleich den Quellenschutz bei Journalisten zu kippen - dann kann man bei künftigen Skandalen leichter die undichten Stellen in den eigenen Reihen aufspüren. Und wir als c't könnten uns die Mühe sparen, einen anonymen Secure Drop für Informanten im Darknet zu betreiben - oder müssten unsere Artikel im Knast schreiben.

Tatsache ist jedoch: In einer freiheitlichen Demokratie zu leben schützt nicht vor Repressalien. Wer in Deutschland die Vernetzung der rechten Szene untersucht oder einfach nur an einer Demonstration gegen Nazis teilnimmt, muss damit rechnen, "zufällig" und gerade noch im Rahmen der Gesetze Besuch von Glatzköpfen zu bekommen. Es gibt also gute Gründe, selbst in der freien, offenen Demokratie Deutschland anonym zu bleiben.

Ich rufe Sie deshalb zum aktiven Widerstand auf: Installieren Sie sich den Tor-Browser von [torproject.org](http://torproject.org) und nutzen Sie das Tor-Netz für ganz alltägliche Dinge: YouTube, Facebook, Google. Wer bereits Firefox verwendet, wird kaum einen Unterschied bei der Bedienung bemerken - außer bei der Geschwindigkeit. Und keine Angst: Sie werden nicht öfter über illegale Inhalte stolpern als bisher auch, versprochen. Helfen Sie aktiv mit, unsere freiheitliche Demokratie zu verteidigen.

Empfangen über [sq4lecqyx4izcpkp.onion](http://sq4lecqyx4izcpkp.onion) und ohne Unterschrift gültig

# Inhalt 6/2019

## Trends & News

- 12 EU-Urheberrechtsreform stärkt Anwälte, Kreative und Filterbauer
- 28 **CPU-Fälschung bei Amazon**
- 30 Bit-Rauschen: Kritik am Spectre-Schutz, 4-Gigahertz-Pentium
- 32 Embedded Systems: Boards mit MicroPython, RISC-V-Entwicklerboard mit Bluetooth
- 33 Grafikkarte: Nvidia GeForce GTX 1660 Ti für Gamer
- 34 Netze: Neue WLAN-Repeater fürs Fritzbox-Mesh, Cloud-IP-Kamera für draußen
- 36 TV-Trends: 8K, mehr HDR und Sprachsteuerung
- 40 IoT: Sigfox veröffentlicht Protokollspezifikation, LoRaWAN-Gateway für 70 Euro
- 42 Smartphones und Smartwatches: Samsung Galaxy S10, S10+, S10e, Fold, Watch Active
- 43 Mobilität: S-Bahn, Taxi, Rufbus, Leihräder, E-Roller und Carsharing per App
- 44 Internet: Grauzone Messaging zwischen Lehrern und Eltern, Maßnahmen gegen Desinformation
- 45 Linux: Sicherheitslücke in Paketverwaltung Snap geschlossen
- 46 Forschung: Elektronische Nase, Sprache per Laser einflüstern
- 48 DSGVO: Brexit gefährdet Datenaustausch von Unternehmen und Behörden
- 50 Bitcoin: Kryptobörsenchef nimmt 100 Millionen Euro mit ins Grab
- 52 Apple: Audioaussetzer bei Macs, Single-Binary-Apps für iPhone, iPad und Mac, APFS-Doku
- 54 Web-Tipps: Kunst downloaden, Cover-Versionen von Musiktiteln, Handelsregister
- 86 Digitalpakt: Vermittlungsausschuss erzielt Einigung

## Test & Kaufberatung

- 88 AMDs Quad-Core-Prozessoren Ryzen 3 2200GE, 3 2400GE und 5 2300X
- 90 Server-Mainboards für Intel Xeon E-2100
- 92 Editor für Pixelgrafik: Aseprite
- 92 Backup-Programm für die Kommandozeile: Restic
- 93 S3-kompatibler Objektspeicher: Minio

### 94 **Universelle Smart-Home-Zentrale Homey**

- 96 Leiser Netzwerkspeicher und Mediaserver: QNAP HS-453DX
- 98 Dateimanager für die Konsole: Ranger
- 98 Elektronisches Maßband: Hozo Design Rollova
- 98 Günstige Vertikalmaus: Silvercrest Funkmaus
- 100 Bürotastatur im Retro-Look: Speedlink Circle
- 100 Selbstklebende Folien für Laserdrucker: Folex Signolit CLP
- 100 Brainstorming-App: Mindly
- 102 Android-Smartphones von 200 bis 300 Euro: Motorola Moto G7, G7 Plus und G7 Power
- 106 Android-Smartphone mit schnellen Updates und solider Ausstattung: Nokia 8.1
- 108 Notebook mit vier Kernen, mattem IPS-Bildschirm und flotter SSD: Lenovo ThinkPad E580
- 110 Workstation-Grafikkarte AMD Radeon Pro WX 8200

### 114 **SSD- und Festplatten-Gehäuse für USB**

### 120 **HDR-Displays bis 144 Hz**

### 126 **9 Smartwatches im Test**

- 134 Grafikchips für Gaming-Notebooks: GeForce RTX 2080, 2070 und 2060

### 138 **Digitalisieren von Dokumenten, Fotos, Büchern**

### 142 **Videoschnitt mit Komfort für 100 Euro**



## Neun Smartwatches im Test

Frischer Wind für Smartwatches: Sie arbeiten mittlerweile mit mehr Smartphones zusammen, machen nicht mehr so schnell schlapp, sind komfortabler zu bedienen und lassen sich auch prima zum Bezahlen, als Sportuhr oder als Fitnesstracker verwenden.





## Windows-Umzug meistern

Wenn ein neuer PC ansteht, können Sie die Chance nutzen, Windows frisch neu zu installieren. Bequemer ist es allerdings, Sie nehmen die vom alten PC vertraute Installation mit. Dazu gibt es mehrere Wege, die jeweils ihre Vor- und Nachteile haben.

### 148 Mini-Router: Fritzbox & Co. für die Reise

158 Docker: Grafische Oberflächen für die Administration

184 Bücher: Kulturgeschichte der Infrastruktur, Motorsteuerung mit Arduino und Raspberry Pi

## Wissen

56 Vorsicht, Kunde: Erst ein Einbruch, dann Ärger mit Roaming-Gebühren

### 58 Googeln ohne Google

60 Sechs Allzweck-Suchmaschinen im Vergleich mit Google

66 Internetrecherche mit Spezialsuchmaschinen

72 Bessere Resultate mit Suchmaschinen-Operatoren und Browser-Adresskürzeln

### 76 Security-Fachchinesisch erklärt

80 Arcade-Renaissance: Neues Spielvergnügen mit und ohne VR

84 Elektroschrott: Es wird zu wenig recycelt

154 Alternative Router-Firmware: Was OpenWrt besser macht

156 Docker: Anwendungen steuern über die Kommandozeile

172 Wie Entwickler Chip-Alterung bekämpfen

### 180 Hacking: Wann haften Admins und Dienstleister?

186 Windows-Speicherverwaltung: Was Task-Manager und Process Explorer verraten

## Praxis & Tipps

### 14 Windows-Umzug meistern

18 Windows-Umzug: Die schnellen Wege

22 PC-Umzug mit c't-WIMage

26 FAQ: Windows-Aktivierung nach PC-Wechsel

38 Windows 10 auf dem Raspi: Es geht, aber ...

162 Tipps & Tricks

166 Kinderleicht: Programmieren mit Scratch

170 Schnelleres WLAN für Gemini-Lake-Notebooks

## Rubriken

3 Editorial: Freiheit und Demokratie

6 Leserforum

11 Schlagseite

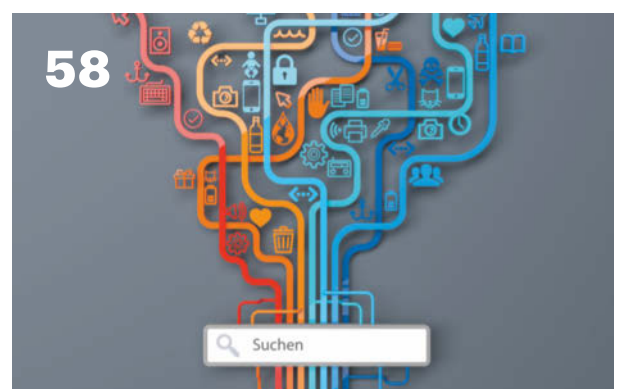
190 Story: Tyrus (2) von Hilga Höfkens

199 Stellenmarkt

200 Inserentenverzeichnis

201 Impressum

202 Vorschau



## Googeln ohne Google

Das Internet ist ein riesiger Kosmos, den viele Surfer immer nur mit Google durchsuchen. Alternative Suchmaschinen eröffnen jedoch neue Perspektiven, erschließen bestimmte Bereiche besser und bereiten Ergebnisse aussagekräftiger auf.

# Leserforum

## Zu kurz gegriffen

Editorial: *The Good, the Bad and the Ugly*,  
c't 5/2019 S. 3

Ostasiaten stehen immer schon im Ruf, Techniken günstiger nachzumachen und dann zu verbessern und sich so Marktanteile zu sichern. Dabei wird auch technischer Fortschritt verkauft. Die ursprünglichen Entwickler bekommen oft nichts von dieser Wertschöpfung ab – nicht nur in Komponenten für Netzwerk und Kommunikation. Davor war es zum Beispiel der Transrapid und der ICE 3, die neben Pkw und Pkw-Teilen zu erwähnen sind. Früher war es die Spiegelreflexkamera.

Das Spionieren, das laut unserer Kanzlerin unter Freunden gar nicht geht, war doch, soweit ich mich erinnere, auch bei den befreundeten Staaten direkt oder indirekt im Nachgang zu Edward Snowdens Veröffentlichungen ein wesentliches Thema. Wer sagt denn, dass dort nicht auch weiter fleißig gehorcht wird? Allein einer chinesischen Firma das Spionieren vorzuwerfen ist etwas kurz gegriffen.

Uwe-H. Lange ✉

## Open Source einfordern

Welche Rolle Huawei im Handelskrieg der USA gegen China spielt, c't 5/2019, S. 16

Wenn ein Land wie Deutschland – mit etwas Vorlauf – verlangt, dass ab Datum xy jede Software vom Treiber, übers OS bis hin zur Anwendung offen zu sein hat, damit sie in der Verwaltung eingesetzt werden darf, dann ist das eine Marktmacht, die man auch nutzen kann. Ich wette, es finden sich genug Firmen, die von diesem Finanzkuchen in der Software-Beschaffung gerne mit abbeißen, wenn die großen sich zieren. Es geht hier immerhin um Milliarden.

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs  
am Ende des Artikels

☎ Artikel-Hotline  
jeden Montag 16–17 Uhr  
05 11/53 52-333

Ich würde sogar so weit gehen, dass man das auch für Hardware fordern sollte. Wenn die Bundes-, Landes- und Kommunalverwaltungen eine abgestimmte oder gar gemeinschaftliche Ausschreibung auf Open-Hardware-IT machen, dann finden sich auch Anbieter, die dafür eine Umsetzung entwickeln. Auch dieser Markt entspricht Milliarden Euro, und diese IT wird regelmäßig erneuert. Da winken sogar Support- und Folgeaufträge ...

M76 ✉

## E-Mail-Vielfalt

Wie Sie Ihre digitale Identität schützen, c't 5/2019, S. 32

Eine Anmerkung zum Thema „have i been pwned“. Ich habe schon seit vielen, vielen Jahren eine eigene Domain und nutze dort eine Catch-All-E-Mail-Adresse, sodass alle E-Mails, egal an welchen User diese geschickt werden, bei mir ankommen. Das heißt, ich verwende bei jedem Webdienst und jeder Webseite eine eigene E-Mail-Adresse, jeweils mit dem Domain-Namen im Lokalteil, etwa ebay.de@meinedomain.de oder amazon.de@meinedomain.de.

Der große Vorteil: Wenn ein Dienst mal wieder seine User-Datenbank „verliert“, dann kann ich das direkt nachvollziehen, wenn ich plötzlich angebliche PayPal-Sicherheitschecks an die E-Mail-Adresse gehackte-domain.de@meinedomain.de erhalte. Ich weiß also gleich, wo ich mal dringend nachsehen sollte oder bei welchem Dienst ich besser die Zusammenarbeit kündigen sollte.

Vorteil 2: Wenn ich mal wieder unerwünschte Werbung bekomme, kann ich gezielt durch einen Forwarder die Werbung stoppen oder in den Papierkorb umleiten.

Aber der große Nachteil in Zusammenhang mit „have i been pwned“: Ich habe keinerlei Möglichkeit, diesen Dienst zu nutzen, da ich unmöglich jede einzelne jemals verwendete E-Mail-Adresse prüfen kann, ob einer der Accounts gehackt wurde. Ich kann nur darauf vertrauen, dass ich damals auch wirklich jeweils sichere Kennwörter verwendet habe, die nun irgendwo in den Tiefen des Passwort-Safes gespeichert sind ...

Matthias Kahlert ✉



Im c't-Leserforum präsentieren unsere Leser ihre eigenen Strategien gegen den Identitätsklau im Internet.

## Kryptisch antworten

So erkennen Sie, welche Online-Dienste mit Ihren Daten schludern, c't 5/2019, S. 38

Bei den Sicherheitsabfragen ist es ganz einfach: Man bedient sie eben nicht mit der richtigen Antwort, sondern setzt stattdessen ein kryptisches und sicheres zweites Passwort. Verwaltet man dieses in einem Passwortmanager, hat man es zur Hand, auch wenn es lange nicht gebraucht wurde. Da kann sich ein Angreifer einen Wolf nach dem Mädchennamen meiner Mutter suchen.

Dr. Hans Gerd Heusert ✉

## Skript-Alternative

25 Gigabyte Passwortlisten von HavelBeenPwned schnell lokal durchsuchen, c't 5/2019, S. 42

Vor circa vier Wochen hatte ich die gleiche Idee wie Sie! Über Nacht ließ ich aus Energiespargründen die gigantische Passwortliste auf meinem Raspberry Pi herunterladen und dekomprimieren. Natürlich wäre die lineare Suche hoffnungslos langsam gewesen. Ich hatte es gar nicht erst probiert, sondern sofort ein Python-Programm mit binärer Suche geschrieben, welches Ihrem Programm ziemlich ähnlich ist!

Da ich die Integrität des JavaScript-Programms von HIBP nicht sicherstellen kann, habe ich für den Online-Check meiner Passwörter ein weiteres Python-Script geschrieben:

```
#!/usr/bin/env python3
import getpass
```



# EIN EIZO MACHT SEINE ARBEIT PERFEKT. UND IHRE NOCH PERFEKTER.

Erleben Sie die perfekte Bildqualität.

Mit dem neuen Ultra-Slim-Monitor

EV2457 von EIZO. Mehr auf [eizo.de](http://eizo.de)



Working with the Best



## Lesung c't stories im Verlag Heise Medien

In eigener Sache: Zum Start der Buchreihe c't stories veranstaltet c't eine öffentliche Lesung am 14. März um 18 Uhr in Hannover (Heise Medien, Karl-Wiechert-Allee 10). Die Buchreihe c't stories besteht aus Science-Fiction-Kurzgeschichten, die thematisch zusammenhängen. Zum Start des Imprints erscheinen „Ausblendung – Wege in die virtuelle Welt“ und „Massaker in Robcity“. Ebenfalls stellen wir eine zweite Buchreihe vor: Die Romanreihe „heise online Welten“.

Jürgen Rink, Chefredakteur c't, und Jürgen Kuri, stellvertretender Chefredakteur heise online, präsentieren die beiden Buchreihen und es werden Auszüge daraus gelesen. Der Eintritt kostet 8 Euro, Snacks und Getränke sind inklusive. Wer vorab reservieren möchte: [presse-hm@heise.de](mailto:presse-hm@heise.de).



```
import hashlib
import requests
while True:
    test_password = getpass.\
        getpass('Passwort:')
    if not test_password:
        break
    test_hash = hashlib.sha1(
        test_password.encode())\
        .hexdigest().upper()
    test_prefix = test_hash[:5]
    print('Ueber das Internet '
          'uebertragen wird: {}'.
          format(test_prefix))
    result = requests.get(
        'https://api.pwnedpasswords.com'
        '/range/{}'.format(test_prefix))
    num_hits = 0
    for line in result.text\
        .split('\r\n'):
        partial_hash, count = \
            line.split(':')
        if test_hash[5:] == partial_hash:
            num_hits = count
            break
    print('Das Passwort wurde '
          '{}-mal gefunden.\n'
          .format(num_hits))
```

Es benötigt Python 3 sowie das requests-Paket (pip install requests).

Herbert Vonhoegen

## Lightroom CC und Classic synchronisieren

Zum besseren Bild, Acht nichtdestruktive Foto-Entwickler für schnellen Workflow, c't 5/2019, S. 114

Sie schreiben zu Lightroom CC auf S. 118: „Leider lassen sich die Bibliotheken der beiden Lightroom-Varianten nicht sinnvoll in einem Workflow vereinen“. Diese Aussage ist falsch. Es ist ja gerade Sinn der Cloud-Integration, Verarbeitungsschritte auf angeschlossenen Rechnern zu synchronisieren und das funktioniert auch mit Lightroom Classic CC wunderbar. Erforderlich ist in Lightroom Classic CC in den Voreinstellungen im Reiter „Lightroom synchronisieren“ ein Eintrag des Speicherorts, der synchronisiert werden soll. In meinem Workflow sind ein PC, ein Laptop, zwei iPads und ein iPhone beteiligt. Egal welches Gerät ein Foto hinzufügt oder ändert oder löscht, auf allen anderen ist immer automatisch der gleiche Stand. Es wird also auch der lokale Katalog auf dem PC (Lightroom Classic) mit der Cloud-Datenbank (Lightroom CC) in beiden Richtungen abgeglichen.

Helmut Gross

*In dieser Richtung funktioniert das, die Lightroom-Classic-Bibliothek bekommen Sie aber umgekehrt nicht in die Cloud.*

## OCR ohne Wörterbuchtrick

Zwei Apps für die digitale Aktenablage, c't 5/2019, S. 110

Leider sind alle kommerziell verfügbaren OCR-Programme nur gut, wenn sie echte Sprache übersetzen können. Bei Digitalisierung von elektronischen Bauteilen und beispielsweise deren Seriennummern oder technischen Beschreibungen wird es richtig dünn. Je nach Schrifttyp und Bildqualität kommen sogar die großen Programme nur auf circa 70 Prozent sicher erkannte Zeichen, während gleichzeitig 100 Prozent gefordert werden. Das zeigt, wie schlecht OCR eigentlich funktioniert ohne Wörterbuchtrick.

neinhein

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Kein Dual-SIM

Superphones, High-End-Smartphones mit Dual-SIM und Mehrfachkameras im Vergleich, c't 5/19, S. 78

Anders als im Artikel angegeben lässt sich das Google Pixel 3 XL nicht mit eSIM und physischer SIM-Karte parallel betreiben.

### Maskierungswerkzeuge

Acht nichtdestruktive Foto-Entwickler für schnellen Workflow, c't 5/2019, S. 114

Die Tabelle weist aus, dass Darktable keine Maskierungswerkzeuge besitzt. Diese sind allerdings in jeder Palette unter dem Punkt „Überblenden“ vorhanden. Dort kann man die Einstellungen über Pinselwerkzeug, Ellipse, Pfad oder Verlauf maskieren.

## Wir freuen uns über Post

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

c't Forum

c't magazin

@ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

Anonyme Hinweise  
<https://heise.de/investigativ>





Einmalig verlängert  
bis 31.03.2019!

**1blu**

**Volle SSD-Power mit NVMe!**

**Homepage Express**

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

- > 2 Inklusiv-Domains
- > 100 GB SSD-Webpace
- > 75 GB zusätzlicher Onlinespeicher
- > 800 E-Mail-Postfächer
- > 80 GB E-Mail-Speicher
- > 80 FTP-Zugänge
- > 80 SSD-MySQL-Datenbanken, PHP 7.3

**2,49**  
€/Monat\*

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

**Preis gilt dauerhaft!**

\* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Es fällt keine Einrichtungsgebühr an. Vertragslaufzeit jeweils 6 Monate, jederzeit kündbar mit einem Monat Frist zum Vertragsende.

030 – 20 18 10 00 | nur unter **www.1blu.de/express**



# Ihre eigene Firmen App

## Starten Sie in die mobile Werbewelt

Seien Sie für Ihre Kunden immer präsent, egal ob unterwegs oder zuhause. Verbreiten Sie Ihre Neuigkeiten mit Push-Nachrichten in Echtzeit und kommunizieren Sie schnell und direkt mit Ihren Kunden.

Profitieren Sie vom Rundum-sorglos-Service für Ihre App von Heise.

Schon ab  
**69,- Euro**  
pro Monat



Mehr über Firmen Apps erfahren: [www.heise-apps.de](http://www.heise-apps.de)

Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.







Bild: Monika Skolimowska/ZB/dpa

# Das gesiebte Netz

## Auswirkungen des EU-Deals zur Copyright-Reform auf Content-Filter

**Künftig sind Betreiber wie YouTube dafür haftbar, wenn urheberrechtlich geschütztes Material auf ihren Plattformen verbreitet wird. Rechteinhaber freuen sich über höhere Zahlungen und Google könnte seine Monopolstellung durch Verbreitung seiner Content-Filter ausdehnen.**

Von Stefan Krempel

An einem Mittwochabend Mitte Februar stieg aus einem Beratungszimmer im EU-Parlament in Straßburg weißer Rauch auf: Zweieinhalb Jahre nachdem die EU-Kommission den Aufschlag gemacht hatte, verständigten sich Verhandlungsführer hinter verschlossenen Türen auf den Entwurf einer neuen Urheberrechtsrichtlinie. Zuvor hatte ein deutsch-französischer Kompromiss im Ministerrat den Weg dafür freigemacht. In sozialen Medien wurde daraufhin der

Untergang des freien Internets beklagt, während der parlamentarische Berichterstatter Axel Voss (CDU) das Aus für Wild-West-Methoden der US-Internetriesen verkündete. Was die Generation YouTube & Twitter mitsamt der Internetwirtschaft auf die Palme bringt, ist vor allem Artikel 13 der von den EU-Gremien vereinbarten Reform. Dieser dürfte Anwälte und Richter aufgrund vager Bestimmungen noch lange beschäftigen.

### Die wilde 13

Betroffen sind Provider, die „der Öffentlichkeit Zugang zu großen Mengen an urheberrechtlich geschützten Werken“ geben, die Nutzer hochgeladen haben. Dazu muss der Anbieter die Inhalte kuratieren und mit Gewinnabsicht vermarkten – beispielsweise über platzierte Werbung.

Der EU-Gesetzgeber stellt klar, dass Anbieter wie YouTube von Dritten hochgeladenen Content öffentlich wiedergeben und fortan dafür verantwortlich sind. Die Haftungsprivilegien aus der E-Commerce-Richtlinie gelten für sie nicht mehr. Das stellt einen Paradigmenwechsel dar: Bis-

lang hatte sich ein Plattformbetreiber allenfalls der Beihilfe zu Copyright-Verstößen schuldig gemacht. Nun gilt er als Täter und muss laut Artikel 13 die nötigen Lizenzen von den Rechteinhabern einholen.

Haben Provider eine Lizenz erhalten, sind laut Gesetzestext auch pauschal Handlungen von Nutzern abgegolten, die nicht gewerblich unterwegs sind und keine „bedeutenden Einnahmen“ erzielen. Ähnliches steht bereits im § 52 des deutschen Urheberrechtsgesetzes, der Privatleute schützt, die aus nicht gewerblichen Zwecken handeln. Das gilt jedoch nicht für größere kommerzielle YouTube-Kanäle: Wenn sie etwa einen Song zur Unterhaltung nutzen, müssen sie den Rechteinhaber dafür weiterhin vergüten. Der Entwurf lässt hier jedoch offen, wo die Schwelle zur kommerziellen Nutzung liegen soll.

Den Bemühungen, an die nötigen Lizenzen zu kommen, werden Grenzen gesetzt – wenn auch schwammige. Wenn Plattformbetreiber nachweisen, dass sie alle erdenklichen Anstrengungen unternommen haben, um eine Autorisierung zu erhalten, können sie für eine eventuelle Verletzung nicht mehr haftbar gemacht werden. Welche Urheber und Verwerter sie wann, wo und wie dafür alles kontaktieren sollen, bleibt jedoch offen. Wenn Rechteinhaber bereits Ansprüche nachgewiesen haben, müssen die Plattformbetreiber zudem Mechanismen nachweisen, die eine Verbreitung und weitere Uploads entsprechender Werke verhindern.

Eine generelle Pflicht, den Internetverkehr zu überwachen, gibt es nicht. Praktisch dürften die Vorschriften aber angesichts der Fülle von Beiträgen, die Nutzer sekundlich vor allem auf große Videoportale hochladen, auf eine automatisierte Kontrolle der Inhalte mit Upload-Filtern hinauslaufen. Allein auf YouTube landen pro Minute rund 450 Stunden an Bildmaterial.

### Wikipedia und Start-ups

Nicht betroffen sind nicht kommerzielle Dienste wie Online-Enzyklopädien, bildungsbezogene und wissenschaftliche Verzeichnisse, Betreiber von Cloud-Diensten für „die eigene Nutzung“, Entwicklungsplattformen für freie Software wie GitHub und reine Online-Marktplätze wie eBay.

Außen vor bleiben ferner Start-ups, die weniger als drei Jahre auf dem Markt sind und deren Jahresumsatz unter zehn Millionen Euro liegt. Erst wenn sie im



Monat auf über fünf Millionen Besucher kommen, müssen sie spätestens im folgenden Jahr alles in ihrer Macht stehende tun, um eine rechtswidrige Verbreitung von Inhalten zu verhindern. Der Bundesverband Deutsche Start-ups hält die Ausnahme für unzureichend: Gründern und ihren Firmen mit Wachstumsambitionen würden „Steine in den Weg gelegt“.

Beispielhafte Verfahrensregeln etwa für den Abschluss von Lizenzen und die Kooperation beim Löschen rechtswidrig hochgeladener Werkstücke sollen die Interessenvertreter gemeinsam mit der Kommission aushandeln. Die Mitgliedsstaaten haben zu gewährleisten, dass außergerichtliche Schiedsstellen verfügbar sind.

## Lobbyschlacht

Der an vielen Stellen unausgeglichene Kompromiss ruft viele Kritiker auf den Plan. IT-Branchenverbände warnen vor einer automatisierten Zensur mit unabsehbaren Folgen für die Meinungsfreiheit. Die Medienverbände und Produzentenvereinigungen befürchten dagegen, dass mit dem Deal zu viele Online-Portale aus der Verantwortung entlassen werden.

Da es um viel Geld geht, ließen sich beide Seiten ihre Lobby-Bemühungen etwas kosten. Die vom GEMA-Dachverband GESAC gegründete Koalition „Europe for Creators“ verschickte an die Büros der EU-Abgeordneten beispielsweise Karten mit Kondomen und dem Hinweis, dass man Schutzvorkehrungen auch bei „Tech-Giganten“ liebe. Der von US-Netzgrößen gegründete Verband Edima ließ wiederum Kleintransporter mit Plakaten gegen Artikel 13 über belebte Brüsseler Plätze fahren.

Beobachter vom „Corporate Europe Observatory“ halten dies für ein Paradebeispiel, wie ein „aggressives Lobbying von untereinander konkurrierende Industrien“ die öffentliche Debatte verzerre. Eingaben von Forschern, Verbraucherschützern und Menschenrechtlern seien in der lautstark geführten Auseinandersetzung untergegangen.

Zu den großen Verlierern und Gewinnern zugleich dürfte YouTube zählen. Die Google-Tochter wird einerseits alle nötigen Lizenzen erwerben müssen, die ihr Rechteinhaber anbieten. Das dürfte teuer werden. Andererseits verwendet das Portal mit Content ID schon lange ein Filtersystem, das Urheberrechtsverstöße erkennen soll. Google hat 100 Millionen US-

Dollar in die Technik investiert, wozu mittelgroße Plattformen kaum selbst in der Lage sein dürften. Die Kalifornier könnten so einen Reibach mit Lizenzen für ihre Filtersoftware machen.

## Unzureichende Content ID

Noch eignet sich das von Google entwickelte System aber nicht als technisches Schutzinstrument für Portalbetreiber im Sinne der Richtlinie. Es ist aktuell hauptsächlich auf Musik ausgerichtet, während das neue Gesetz sich auf alle Werkgattungen einschließlich Texte, Fotos, Filme und Live-Streams bezieht. YouTube speist bisher ferner nur Referenzen auf Songs ein, zu denen Rechteinhaber eine missbräuchliche Nutzung gemeldet haben. Damit die Software als universeller Upload-Filter infrage kommt, der bereits proaktiv Rechtsverletzungen aufspürt, muss Google sie noch kräftig ausbauen.

Speziell bei Satire sind Maschinen überfordert. Die Urheberrechtsnovelle verbietet Nutzern nun jedoch das Recht, Internet-Memes wie auch Parodien zu teilen und aus geschützten Werken zu zitieren. Wie Filteralgorithmen derlei legale von rechtswidrigen Nutzungen unterscheiden sollen, ist bislang ein technisch ungelöstes Problem. So hat Content ID etwa Katzenschnurren bereits genauso als falschen Copyright-Verstoß eingestuft wie weißes Rauschen. Unendlich lang ist die Liste mit Beschwerden von Nutzern, deren eigene Inhalte durch das Verfahren zumindest zeitweilig zu Unrecht gesperrt worden sind. Die Konzerne werden deshalb nicht darum herumkommen, mehr menschliche Content-Moderatoren einzustellen, um die Filterergebnisse der Algorithmen zu prüfen. Als Torwächtern

kommt ihnen eine zentrale Rolle zu, denn sie müssen bei ihren Beurteilungen auch kulturelle und soziale Besonderheiten berücksichtigen.

Technische Alternativen gibt es bislang nur wenige. Ein mit Content ID vergleichbares System hat Audible Magic entwickelt und an Kunden wie Facebook, SoundCloud oder Vimeo lizenziert. Über eine höhere gerechtfertigte Trefferquote und einen besseren Schutz der Meinungsfreiheit ist aber nichts bekannt. Deutsche Anbieter wie Ipoque konzentrieren sich auf Internet-Scanner für den Firmeneinsatz mit Deep Packet Inspection, bei der Netzpakete direkt durchleuchtet werden. Als Upload-Filter für Inhalteportale eigne sich dieses Verfahren jedoch nicht ohne Weiteres, erläuterte eine Sprecherin der zu Rohde & Schwarz gehörenden Firma: „Wir klassifizieren Verkehr zu YouTube zwar heuristisch, können weitere applikationsspezifische Metadaten und damit die Content ID aber nicht gewinnen.“ Dies liege daran, dass der Verkehr zu dem Portal in der Regel transportverschlüsselt sei.

Entscheidend werden also die kommenden Verhandlungen darüber sein, welche Maßnahmen zur Einhaltung von Artikel 13 als „Stand der Technik“ angesehen werden. Wenn es schlecht läuft, könnten die Befürchtungen der Kritiker wahr werden, dass künftig ein einzelner Konzern wie Google mit Content ID darüber entscheidet, was neben YouTube auch auf kleinen Plattformen hochgeladen werden darf und was nicht. Dann würde sich auch das Ansinnen der Befürworter von Artikel 13 ins Gegenteil verkehren, die monopolistische Machtstellung von Google, Facebook & Co. aufzubrechen.

(hag@ct.de) **ct**

In Köln demonstrierten Reformgegner. Obwohl Artikel 13 keine automatisierten Filter vorschreibt, fürchten sie eine Zensur der Internet-Monopolisten.



Bild: Torsten Klein

# Windows- Umzug

So gelingt der Rechnerwechsel  
ohne Neukonfiguration



<b>Vorbereitungen für den Windows-Umzug</b>	<b>Seite 14</b>
<b>Die schnellen Umzugswege</b>	<b>Seite 18</b>
<b>Der universelle Umzugsweg</b>	<b>Seite 22</b>
<b>FAQ: Aktivierung nach Umzug</b>	<b>Seite 26</b>



**Wenn ein neuer PC fällig ist, kann man Windows darauf sauber neu installieren oder das vorinstallierte Betriebssystem nutzen. Bequemer ist es freilich, einfach die vom alten PC vertraute Installation mitzunehmen. Dazu gibt es gleich mehrere Wege, die alle ihre Vor- und Nachteile haben.**

Von Axel Vahldiek

**M**an kommt einfach nicht drum herum: Irgendwann ist jeder PC zu alt, zu langsam, defekt oder nicht mehr schick genug, und dann wird er halt ersetzt. Mitunter muss auch ein zusätzliches Gerät her, etwa weil das 17-Zoll-Notebook fürs Sofa zwar prima taugt, man auf Reisen aber ein deutlich leichteres Gerät bevorzugt. Wenn dann auf dem alten und dem neuen PC gleichermaßen Windows laufen soll, kann man zwar das vorinstallierte Windows verwenden oder die Chance für einen Neustart mit einer sauberen, frischen Installation nutzen. Doch darin muss man erst mal wieder heimisch werden, sprich die nötigen Anwendungen installieren und konfigurieren, die Systemeinstellungen anpassen und die eigenen Dateien übertragen. Und allein schon angesichts des damit verbundenen Aufwands wünscht man sich schnell, stattdessen kurzerhand die alte Installation komplett auf den neuen PC übertragen zu können. Das ist zwar ebenfalls mit Aufwand verbunden, doch fällt der in den meisten Fällen viel geringer aus.

Den Umzug erledigen können Sie auf drei verschiedenen Wegen, die alle jeweils ihre eigenen Vorteile haben. Die Alternativen in Kurzform: Umbau der Festplatte, Umzug mit einem herkömmlichen Imager sowie Umzug mit unserem Sicherungsskript c't-WIMage. Der schnellste Weg ist der Umbau der Platte. Sofern die alte Platte in den neuen PC passt, idealerweise eine ausreichend dimensionierte und schnelle SSD ist sowie einige weitere Voraussetzungen erfüllt (dazu später mehr), ist die Gelegenheit in wenigen Minuten erledigt. Ein Umzug per Imager geht ebenfalls recht schnell und ist der richtige Weg, wenn die Platte nicht in den neuen PC passt oder darin aus anderen Gründen keine Verwen-

dung finden soll. Doch auch hier sind wieder einige Voraussetzungen zu erfüllen. Beiden schnellen Wegen gemeinsam ist, dass der Umzug so zwar oft problemlos klappt, aber eben leider nicht immer, und dann droht die Gefahr, dass man Stunden oder noch mehr Zeit damit verplempert, Lösungen für auf den ersten Blick unerklärliche Probleme zu finden. Mitunter sind dann sogar intime Kenntnisse der Partitionierung sowie der Boot-Mechanismen moderner Windows-PCs erforderlich.

Wer sich mit so etwas nicht herum-schlagen will, kann den dritten Weg einschlagen: Ein Umzug mit c't-WIMage erfordert zwar vorab einige vorbereitende Mausklicks und das Umziehen dauert länger, doch die meiste Zeit verbringen Sie dabei mit Warten statt mit Problemlösen, weil c't-WIMage von Haus aus diverse Hürden automatisch umgeht, die Sie sonst womöglich zu Fuß meistern müssten. Was Sie auch machen können: Erst mal einen der beiden schnellen Pfade beschreiten, und falls Probleme auftreten, auf den dritten ausweichen.

Der Artikel ab Seite 18 hilft bei der Entscheidung, welche der drei Vorgehens-

weisen für Sie die richtige ist. In diesem Beitrag geht es vorab erst mal um einige wenige Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit ein Umzug überhaupt gelingen kann (was meistens der Fall sein dürfte). Zudem geht es um die richtigen Vorbereitungen für den Umzug, die unabhängig vom später gewählten Weg erledigt sein sollten, damit alles reibungs- und vor allem risikolos klappt.

Noch ein Wort zu Windows 7: Die beiden schnellen Umzugsmethoden funktionieren damit an sich zwar genauso, doch die universelle per c't-WIMage leider nicht (Windows 7 fehlen einige technische Voraussetzungen dafür). Sie sollten sich aber einen Umzug auf neue Hardware auch schon deshalb gut überlegen, weil die Treiberversorgung für den Betriebssystem-Oldie in der letzten Zeit stark nachgelassen hat. Zudem läuft der Support für Windows 7 nicht einmal mehr ein Jahr lang: Am 14. Januar 2020 gibt es zum letzten Mal kostenlose Sicherheits-Updates. Wer der Windows-Welt treu bleiben will, sollte spätestens dann Windows 7 entweder vom Netz trennen oder auf eine höhere Version aktualisieren. Der Umstieg auf Windows 10 gelingt weiterhin gratis, und dann stehen auch wieder alle Umzugswege offen. Mehr zum Support-Ende für Windows 7 und zum Umstieg auf eine neuere Version lesen Sie in c't 2/2019 [1, 2].

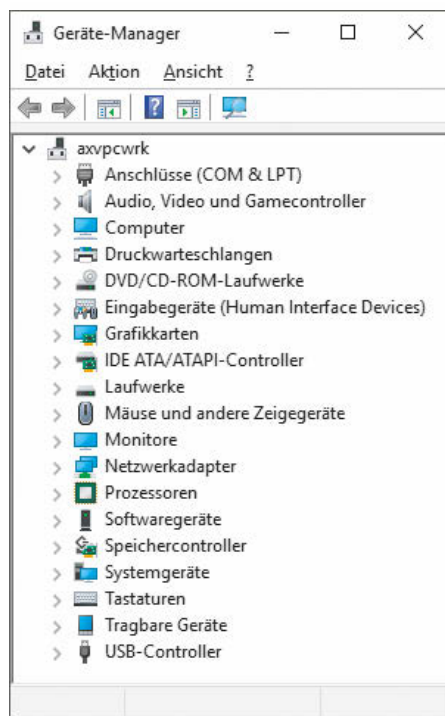
## Voraussetzungen

Auch wenn der Umzug einer Windows-Installation meist problemlos möglich ist, gibt es doch einige wenige Fälle, in denen er scheitern muss, nämlich dann, wenn der neue PC technisch gar nicht in der Lage ist, die alte Installation auszuführen. Wenn Sie beispielsweise ein Windows-

## Neue Platte statt neuer PC

Wenn Sie gar nicht den ganzen PC, sondern bloß die Festplatte/SSD tauschen wollen, ist der Umzug recht einfach. Dann helfen kostenlose Klon-Programme wie „Minitool Partition Wizard Free“, das auch in unserem c't-Notfall-Windows enthalten ist [5]. Vor allem bei einem Desktop-PC ist das einfach: Gehäuse aufschrauben, das neue Laufwerk zusätzlich anschließen und das Klon-Programm starten.

Bei Notebooks wird es jedoch komplizierter, weil sich nicht beide Laufwerke gleichzeitig einbauen lassen. Wenn Sie mit Windows 8.1 oder 10 arbeiten, können Sie c't-WIMage verwenden. Alternativ können Sie das neue Laufwerk in ein USB-Gehäuse stecken und das Betriebssystem darauf klonen. Bei einem Test externer Gehäuse fiel jedoch auf, dass dies nicht mit allen klappt. Details dazu finden Sie auf Seite 118. (ll@ct.de)



In vielen Fällen dürfte der Geräte-Manager nach dem Umzug Ihrer Installation auf den neuen PC und dem Herstellen der Internetverbindung ungefähr so aussehen: keine Fragezeichen zu sehen. Doch falls nicht, hilft die richtige Vorbereitung.

Gerät mit ARM-Architektur erwerben, können Sie darauf keine x86-Installation (weder 32 noch 64 Bit) übertragen – die Daten ließen sich zwar kopieren, doch bootet x86-Windows darauf nicht. Bei x86-Installationen kann auch die UEFI-Firmware eine Rolle spielen, die heutzutage in quasi jedem Mainboard steckt, doch das spielt meist nur dann eine Rolle, wenn Sie noch eine 32-Bit-Installation betreiben. Denn UEFI-Firmware gibt es in (selten) 32 und (meistens) 64 Bit, und im UEFI-Modus bootet nur das jeweilige Windows-Pendant. Das ist allerdings nur dann ein Problem, wenn sich im Setup der Firmware keine Option zum Aktivieren des BIOS-Kompatibilitätsmodus findet – dazu mehr im nachfolgenden Artikel.

Eine weitere Voraussetzung für das Gelingen des Umzugs ist, dass die alte Windows-Installation noch funktioniert. Das mag selbstverständlich klingen, doch wir sind schon selbst in die Falle getappt, dass nach einem Mainboard-Defekt das Umstöpseln des Systemlaufwerks in einen neuen PC nicht ausreichte, um wieder arbeitsfähig zu sein, weil sich erst im Nachhinein herausstellte, dass beim Abrauben

des Mainboards auch die Windows-Installation in Mitleidenschaft gezogen worden war.

Was ebenfalls selbstverständlich klingen mag: Der Umzug Ihrer Installation auf neue Hardware kann keine Windows-Probleme lösen. Wenn die Installation vor dem Umzug bereits vermurkt war, wird sie es danach ebenfalls sein – sofern der Umzug dann überhaupt gelingt. Rechnen Sie zudem damit, dass der Umzug an Problemen scheitern kann, von denen Sie jetzt noch gar nichts merken – beispielsweise ein Defekt der Windows-eigenen Hardwareerkennung oder der Nachladefunktionen für Treiber. Aber um es auch deutlich zu sagen: Wenn der Umzug an solchen Problemen scheitert, hat Ihre alte Installation ihre besten Zeiten ohnehin hinter sich und es wird Zeit für eine Neuinstallation.

## Vorbereitungen: Treiber

Ein Sprichwort sagt „Dreimal umgezogen ist so gut wie einmal abgebrannt“. Anders als bei einem Umzug in eine andere Wohnung können Sie beim Umzug von Windows aber dafür sorgen, dass Ihnen solche Gefahren eben nicht drohen. Auf Seite 17 finden Sie eine kleine Checkliste für die nötigen Vorbereitungen – keine Sorge, die Liste umfasst gerade mal vier Punkte. Das Folgende erläutert einige Details dazu.

Zuerst zu den Treibern: Dass der Umzug vor allem von Windows 8.1 und 10 in den meisten Fällen problemlos klappt, liegt an der im Vergleich zu Windows 7 verbesserten Hardwareerkennung: Moderne Windows-Versionen suchen bei jedem Hochfahren nach neuen Geräten und installieren passende Treiber. Sofern eine Netzwerkverbindung besteht, lädt Windows fehlende Treiber via Windows-Update nach, was oft so gut klappt, dass schon Minuten nach dem Umzug ohne jedes Zutun des Anwenders keinerlei Fragezeichen mehr im Geräte-Manager auftauchen.

Immer klappt es aber leider doch nicht, und manchmal findet Windows auch nur Treiber mit eher rudimentärem Funktionsumfang, sodass eine Grafikkarte zwar beispielsweise durchaus ein ansehnliches Bild auf das Display zaubert, Energiesparoptionen aber fehlen. Auch für Sondertasten in Notebooks und ähnliche Spezialfälle findet Windows nicht immer passende Treiber. Dann müssen Sie selbst tätig werden.

Erste Anlaufstelle ist dabei keineswegs immer der Hersteller jener Hard-

warekomponente, für die der Treiber fehlt. Bei Komplett-PCs und Notebooks suchen Sie stattdessen beim PC-Hersteller. Üblicherweise finden Sie auf dessen Homepage eine Rubrik wie „Treiber“, „Drivers“, „Support“ oder Ähnliches, wo Sie die nötigen Treiber sortiert nach Bauart finden. Manchmal gibt es ein Suchfeld, in das Sie die Gerätenummer eingeben können. Manche Hersteller stellen eine ausführbare Datei zum Download zur Verfügung, die nach dem Start selbstständig die Treiber herunterlädt und installiert. Nur bei Selbstbau-PCs sollten Sie Treiber direkt beim Hersteller der jeweiligen Hardware-Komponenten herunterladen.

Wenn Sie wollen, können Sie bereits vor dem Umzug ausprobieren, ob Sie wirklich alle nötigen Treiber beisammen haben. Installieren Sie auf der neuen Hardware eine Windows-10-Testversion, spielen Sie die Treiber ein und prüfen Sie, ob die Hardware damit wirklich so funktioniert, wie sie soll. Die Testversion können Sie bei Microsoft einfach herunterladen (siehe [ct.de/y45g](http://ct.de/y45g)), Sie benötigen keine separate Lizenz dafür. Sie läuft 90 Tage lang wie eine Vollversion, was zum Testen der Treiber völlig ausreicht. Doch gewöhnen Sie sich nicht zu sehr an diese Installation: Der Testzeitraum lässt sich nicht verlängern und die Installation lässt sich auch nicht in eine echte Vollversion umwandeln.

Wenn auf dem PC bereits eine Windows-Installation vorhanden ist, können Sie die Testversion parallel installieren. Das Umpartitionieren der Festplatte/SSD ist dafür nicht erforderlich, wenn Sie unser Skript `c't-Win2VHD` verwenden: Es verfrachtet die Testversion in eine virtuelle Festplattendatei (VHD), aus der das Test-Windows anschließend bootet. Abgesehen von der zusätzlichen VHD nutzt diese Installation durchgängig die echte Hardware, taugt zum Testen der Treiber also genau wie eine herkömmliche Installation. Lesen Sie bitte vor dem Einsatz des Skripts unbedingt unsere Anleitung [3].

## Kopiergeschützte Software

Wenn Sie Kaufsoftware verwenden, die durch Kopierschutzmaßnahmen eine Vervielfältigung verhindert, müssen Sie damit rechnen, dass dieser „Schutz“ beim Umzug Probleme verursacht. Ob das wirklich der Fall sein wird, hängt dabei vom Einzelfall ab und lässt sich kaum vorher-sagen. Gute Karten haben Sie, wenn der „Schutz“ daraus besteht, einen Lizenzschlüssel oder Nutzernamen und Passwort



eingeben zu müssen – diese Daten brauchen Sie nach dem Umzug oft nur erneut einzugeben. Es gibt auch Fälle, bei denen Sie Ihre Lizenz nach einer Anmeldung auf der Website des Anbieters verwalten können. Falls Ihre Software eine Aktivierung benötigt, prüfen Sie vor dem Übertragen Ihrer Installation, ob ein zwischenzeitliches Deaktivieren erforderlich ist. Falls die Online-Aktivierung scheitert, kann man sie mitunter telefonisch erledigen.

Eine Garantie, dass der Umzug von Kaufsoftware klappt, gibt es aber nicht. Selbst das Übertragen einer sektorgenaugen Komplettkopie Ihres alten Systemlaufwerks auf den neuen PC mag nicht immer reichen, denn es gibt beispielsweise Kopierschutz (etwa bei Windows 10 selbst), bei dem während der Aktivierung eine Hardware-Prüfsumme beim Hersteller hinterlegt wird, und die Prüfsumme des neuen PC stimmt damit natürlich nicht überein.

Letztlich gilt bei allen diesbezüglichen Unsicherheiten: Fragen Sie im Zweifel beim Hersteller der Software nach.

## Aktivierung

Da sich bei einem Umzug die Hardware ändert, will Windows anschließend erneut aktiviert werden. In vielen Fällen erledigt das Betriebssystem das allerdings von allein. Ob das bei Ihnen auch der Fall ist, können Sie in der Systemsteuerung unter „System“ nachschauen – der schnellste Weg dorthin ist die Tastenkombination Windows+Pause.

Falls Windows sich nicht automatisch aktiviert, reicht es üblicherweise aus, einfach den Installationsschlüssel erneut einzugeben und zu aktivieren. Bei System-Buildern, Voll- und Upgrade-Lizenzen aller infrage kommenden Windows-Versionen liegt der Installationsschlüssel der Packung bei. Falls Ihre Installation ursprünglich mal Windows 7, 8 oder 8.1 war und zwischenzeitlich per Gratis-Upgrade auf Windows 10 aktualisiert wurde, müssen Sie den Schlüssel der alten Windows-Version eingeben.

Bei Bedarf finden Sie weitere Tipps rund um die Aktivierung nach einem Windows-Umzug in einer FAQ auf Seite 26 in dieser Ausgabe.

## Image!

Bevor Sie mit dem Umzug starten, sollten Sie unbedingt noch eines machen: ein Image ziehen und sicher etwa auf einem externen Laufwerk verwahren. Wovon,

hängt vom geplanten Weg ab. Wenn Sie die Festplatte umstecken wollen, sollten Sie vorher (!) von der Installation darauf ein Image ziehen, denn nach dem Umbau lernt Ihre Windows-Installation neue Hardware kennen, und sollte dabei etwas schiefgehen, könnte Ihre Windows-Installation so in Mitleidenschaft gezogen werden, dass sie auch nach dem Rückbau des Laufwerks in die alte Hardware Probleme verursacht. Solche Fälle sind zwar ausgesprochen selten, doch diese Aussage hilft Ihnen nichts, falls Sie einer der wenigen sind, den es eben doch trifft.

Falls Sie per herkömmlichem Imager oder c't-WIMage umziehen, erstellen Sie im Zuge dessen ohnehin eine Sicherheitskopie Ihrer Installation. Sollte auf dem Ziel-PC eine Windows-Installation vorinstalliert sein, sollten Sie diese allerdings ebenfalls sichern, und zwar nicht nur, um auf eventuelle Schwierigkeiten beim Umzug vorbereitet, sondern auch, um für die Zukunft gewappnet zu sein: Auch der neue PC wird irgendwann zum alten, und wenn Sie ihn dann weitergeben wollen, können Sie einfach das Image der Vorinstallation zurückspielen und ihn so wieder in den Auslieferungszustand zurückversetzen.

Verwenden Sie zum Sichern der Vorinstallation des neuen PCs unbedingt einen herkömmlichen Imager, und zwar auch dann, wenn der Umzug selbst per c't-

WIMage passieren soll. Denn zum Auslieferungszustand gehört auch die vom Hersteller konfigurierte Partitionierung der Festplatte, und die sichert c't-WIMage im Unterschied zu einem herkömmlichen Imager nicht. Welchen Imager Sie verwenden, ist an sich erst mal egal, nehmen Sie einfach den, den Sie eh besitzen. Keiner vorhanden? Im c't-Notfall-Windows 2019 steckt eine Spezialversion von Drive Snapshot, mit dem Sie Images bis Ende 2019 erstellen und zeitlich unbegrenzt zurückspielen können [5]. Falls Sie wissen wollen, was es sonst noch so für Imager gibt: Einen Vergleichstest von solchen Backup-Programmen hat c't zuletzt in [6] veröffentlicht.

**Tipp:** Räumen Sie vor dem Erstellen von Images den Download-Ordner auf, um Platz und Zeit zu sparen. Aus dem gleichen Grunde empfiehlt sich auch der Aufruf der Datenträgerbereinigung vorab; Tipps dazu finden Sie bei Bedarf in [7]. Spieler können die Bibliotheken beziehungsweise Standard-Installationsordner von Steam, Origin, Uplay & Co. vorübergehend auf ein externes Laufwerk auslagern, dazu alle Spiele beenden und dann die Daten einfach im Explorer verschieben. Den Standard-Ordner passen Sie anschließend in den Einstellungen des Spiele-Clients an.

## Und los!

Sind alle Vorbereitungen abgeschlossen, kann es an den Umzug gehen. Die nachfolgenden Beiträge helfen bei der Wahl des richtigen Weges und erläutern die jeweils nötigen Handgriffe, damit Sie sich möglichst schnell und stressfrei auf dem neuen PC so heimisch wie auf dem alten fühlen können. (axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Die Lunte brennt, Das letzte Support-Jahr für Windows 7 – jetzt handeln, c't 2/2019, S. 28
- [2] Axel Vahldiek, Abschieds-Kick, Was Sie beim Support-Ende für Windows 7 in einem Jahr tun können, c't 2/2019, S. 34
- [3] Axel Vahldiek, Versuchslabor, Zweit-Windows per Drag & Drop, c't 2/2017, S. 88
- [4] Jan Mahn, Wollen Sie ein W kaufen?, Billige Windows-Keys ab 3,99 Euro: Ist das legal?, c't 1/2019, S. 96
- [5] Axel Vahldiek, Erstkontakt, Tipps zum Umgang mit dem c't-Notfall-Windows, c't 22/2018, S. 76
- [6] Jan Schüßler, Sicherheitsnetze, Backup-Programme für Windows, c't 8/2018, S. 122
- [7] Axel Vahldiek, Schrumpfen per Knopfdruck, Die Windows-eigene Datenträgerbereinigung, c't 8/2018, S. 70

**Windows-10-Testversion:** [ct.de/y45g](http://ct.de/y45g)



Ein Sprichwort sagt „Dreimal umgezogen ist so gut wie einmal abgebrannt“, doch mit der richtigen Vorbereitung können Sie solche Horroszenarien beim Umzug von Windows zuverlässig ausschließen.



# Schnell nach drüben

## Windows-Umzug: Die schnellen Wege

**Im Idealfall ist ein Windows-Umzug in wenigen Minuten erledigt und die nötigen Handgriffe sind relativ simpel. Man sollte aber wissen, worauf man sich einlässt, denn in manchen Fällen empfiehlt es sich, doch besser einen längeren Weg zu beschreiten.**

Von Axel Vahldiek

**E**rfüllt die Hardware die nötigen Voraussetzungen für einen Umzug Ihrer Windows-Installation und Sie haben die kurze Vorbereitungs-Checkliste im Beitrag auf Seite 17 in dieser Ausgabe abgearbeitet? Dann kann der Umzug starten, wahlweise per Umbau der Festplatte, mit einem herkömmlichen Imager oder – langsamer, aber auch problemloser – mit unserem Sicherungsskript c't-WIMage. Dieser Beitrag hilft bei der Wahl des richtigen Weges: Die kleine Tabelle auf Seite 19 zeigt die Auswahlkriterien auf einen Blick, das Nachfolgende erläutert die Details. Am Ende des Artikels finden Sie Kästen mit den Zusammenfassungen der

nötigen Handgriffe für die beiden schnellen Wege. Dem Umzug mit c't-WIMage haben wir einen separaten Artikel auf Seite 22 spendiert.

### Auswahlkriterien

Welcher Weg zum Umziehen von Windows für Sie der richtige ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab, von denen einige selbsterklärend sind: Einem Umbau des Systemlaufwerks aus dem alten PC in den neuen steht dann nichts im Weg, wenn die Hardware das zulässt. Das ist aber nicht immer der Fall: Eine 3,5-Zoll-Desktop-Festplatte lässt sich in kein Tablet einbauen. Doch selbst wenn der Einbau mecha-

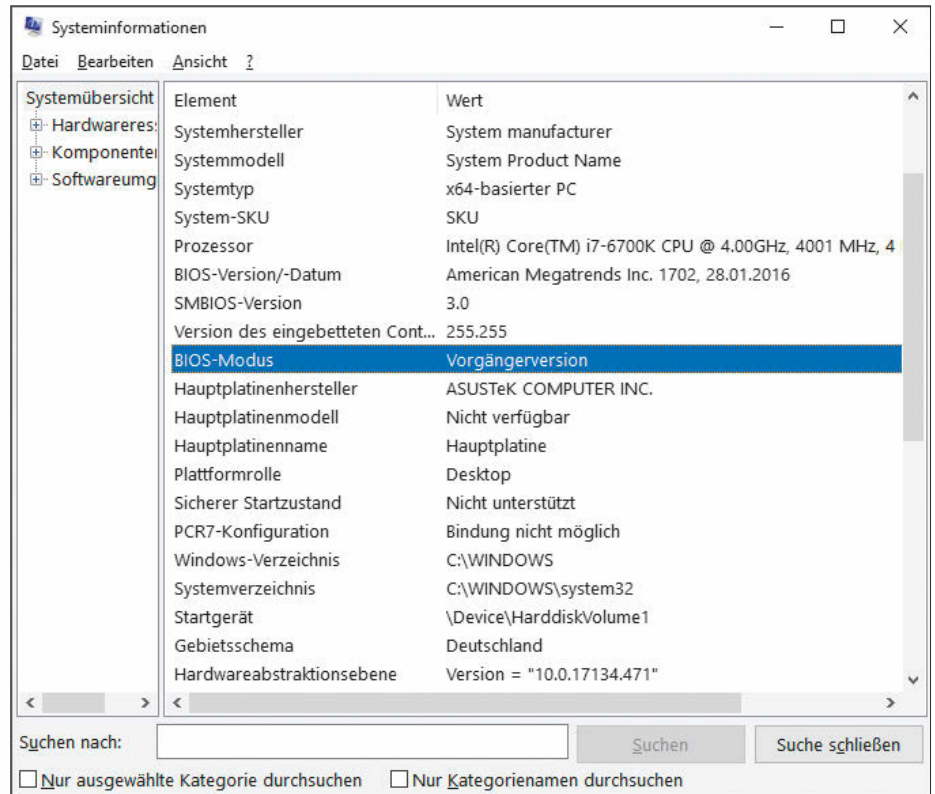


nisch gelingt (was mitunter schon daran scheitert, dass sich das Gerät nicht zerlegen lässt), ist das noch kein Garant für einen erfolgreichen Umzug. Es gibt Notebooks, in denen sich nur bestimmte Laufwerke betreiben lassen, weil die Firmware partout nur ausgewählte Modelle erkennen will. Wenn der Umbau des Laufwerks aus welchen Gründen auch immer nicht infrage kommt, stehen Ihnen aber immer noch die anderen beiden Umzugswege offen.

Was nicht so selbsterklärend ist: Die Firmware des neuen Mainboards spielt bei zwei der Umstiegsmethoden eine wichtige Rolle beim Umzug. Während alte PCs noch ein herkömmliches BIOS besitzen, enthalten quasi alle auch nur halbwegs aktuellen Mainboards eine UEFI-Firmware. Die kann in den meisten Fällen allerdings ein BIOS emulieren, und zwar mit einem Compatibility Support Module (CSM). Ist das aktiviert, nutzt die Firmware zum Starten des PC keine UEFI-, sondern herkömmliche BIOS-Mechanismen. Es gibt allerdings Mainboards, in deren BIOS-Setup sich kein CSM aktivieren lässt. Eine c't-FAQ zu UEFI und seinen Nebenwirkungen finden Sie in [1]. Unter Windows kann man mit dem Bordwerkzeug msinfo32.exe abfragen, ob das Betriebssystem im UEFI- oder BIOS-Modus gestartet ist: Der Wert des Elements „BIOS-Modus“ zeigt entweder „UEFI“ oder „Vorgängerversion“ (also BIOS/CSM).

Welche Mechanismen die Firmware zum Starten nutzt, hat Auswirkungen auf die Partitionierung des Systemlaufwerks sowie auf den Windows-Bootloader. Die Spezifikation sieht vor, dass Windows im UEFI-Modus nur dann von einem eingebauten Laufwerk bootet, wenn es GPT-partitioniert ist und der Bootloader sich auf einer FAT32-formatierten Partition befindet. Im BIOS-Modus muss das Laufwerk hingegen das MBR-Partitionsschema besitzen. Es gibt zwar Mainboards, deren Firmware sich nicht an die Spezifikation hält, doch ist das eher die Ausnahme als die Regel.

Die Auswirkungen auf Ihren Umzug: Falls der alte und der neue PC unterschiedliche Mechanismen zum Booten verwenden, müssen Sie den neuen PC während des Umzugs die Partitionierung sowie den Bootloader anpassen. Nur wer sich das zutraut, kann auch in einem solchen Fall wahlweise den Umbau der Platte oder den Umzug mit einem herkömm-



Wenn der neue PC die gleichen Boot-Mechanismen wie der alte verwenden kann (also beide entweder per UEFI oder aber klassisch booten), erhöht das die Chance auf einen reibungslosen Umzug per Plattenumbau oder Imager.

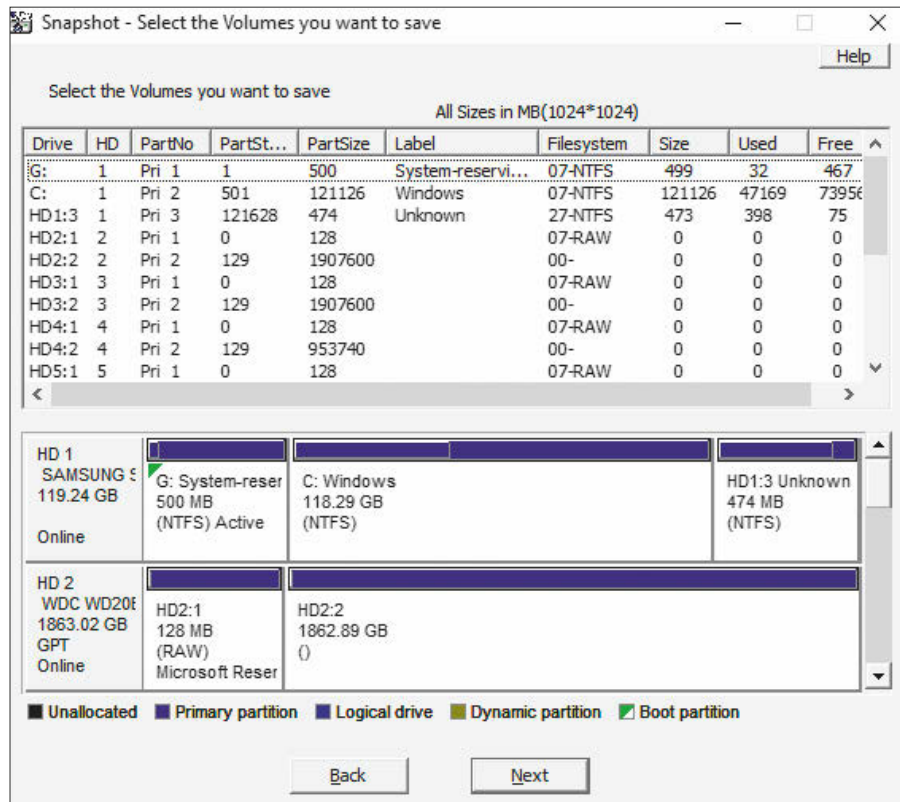
## Auswahlkriterien für die Umzugsmethode

	Welche Methode eignet sich wann?		
	Laufwerk umbauen	Imager	c't-WIMage
<b>Betriebssystem</b>			
Windows 7	✓ <sup>1</sup>	✓ <sup>1</sup>	–
Windows 8.1	✓	✓	✓
Windows 10	✓	✓	✓
<b>Hardware</b>			
Festplatte lässt sich in den neuen PC einbauen	✓	✓	✓
Festplatte lässt sich in den neuen PC nicht einbauen	–	✓	✓
<b>Mainboard-Firmware</b>			
Beide PCs booten entweder im UEFI- oder im BIOS-Modus	✓	✓	✓
Ein PC bootet im BIOS-, einer im UEFI-Modus	–	–	✓
Umzug möglich ohne Kenntnisse über UEFI	– <sup>2</sup>	– <sup>2</sup>	✓
<b>Partitionierung</b>			
Partitionierung soll erhalten bleiben	✓	✓	–
Partitionierung soll ersetzt werden	–	–	✓
Umzug möglich ohne Kenntnisse über Partitionierung	✓	– <sup>2</sup>	✓
<b>Laufwerksgröße</b>			
Umzug auf größeres Laufwerk	entfällt	✓ <sup>3</sup>	✓
Umzug auf kleineres Laufwerk	entfällt	je nach Imager	✓
<b>Aufwand</b>			
zusätzliche Hardware erforderlich	–	USB-Laufwerk	USB-Laufwerk
Zeitaufwand	gering	mittel	hoch

<sup>1</sup> sofern noch Treiber für neuen PC verfügbar

<sup>2</sup> in Ausnahmefällen doch möglich

<sup>3</sup> Nutzbarkeit der vollen Laufwerksgröße hängt von BIOS, Partitionierung und Imager ab



Mit einem Imager zieht man am besten alle Partitionen auf einen Schlag um, denn sonst sind fortgeschrittene Kenntnisse über die Partitionierung erforderlich – sofern der Umzug dann überhaupt klappt.

lichen Imager in Betracht ziehen. Sie können einen der beiden Wege aber auch auf gut Glück probieren, wenn Sie bereit sind, bei Bedarf wieder von vorn anzufangen.

Die Alternative ist c't-WIMage: Damit brauchen Sie sich weder mit der Firmware noch mit dem Partitionierungsschema noch mit dem Bootloader herumzuschlagen. Anders als bei den anderen Methoden können Sie hiermit also problemlos eine BIOS-Installation sogar auf ein Nur-UEFI-System umziehen. Die Bequemlichkeit erkaufen Sie sich zwar mit zusätzlichen Zeitaufwand, doch besteht der zum größten Teil bloß aus Warten.

## Partitionen

Abgesehen vom Partitionierungsschema selbst spielt auch die Aufteilung des Systemlaufwerks in einzelne Partitionen eine Rolle. Während beim Umbau der Platte alles erhalten bleibt, müssen Sie beim Umzug per Imager entscheiden, welche Partitionen auf den neuen PC umziehen sollen. Noch anders bei c't-WIMage: Das Skript interessiert sich nicht für Partitionen, sondern sichert stattdessen alle Dateien und Ordner Ihrer Windows-

Installation. Beim Aufspielen auf den neuen PC erhält das Laufwerk eine zur Firmware-Einstellung passende Standardpartitionierung wie bei einer Neuinstallation, sprich mit allem, was nötig ist, aber eben auch nicht mehr.

Was für Sie das Richtige ist, hängt von der Ausgangslage ab: Wenn Sie alle Partitionen mitnehmen wollen, scheidet c't-WIMage aus. Wenn Sie hingegen die Chance ergreifen wollen, die vom OEM-PC-Hersteller bei der Vorinstallation des alten Windows vorgegebenen platzverschwendenden Zusatz-Partitionen loszuwerden, ist c't-WIMage das Richtige für Sie. Die zusätzlichen OEM-Partitionen enthalten üblicherweise Wiederherstellungsmechanismen, doch die brauchen Sie nicht mehr, sobald Sie ein Image gezogen haben – dann haben Sie ja das für den Notfall. Aufpassen sollten Sie allerdings, ob es eine weitere Partition mit Installationspaketen für Treiber und Software gibt. Die ist üblicherweise im Explorer mit einem eigenen Laufwerksbuchstaben zu sehen. Kopieren Sie die Daten einfach auf eine USB-Platte, dann ist auch diese Partition überflüssig.

Sofern Sie nicht einfach die Platte umbauen, gibt es noch etwas, was die Entscheidung beeinflusst, nämlich die Frage, ob sich die Speicherkapazitäten der alten und der neuen Platte unterscheiden. Wenn Sie c't-WIMage verwenden, reduziert sich das Problem aber darauf, ob die umzuziehende Datenmenge auf die neue Platte passt – falls ja, spielen die Laufwerksgrößen keine Rolle und Ihnen steht nach dem Umzug der komplette Platz auf der Platte zur Verfügung.

Anders beim Imager: Wenn Sie alle Partitionen auf einen Schlag umziehen, stellt er diese üblicherweise in genau der Größe wieder her, die sie auch auf dem alten PC hatten. Wenn Sie die Partitionen einzeln wiederherstellen, können manche Imager die Systempartitionsgröße anpassen. Zu denen, die es können, gehören nicht nur kostenpflichtige wie Acronis TrueImage, sondern auch der kostenlose „Veeam Agent for Microsoft Windows free“. Auch die Spezialversion von Drive Snapshot, welche Bestandteil unseres c't-Notfall-Windows ist [2], beherrscht das Anpassen. Doch diese Imager sind in diesem Fall allesamt nicht trivial zu bedienen, denn Sie müssen dann jede Partition einzeln auf dem neuen PC einspielen, und das erfordert das sichere Identifizieren aller Partitionen. Und Sie werden es bei der Gelegenheit mitunter mit Partitionen zu tun bekommen, von denen Sie in der Datenträgerverwaltung unter Windows noch nie etwas gesehen haben. c't-Artikel vermitteln bei Bedarf das nötige Wissen [3, 4, 5], doch wenn Ihnen das alles zu kompliziert ist, sind Sie mit c't-WIMage in diesem Szenario besser bedient.

Wie der Umzug selbst je nach gewähltem Weg verläuft, lesen Sie in den Kästen in diesem Artikel. Ausnahme ist c't-WIMage: Unserem Sicherungsskript widmet sich der nachfolgende Artikel.

(axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Christof Windeck, FAQ: UEFI-BIOS, c't 22/2018, S. 114, auch online unter [ct.de/-4183755](http://ct.de/-4183755)
- [2] Stephan Bäcker, Peter Siering, c't-Notfall-Windows 2019, Im Handumdrehen ein Notfallsystem auf Windows-Basis bauen, c't 22/2018, S. 70
- [3] Axel Vahldiek, Vielfach unterteilt, Die Partitionierung moderner Windows-PCs, c't 5/2018, S. 146
- [4] Axel Vahldiek, Plattenteiler, Partitionieren mit Windows-Bordmitteln – Teil 1: Datenträgerverwaltung, c't 2/2018, S. 154
- [5] Axel Vahldiek, Tipp-Schnippler, Partitionieren mit Windows-Bordmitteln – Teil 2: Diskpart, c't 3/2018, S. 144
- [6] Axel Vahldiek, Erstkontakt, Tipps zum Umgang mit dem c't-Notfall-Windows, c't 22/2018, S. 76



## Umzug per Imager

Mit der richtigen Vorbereitung kann der Umzug Ihrer Windows-Installation von einem PC zum anderen mit einem herkömmlichen Imager eine ziemlich simple Sache sein: Stellen Sie zuerst sicher, dass alle in den Artikeln auf Seite 14 und 18 genannten Voraussetzungen erfüllt und die Vorbereitungen abgeschlossen sind. Konfigurieren Sie das BIOS-Setup des neuen PC so, dass er genauso bootet wie der alte, beide also entweder UEFI- oder BIOS-Mechanismen (CSM) nutzen.

Als Nächstes ziehen Sie das Image. Welchen Imager Sie verwenden, ist letztlich Geschmackssache. Wer das c't-Notfall-Windows 2019 verwendet, besitzt bereits einen Imager: Drive Snapshot. Sichern Sie die Installation am besten auf eine externe Festplatte. Das können Sie

bei laufendem Windows erledigen, zum Sichern brauchen Sie also nicht extra vom Notfallsystem zu booten. Empfehlung: Sichern Sie alle Partitionen. Detaillierte Schritt-für-Schritt-Anleitungen finden Sie bei Bedarf in [6].

Zum Wiederherstellen brauchen Sie ein Rettungsmedium, vom dem Sie den Ziel-PC booten können. Mit unseren Notfall-Windows sind Sie auch hier wieder fein raus, in [6] finden Sie auch Schritt-für-Schritt-Anleitungen zum Wiederherstellen. Wenn es platzmäßig passt, sollten Sie das Image mit auf dem Rettungsmedium ablegen. Sonst brauchen Sie später womöglich zwei USB-Anschlüsse: einen fürs Rettungsmedium (sofern das keine DVD ist) und einen für die externe Festplatte mit dem Image. Wenn Sie das

Notfall-Windows verwenden, besteht dieses Problem aber nicht: Nach dem Hochfahren starten Sie Drive Snapshot, danach können Sie den Notfall-Windows-Stick abziehen und die Platte mit dem Image anstöpseln.

Beim Zurückspielen sollten Sie alle Partitionen auf einen Schlag auswählen oder „ganzes Laufwerk“ wählen (wie die Menüpunkte jeweils heißen, hängt vom Imager ab). Stellen Sie aber vorher sicher, dass sich auf dem Ziellaufwerk nichts Wichtiges mehr befindet, und entfernen Sie vorsichtshalber alle anderen Laufwerke. Nach dem Zurückspielen brauchen Sie den neuen PC nur noch zu starten, unter Windows die fehlenden Treiber nachzuinstallieren und Windows zu aktivieren, dann ist der Umzug erledigt.

## Umzug per Plattentausch

Sofern die Hardware mitspielt, geht der Umzug einer Windows-Installation flott von der Hand: Man schraubt die Festplatte oder SSD mit der Systempartition aus dem alten PC in den neuen. Windows 10 (und auch 8) bootet fast immer problemlos auch auf einem neuen Mainboard, sofern der Startmodus des UEFI-BIOS passt: Liegt der Bootloader auf einem Datenträger mit Master Boot Record (MBR), ist der BIOS-kompatible Bootmodus richtig (mit Compatibility Support Module, CSM). Bei einem GPT-Datenträger muss es der UEFI-Startmodus sein. Bei den meisten Desktop-PCs lässt sich der Bootmodus im BIOS-Setup passend einstellen.

Wer das Risiko beim Umtopfen weiter senken will, kontrolliert vorher im Geräte-Manager, welchen Treiber Windows für den SATA-Controller im Chipsatz verwendet. Problemlos klappt mit dem „Standardmäßigen SATA AHCI-Controller“ mit der Treiberdatei storahci.sys. Ist Intels RST-Treiber IASTor.sys installiert, gelingt aber auch der Wechsel zwischen Mainboards mit unterschiedlichen Intel-Chipsätzen fast immer – nur manchmal nicht von Intel zu AMD.

Probleme drohen bei sehr alten Wirtssystemen, die noch an IDE-kompa-

tiblen SATA-Controllern hängen. Neue Mainboards kennen diesen Betriebsmodus nicht mehr. Problematisch kann auch der Umzug eines RAID aus mehreren Platten sein.

Außerdem muss die alte Platte oder SSD in den neuen PC passen und dort auch Anschluss finden: Eine 3,5-Zoll-Platte ist zu groß für Mini-PCs und Notebooks mit 2,5-Zoll-Schächten. Manches flache Notebook verlangt Laufwerke mit maximal sieben statt neun Millimetern Bauhöhe, selten sogar mit nur fünf Millimetern.

Noch komplizierter wird es bei SSDs in Kartenbauform, also mSATA, M.2 und PCI Express (PCIe). Die lassen sich nur umstecken, sofern der neue Wirtscomputer eine passende Steckfassung hat. Bei M.2 lauert die zusätzliche Tücke, dass es diese SSDs sowohl mit SATA- als auch mit NVMe- beziehungsweise PCIe-Controller gibt. Hier hilft dann nur das ausführliche Studium von SSD-Datenblatt und Mainboard-Handbuch, um die Kompatibilität zu ergründen. Und beim Booten von einer NVMe-SSD muss das BIOS mitspielen: Das funktionierte bei der ersten Generation von Mainboards mit M.2-Fassung nicht immer problemlos. Um eine

NVMe-SSD zu kopieren, benötigt man ein Mainboard mit freier M.2-Fassung oder eine PCIe-Adapterkarte. Der bisher einzige lieferbare USB-NVMe-Adapter hilft nicht weiter: Der dabei verwendete Bridge-Chip Jmicron JMS583 arbeitet ausschließlich mit 4K-Sektoren, kann also eine bereits befüllte M.2-SSD meistens nicht auslesen.

Schlechte Karten hat man bei superflachen Notebooks und Mini-PCs mit fest verlötetem Flash-Speicher. Das trifft sowohl High-End-Geräte mit NVMe-SSDs oder proprietären Apple-SSDs (MacBook) als auch Billig-Notebooks mit eMMC-Flash.

Wer einen neuen PC anschafft und Risiken bei künftigen Umzügen lieber vermeiden möchte, kann vorbeugen – nach dem KISS-Prinzip „Keep it simple, stupid“: Bei einem Desktop-PC mit 2,5-Zoll-SATA-SSD, UEFI-Bootmodus und SATA-AHCI- oder Intel-RST-Treiber stehen die Chancen am besten, dass man auch in einigen Jahren ein Neugerät nachkaufen kann, in das diese SSD noch passt. Ab 2020 wird nämlich zunehmend neue Hardware erwartet, die kein CSM mehr mitbringt, den BIOS-kompatiblen Startmodus also nicht mehr kennt. (ciw@ct.de)



# Starker Helfer

## PC-Umzug mit c't-WIMage

**Statt eines herkömmlichen sektorbasierten Images erzeugt c't-WIMage aus Ihrer Windows-Installation einen Installationsdatensatz, der all Ihre Daten, Anwendungen und Einstellungen enthält und sich auf quasi beliebiger Hardware wiederherstellen lässt. So gelingt der PC-Umzug ohne UEFI- und Partitionierungsfickelei.**

**Von Axel Vahldiek**

**M**it einem herkömmlichen Imager kann man zwar schnell eine Windows-Installation von einem auf einen anderen PC übertragen, doch mitunter stolpert man dann über Probleme mit der Partitionierung der Festplatte/SSD oder mit der UEFI-Firmware moderner Mainboards. Dann hilft c't-WIMage weiter. Das Sicherungsskript wurde eigentlich erfunden, damit Sie Ihre Windows-Installation im Notfall leicht wiederherstellen können, doch weil das Wiederherstellen auf quasi beliebiger Windows-tauglicher Hardware gelingt, eignet es sich auch bestens für den Windows-Umzug von PC zu PC. Unser Sicherungsskript erzeugt einen Installationsdatensatz, der den Inhalt Ihrer Windows-

Partition enthält – mitsamt aller Programme, Einstellungen und Daten sowie aller NTFS-Besonderheiten wie Zugriffsrechte, EFS-Dateiverschlüsselung, Reparse Points und so weiter. Das Sichern erledigt das Skript nicht wie ein herkömmlicher Imager sektor-, sondern dateibasiert. Heraus kommt etwas, was Microsoft dennoch als Image bezeichnet. Und so ähnlich fühlt es sich auch an: Den Installationsdatensatz spielen Sie einfach auf dem neuen PC auf, fertig ist der Umzug. Das Ganze funktioniert mit allen Windows-Versionen und -Editionen ab 8.1.

Zum Aufspielen des Images kommt ein auf den ersten Blick überraschendes Programm zum Einsatz: das Windows-Setup-Programm. Das macht letztlich nichts anderes, als ein Image einer Windows-Installation auf die Festplatte zu schreiben und mit einem Bootloader zu versehen. Der wesentliche Trick von c't-WIMage besteht darin, dem Windows-Setup-Programm das Image Ihrer Windows-Systempartition mit allem, was dazu gehört, unterzuschieben. Weil sich das Setup-Programm selbst sowohl um die Partitionierung als auch um den Boot-



loader kümmert, brauchen Sie sich damit nicht herumzuschlagen. Das Ganze ist übrigens kein böser Hack, sondern von Microsoft genau dafür vorgesehen – auch wenn es eigentlich für PC-Hersteller gedacht ist, die auf diese Weise ihre PCs mit angepassten Windows-Vorinstallationen versorgen.

## Man nehme ...

Für den Umzug benötigen Sie ein USB-Laufwerk, auf das das Image Ihrer Systempartition passt. Dank Kompression und weil beim Umzug nutzlose Riesendateien wie die Auslagerungs- und die Ruhezustandsdatei nicht mitgesichert werden, braucht das Image üblicherweise nicht mal die Hälfte des Platzes, den Ihre Installation auf der Platte belegt, wobei der genaue Wert jeweils vom Einzelfall abhängt und sich nicht genau vorhersagen lässt. Sofern Sie Windows 10 ab Version 1709 umziehen wollen, ist es egal, ob Sie einen USB-Stick oder eine USB-Platte verwenden, der Umzug älterer Windows-10-Versionen sowie von 8.1 erfordert eine USB-Platte.

Das USB-Laufwerk dient bei c't-WIM-Image nicht nur als Speicherplatz für das Image, sondern auch als bootfähiges Wiederherstellungslaufwerk. Die Minimalgröße beträgt 64 GByte. Um beliebig sowohl im UEFI- als auch im BIOS-Modus booten zu können, ist die Größe auf 2 TByte beschränkt. Größere Platten lassen sich zwar einsetzen, den Platz jenseits der 2-TByte-Grenze können Sie dann aber nicht nutzen.

Vorab noch zur Klarstellung: c't-WIM-Image sichert wirklich nur den Inhalt Ihrer Windows-Partition, also weder Ihre Daten noch sonstige Partitionen oder Laufwerke. Das macht aber nichts, denn den Inhalt Ihrer Datenpartitionen können Sie ja nach dem Umzug einfach per Copy & Paste im Explorer übertragen, und Gleiches gilt für eventuell vom PC-Hersteller erzeugte Partitionen, die Installationspakete für die mitgelieferten Anwendungen enthalten. Boot- und Wiederherstellungspartition werden beim Aufspielen ohnehin automatisch neu erzeugt. Durch den PC-Hersteller vorgegebene zusätzliche Wiederherstellungspartitionen brauchen Sie nicht umzuziehen, für den Notfall haben Sie ja dann das Image.

Microsofts seit einiger Zeit anhaltende Schlamperei bei der Qualitätssicherung [1] haben leider zu zwei kleinen Einschränkungen von c't-WIM-Image geführt. Die erste betrifft Platzhalter im OneDrive-Ordner für Dateien, die nicht lokal, sondern nur in der Cloud existieren. Sind solche vorhan-

den, bringen sie das Windows-Bordwerkzeug `dism.exe` zum Absturz, welches c't-WIM-Image unter der Haube zum Sichern benutzt. Abhilfe: Laden Sie alle Dateien herunter, damit sie auch lokal existieren. Die zweite Einschränkung: Installationen, bei denen das Subsystem für Linux nachinstalliert wurde, lassen sich auf keinem Wege wiederherstellen. Unser Skript verweigert das Sichern solcher Installationen daher. Weitere Details zu beiden Bugs finden Sie unter [ct.de/wimage](http://ct.de/wimage).

## Los gehts

Laden Sie zuerst die Skripte herunter. Sie finden sie zusammen mit vielen weiteren Anleitungen, Tipps und Tricks rund um c't-WIM-Image unter [ct.de/wimage](http://ct.de/wimage). Wenn Sie eine 64-Bit-Installation umziehen wollen, brauchen Sie die 64-Bit-Variante von c't-WIM-Image, sonst eben die 32er. Das Nachfolgende beschreibt die weiteren Handgriffe für 64 Bit. Falls Sie die 32-Bit-Variante verwenden wollen, ersetzen Sie nachfolgend gedanklich einfach jedes „64“ durch „32“.

Ob Sie die USB-Platte unter Windows 10 oder 8.1 einrichten, ist egal, Sie brauchen aber ein Installationsmedium von Windows 10. Das können Sie mit dem „Media Creation Tool“ herunterladen, zu finden über [ct.de/ygmd](http://ct.de/ygmd). Nicken Sie die Lizenzbestimmungen ab und wählen dann „Installationsmedien für einen anderen PC erstellen“. Achten Sie im nächsten Dialog darauf, bei Architektur „64 Bit“ auszuwählen (hier ersetzen Sie bei Bedarf das erste Mal „64“ durch „32“).

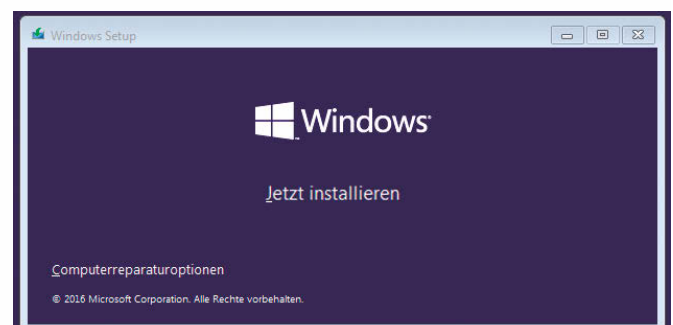
Während der Download läuft, können Sie die USB-Platte vorbereiten. Achtung: Von der wird gleich alles gelöscht! Falls also noch etwas Wichtiges darauf gespeichert ist, retten Sie das vorher. Entfernen Sie zudem alle anderen USB-Laufwerke, um nicht versehentlich das falsche zu löschen. Tippen Sie nun ins Suchfeld von Startmenü/Startseite „Wiederherstellungslaufwerk“ ein, bis der gleichnamige Suchtreffer

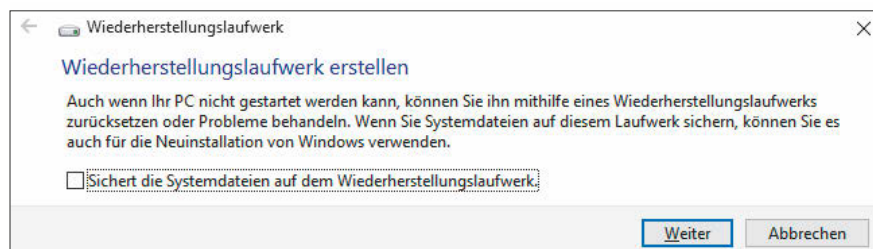
erscheint. Der startet einen Assistenten, in dem Sie zuerst das Häkchen vor „Sichert die Systemdateien auf ...“ entfernen, denn die wären hier nutzlos. Der Assistent zeigt Ihnen die gefundenen USB-Laufwerke – wählen Sie das gewünschte aus. Er löscht es und erzeugt das Wiederherstellungslaufwerk darauf, genauer eine 32 GByte große FAT32-Partition. Darauf ist nun alles enthalten, damit der PC von der USB-Platte sowohl im UEFI- als auch im BIOS-Modus booten kann. Falls sich während der Arbeit des Assistenten der Explorer mit Fehlern wie „Falscher Parameter“ oder Fragen wie „Wollen Sie die Partition formatieren?“ meldet, klicken Sie die einfach weg. Der Explorer bemerkt hier bloß Probleme, um die sich der Assistent zwischenzeitlich längst selbst gekümmert hat.

Der Platz hinter der 32-GByte-Boot-Partition ist noch leer. Dort erzeugen Sie eine NTFS-Partition für die Abbilder – NTFS, damit die Container-Datei, die später alle Images aufnimmt, größer als 4 GByte werden kann. Drücken Sie dazu Windows+X und wählen Sie „Datenträgerverwaltung“. Suchen Sie in der unteren Liste der Laufwerke die USB-Platte. Rechtsklicken Sie in den schwarz umrahmten Bereich, der mit „Nicht zugeordnet“ bezeichnet ist. Der Menüpunkt „Neues Volume“ startet einen weiteren Assistenten. In dem können Sie im Prinzip die ganze Zeit auf „Weiter“ klicken, nur bei der „Volumebezeichnung“ empfiehlt es sich, den vorgegebenen Namen „Volume“ durch etwas Aussagekräftigeres zu ersetzen, etwa „USB-Daten“. Auch hier kann es wieder zu den beschriebenen Fehlermeldungen kommen, auch die können Sie ignorieren.

Weiter geht es im Explorer. Geben Sie dort auch der 32-GByte-FAT32-Partition durch Umbenennen einen aussagekräftigen Namen, etwa „USB-Boot“. Doppelklicken Sie außerdem die Windows-10-ISO-Datei, die das Media Creation Tool heruntergeladen hat. Dadurch wird sie als virtuelles Laufwerk im Explorer eingebunden.

**Mit c't-WIM-Image erzeugen Sie aus Ihrer vertrauten Windows-Installation einen Datensatz für das Windows-Setup-Programm – inklusive all Ihrer Daten, Einstellungen und Anwendungen.**





Zum Sichern des Images und zum Booten des Setup-Programms kommt eine USB-Platte zum Einsatz. Die Ersteinrichtung übernimmt ein Assistent.

Kopieren Sie davon sämtliche Dateien mit Ausnahme von „\sources\install.esd“ auf die Partition „USB-Daten“ – die Datei ist hier nutzlos und kostet einige GByte Platz. Falls Sie ein anderes ISO verwenden, kann die Datei-Endung auf .wim statt .esd lauten, dafür gilt trotzdem das Gleiche.

Entpacken Sie nun das heruntergeladene c't-WIMage-Archiv ins Stammverzeichnis von „USB-Daten“. Starten Sie das Skript „ctwimage2-bootmaker64.bat“ per Rechtsklick „als Administrator“. Es sorgt dafür, dass der Bootloader auf USB-Boot später nicht mehr die dort liegende Wiederherstellungsumgebung startet, sondern das Setup-Programm von USB-Daten. Die Laufwerksbuchstaben der beiden Partitionen versucht es selbst zu identifizieren, sodass Sie sie im Idealfall nur bestätigen müssen. Sonst geben Sie sie von Hand ein. Danach ist die Einrichtung bereits abgeschlossen.

## Vom alten PC ...

Nun können Sie das Image Ihrer Windows-Partition anfertigen. Das geht bei laufendem Windows, empfehlenswert ist aber trotzdem, alle Anwendungen zu schließen. Zwar klappt das Sichern dank des Einsatzes von Schattenkopien auch so, womöglich sind dann aber beim Wiederherstellen in Einzelfällen Daten etwa in Datenbanken oder Mail-Archiven inkonsistent. Aus dem gleichen Grund sollten Sie sicherstellen, dass Windows gerade keine Updates einspielt.

Zum Sichern brauchen Sie bloß das Skript ctwimage2.bat von der USB-Daten-Partition per Rechtsklick als Administrator zu starten – und zu warten. Wie lange, lässt sich nur vage vorhersagen, denn das hängt von verschiedenen Faktoren ab: der Geschwindigkeit von USB-Platte und -Anschluss, der Datenmenge auf der Windows-Partition sowie der Komprimierbarkeit der Daten. Virens Scanner und andere Hintergrundprozesse können zusätzlich

bremsen. Es kann also durchaus ein paar Stunden dauern. Irgendwann meldet das Skript „Fertig!“, dann können Sie es mit einem Tastendruck beenden. Ob alles glatt läuft, erkennen Sie an der Schriftfarbe des Skripts: Solange sie grün bleibt, ist alles gut. Sollte sich die Schrift stattdessen rot färben, ist das Skript über irgendwas gestolpert; Hilfe finden Sie dann in der FAQ unter ct.de/wimage.

## ... auf den neuen PC

Booten Sie nun den neuen PC vom USB-Laufwerk. Wählen Sie es dazu im BIOS-Bootmenü aus, welches Sie je nach PC üblicherweise über die Tasten Esc, F2, F8, F10, F12 oder Entf öffnen – Tipps zum Booten von USB finden Sie bei Bedarf in einer c't-FAQ [2].

Nach dem Booten startet das Windows-Setup-Programm, welches wie üblich zuerst nach Ihrer bevorzugten Landessprache und dem Tastatur-Layout fragt. Es will die Lizenzbestimmungen abgeknickt wissen und bietet dann zwei Installationsarten an. Hier funktioniert allerdings nur die zweite („Benutzerdefiniert: ...“) – klicken Sie sie an. Danach kön-

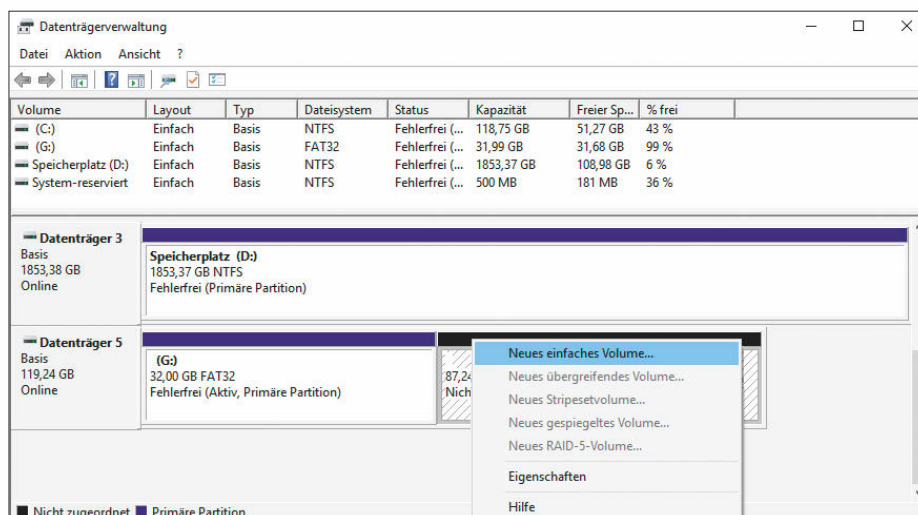
nen Sie das interne Laufwerk neu partitionieren. Sofern Sie wie empfohlen vor dem Umzug eine Sicherung der bisher auf dem Ziellaufwerk liegenden Installation erstellt haben oder das Laufwerk ohnehin leer ist, löschen Sie kurzerhand alles darauf, sodass anschließend außer den beiden Partitionen „USB-Boot“ und „USB-Daten“ des externen Laufwerks nur ein großer „Nicht zugewiesener Speicherplatz auf Laufwerk x“ vorhanden ist, wobei x meist 0 oder 1 ist. Anschließend kopiert das Setup-Programm Ihre Windows-Installation auf die Platte und versorgt sie mit einem Bootloader. Nach dem Booten Ihrer Installation auf dem neuen PC brauchen Sie sie nur noch zu aktivieren (siehe Artikel auf Seite 26), fertig ist der Umzug.

Zum Abschluss noch mal der Hinweis auf unsere umfangreiche FAQ: Sie zeigt, was sich mit c't-WIMage noch alles machen lässt und was Sie optimieren können. Außerdem enthält sie Tipps zum Identifizieren und Beheben von Problemen. Sie können die FAQ unter ct.de/wimage vollständig online lesen. Sämtliche in der FAQ genannten Antworten gelten auch für alle aktuellen Windows-Versionen. Es bleibt nur ein Unterschied festzuhalten: Überall, wo in der FAQ von Windows 8.1 die Rede ist, ist nun „Windows 8.1 und Windows 10“ gemeint. (axv@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Günter Born, Axel Vahldiek, Reifeprüfung, Ursachenforschung zu Microsoft Bananen-Patches, c't 4/2019, S. 66
- [2] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, c't 24/2018, S. 172, auch online unter ct.de/-4209809

**Media Creation Tool:** [ct.de/ygmd](http://ct.de/ygmd)



Ein weiterer Assistent erzeugt eine zusätzliche Partition auf der USB-Platte.



# Reden ist Silber, Schweigen ist Gold

Der schweigsame Server-Tower für Ihr Büro.

## Server-Tower Intel Single-CPU TI120-XE

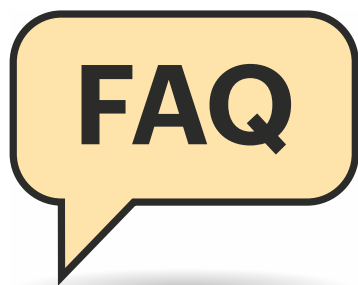
- neueste Intel Xeon-E CPUs (Coffee Lake)
- 40% Performance-Steigerung
- 8x 3,5" HDDs oder 16x 2,5" Hot-Swap-HDDs
- 6-Core CPU
- 4x 1 Gbit/s LAN
- 4x 2,5" intern verbaubare Datenträger
- Silent-Kit



Entdecken Sie den **performanten TI120-XE** sowie viele weitere leistungsstarke Server-Systeme mit Intel Coffee Lake CPUs.

+49 (0) 8551.9150-300  
[thomas-krenn.com/ti120xe](https://thomas-krenn.com/ti120xe)

**THOMAS  
KRENN®**



# Windows-Aktivierung nach PC-Wechsel

**Wenn man Windows auf einen neuen PC umzieht (siehe Seite 14 in dieser Ausgabe), verlangt es nach einer neuen Aktivierung. Das klappt zwar oft, aber leider nicht immer vollautomatisch.**

Von Axel Vahldiek

## Schon aktiviert?

**?** Wie finde ich heraus, ob ich handeln muss?

**!** Nach dem Umzug finden Sie in der Systemsteuerung unter „System“ die Information, ob Windows sich bereits automatisch selbst erneut aktiviert hat oder nicht. Der schnellste Weg dorthin ist die Tastenkombination Windows+Pause.

## Aktivierung fehlt

**?** Windows hält sich für nicht aktiviert. Und nun?

**!** Das passiert nach einem Umzug gern, wenn Windows für die Netzwerkschnittstelle des neuen PCs noch keinen passenden Treiber hat und deshalb keine Internetverbindung für die automatische Aktivierung zustande kommt. Nachprüfen können Sie das im Gerätemanager (in der Systemsteuerung unter „System“): Sind unterhalb von „Netzwerkadapter“ Fragezeichen zu sehen, fehlt mindestens ein Treiber; installieren Sie den nach.

Scheitert die automatische Aktivierung trotz Internetverbindung, fehlt vermutlich der passende Lizenzschlüssel im System. Das ist dann der Fall, wenn ursprünglich mal Windows 7 oder 8.1 installiert war und Sie diese Installation per Gratis-Upgrade auf Windows 10 aktualisiert haben. Solche Installationen identifizieren Microsofts Aktivierungs-Server anhand einer individuellen Hardware-ID, die nach dem Umzug nicht mehr zur Hardware passt. In diesem Fall müssen Sie den Installationsschlüssel erneut eingeben. Doch Obacht: Auch wenn Windows 10 läuft, ist der Schlüssel des ursprünglichen Windows 7/8.1 erforderlich. Zum Eingabedialog gelangen Sie in der Systemsteuerung unter „System“, wenn Sie unten auf den Link „Product Key ändern“ klicken.

## Alten Schlüssel finden

**?** Wo finde ich den Installationsschlüssel zum erneuten Aktivieren?

**!** Bei System-Builder-, Voll- und Upgrade-Lizenzen finden Sie den Installationsschlüssel in der Packung.

Bei Geräten mit vorinstalliertem Windows 7 (OEM-Lizenz) war es üblich, den Schlüssel auf einem Aufkleber aufs Gerät zu pappen – bei Notebooks versteckten die Hersteller diesen gern im Batteriefach oder auf dem Netzteil. Achtung: Sie brauchen wirklich den Schlüssel vom Aufkleber, denn im System steckte in solchen Fällen ein OEM-spezifischer Schlüssel, der sich nicht aktivieren lässt, sondern nur zusammen mit einem OEM-Zertifikat auf dem ursprünglichen PC funktioniert. Daher gilt leider: Kein Aufkleber, kein Installationsschlüssel. Sie müssen dann Ersatz beschaffen.

Bei Geräten mit vorinstalliertem Windows 8, 8.1 und 10 steckt der Schlüssel in der Hardware, genauer in der ACPI-Tabelle MSDM in der Firmware des Mainboards, und zwar im Klartext. Auslesen können Sie ihn mit Freeware-Programmen wie ProduKey oder RWeverything (siehe [ct.de/yza6](http://ct.de/yza6)).

## Alte Installation weiterbetreiben

**?** Ich will meine vertraute Installation nicht nur auf dem neuen PC nutzen, sondern weiterhin auch auf dem alten.

**!** In diesem Fall benötigen Sie zwingend eine zusätzliche Lizenz, denn Microsoft gestattet den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Installationen mit nur einer Lizenz nicht.

Doch selbst wenn Sie die besitzen, sollten Sie Folgendes berücksichtigen: Rein technisch können Sie zwar einfach die alte Installation per Imager (siehe

Seite 18) oder c't-WIMage (siehe Seite 22) auf die neue Hardware umziehen und anschließend auf dem neuen PC im Aktivierungsdialo den Installationsschlüssel der separaten Lizenz eingeben. Formaljuristisch begehen Sie damit aber einen Urheberrechtsverstoß, da das Windows-Exemplar verändert wird. Das würde allerdings in jedem Fall folgenlos bleiben, da das resultierende Synthese-Windows praktisch nicht von einem rechtmäßig erworbenen zu unterscheiden ist. Insgesamt gesehen handelt es sich um eine jener typischen Konstellationen, für die die alte Volksmund-Weisheit gilt: „Wo kein Kläger, da kein Richter.“

Wenn Sie im Internet nach Angeboten für eine separate Lizenz suchen, finden Sie verlockend günstige schon für wenige Euro, doch müssen Sie davon ausgehen, dass sie rechtlich problematisch sind [1]. Auf der sicheren Seite sind Sie mit System-Builder- oder Vollversionen. Für Unternehmen, Behörden und Institutionen kann sich der Abschluss eines Volumenlizenzvertrages lohnen.

## Kein Deaktivieren

**?** Muss ich vor dem Umzug meiner Windows-Installation auf den neuen PC diese erst irgendwie deaktivieren, damit das Aktivieren auf dem neuen PC klappt?

**!** Nein, so etwas ist weder nötig noch überhaupt möglich. Sofern Sie die Installation auf dem alten PC nicht mehr weiternutzen, brauchen Sie dort nichts zu unternehmen. (axv@ct.de)

## Literatur

[1] Jan Mahn, Wollen Sie ein W kaufen?, Billige Windows-Keys ab 3,99 Euro: Ist das legal?, c't 1/2019, S. 96

**Downloads:** [ct.de/yza6](http://ct.de/yza6)



JOURNEY BEYOND

# METRO EXODUS

INSPIRIERT VOM INTERNATIONALEN BESTSELLER  
METRO 2035 VON DMITRY GLUKHOVSKY

JETZT ERHÄLTlich

**4K** **HDR** OPTIMIERT FÜR  
ULTRA HD XBOX ONE X

Features and technical capabilities, including 4K and HDR, vary by console.

**4A GAMES**



© 2019 Koch Media GmbH and published by Deep Silver. Developed by 4A Games.







# CPU-Fälschung bei Amazon

## Amazon verkauft manipulierte Intel Core i5-9600K

**Dreiste Prozessorfälschung, geliefert und verkauft von Amazon: Nicht zum ersten Mal fällt der Online-Riese mit so einer Panne auf.**

Von Georg Schnurer

**M**itte Januar wollte sich Emmerich S. einen neuen PC zusammenbauen. Zentrum des neuen Rechenknechts sollte eine Core-i5-9600K-CPU von Intel sein. Doch ausgerechnet dieses Prozessormodell war im Januar nur bei wenigen Händlern zu passablen Preisen zu haben. Einer der Anbieter, der den Core i5-9600K kurzfristig liefern konnte, war Amazon.

Für 282,35 Euro – inklusive Versand nach Österreich – wurde der Prozessor hier feilgeboten. Am 25. Januar bestellte Emmerich S. die CPU sowie eine große SSD, einen Speicherriegel und ein Front-Panel für den bequemen Zugang zu den USB- und Audio-Ports. Das Board, ein MSI MPG Z390, das Netzteil und das Gehäuse hatte er sich bereits bei einem anderen Händler beschafft.

Wenige Tage später kam die Amazon-Lieferung an und der PC-Zusammenbau konnte beginnen. Beim Versuch, den neuen Prozessor im zugehörigen Sockel zu platzieren, stieß Emmerich S. auf ein unerwartetes Problem: Die CPU passte irgendwie nicht hinein. Sofort prüfte er nach, ob er wirklich die richtige CPU für den Sockel vom Typ LGA 1151v2 des Boards bestellt hatte. Doch sowohl auf der

CPU-Verpackung als auch beim Amazon-Angebot deutete alles auf einen Prozessor mit LGA-1151v2-Anschlüssen hin. Ratsuchend wandte er sich an die c't-Redaktion.

### Dreister Betrug

Anhand der von Emmerich S. mitgesendeten Bilder der unpassenden CPU war schnell zu erkennen, dass hier irgend etwas nicht stimmt: Zwar wirkte die Verkaufsverpackung des Prozessors wie eine Original-Box von Intel, doch der Prozessor selbst erschien uns als Fremdkörper. So trug er zwar die Aufschrift „i5-9600K“, doch die Schrifttype passte so gar nicht zu dem von Intel üblicherweise verwendeten Zeichensatz. Zudem sah der Heat-Spreader, also die Metallplatte auf der CPU-Oberseite, anders aus als bei einem echten Core i5-9600K. Auch die Aussparungen im CPU-Gehäuse waren an der falschen Position. Kein Wunder also, dass dieser Prozessor nicht ins Board passte. Das wollten wir uns genauer ansehen und ließen uns die CPU zur Überprüfung zusenden.

Im c't-Labor war dann schnell klar, dass wir es hier mit einer besonders dreisten Variante einer manipulierten CPU zu tun hatten: Zwar trug der Prozessor die Aufschrift „Core i5“ und „i5-9600K“, doch seine Anschlussseite entsprach einem uralten Pentium 4 mit Sockel LGA-775 – kein Wunder, dass er nicht in eine moderne LGA-1151v2-Fassung passte. Nähere Untersuchungen identifizierten die CPU als „Intel Pentium 4 Processor 631 supporting HT Technology“ aus dem Jahre 2006. So ein CPU-Veteran hat in etwa die gleiche Größe wie ein aktueller Core i5-9600K und eignet sich so prima als Ausgangsmaterial für entsprechende Fälschungen.

### Folie statt Laser

Bei der Manipulation der Beschriftung hatten sich die Fälscher wenig Mühe gegeben: Waren frühere CPU-Fälschungen noch per Laser beschriftet worden, musste nun eine bedruckte halbtransparente Folie ausreichen. Die wurde einfach passend ausgestanzt und auf den Heatspreader geklebt. Die Originalbeschriftung darunter war abgeschliffen worden, sodass die CPU in der Verpackung durchaus als echter Core i5-9600K durchgehen konnte. Der Betrug fiel natürlich sofort auf, sobald man versuchte, die Uralt-CPU in ein modernes Board zu setzen. Möglicherweise spekulierten die Fälscher darauf, dass sich ihre



Spur auf dem Weg des Prozessors zum Endkunden irgendwo verliert.

## Was sagen Intel und Amazon?

Wir übermitteln unsere Erkenntnisse zunächst an Intel und baten um eine Stellungnahme. Die Rechtsabteilung des CPU-Herstellers ließ uns wissen, dass man immer wieder auf gefälschte oder manipulierte Prozessoren im Markt stoße. Kunden, die sich vor solchen Reinfällen schützen wollen, rät Intel, Prozessoren grundsätzlich nur im autorisierten Fachhandel zu kaufen. Amazon scheint also – auch wenn Intels Rechtsabteilung es nicht explizit sagt – nicht zum Kreis der autorisierten Händler zu gehören.

Natürlich konfrontierten wir auch Amazon mit dem Fall. Schließlich ist es nicht das erste Mal, dass Amazon gefälschte Prozessoren an Kunden ausliefert. Wir baten Tobias Goerke von der Abteilung Amazon Corporate Communications, uns zu erklären, woher Amazon die verkauften Intel-CPU's bezieht und welche Maßnahmen der Online-Riese ergreift, um zu verhindern, dass sich Fälschungen ins Lager einschleichen. Zudem interessierte uns, wie es denn nun im Fall des betroffenen Kunden Emmerich S. weitergeht.

Leider war die Antwort des Amazon-Sprechers eher einsilbig: Zu den Quellen, über die Amazon Intel-Prozessoren erwirbt, wollte er sich nicht äußern. Auch zu konkreten Schutzmaßnahmen gegen gefälschte Prozessoren verriet uns Tobias Goerke wenig. Immerhin: Im Fall von Emmerich S. hat Amazon den Weg des Prozessors zurückverfolgt und festgestellt, dass die CPU aus einer Kundenrücksendung stammt. Diese sei überprüft und dann wieder als Neuware ins Lager aufgenommen worden. Dabei hätte der Wareneingang offensichtlich übersehen, dass in



Links das Original, rechts die manipulierte CPU. Von oben ist der Unterschied nur im direkten Vergleich zu erkennen. Ein Blick auf die CPU-Unterseite macht dann aber sofort klar, dass hier ein Prozessor mit deutlich weniger Anschlüssen manipuliert wurde.

der Originalverpackung eine manipulierte CPU steckte.

Den Kunden, der die manipulierte CPU zurückgesendet hat, habe man vom Handel auf Amazon ausgeschlossen. Sobald die manipulierte CPU wieder bei Amazon sei, versicherte uns Tobias Goerke, werde man den Wareneingang nachschulen, damit entsprechende Manipulationen künftig entdeckt werden. Generell sei man daran interessiert, dass jeder Amazon nutzen könne. Es gäbe aber seltene Fälle, in denen jemand den Amazon-Service missbrauche. „Wir empfehlen

Kunden, sich direkt an uns zu wenden, damit wir etwaige Auffälligkeiten überprüfen können“, rät der Amazon-Sprecher. Bei Bedarf ergreife man dann Maßnahmen, um das Einkaufserlebnis für alle Kunden zu schützen.

Ob es sich, wie es der Amazon-Sprecher durchblicken ließ, bei der an Emmerich S. gelieferten gefälschten CPU wirklich nur um einen einzelnen Rücksendebetrug handelt, können wir natürlich nicht beurteilen. Der bei der Fälschung betriebene Aufwand – CPU unauffällig abschleifen, Folie bedrucken, austanzen, korrekt aufkleben und anschließend wieder sorgfältig in die Originalverpackung bugsieren – lohnt sich allerdings nur, wenn Fälscher hier in größerem Maßstab agieren.

## Ein gutes Ende?

Emmerich S. hat nach unserer Intervention bei Amazon in jedem Fall keinen Schaden durch die gefälschte CPU erlitten: Amazon hat den Kaufpreis unverzüglich erstattet und dem Kunden einen Einkaufsgutschein im Wert von 50 Euro als Entschädigung für den Ärger gesendet. Obendrauf gab es noch einen 8-GB-DIMM-Riegel als Erweiterung für sein neues System. (gs@ct.de) **ct**



Die alte eingelaserte Beschriftung wurde sorgfältig abgeschliffen. Die abweichende Heatspreader-Form und der Produktcode unten identifizieren die CPU aber als Uralt-Sockel-775-Model.

# Bit-Rauschen

## Kritik am Spectre-Schutz und 4-Gigahertz-Pentium

**Experten forschen weiter an Spectre-Lücken und haben Intels SGX im Visier. 13 Jahre nach dem letzten Pentium 4 steht ein Pentium mit 4 GHz an und im Juli ist angeblich Ryzen-Zeit.**

Von Christof Windeck

Wer hätte das gedacht: Viele Software-Vorkehrungen gegen die Spectre-Sicherheitslücken aktueller Prozessoren schützen letztlich nicht. Das jedenfalls schreiben Google-Experten, die derartige Angriffe auf die JavaScript-Engine V8 des Browsers Chrome erforschten. Um Spectre wirklich loszuwerden müssen wir weiter auf verbesserte Prozessoren von AMD, Intel und ARM warten. Die gute Nachricht: Es ist nicht gerade simpel, Spectre für Attacken zu benutzen, und es wurden auch immer noch keine in freier Wildbahn gesichtet.

Funktionen, die eigentlich die IT-Sicherheit verbessern sollen, haben manchmal unerwünschte Nebenwirkungen. Das gilt etwa für Intels Software Guard Extensions (SGX) zur Einrichtung verschlüsselter Enklaven im Arbeitsspeicher von PCs und Servern. Die Enklaven sollen sensible Informationen schützen, etwa geheime Schlüssel. Doch von Anfang an hatten Kritiker befürchtet, dass sich SGX missbrauchen lässt, um Malware zu verstecken, etwa vor Virenschannern. Und genau das ist leider eben auch machbar, wie unter anderem Michael Schwarz und Daniel Gruss nachwiesen – zwei der Spectre- und Meltdown-Entdecker.

Angesichts solcher Sicherheitslücken blickt man gerne mal wieder zurück auf historische x86-Prozessoren, die in rosigerem Licht erscheinen – dabei gab es selbstverständlich auch damals schon Probleme. Der Pentium 4 beispielsweise war von kaum zu bändigendem Stromdurst geplagt, weshalb er letztlich nie die hohen Taktraten erreichte, für die seine „NetBurst“-Architektur eigentlich gedacht

war. Nun kommt 13 Jahre nach den letzten „Cedar Mill“-Pentium-4-Typen wohl bald der erste 4-GHz-Pentium als Pentium Gold 5620. Einige Core-i-Chips sind derweil schon bei 5 GHz angelangt, wenn auch nur im Turbo-Modus.

Apropos Pentium 4: Ein solcher Methusalem tauchte kürzlich als dreiste Fälschung eines Core i5-9600K bei Amazon auf (siehe S. 28).

### Ryzen-Start

AMD hat angeblich als offiziellen Starttermin für den 7-Nanometer-Prozessor Ryzen 3000 treffenderweise den 7.7. ausgedeutet. Mal sehen, ob die neuen Chiplet-Chips nicht doch schon auf der Computex in Taipei starten, also am 28. Mai. Aber vielleicht darf man dort nur die ersten Vorführungen von 12- und 16-Kernern bestaunen und Vorbestellungen loswerden.

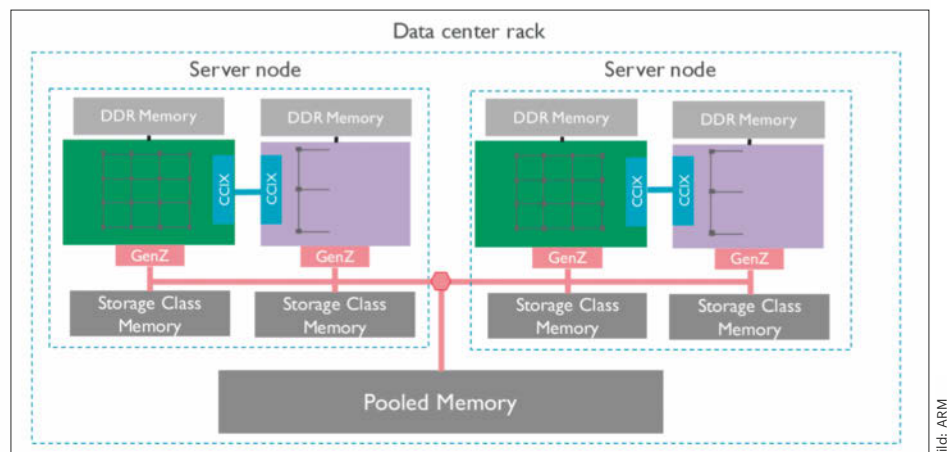
Als Ryzen-3000-Konter plant Intel laut Spekulationen einen Zehnkerner namens Comet Lake für die Plattform LGA1151v2. Das wäre ein weiterer Aufguss der 14-nm-Technik, also ein Coffee Lake Refresh Refresh, im Grunde ja eigentlich sogar ein Kaby Lake Refresh Refresh. Schluss mit lustig: Intels 10-nm-Fertigungstechnik dürfte Mitte 2019 noch nicht serienreif genug sein für

erste Ice-Lake-Prozessoren. Die sind erst zum Jahresende fällig.

Spannende Technik für Server packt derweil Samsung in die superschnelle SSD 983 ZET. Hier kommen 3D-V-NAND-Flash-Chips mit 48 Lagen zum Einsatz, aber mit Single-Level-Cell-(SLC-)Konfiguration. Solche Zellen lassen sich viel schneller auslesen und beschreiben als Multi-Level-Zellen: Latenzen sinken. Daraus resultieren hohe IOPS-Zahlen schon bei wenigen parallelen Zugriffen. Die teure Z-SSD-Technik setzt Samsung gegen Intels Optane-SSDs – aber nicht nur. Denn längerfristig geht es um Server mit neuartiger Gen-Z-Architektur, das ist eine sogenannte Memory-Driven Architecture. Hier stehen nicht CPU-Kerne und Rechenbeschleuniger im Zentrum, sondern ein schneller Pool aus flüchtigem und nicht-flüchtigem Speicher. Darauf greifen sämtliche Rechenwerke hybrider Systeme zu.

Gen-Z soll Datentransfers vermeiden, die Zeit und Energie schlucken. Doch obwohl das Gen-Z-Konsortium fleißig Spezifikationen entwickelt, ist noch nicht einmal ein Gen-Z-Prototyp in Sicht. Das Projekt „The Machine“ von HPE zeigte die Gen-Z-Idee, aber Machine-Mastermind Martin Fink kümmert sich ja nun schon seit 2017 bei Western Digital um RISC-V.

RISC-V-Chips werden wohl auf der Fachmesse Embedded World in Nürnberg zu sehen sein, vielleicht auch der RV32M1-Vega von NXP (siehe S. 32). Der ist jedoch eher ein Mikrocontroller, also kein bezahlbarer 64-Bit-Prozessor, den man für ein Linux-System mit RISC-V bräuhete. Darauf hofft ja so mancher, etwa um proprietären Funktionen wie Intels Management Engine (ME) zu entgehen oder auch den Spectre-Bugs. (ciw@ct.de) **ct**



Prozessoren und Rechenbeschleuniger mehrerer Server – hier mit ARM-Kernen – sollen dereinst per Gen-Z-Technik auf gemeinsame Datenpools zugreifen.





# Was wäre, wenn es 2x wahrscheinlicher wäre, dass Sie Ihre Umsatzziele übertreffen?

Erfahren Sie mehr:  
[DellEMC.com/DE/ITTransformation](https://dell EMC.com/DE/ITTransformation)

Intel Inside®. New possibilities outside



Intel und das Intel-Logo sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und/oder anderen Ländern.

Von Dell EMC und Intel in Auftrag gegebenes ESG Research Insights Whitepaper, März 2018. Die Ergebnisse basieren auf 4.000 globalen Umfrageteilnehmern.  
<https://www.dell EMC.com/de-de/it-transformation/index.htm#cobrand=intel&overlay=/collateral/analyst-reports/esg-it-transformation-report-agility-innovation-business.pdf>

# Mikrocontroller-Boards mit MicroPython

**Die sogenannten Pyboards lassen sich via USB-Anschluss in der Sprache MicroPython programmieren.**

Demnächst will George Robotics (micro-python.org) das **Pyboard-D mit WLAN und Bluetooth** herausbringen. Das kurz als PYBD bezeichnete Platinchen ist kaum länger als 3 Zentimeter und mit dem Mikrocontroller STM32F7 (ARM Cortex-M7) sowie dem WLAN-/Bluetooth-Modul Murata 1DX bestückt. Der Rechenkern erreicht bis zu 216 MHz und nutzt 512 KByte RAM sowie 2 MByte Flash-Speicher. Außer einem Micro-USB-Port ist auch ein SD-Kartenleser vorhanden, zudem gibt es einen Reset-Taster, einen für Programme nutzbaren Taster und eine LED. Erweiterbar ist das PYBD über 32 GPIO-Pins im Rastermaß 1,27 Millimeter sowie über zwei 40-Pin-Wannenstecker namens W-Bus. Hier lässt sich beispielsweise ein eMMC-Flash-Modul aufstecken. Statt der internen Antenne kann man per µFL-Buchse auch eine externe anschließen.

Bisher sind weder Preis noch Liefertermin des PYBD bekannt. Da aber schon

das Pyboard Lite rund 20 Euro kostet und das Pyboard v1.1 über 30 Euro, wird das PYBD eher teurer.

Die kleinen Mikrocontroller-Boards entwickelt ein Team um den Briten Damien George, sie arbeiten mit STM32-Chips der europäischen Firma STMicroelectronics (ST) und werden bei Jaltek in

Großbritannien hergestellt. MicroPython läuft mit passender Firmware auch auf dem Espressif ESP32, dafür gibt es fertige Entwicklerboards wie das WiPy 3.0 für 20 Euro. Hier fehlt aber der praktische MicroUSB-Anschluss. Viele britische Schüler lernen MicroPython mit dem BBC Micro:Bit. (ciw@ct.de)



Das Pyboard-D mit STM32F7-Controller und WLAN lässt sich in Python programmieren.

## RISC-V-Entwicklerboard mit Bluetooth

Der niederländische Chiphersteller **NXP produziert sein erstes System-on-Chip mit ARM- und RISC-V-Kernen**. Der RV32M1-VEGA ist nicht für die Serienproduktion gedacht, sondern für Entwickler und Studenten. Im RV32M1 kombiniert NXP einerseits einen ARM Cortex-M4F mit dem RISC-V-Kern RI5CY des Pulpino-Teams der ETH Zürich. Andererseits arbeitet im SoC auch die Kombination aus Cortex-M0+ und Zero-RI5CY. Es stehen jeweils eigene Flash- und SRAM-Bereiche zur Verfügung. Der RV32M1 enthält zudem einen Bluetooth-Kern sowie Erweiterungsschnittstellen.

Der RV32M1 sitzt auch auf dem Vega-board mit Stiftleisten für Arduino-Erweiterungen. Zum Programmieren der RISC-V-Kerne ist ein JTAG-Adapter nötig, etwa

der unter 20 Euro teure Segger J-Link EDU Mini. Preis und Liefertermin für das Vega-board sind noch unbekannt.

(ciw@ct.de)

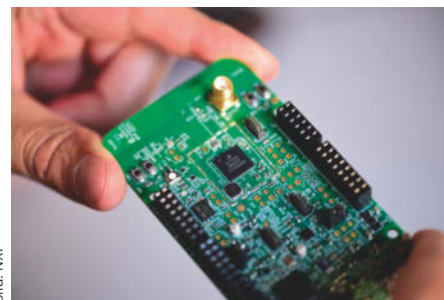


Bild: NXP

Herzstück des Vega-boards ist der RISC-V-Chip NXP RV32M1, der auch ARM-Kerne enthält.

## Superschnelle SSD mit Z-NAND

Samsung erweitert seine Reihe von Data-center-SSDs um eine besonders schnelle: Die **983 ZET** ist mit dem bereits 2016 vorgestellten Z-NAND bestückt und soll damit zu den Optane-SSDs von Intel aufschließen. Samsung nutzt bei der SSD Single-Level-Cell-Speicher mit besonders niedriger Latenz – sehr schnell, aber teuer.

Die 983 ZET soll beim Lesen rund 750.000 IOPS erreichen, beim Schreiben deutlich weniger. Laut ersten Berichten ist die 983 die schnellste SSD mit NAND-Flash – an eine Optane-SSD kommt sie jedoch nicht heran. Die 983 ZET als Einsteckkarte mit 480 GByte kostet in den USA knapp 900 Euro, mit 960 GByte knapp 2000 Euro. Ein Termin für den Marktstart in Deutschland ist noch nicht bekannt. (ll@ct.de)



# Schnelle Spieler-Karte für 290 Euro

**Wer höchstens 300 Euro für eine Grafikkarte für flüssiges Spielen in 2560 x 1440 ausgeben will, für den ist Nvidias neue GeForce GTX 1660 Ti einen Blick wert.**

Mit neuer Architektur, schnellem Speicher, 1536 Shader-Rechenkernen und einem Turbo-Takt von 1770 MHz lässt die GTX 1660 Ti die zwei Jahre alte GTX 1060 mit ebenfalls 6 GByte Grafikspeicher weit hinter sich und schließt zu den teureren GTX 1070 und Radeon RX Vega 56 auf (s. Tabelle). Die beiden letzteren haben allerdings 2 GByte mehr Grafikspeicher. Die zur GTX 1060 identische Leistungsaufnahme von 120 Watt lässt – wie dort – auf leise Kühler hoffen.

Die seit dem 22. Februar erhältliche GeForce GTX 1660 Ti von Nvidia hat sechs GByte modernen GDDR6-Grafikspeicher – wie die teurere RTX 2060 mit Turing-Architektur. Von ihr erbt der Grafikchip TU116-A400 leistungssteigernde Merkmale wie getrennte INT- und FP-Einheiten. Spezialisierte Raytracing- und Tensor-Kerne fehlen ihr jedoch – und daher läuft sie unter der Typenbezeichnung GTX anstelle von RTX, die für Raytracing steht.

Display-Anschlüsse und Video-Engine sind wie bei den RTX-Karten auf dem neuesten Stand: DP1.4a steuert mit Dynamic Stream Compression (DSC) 12-Bit-HDR-Bildschirme mit 8K und 60 Hertz an, wahlweise 4K-Displays mit 144 Hertz.

(csp@ct.de)



Bild: Zotac

**Mit der GeForce GTX 1660 Ti will Nvidia Spieler mit Full- und WQHD-Displays ansprechen. Sie soll die GTX 1060 6GB ablösen, die 2016 zu einem ähnlichen Preis um 270 Euro gestartet war.**

## Technische Daten

Grafikkarte	Nvidia GeForce GTX 1660 Ti	Nvidia GeForce RTX 2060	Nvidia GeForce GTX 1060 6GB	Nvidia GeForce GTX 1070	AMD Radeon RX Vega 56
GPU: Codename / Fertigung / Transistoren / Chipgröße	TU116-A400 / 12 nm / 6,6 Mrd. / 284 mm <sup>2</sup>	TU106 / 12 nm / 10,8 Mrd. / 445 mm <sup>2</sup>	GP106 / 16 nm / 4,4 Mrd. / 200 mm <sup>2</sup>	GP104 / 16 nm / 7,2 Mrd. / 314 mm <sup>2</sup>	Vega 10 / 14 nm / 12,5 Mrd. / 495 mm <sup>2</sup>
APIs: Direct3D / OpenGL / OpenCL / Vulkan / Sonstige	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / Cuda 10	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / Cuda 10	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / Cuda 10	12 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / Cuda 10	12.0 (FL12_0) / 4.5 / 2.0 / 1.1 / Rocrm
Shader / TMU / ROP / Tensor / RT	1536 / 96 / 48 / – / –	1920 / 120 / 48 / 240 / 30	1280 / 80 / 48 / – / –	1920 / 120 / 64 / – / –	3584 / 224 / 64 / – / –
Taktfrequenzen: Basis / Turbo	1500 / 1770 MHz	1365 / 1680 MHz	1506 / 1708 MHz	1506 / 1683 MHz	1156 / 1471 MHz
Rechenstg. HP / SP / DP [TFLOPS] <sup>1</sup>	10,9 / 5,44 / 0,17	12,9 / 6,45 / 0,20	8,74 / 4,37 / 0,14	12,9 / 6,46 / 0,20	21,0 / 10,5 / 0,66
Grafikspeicher: Menge / Typ / Übertragungsrate	6 GByte / GDDR6 / 288 GByte/s (12 GBit/s × 192 Bit)	6 GByte / GDDR6 / 336 GByte/s (14 GBit/s × 192 Bit)	6 GByte / GDDR5 / 192 GByte/s (8 GBit/s × 192 Bit)	8 GByte / GDDR5 / 256 GByte/s (8 GBit/s × 256 Bit)	8 GByte / HBM2 / 410 GByte/s (0,8 GBit/s × 2048 Bit)
Displayanschlüsse	DP 1.4a, HDMI 2.0b	DP 1.4a, HDMI 2.0b	DP 1.4, HDMI 2.0b	DP 1.4, HDMI 2.0b	DP 1.4, HDMI 2.0b
TDP / Stromversorgung	120 Watt / 1 × 8-pin	160 Watt / 1 × 6-pin	120 Watt / 1 × 6-pin	150 Watt / 1 × 6-pin	210 Watt / 1 × 6 + 1 × 8-pin
Preis (Straße)	290 €	340 €	220 €	320 €	320 €

<sup>1</sup> Spitzenleistung auf Basis der Turbo-Taktraten

**WIBU**  
SYSTEMS

## Denken Sie an Softwareschutz?

### Denken Sie an CodeMeter!

- Lizenzen in HW, SW und Cloud
- PCs, Mobile, Embedded, SPS und Mikrocontroller
- x86, ARM und PPC
- ERP, CRM und e-Commerce-Integration



4D-Interoperabilität ist der Schlüssel für erfolgreiche Geschäftsmodelle in einem globalen digitalen Markt

**30 YEARS** 1989-2019  
propelling your business to new heights



Treffen Sie uns:  
**Halle 6, Stand C15**

+49 721 931720  
sales@wibu.com  
www.wibu.com



**SECURITY LICENSING**  
PERFECTION IN PROTECTION



## Neue WLAN-Repeater fürs Fritzbox-Mesh

**Drei neue Repeater sollen das Mesh-WLAN von Fritzboxen vergrößern. Einer tut das aber nur im 2,4-GHz-Band.**

Mit den Modellen 600, 1200 und 2400 (im Bild von links) will AVM im 2. Quartal 2019 seine **Fritz-Repeater-Familie** erweitern. Den 3000er (rechts) hatte der für seine Fritzboxen bekannte Hersteller bereits im Spätsommer 2018 zur IFA vorgestellt. Er soll mit Erscheinen dieser c't-Ausgabe endlich im Handel erhältlich sein.

Die drei Neulinge hat AVM für direkten Einsatz in der Steckdose entworfen und dabei das Gehäuse noch ein Quäntchen dezenter als bei den Vorgängern gestaltet. Der auffällige rote Streifen ist einem Akzent auf der Connect-Taste gewichen.

Da moderne Fritzboxen in der Regel beide WLAN-Funkbänder (2,4 und 5 GHz) gleichzeitig nutzen, erscheint uns das kleinste Modell 600 als Anachronismus: Es funkt ausschließlich im 2,4-GHz-Band über vier Antennen (vier MIMO-Streams), sodass es nach Wi-Fi 4 (IEEE 802.11n) eine maximale Bruttoreate von 600 MBit/s erreicht. Aktuell ist Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac), was Dualbandfähigkeit einschließt, bei Routern, Access-Points und



Bild: AVM

Die Fritz-Repeater 600, 1200, 2400 und 3000 von AVM sollen das Mesh-WLAN von Fritzboxen ausdehnen.

Repeatern auf beiden Frequenzblöcken gleichzeitig.

Wer das Mesh-WLAN einer Dual-Band-fähigen Fritzbox geschickt vergrößern will, sollte deshalb die Fritz-Repeater 1200 und 2400 in Betracht ziehen: Der 1200er funkt mit zwei MIMO-Streams in beiden Bändern gleichzeitig (Wi-Fi 5, IEEE 802.11n-300, 11ac-867), der 2400er setzt noch mal eins drauf (vier Streams, 11n-600, 11ac-1733). Beide haben – anders als der 600er – auch einen Gigabit-Ethernet-Port, sodass sie auf Wunsch als Access-Point arbeiten und so in einem Fritz-Mesh das WLAN vom Backbone-Verkehr entlasten.

Bezüglich der die Stromkosten bestimmenden Leistungsaufnahme sollen sich die neuen Modelle wenig von den älteren unterscheiden: AVM nennt 3 Watt für den Fritz-Repeater 2400. Der technisch ähnliche Vorgänger 1750E lag nach unserer Messung beim Mesh-System-Test in c't 23/2017 bei 3,2 Watt.

Die verbesserte WLAN-Verschlüsselung WPA3 bietet beispielsweise Synology bereits in seinem Mesh-System an (Test des MR2200ac in c't 24/2018). Sie soll „im Lauf des Jahres“ per Firmware-Upgrade auf AVMs Fritzboxen und Repeater kommen. (ea@ct.de)

## Cloud-IP-Kamera für draußen

D-Links 150 Euro teure IP-Kamera DCS-8600LH ist ab sofort im Handel erhältlich. Entgegen dem aktuellen Trend im Heimbereich zur Speisung aus Akkus bekommt die **für den Außeneinsatz geeignete WLAN-Kamera** ihren Strom aus einem Netzteil mit 7 Metern Zuleitung.

Der Full-HD-Sensor (1920 × 1080 Bildpunkte, 2K-Auflösung) hat 135 Grad Blickwinkel; bei Nacht sorgen Infrarot-LEDs für 7 Meter Sichtweite. Aktivität erkennt die Kamera anhand von Bewegungen oder Geräuschen. Aufnahmen speichert sie auf einer vom Benutzer einzusetzenden MicroSD-Karte oder in der D-Link-Cloud. Mit der iOS- und Android-App kann man über Mikrofon und Lautsprecher der Kamera auch gegen-sprechen. (amo@ct.de)

## Security-Event: secIT 2019

Am **13. und 14. März** findet in Hannover zum zweiten Mal die Kongressmesse secIT statt. Die Veranstaltung richtet sich an Fachpublikum, also IT-Security-Verantwortliche, Admins, Datenschutzbeauftragte und Entscheider. Sie können auf zwei Bühnen mehr als 45 Vorträgen lauschen. Außerdem finden 35 Expert Talks und zwölf Workshops statt.

Neben den Vorträgen können Besucher in der Ausstellung auf 3400 Quadratmetern die Sicherheitslösungen

der wichtigsten Unternehmen aus der IT-Sicherheitsbranche anschauen und sich erläutern lassen. Die secIT läuft im **Hannover Congress Centrum**. Tickets gibt es online unter [sec-it.heise.de](https://sec-it.heise.de) ab 65 Euro. (des@ct.de)





# Maker Faire®

TECHNOLOGIE.  
INNOVATION.  
COMMUNITY.

# Wie morgen, nur heute.

**Präsentieren Sie Ihr Unternehmen auf der  
Maker Faire und verschaffen Sie sich Zugang  
zu den Machern von morgen.**

Die Maker Faires sind die wichtigsten Plattformen der Maker-Szene. Als Aussteller präsentieren Sie sich technologiebegeisterten Menschen, treffen potentielle Mitarbeiter und schwimmen in einem Ideen-Pool. Sprechen Sie uns an, um schon bald die Unternehmenskultur von morgen zu leben.

## Ihr Ansprechpartner



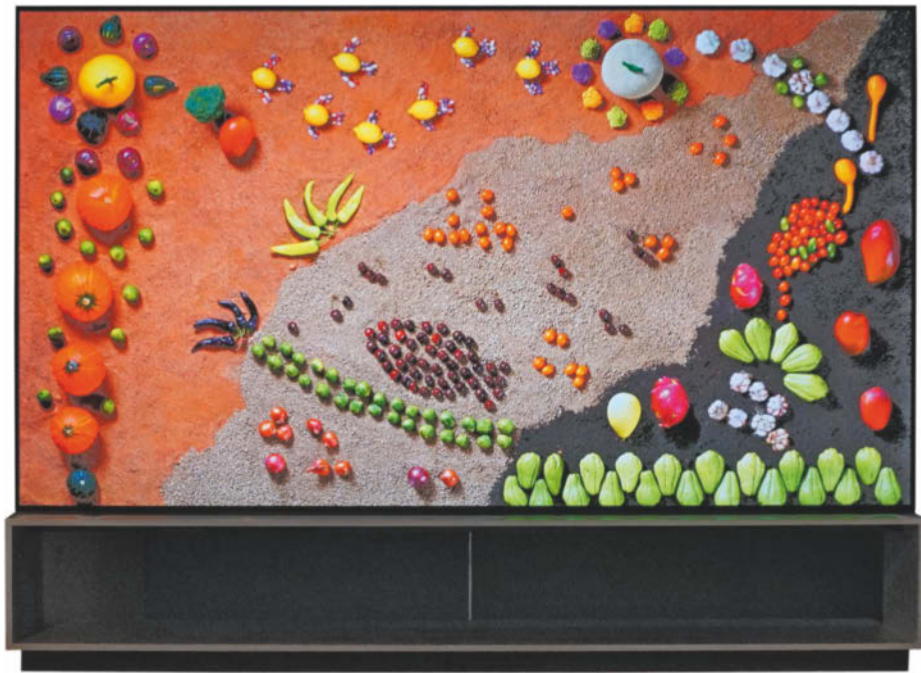
Chokri Khiari  
Verkaufsleiter  
Tel.: +49 511 5352-133  
chok@maker-faire.de

## Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

**[www.maker-faire.de/Aussteller](http://www.maker-faire.de/Aussteller)**





# Große Bilderschau

## Die nächste TV-Generation: HDR, 8K und ausgefeilte Sprachsteuerung

**Für stärkere Kontraste bieten die TV-Geräte des Jahrgangs 2019 gleich mehrere Formate. HDMI 2.1 und 8K-Auflösung versprechen schärfere Bilder, Sprachsteuerung und Smart-Home-Integration mehr Komfort.**

**Von Ulrike Kuhlmann**

Die im Frühjahr in den Handel kommenden Smart-TVs wollen mit noch besserer Bildqualität und noch mehr Ausstattung zum Kauf eines neuen Fernsehgeräts bewegen. So setzen sämtliche Hersteller in ihren Geräten auf kontraststarke Bilder mit High Dynamic Range (HDR). Alle unterstützen das Basisformat HDR10, die meisten zusätzlich Dolby Vision, einige zudem HDR 10+. Das von Samsung federführend entwickelte Format

HDR 10+ passt die Bildausgabe wie Dolby Vision Frame für Frame an die eingehenden Signale an; die dafür nötigen Informationen werden als Metadaten im Signal mitgeschickt. Beim statischen Format HDR10 findet diese Helligkeits- und Gammaanpassung nur einmal zu Beginn statt und bleibt dann für den kompletten Film identisch. Wenn die Szenerie im gesamten Film stark variiert, kann das Ergebnis dabei nicht optimal sein.

**Samsung liefert schon seit 2018 TV-Geräte mit 8K-Auflösung.**

Da in diesem Jahr etliche Geräte erstmals beide dynamischen HDR-Formate unterstützen, wird es spannend, welche HDR-Variante sie nutzen, wenn ihnen Amazon Video oder Netflix beide Varianten anbieten. Wer oder was darüber entscheidet, ist noch unbekannt. Dass die Zuschauer einen Unterschied zwischen HDR10+ und Dolby Vision bemerken werden, halten wir allerdings für unwahrscheinlich.

### OLED oder LCD

Der Kampf um die Hoheit bei den High-end-TVs läuft weiter, im vergangenen Jahr konnten die OLED-TVs hier einigen Boden gegenüber den LCD-Geräten gutmachen. Den will Samsung nun mit den kommenden Geräten durch einen verbesserten Einblickwinkel zurückgewinnen. In den Serien Q90, Q85 und Q80 und bei den 8K-Modellen Q950R sollen die Farb- und Helligkeitsveränderungen deutlich geringer ausfallen als bisher. Wir konnten dies an einem Q90-Modell prüfen: Die Farben verblassten auch dann kaum, als wir schräg von der Seite auf den Schirm schauten; die wahrgenommene Helligkeit blieb erhalten.

Bei der von Samsung Ultra Wide Viewing genannten Technik für größere Einblickwinkel wird das Licht des Backlight laut Hersteller gezielt hinter den Pixeln gebündelt, wodurch weniger Streuungen an den Pixelkanten auftreten. Die verbesserte Entspiegelung der Display-Oberfläche der Q-Modelle – von Samsung Ultra Black Elite genannt – sorgt zudem für sichtbar weniger Reflexionen am großen Schirm. Wie gehabt nutzt Samsung Nanopartikel im Backlight, um die Farbsättigung zu verbessern.

LG will in den LCD-TVs mit einem zusätzlichen Gelbfilter für sattere Farben sorgen. Die Technik kam bereits im vergangenen Jahr in einigen Geräten zum Einsatz, inzwischen läuft sie bei LG unter



der Bezeichnung NanoCell – um Nanopartikel aka Quantenpunkte handelt es sich indes nicht.

Sony will den Schwarzwert seiner LCD-TVs aus der XG95-Serie durch ein ausgefeiltes Backlight optimieren: Mit der X-tended Dynamic Range PRO genannten Local-Dimming-Technik lässt sich das Licht in vielen kleinen Zonen gezielt steuern. Davon abgesehen setzt Sony im High-End-Bereich weiterhin auch auf OLED-TVs.

Eine Besonderheit: Die smarten Sony-OLEDs geben den Sound direkt über die Displayfläche aus. Acoustic Surface nennt sich das Prinzip, bei dem kleine Aktuatoren hinter dem Display die Bildschirmoberfläche in Schwingung versetzen. Sony nutzt in den kommenden TVs vier etwas kleinere Aktuatoren statt zwei größere. Der Fernseher lässt sich auch als Center-Speaker in ein 5.1-System integrieren.

Mit Netflix Calibrated hält der japanische Hersteller ein eigenes Format bereit, das für besonders ausdrucksstarke Bilder beim Streamen von Netflix sorgen soll. Alle Smart-TVs von Sony nutzen Android TV als Betriebssystem nebst eingebautem Google Assistant, der auch das smarte Heim steuern kann. Im Laufe des Jahres soll bei Sony die Unterstützung von Apples AirPlay 2 nebst HomeKit hinzukommen.

## AirPlay und Sprachsteuerung

AirPlay 2 und Apples HomeKit integrieren außer Sony auch LG und Samsung in smarte Fernseher. Mit AirPlay 2 kann man Inhalte von iOS-Geräten und dem Mac auf den Fernsehschirm streamen, Filme von iTunes ansehen und Fotos auf den Fernseher beamen. Per HomeKit lassen sich zudem Smarthome-Geräte über die Home App oder mit Siri auf Apple-Geräten steuern. Samsung verzichtet auf die HomeKit-Integration – die Besitzer von Samsung-TVs sollen stattdessen den hauseigenen Sprachassistenten Bixby auf ihren Samsung-Smartphones nutzen.

Verbessern wollen alle Hersteller die Steuerung ihrer TVs per Sprache. Dabei soll man nicht nur die Lautstärke oder das Programm wechseln können, sondern auch gezielt nach Inhalten suchen. Bei Samsung muss man die Fernbedienung dafür nicht mehr in der Hand halten: Sie lauscht bei Bedarf auch vom Couchtisch aus. Mit dem Sport-EPG hält Samsung zudem ein besonderes Schmankerl für

**Die Smart-TVs aus Samsungs Q-Serien erzeugen mit Quantenpunkten im Backlight extrem satte Farben.**



Sportfans bereit: Sie können auf einen Blick prüfen, wo das nächste Champions-League-Spiel, das Ligaspiel des Lieblingsvereins oder auch die Partien der dritten Liga übertragen werden.

Den auf der CES vorgestellten 77-zölligen Fernseher mit Mikro-LEDs als Pixel wird Samsung vorerst nicht auf den Markt bringen. Die Produktion habe sich als schwieriger herausgestellt als gedacht, gestand Samsung ein.

## Mehr 8K-Modelle

Die großen TV-Hersteller holen in diesem Jahr 8K-Modelle mit 33 Millionen Pixeln ins Programm. Bei Sony ist es die ZG9-Serie mit LC-Displays, bei LG steckt die hohe Auflösung sowohl im LCD-Modell SM99 als auch im 88-zölligen OLED Z9. Bei Samsung findet man die 8K-Auflösung in der Q950R-Serie.

Allen gemeinsam ist, dass sie HDMI in Version 2.1 benötigen, damit die ultrahochauflösten Bilder ins TV gelangen. Die Serienproduktion von HDMI-2.1-Controllerchips läuft aber gerade erst an, mit ihren 8K-Modellen werden die Hersteller

deshalb noch ein wenig warten müssen. Samsung will zwar die One-Connect-Anschlussbox seiner 8K-Vorjahresmodelle Q900R fit machen für HDMI 2.1 – verrät aber noch nicht, was Käufer dafür zahlen müssen.

So richtig eilig ist es aber ohnehin nicht mit den 8K-TVs, denn Videos mit 33 Millionen Pixeln pro Bild gibt es derzeit allenfalls auf YouTube. Auch wenn die TVs eingespielte Signale mit niedrigerer Auflösung aufwendig hochrechnen, scheint 8K derzeit nur für die Fotowiedergabe so richtig sinnvoll.

## Aufrollbar und transparent

LG wartet in diesem Jahr mit zwei Hinguckern auf: Das aufrollbare 65-zöllige OLED-TV 65R9 soll in der zweiten Jahreshälfte in den Handel kommen – einen Preis nannte LG noch nicht. Außerdem will der koreanische Hersteller dann auch ein transparentes OLED mit 1,40 Metern Bild diagonal (55 Zoll) anbieten – Preis ebenfalls noch unbekannt. Mit beiden Geräten sollte man wohl nicht vor der IFA rechnen.

(uk@ct.de) **ct**

**LG bringt 33 Millionen Pixel im organischen Display unter, für die Versorgung des 8K-TVs steckt im Tisch unter dem TV ein fettes Netzteil.**





# Geduldsspiel

## Windows 10 auf dem Raspberry Pi

**Ein Entwickler hat es geschafft, Windows 10 on ARM auf dem Raspberry Pi zu starten. Wir haben die ungewöhnliche Kombination ausprobiert.**

**Von Jan Mahn und Merlin Schumacher**

**W**indows 10 auf dem Raspi ist ein Traum, der schon lange durch den Schlaf von Raspi- und Windows-Fans geistert. Seit Microsoft Windows 10 on ARM für ARM64-Notebooks veröffentlicht hat, scheint dieser Traum in greifbare Nähe gerückt. Jetzt hat ein Entwickler ein Skript zusammengebaut, das diese ARM-Version auf eine SD-Karte für den Raspi bringt. Der Wunsch nach einem „echten“ Windows auf dem Raspi ist so groß, dass in der Redaktion nach Bekanntwerden dieser Möglichkeit kurz ernsthaft diskutiert wurde, wie man einen Windows-Raspi für kleine Aufgaben produktiv einsetzen könnte.

Wir wollten es genau wissen. Wie praktikabel ist Windows 10 auf dem Raspi? Für den Test nutzten wir den „WOA Deployer for Raspberry Pi 3“ (siehe [ct.de/y8ka](http://ct.de/y8ka)). Die drei Entwickler dahinter hatten bereits einen Windows-on-ARM-Installer für das Nokia Lumia 950 (XL) gebaut und diesen nun für den Raspi angepasst.

### Keine Erwartungen

Unsere bisherigen Erfahrungen mit Windows auf ARM-Hardware waren im Bezug auf die Performance enttäuschend [1]. Beim Raspberry Pi war daher eigentlich noch weniger zu erwarten, denn die Broadcom-CPU des Raspis hat schon ein paar Jahre auf dem Buckel und zwischen ihr und den von Microsoft für ARM-Notebooks auserkorenen Highend-Chips von Qualcomm liegen Welten. Die träge Anbindung der SD-Karte tut ihr Übriges.

Dennoch breitete sich eine gewisse Euphorie aus.

Wer Windows 10 auf seinem Raspi ausprobieren will, braucht viel Geduld und Muße. Das beginnt schon bei der Erzeugung der SD-Karte für den Raspi am Windows-PC. Zunächst muss man auf einer Webseite ein Batch-Skript herunterladen (siehe [ct.de/y8ka](http://ct.de/y8ka)), das in einer etwa zwanzigminütigen Prozedur einzelne Dateien von Microsoft-Servern zieht und aus diesen am Ende eine ISO-Datei erzeugt. Wer mit seiner Installation Erfolg haben will, sollte aber nicht die im GitHub-Repository empfohlene aktuelle Windows-10-Version 1809 herunterladen, sondern auf das Insider Build 17134 von 2018 zurückgreifen. In 1809 stecken ein paar Bugs, aufgrund derer die Installation nach der Ersteinrichtung in einer Schleife feststeckt. Eine Information, die wir nur durch Zufall in einer zum Projekt gehörenden Telegram-Gruppe gefunden haben. Gern hätten wir sie vor dem dritten Installationsversuch mit mehreren SD-Karten gehabt. Trotz dieser Rückschläge blieb die freudige Erwartung auf einen historischen Moment.

**Vollast bei ruhendem Desktop: Windows überfordert den Raspi völlig.**

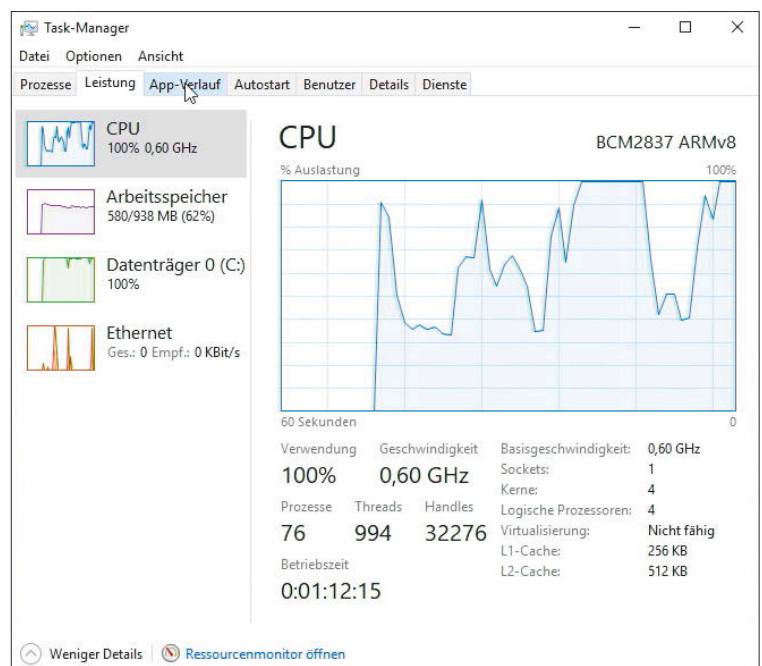
Aus dem ISO-Abbild kopiert man die Datei `install.wim` heraus. Nun kommt erstmals der Installer zum Einsatz. Der verlangt die extrahierte `install.wim` und noch ein Paket mit Treibern, Binaries und einem für den Raspi angepassten EFI. Hat man dem Programm die Dateien übergeben, kann man eine Micro-SD-Karte einlegen. Auf dieser erzeugt der Installer dann die Partitionen für den EFI-Bootloader und die eigentliche Windows-Installation. Man sollte unbedingt einen USB-3-Kartenleser und eine schnelle MicroSD-Karte verwenden, denn mit einem USB-2-Leser dauert das Schreiben circa fünf Stunden. Wir haben es ausprobiert.

### Einen Moment ...

Ist der Schreibvorgang abgeschlossen, kann der Raspi, in unserem Fall das schnellste Modell 3B+, mit seiner Arbeit beginnen. Ältere Hardware möchte man nicht einsetzen – wirklich nicht. Der Raspi bootet zunächst in eine EFI-Shell, die man mit `exit` beendet und einer Art BIOS die Bootreihenfolge so ändert, dass Windows 10 direkt startet.

Anschließend beginnt Windows mit dem zermürbenden ersten Boot. Nach ziemlich genau einer Stunde ist dieser abgeschlossen und Windows fragt nach den Regionseinstellungen.

Von dort, über das Durchklicken der Einrichtungsfragen bis zum Windows-Desktop, vergehen weitere 40 Minuten. „Einen Moment“, dieses Bild brennt





**Fast wie Hohn wirken Microsofts gut gemeinte Trostmeldungen bei der Windows-Installation auf dem Raspi.**

sich ein. Bei jeder Änderung der Animation zuckten wir erwartungsvoll. Beim Einrichten des Benutzers kam es zum zähen Kampf zwischen uns und der Tastatur, denn Windows schien das Loslassen von Tasten nicht zu registrieren und fügte daher immer wieder den gleichen Buchstaben ein. Dieses Tastaturproblem bleibt auch nach Abschluss der Installation bestehen. Die Windows-Bildschirmtastatur funktioniert als Ersatz.

Dann endlich der Durchbruch – ein Windows-Desktop auf einem Raspi! Ein Blick in den Taskmanager verlangte uns eine weitere Minute Wartezeit ab. Dann informierte uns Windows, dass CPU und Datenträger voll ausgelastet seien und der Arbeitsspeicher zu gut 60 Prozent gefüllt sei – beim ruhenden Windows-Desktop ohne geöffnete Anwendungen.

Ein Abruf von heise.de in der für ARM-kompilierten Version von Edge schlägt mit etwa anderthalb Minuten zu Buche. Das geht aber noch langsamer und zwar dann, wenn der x86-Emulator ran muss: Mit der x86-Fassung von Chrome dauert der Abruf der Seite vom Drücken der Eingabetaste bis zum Abschluss des Ladens etwa zwölf Minuten. Scrollen war im Edge erträglich, im Chrome unmöglich.

### Dennoch enttäuscht

Man muss schon eine äußerst masochistische Natur sein, um das Experiment zu wagen. Wer Windows 10 auf günstiger Hardware einsetzen will, sollte auf Gebrauchtgeräte zurückgreifen und falls nötig noch eine SSD nachrüsten oder einen neuen Mini-PC kaufen. Die Erkenntnis ist eigentlich nicht neu: Der Raspi ist (auch unter Linux) für vollwertige Desktop-Betriebssysteme nicht die beste Wahl [2].

Falls Sie sich dennoch einen Abend nehmen wollen, um Windows auf dem Raspi zu sehen, haben wir einen besonderen Service für Sie: Wir stellen eine ungekürzte zweistündige Videoaufzeichnung der Installation über [ct.de/y8ka](https://ct.de/y8ka) bereit. Da kann man bei langweiligen Passagen vorspulen.

(mls@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Florian Müssig, ARM drin, Hybrid-Geräte mit Windows 10 und ARM-Prozessor, c't 20/2018, S. 104
- [2] Pina Merkert, Reise ins Himbeerland, Raspberry Pi 3B+ statt Desktop-PC, c't 19/2018, S. 80

**Links und Video zum Artikel:** [ct.de/y8ka](https://ct.de/y8ka)



Die Konferenz zu Speichernetzen  
und Datenmanagement

**JETZT PROPOSAL EINREICHEN!**  
Bis zum 22. März 2019

### THEMEN:

- Moderne Storage-Techniken
- Herausforderung Datenwachstum
- Verteilter Speicher
- Software-defined Storage
- Datensicherheit und Datenschutz
- Cloud-Anbindung
- Backup und Replikation
- und vieles mehr ...



[www.storage2day.de](http://www.storage2day.de)

Veranstalter



dpunkt.verlag



## LoRaWAN-Gateway für 70 Euro

**Die Initiatoren des Community-basierten LoRaWAN-Netzwerks „The Things Network“ (TTN) haben ein besonders günstiges LoRaWAN-Gateway vorgestellt.**

Das „The Things Indoor Gateway“ soll 69 US-Dollar kosten und ab Mai verfügbar sein. Ziel der Initiative, die aus den Niederlanden stammt, ist der Aufbau eines weltweiten Netzwerks für vernetzte Geräte, die im Akkubetrieb nur wenig

Energie für das Versenden von Statusinformationen haben, zum Beispiel Sensoren oder Location-Tracker. LoRaWAN nutzt in Europa den anmeldefreien Frequenzbereich um 868 MHz. Die Nachrichten werden von Gateways mit einem 868-MHz-Transceiver empfangen und über eine Internetverbindung an die Server des Netzwerks geschickt. Über ein HTTP-API kann man die Nachrichten abrufen und verarbeiten. Die Nutzung des Netzwerks ist kostenlos.

Damit die Community-Idee von TTN funktioniert, müssen Freiwillige solche Gateways betreiben, die einen Radius von mehreren hundert Metern abdecken. In den Niederlanden gibt es in bebauten Gebieten bereits flächendeckenden Empfang. In Deutschland dagegen stehen nur vereinzelte Gateways in großen Städten. Das liegt vor allem am Preis. Für ein brauchbares Achtkanal-Gateway musste man mindestens 250 Euro einplanen. Das neue Indoor-Gateway hat nur eine eingebaute Antenne – ein erster Test der c't-Redaktion zeigt aber, dass man problemlos eine Außenantenne nachrüsten kann. Strom bekommt das Gateway über ein eingebautes Steckernetzteil oder USB-C. (jam@ct.de)



Das „The Things Indoor Gateway“ wird direkt in die Steckdose gesteckt oder per USB-Kabel mit Strom versorgt. Es verbindet sich per WLAN mit den Servern von The Things Network.

## Sigfox veröffentlicht Protokollspezifikation

Das Unternehmen Sigfox hat die Funkspezifikation seines gleichnamigen IoT-Funknetzwerks für die **Übertragung kleiner Datenmengen bei großer Reichweite** veröffentlicht. Der französische Anbieter kümmert sich um den Netzausbau und arbeitet in Europa im Frequenzbereich um 868 MHz. Dafür verlangt er pro Gerät 20 Euro im Jahr – Zielgruppe sind Anbieter von Geräten, die bis zu 12 Byte lange Nachrichten verschicken müssen.

Bisher gab es nur von Sigfox lizenzierte Modems, da nicht öffentlich dokumentiert war, wie die Endgeräte mit dem Netzwerk kommunizieren. Mit der Freigabe der Spezifikation erhofft sich Sigfox nach eigenen Angaben ein größeres Angebot an passenden Modems. Die Inhalte sind aber nicht ganz überraschend: Bereits im Dezember 2018 berichtete Flo-

rian Euchner auf dem Hackerkongress 35C3, wie er den Kern des Protokolls per Reverse-Engineering herausgearbeitet hatte. Diese Ergebnisse sind weitgehend deckungsgleich mit der jetzt veröffentlichten Spezifikation. Euchners Vortrag könnte dazu beigetragen haben, dass Sigfox mit einem offiziellen Dokument nachgelegt hat.

Gegenüber c't erklärte Euchner, dass besonders die maximale Symbolrate ein bisher unbekanntes Detail sei. So dürfen Geräte im Sigfox-Netz nicht nur wie bisher bekannt mit 100 Baud senden, sondern die Information mit 600 Baud übertragen. Je schneller das Verschicken geht, desto schneller kann das Gerät wieder in den Tiefschlaf verfallen und muss dementsprechend weniger Energie aufwenden. (jam@ct.de)

### Kurz & knapp: Internet der Dinge

Das Open-Source-Projekt **zigbee2mqtt**, eine herstellerunabhängige Steuerungssoftware für ZigBee-Geräte wie Hue-Lampen, bringt in der neuen Version eine Funktion, mit der sich Geräte in Gruppen zusammenfassen lassen. Im Test konnten wir mehrere Lampen ohne merkliche Verzögerung gleichzeitig schalten. Neben der aktuellen Software braucht auch der zugehörige USB-Stick eine aktuelle Firmware.

Siemens hat das auf Node.js basierende Framework Coaty als Open-Source-Software veröffentlicht, mit dem **vernetzte Endgeräte** Informationen ohne zentrale Instanz untereinander austauschen können. IoT-Installationen sollen damit dezentraler und flexibler werden.

Das c't-Digital-Abo

# Genau mein Ding.

Immer und überall top informiert

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

**Genau mein Ding.**

## Vorteile des c't-Digital-Abo

Lesen Sie Ihre Magazine Zeit und Raum unabhängig.

### In 3 digitalen Formaten verfügbar:



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



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



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

### Geräteübergreifende Synchronisierung



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

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

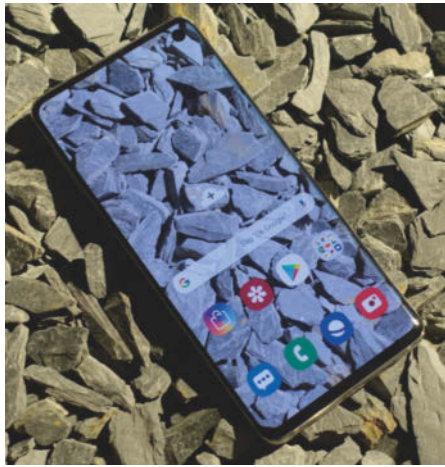
**9 €**  
Rabatt



# Samsungs High-End-Handys von 750 bis 2000 Euro

**Das neue Galaxy gibt es in den drei Varianten S10, S10+ und S10e. Das faltbare Galaxy Fold lässt aber noch auf sich warten.**

Bessere Kameras, Fingerabdruckscanner im Display und ein Loch im Display für die Selfie-Kamera statt ein Notch – das sind die Hauptvorteile der drei **Galaxy-Smartphones**. Das S10+ bekommt zur



Das S10 hat ein rundes Loch für die Frontkamera, das S10+ ein ovales für gleich zwei Kameras.

Normal- und Telekamera des S9+ einen Superweitwinkel hinzu. Alle drei Kameras finden sich auch beim S10; dem S10e fehlt das Tele. Das S10+ hat zudem zwei Selfie-Kameras, das S10 und S10e eine.

Das S10e hat mit 5,8 Zoll das kleinste Display, es folgt das S10 mit 6,1 Zoll und das S10+ mit 6,4 Zoll. Letztere beide zeigen 2960 × 1440 Pixel, das S10e 2220 × 1080. Einen Schärfegradunterschied konnten wir nicht feststellen. Während die OLEDs des S10 und S10+ wieder an den Flanken leicht nach hinten gebogen sind, ist das des S10e plan.

Das S10e bekommt hierzulande 6 GByte, das S10 und S10+ 8 GByte Arbeitsspeicher. Letzteres gibt es sogar mit 12 GByte RAM und 1 TByte Flash. Der Flash kann bei allen per MicroSD ergänzt werden. eSIM und 5G beherrschen die drei nicht. Als Prozessor kommt der hauseigene Exynos 9820 mit zwei schnellen, zwei mittleren und vier Stromspar-Kernen zum Einsatz.

Die Akkus fassen zwischen 3100 und 4100 mAh. Sie lassen sich per USB-C und Qi laden – und können per Qi auch andere Geräte laden. Kopfhörerbuchsen sind vorhanden, die Gehäuse sind nach IP68 gegen Wasser und Staub geschützt.

Das Galaxy S10e wird 750 Euro kosten, das S10 wird es für 900 Euro mit 128 GByte geben und für 1150 Euro mit 512 GByte. Das S10+ kostet 1250 Euro mit 512 GByte und 1600 Euro mit 1 TByte. Vorbesteller bekommen in Deutschland kostenlos einen der neuen Drahtlos-Kopfhörer Galaxy Bud mitgeliefert. Anders als der Vorgänger IconX beherrschen die Buds nun das drahtlose Laden per Qi – auch vom Galaxy S10. Einzeln kosten sie 150 Euro und sind in Weiß, Schwarz und Gelb erhältlich.

Erstmals hat Samsung das **faltbare Galaxy Fold** vorgeführt: Ausgeklappt zeigt es 2152 × 1536 Pixel auf 7,3 Zoll – und weil das Display nach dem Zusammenklappen innen liegt, hat es außen ein zweites mit 1960 × 840 Pixel auf 4,6 Zoll; beides sind OLEDs. Apps sollen beim Auf- und Zuklappen von einem Bildschirm zum anderen springen.

Beide Displays haben einen Notch für eine Selfie-Kamera, zudem sitzen an der Rückseite vermutlich die drei vom S10 bekannten Kameras. Das Fold hat 12 GByte RAM und 512 GByte Flash. Es soll im Mai für 2000 Euro in den Handel kommen, auch eine teurere 5G-Version ist in Planung. (jow@ct.de)

## Kleine leichte Smartwatch

Die **Galaxy Watch Active** ist Samsungs erste Uhr mit Tizen, die ohne drehbare Lünette auskommen muss – man bedient sie nur über zwei Knöpfe und den Touchscreen. Sie wirkt dadurch weniger wuchtig als der Vorgänger Gear Sport mit Lünette. Mit 40 Millimetern Durchmesser, 10,5 Millimeter Dicke und 46 Gramm Gewicht ist sie knapp kleiner und leichter als alle Smartwatches in unserem Test (siehe S. 126), darunter die Samsung Galaxy Watch.

Das Gehäuse ist nach IP68 geschützt und eignet sich fürs Schwimmen und Schnorcheln (ATM 5). Die Uhr orientiert sich per GPS, Glonass, Beidou und Galileo und beherrscht Puls- sowie Blutdruckmessungen, Letzteres ist hierzulande aber nicht freigeschaltet. Der Preis liegt bei 249 Euro. (jow@ct.de)

## Sonderheft c't Android

Falls Sie befürchten, dass Sie jemand aus Ihrem nahen Umfeld ausspioniert: Das Sonderheft c't Android erklärt Ihnen, wie Sie die Spionage-Apps enttarnen und entfernen. Weitere Artikel erläutern, dass Passwortmanager und Zwei-Faktor-Authentifizierung gar nicht kompliziert zu bedienen sind. Wir geben Tipps zum Einrichten eines neuen Smartphones und zum Übertragen aller Daten, Fotos, Apps und Einstellungen vom alten Handy – na ja, fast aller jedenfalls. Mit unserem Trick werden Sie vorinstallierte Apps los. Wenn Sie Apps selbst entwickeln möchten: Eine Übersicht von Crossplattform-Tools zeigt, welche Frameworks Ihnen beim Programmieren für Android und iOS helfen. Speziell dem Framework Flutter widmen wir ein mehrteiliges Tutorial.



Das Sonderheft c't Android ist im heise shop und am Kiosk für 12,90 Euro erhältlich. Die digitale Ausgabe für 9,99 Euro finden Sie im heise shop sowie in den c't-Apps für iOS und Android und bei Amazon. (jow@ct.de)

# Berlin soll per App mobiler werden

**Mit der Mobilitäts-App Jelbi sollen Berliner ab Sommer Tickets für sämtliche BVG-Linien kaufen. Zudem stehen ihnen dann S-Bahn, Taxi, Rufbus, Leihräder, E-Roller und Carsharing über die App offen.**

Wer in Berlin ohne eigenes Auto von A nach B kommen will, soll Verbindungen mit Bus und Bahn, Car- und Ridesharing, Leihrad und E-Roller künftig mit einer App reservieren und bezahlen können. Die Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) haben dazu Jelbi präsentiert. Der Name steht für die Logofarbe Gelb auf Berlinisch. Die Lösung entstand gemeinsam mit dem litauischen Technikanbieter Trafi und soll ab Sommer verfügbar sein.

25 Partner haben binnen weniger Wochen Interesse bekundet, sich mit ihren Verkehrsdaten und Abrechnungssystemen in die offene Plattform integrieren zu lassen.

Zu den Partnern gehören die S-Bahn, Taxi Berlin, sieben Carsharing-Firmen, sechs Anbieter von Leihrädern und der E-Roller-Vermieter Emmy. Fürs Ridesharing werden zunächst der digitale Rufbus Berlin-König von BVG und ViaVan sowie Clever-Shuttle integriert. E-Scooter sollen folgen, sobald sie zugelassen werden. Die beiden mittlerweile kooperierenden Carsharing-Größen DriveNow und Car2Go von BMW und Daimler zeigen der BVG bislang die kalte Schulter. Die Münchner und die Stuttgarter betreiben im Joint Venture Moovel eine eigene verkehrsformenübergreifende Mobilitätsapp.

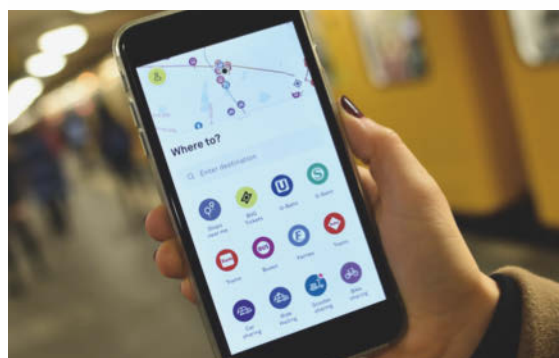
Die BVG sieht die Initiative zunächst als eine Art Forschungsprojekt bis Ende 2021. Das Unternehmen wolle mehr Bewegungsdaten sammeln und erfahren, wie die Kunden jenseits des ÖPNVs unterwegs

sind, sagt Digitalvorstand Henrik Haencke. Trafi hat am Heimatstandort Vilnius, aber zum Beispiel auch in Rio de Janeiro, Istanbul und Jakarta Erfahrungen mit entsprechenden Apps und Routing-Algorithmen gesammelt [1]. Die Firma kombiniert dabei alle verfügbaren Verkehrsmittel, macht Vorschläge unter Einbezug des lokalen Wetters oder persönlicher Präferenzen, bucht Fahrpreise ab und verwaltet die Tickets fürs Display. Von der BVG erhalten die Litauer echtzeitnahe Standortinformationen von BVG-Fahrzeugen, die auch für andere Dritte wie Apple, Google oder die Macher der Öffi-App verfügbar sind.

Alle verwendeten Daten „liegen auf einem deutschen Server“ und würden verschlüsselt, versichert Christof Schminke von Trafi Deutschland. Bewegungsdaten würden entkoppelt, um über entpersonalisierte Informationen Verkehrsflüsse und Bewegungsmuster herauszufinden. Die BVG werde die Zahlungsdaten erheben. Für die Identitätsprüfung will der Verkehrsbetrieb auf die Schufa setzen, bei Touristen ohne deutsches Bankkonto soll das Ausfallrisiko über eine Kreditkarte abgedeckt werden. (agr@ct.de)

## Literatur

[1] Arne Grävmeyer, Vilnius in einer App, Mobilitäts-Plattform Trafi: Besuch und Probefahrt in Litauen, c't 25/2018, S.118



Fahrpläne und Leihfahrzeuge in einer App: Mit Jelbi sollen Berliner ab Sommer navigieren, Tickets kaufen, Taxis rufen, Leihräder oder -autos entriegeln und bezahlen.

## IKT-Beschaffungstage 2019

12. – 13. März 2019, München

Die Beschaffung von Leistungen aus dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) stellt regelmäßig besondere Anforderungen sowohl an die Vergabestellen, als auch an die potentiellen Bieter. Die Vergabeverfahren müssen den hohen Anforderungen an die zu beschaffenden Produkte gerecht werden. Diesen und weiteren Themen widmen sich die IKT-Beschaffungstage – wir freuen uns auf eine spannende Tagung gemeinsam mit Ihnen.

### Themen 2019 u.a.:

- » Outsourcing des IT-Betriebs
- » Datenschutz und IKT-Beschaffung
- » Bewertung und Benchmarking von IT-Geräten
- » Die neuen EVB-IT Cloud
- » Lebenszykluskosten bei der IKT-Beschaffung

www.ikt-beschaffungstage.de | Veranstalter: Behrden Spiegel | Fachliche Leitung: AYBURG



# Grauzone Messaging zwischen Lehrern und Eltern

**Für viele Eltern gehört es zum Alltag, Organisatorisches oder auch Probleme in der Schule mit den Lehrern via WhatsApp zu besprechen. Das ist zwar überaus praktisch, wirft aber auch datenschutzrechtliche Probleme auf.**

Eine Umfrage der Deutschen Presse-Agentur (dpa) ergab, dass manche Bundesländer den Lehrkräften längst untersagt haben, dienstliche Nachrichten untereinander oder mit Eltern über den Messenger auszutauschen. Es gebe jedoch keine einheitliche Linie.

Lehrkräfte in Hessen etwa dürfen über **WhatsApp** und andere Messenger keine Noten, Krankmeldungen, Adress- und Telefondaten, Hinweise auf Hausaufgaben sowie Feedback zur Lernleistung austauschen. Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz haben komplett untersagt, soziale Netzwerke und Messenger für den schnellen Austausch von Lehrern, Schülern und Eltern zu nutzen. In NRW, Bayern, Thüringen und Hamburg gibt es laut dpa keine rechtlich bindenden Regelungen. Es handele sich um

eine „Grauzone“, sagte eine Sprecherin des bayerischen Kultusministeriums.

Nun beschäftigt das Thema auch die Kultusministerkonferenz (KMK). Über Messenger-Dienste wie WhatsApp dürfen keine personenbezogenen Daten ausgetauscht werden, betonte der KMK-Präsident, Hessens Kultusminister Alexander Lorz (CDU), gegenüber den Zeitungen der Funke-Mediengruppe. Er schränkte aber ein: „In einem föderalen System können gewisse Sachverhalte durchaus unterschiedlich geregelt werden.“ Maßgeblich

seien die jeweiligen Regelungen in den Ländern.

Die Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft (GEW) sprach deshalb von „Wildwuchs“. „Für die Ausstattung der Schulen sind bisher die Kommunen zuständig, die Gesetzgebung liegt bei den Landesregierungen“, kritisierte Ilka Hoffmann, die den GEW-Vorstandsbereich Schule leitet. Als Alternative zu mobilen Messengern forderte der Deutsche Lehrerverband die Einrichtung von landesweiten Elternportalen. (hob@ct.de)

**KMK-Präsident Alexander Lorz:**  
„In einem föderalen System können gewisse Sachverhalte durchaus unterschiedlich geregelt werden.“

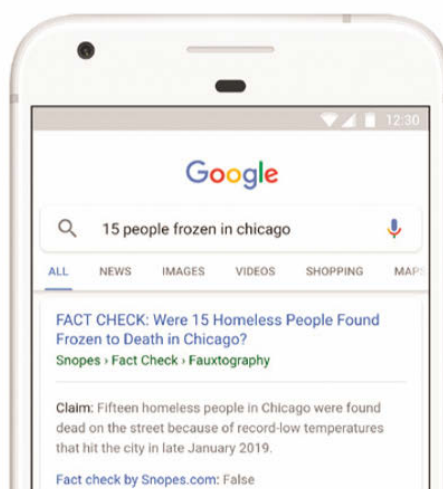


Bild: Ralf Rühmeier/KMK

## Google stellt Maßnahmen gegen Desinformation vor

Auf der Münchener Sicherheitskonferenz hat Google seine Maßnahmen gegen **Fake News** präsentiert. Das Unternehmen setzt drei Strategien ein, die unabhängig von einer Bewertung der Intention die Verbreitung von Falschinformationen über Googles Services eindämmen sollen: **Ranking-Algorithmen** sollen die Content-Qualität einer Nachricht ermitteln und den Artikel entsprechend bei Googles Diensten listen.

Mit verschiedenen Maßnahmen versuche Google zudem, „böartige Akteure“ zu erkennen, um deren Content herabzustufen. Zudem setze Google darauf, den Nutzern bei Suchergebnissen **mehr Kontextinformationen** zu einem Thema an die Hand zu geben. Durch zusätzliche Links auf weitere Artikel sowie Videos sollen die Anwender sich ein eigenes Urteil bilden können. (jo@ct.de)



Durch zusätzliche Kontextinformationen, zum Beispiel mit Links zu Faktenchecks in der Suche, sollen sich Anwender besser ein eigenes Bild machen können.

## Chrome: Google rudert zurück

Google hat auf den massiven Protest an einer geplanten Schnittstelle seines Browsers Chrome reagiert. Das geplante declarativeNetRequest-API hätte in seiner ursprünglich geplanten Version das Aus für viele Erweiterungen bedeutet, etwa für **Werbeblocker** (siehe c't 5/2019, S. 55).

Nun hat ein Google-Entwickler in einem Post klargestellt, dass Google nicht vorhabe, das bestehende Chrome-Ökosystem zu beschneiden (siehe ct.de/yfhu). Das gelte auch für Adblocker. Die Neuerungen im declarativeNetRequest seien noch in der Diskussion. Mittlerweile hat Google Änderungen am API-Entwurf vorgenommen, mit denen Adblocker weiterhin funktionieren dürften. Dazu zählen mehr und komplexere Regeln für Filter. (jo@ct.de)

Weiterführende Links: [ct.de/yfhu](https://ct.de/yfhu)

# Canonical schließt Sicherheits-lücke in Paketverwaltung Snap

Mit einem kleinen Python-Skript eine gewöhnliche Ubuntu-Installation kapern – dass das geht, demonstrierte der australische Sicherheitsforscher Chris Moberly. In dem „Dirty Sock“ getauften Angriff ermöglichte es ein klassischer Programmierfehler, angemeldeten Nutzern ohne besondere Privilegien **Root-Rechte zu erschleichen**. Betroffen ist der Hintergrunddienst (snapd) der Linux-Paketverwaltung Snap in den Versionen von 2.28 bis 2.37.0.

Snap ist standardmäßig unter Ubuntu installiert, aber auch für alle anderen gängigen Linux-Distributionen verfügbar. Das Snap-Entwicklerteam hat schnell eine korrigierte Version veröffentlicht. Diese sollte umgehend über die Sicherheitsupdates eingespielt werden, da der Entdecker Moberly mittlerweile ein simples Demonstrationsskript veröffentlicht hat. Bislang ist kein Fall bekannt, in dem die Schwachstelle durch Angreifer ausgenutzt wurde.

Die Sicherheitslücke befand sich in der REST-Schnittstelle, für die ein Unix-Socket beim Start des Hintergrunddienstes eingerichtet wurde. Ein HTTP-Server wartete dort auf Befehle. Für den Angriff schickte Moberly die Befehle von einem weiteren Socket mit einem Namen wie

```

neon: bash — Konsole <2>
Datei Bearbeiten Ansicht Lesezeichen Einstellungen Hilfe
neon@neon:~$ python dirty_sockv2.py

DIRTY SOCK
(version 2)

//=====\\
// R&D    | unitstring (@unit_string) |
// Source | https://github.com/unitstring/dirty_sock |
// Details | https://unitblog.com/2019/dirty-sock |
//=====\\

[+] Slipped dirty sock on random socket file: /tmp/omnltkwhb;uid=0;
[+] Binding to socket file...
[+] Connecting to snapd API...
[+] Deleting trojan snap (and sleeping 5 seconds)...
[+] Installing the trojan snap (and sleeping 8 seconds)...
[+] Deleting trojan snap (and sleeping 5 seconds)...

*****
Success! You can now 'su' to the following account and use sudo:
username: dirty_sock
password: dirty_sock
*****

neon@neon:~$ su - dirty_sock
Password:
dirty_sock@neon:~$ sudo su -
[sudo] password for dirty_sock:
root@neon:~#

```

**Durch eine Sicherheitslücke in Snap konnten sich Angreifer per Python-Skript Root-Rechte verschaffen.**

/tmp/sock;uid=0;. Beim Überprüfen der Benutzerkennung (UID) überschrieb das die Variable für den Benutzer, wodurch die Paketverwaltung snap einen Systemverwalter-Account mit der ID 0 annahm. So ließ sich anschließend ein schädliches Snap-Paket installieren, das einen neuen Nutzer mit sudo-Rechten anlegte.

(ktn@ct.de)

## Kurz & knapp: Linux

Die neueste Version der Desktop-Umgebung **KDE Plasma 5.15** integriert Firefox sowie Programme, die als Flatpak- und Snap-Paket installiert wurden, besser in den Desktop. Das soll die Benutzerfreundlichkeit und Produktivität verbessern.

Canonical hat **Ubuntu 18.04.2** veröffentlicht. Das zweite Point-Release der langzeitunterstützten Ubuntu-Version liefert auch einen neuen Hardware-Enablement-Stack mit und unterstützt daher mehr Hardware.

Der **Mail-Client Geary** ist in einer neuen Version verfügbar. Geary 0.13 vereinfacht

unter anderem das Hinzufügen und Verwalten von Mailkonten.

Die neueste Version 6.0 der **Fotoverwaltung Digikam** wurde stark umgebaut und enthält viele neue Funktionen. Digikam verwaltet jetzt auch Videos und unterstützt die RAW-Formate weiterer Kameras. Neue Werkzeuge exportieren Fotos nun auch zu Pinterest, OneDrive und Box Web.

Das Debian-Projekt hat **Debian GNU/Linux 9.8 „Stretch“** freigegeben. Das achte Update für die stabile Debian-Version behebt hauptsächlich Sicherheitslücken.

TASKalfa  
Multifunktionssysteme

HAUS-  
DRUCKEREI  
AUF 1,5 M<sup>2</sup>



Neben Scan-, Druck-, Kopier- und Faxfunktion bieten Ihnen die A3-Systeme der TASKalfa Serie maximale Effizienz für die Inhouse-Broschürenproduktion. Flexible Papierverarbeitungsoptionen von A6R bis SRA3 und Papiergewichte von 52 bis 300 g/m<sup>2</sup> machen sie zu wahren Produktionsgenies.

KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH  
Infoline 0800 187 187 7  
www.kyoceradocumentsolutions.de

KYOCERA Document Solutions Inc.  
www.kyoceradocumentsolutions.com

**KYOCERA**  
Document Solutions



## Smartphone-Nase entdeckt die Düfte

**Eine universelle elektronische Nase, trainierbar auf verschiedene Gerüche, ist am Karlsruher KIT entstanden. Mögliche Anwendungen reichen vom Brandmelder bis zur Smartphone-Erweiterung.**

Gerüche in Form komplexer Gasgemische registriert der **Sensorchip einer elektronischen Nase** des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Die Karlsruher Mikro-Nase (Kamina) funktioniert unabhängig von chemischen Reaktionen und erkennt nach entsprechendem Training die geruchstragenden Moleküle. Der Chip misst gerade einmal 3 mm × 4 mm und kann damit zukünftig in diverse Klein-geräte eingebaut werden, beispielsweise in Brandmelder. „Bei entsprechendem Training kann der Chip dann nicht nur Alarm auslösen, er kann sogar verschiedene Rauchquellen unterscheiden, etwa schmorende Kabel oder Zigarettenqualm“, sagt Dr. Martin Sommer, der das Projekt am KIT-Institut für Mikrostrukturtechnik betreut. Damit könnte ein Alarm sofort mit Zusatzinformationen angereichert werden.

Die Riechtechnik unterscheidet sich deutlich von der einer menschlichen

Nase. Der Mensch besitzt etwa zehn Millionen Riechzellen mit rund 400 unterschiedlichen Geruchsrezeptoren, die auf die verschiedenen chemischen Reize reagieren. Der Sensorchip dagegen nutzt 16 Subsensoren bestehend aus Zindioxid-Nanofasern, die in unterschiedlicher Dichte angeordnet sind. Die für Gerüche verantwortlichen Moleküle lagern sich an den Nanodrähten an und verringern den elektrischen Widerstand der Einzelsensoren. So verursacht jeder Geruch ein eigenes Signalmuster, das in der Lernphase einer Ursache zugeordnet werden kann.

Gegenüber einer teuren Geruchsanalyse mit präziser chemischer Analyse handelt es sich bei dem Sensorchip um eine Lösung, die für die Massenproduktion entwickelt worden ist. Mit einem eigens gegründeten Unternehmen namens Smellect wollen die Karlsruher ihre Entwicklung Anfang April auf der Hannover Messe vorstellen. Gemeinsam mit Interessenten aus der Strom- und Gasversorgung wird bereits an einer Lösung gebastelt, die bei Leckagen warnen kann. Bei Herstellerinteresse könnte der kompakte Chip in naher Zukunft auch Einsatz in Smartphones finden. (agr@ct.de)



Der kleine Sensor im oberen Bereich des Chips (in der Petrischale) ermöglicht es Dr. Martin Sommer mit dem Demonstrator (links) Gerüche zu unterscheiden und mit erlernten Eindrücken wie „Luft“ oder „Rum“ zu vergleichen.

## Per Laser zugeflüstert

Mit einem Laserstrahl erzeugen Forscher am MIT **Schall direkt am Ohr**. Beobachter im selben Raum hören davon nichts, sie könnten höchstens Lichtreflexionen bemerken. Die Klangprojektion entsteht, wenn Wasserdampf in der Umgebungsluft des Ohres die Energie des Lasers absorbiert und in schwachen Schallwellen wieder abgibt. Mit der Leistung des Lasers konnte das Team um Ryan Sullenberger den Klang modulieren. Die Forscher wählten die Wellenlänge ihres Lasers so, dass sein Licht einerseits leicht vom Wasserdampf absorbiert wird und andererseits die Augen der Tester nicht gefährdet. Ihnen gelang die Übertragung bisher auf zweieinhalb Meter Distanz, selbst in unruhiger, lauter Umgebung. (agr@ct.de)

## Wirkschema von Social Bots

Forscher und Psychologen beobachten in den sozialen Medien das **Phänomen einer Schweigespirale**: Nutzer verhalten sich tendenziell eher still, wenn sie sich in der Minderheit wähnen. Genau diese menschliche Schwäche könnten Social Bots ausnutzen, um Stimmungen zu lenken.

Tausend virtuelle Akteure, als Agenten modelliert, ließ ein Team um Projektleiter Björn Ross an der Uni Duisburg-Essen in Simulationen ihre Meinung vertreten, wobei sich Fürsprecher und Gegner eines Themas die Waage hielten. Die virtuellen Diskussionssteilnehmer unterschieden sich nicht nur in ihrer Meinung, sondern auch im Grad ihrer Unbeirrbarkeit und in ihrer Bereitschaft, sich zu äußern. Zudem waren die programmierten Akteure bei jeder Simulation verschieden vernetzt.

In jeder zweiten Simulation gewann eine Seite die Oberhand und die Gegenseite wurde stiller. Wenn allerdings Social Bots einseitig eingriffen, nur mit einem Anteil von zwei bis vier Prozent der Diskutanten, dann löste die so gestärkte Seite in zwei Drittel der Simulationen eine Schweigespirale bei der Gegenseite aus. (agr@ct.de)

# Maker Faire®

Die nächsten  
Veranstaltungen:



... weitere folgen.

[maker-faire.de](http://maker-faire.de)





Bild: Francesco Seco/AP/dpa

# Data-Brexit

## DSGVO-konformer Datenaustausch: Unternehmen und Behörden vor großen Problemen bei hartem Brexit

**Am 30. März kommt möglicherweise ein harter Brexit. Er stellt Unternehmen und Behörden vor große Probleme, die Daten mit dem vereinigten Königreich austauschen. Es droht ein Datenchaos.**

**Von Christiane Schulzki-Haddouti**

Die Verhandlungen zu einem Austrittsabkommen zwischen der EU und Großbritannien stocken, das britische Parlament kann sich nicht auf ein Vorgehen einigen. Ein Brexit ohne Abkommen bedeutet aber, dass Großbritannien ab 0 Uhr MEZ am 30. März aus europäischer Perspektive als Drittland behandelt werden

muss. Einen Notfallplan für den Datentransfer gibt es nicht.

Möglicherweise einigt sich die Regierung mit dem Parlament noch auf eine kurzfristige Verschiebung des Austrittstermins. Doch angesichts der knappen Stimmverhältnisse ist das eine vage Hoffnung.

Der IT-Branchenverband Bitkom fürchtet ein „Datenchaos“: Ohne Übergangsregelung werden Datentransfers nach Großbritannien bedeutend komplexer oder teurer. Dann gibt es nämlich „keine Übergangszeit, in der die Behörden Übermittlungen ohne entsprechende Schutzvorkehrungen tolerieren“, stellte Bundesdatenschutzbeauftragter Jürgen H. Müller klar. Es gibt weder seitens Großbritanniens oder der Europäischen Union Anläufe, ein Übergangsregime auszuhandeln.

Der Ausschuss der europäischen Datenschutzbehörden empfiehlt betroffenen Unternehmen und Behörden fünf Schritte: Zunächst sollen sie feststellen, wie sie ihre an UK übermittelten personenbezogenen Daten verarbeiten. Zweitens sollen sie ein geeignetes Transferinstrument festlegen und es drittens zum 30. März 2019 umsetzen. Die geplanten Übermittlungen sollen viertens dokumentiert werden. Fünftens sollen sie nicht vergessen, die zugehörigen Datenschutzerklärungen für die betroffenen Personen zu aktualisieren.

### Standardklauseln

Unternehmen und Behörden müssen bei einem Hard Brexit also alle Datentransfers selbst rechtlich klären. Zu den Transferinstrumenten gehören etwa die Standarddatenschutzklauseln (SDK) sowie Ad-hoc-Klauseln der EU. Für die verschiede-

nen Anwendungsfälle kommen dabei drei Sets von SDSK infrage (2001/497/EG, 2004/915/EG sowie 2010/87/EU). Diese Klauseln müssen beispielsweise auch US-Unternehmen verwenden, die sich nicht unter den „EU US Privacy Shield“ begeben haben.

Die Klauseln dürfen im Wortlaut nicht verändert, aber in einen umfassenderen Vertrag aufgenommen werden. Falls sie dennoch geändert werden oder etwaige Zusatzvereinbarungen die Klauseln aushebeln, verlieren die SDSK ihre rechtliche Legitimation. Sie gelten dann als Ad-hoc-Vertragsklauseln, die von den nationalen Aufsichtsbehörden genehmigt werden müssen.

## Überlastete Behörden

Firmen müssen also ihre Gegebenheiten an die SDSK anpassen. Solche Umstellungen seien jedoch „enorm aufwendig“ und in der kurzen Zeit vor allem für kleine und mittlere Unternehmen kaum zu schaffen, warnt der Bitkom. Fraglich ist zudem, ob die personell unterbesetzten Aufsichtsbehörden, die seit Einführung der DSGVO am Rande ihrer Leistungsfähigkeit arbeiten, überhaupt fristgerecht die notwendigen Genehmigungen erteilen können.

Multinationale Konzerne wie Vodafone, Deutsche Post oder Deutsche Telekom, die sowohl in europäischen Mitgliedstaaten als auch in Großbritannien Standorte unterhalten, können aber auch sogenannte „Binding Corporate Rules“ (BCRs) zum internen Datenaustausch definieren. Wenn diese von der nationalen Aufsichtsbehörde genehmigt wurden und im Einklang mit der DSGVO stehen, sind sie in puncto konzerninternem Datenaustausch bei einem Brexit gewappnet. In der EU arbeitet man jedoch noch daran, die Kriterien der einzelnen Länder für solche Genehmigungen zu vereinheitlichen.

Mit der DSGVO wurden darüber hinaus branchenspezifische Verhaltenskodizes und Zertifizierungsmechanismen eingeführt. Diese können ebenfalls genügend Garantien bieten, wenn sich Firmen rechtsverbindlich verpflichten, diese zu befolgen. Leider haben sich die Aufsichtsbehörden aber noch immer nicht auf entsprechende Bedingungen und Verfahren festgelegt. Erst im März sollen die Kriterien in die öffentliche Konsultation gehen. Damit kommen sie für den Brexit zu spät.

## Ausnahmen von der Regel

Wer keine Standardklauseln übernehmen will oder kann und auch keine genehmigten Corporate Rules hat, kann laut Artikel 49 DSGVO eine Ausnahmeregelung beantragen. Diese gilt, wenn für einen Datentransfer eine „ausdrückliche Einwilligung des Betroffenen“ vorliegt oder eine Organisation ein „zwingend berech-

tigtes Interesse“ vorweisen kann. Damit können jedoch nur Einzelverträge abgeschlossen werden, die sich nur auf „gelegentliche und sich nicht wiederholende Verarbeitungen“ beziehen.

Für Banken und Versicherungen etwa, die regelmäßig Daten ihrer Kunden austauschen, ist eine solche Ausnahmeregelung deshalb keine Alternative. Sie werden wie viele andere Unternehmen auch angesichts der knappen Zeit auf die SDSK zurückgreifen müssen.

Viele kleinere Unternehmen haben jedoch keine großen juristischen Abteilungen und werden daher nur zeitverzögert reagieren können, warnt Marc Tenbrieg vom Mittelstands-Bund DMB. In UK betriebene Websites werden übrigens so behandelt wie alle Drittstaaten-Websites auch: Bei Rechtsverstößen gilt die DSGVO, falls die Websites Nutzerdaten aus der EU verarbeiten.

## Privacy Shield mit UK

Mittelfristig wird nur eine Angemessenheitsentscheidung der EU die Lage wieder entspannen können. Denn Datentransfers in Staaten außerhalb der Europäischen Union sind dann legal, wenn diese Staaten ein gleichwertiges Datenschutzniveau nachweisen können. Für verschiedene Staaten wie die USA, Kanada, Neuseeland und Japan gelten solche Beschlüsse der EU bereits. Allerdings waren dazu zähe Verhandlungen nötig. Die britische Datenschutzbeauftragte Elizabeth Denham rechnet daher nicht damit, dass es sofort nach dem Brexit einen Angemessenheitsbeschluss geben kann. Die Verhandlungen dazu werden jedenfalls erst nach einem etwaigen Hard Brexit aufgenommen.

Für die USA wurden die Angemessenheitsregeln etwa in der Vereinbarung zum „EU US Privacy Shield“ festgehalten. Ähnlich könnte nun die EU mit Großbritannien verfahren und einen „EU UK Privacy Shield“ aushandeln. Allerdings ist es absehbar, dass die Frage der Geheimdienstkontrolle ein wesentliches Verhandlungsthema sein wird.

Insbesondere Überwachungsprogramme müssten reformiert werden, glaubt beispielsweise Estelle Masse von der Bürgerrechtsorganisation Access Now. Die britische Regierung müsse Regelungen treffen, die die Wahrung der Grundrechte der europäischen Bürger gegenüber den Diensten sicherstellen. Denn Großbritannien muss sich fortan nicht mehr an die europäische Grundrechtecharta halten, was für Brexit-Befürworter ein wichtiges Argument war. Das britische Parlament lehnte bereits 2017 eine Beibehaltung der Charta ab. Erleichternd dürfte jedoch sein, dass Großbritannien die DSGVO in seinen Data Protection Act 2018 übernommen hat, womit sich Unternehmen und Behörden an deren Regeln halten müssen. (hag@ct.de) **ct**

## Data-Center Monitoring SmartPDU

Modulare PDU mit MID  
geeichter Messung

- Modulare Konfiguration
- 24x C13 und 6x C19 Kaltgerätebuchsen

- Leistung 7.3 - 22kVA

- Robustes Metallgehäuse

- Profi Schutzschalter mit C/G Auslösecharakteristik
- Gesichert gegen Fehlbedienung

### MODUL 1

- Geeichte Stromzählung (MID)
- Überwachung aller wichtigen Parameter
- Einfach vernetzbar mit Funk, Ethernet oder RS485 BUS
- Getrennt messbare Phasen und PDU Bereiche

### MODUL 2

- Einfacher optionaler Ausbau mit:
- Ableitstrommessung (DSGUV 3)
- Überspannungsschutz (Feinschutz)
- Abschaltung im Brandfall

Vernetzung über  
FUNK + BUS + ETHERNET

kentix.com





# Todsicher

## Tausende Bitcoins als Grabbeigabe

**Kryptobörsen und andere Profis bewahren den größten Teil ihres Bitcoin-Vermögens in Cold Wallets auf. Dort kommt kein Hacker heran – und wenn der Wallet-Besitzer stirbt, schlimmstenfalls auch sonst niemand.**

Von Mirko Dölle

**E**in Pharaon war Gerald Cotten zu Lebzeiten nicht, doch die Grabbeigaben des ehemaligen Gründers und CEO der kanadischen Kryptobörse QuadrigaCX können es durchaus mit denen von Tutanchamun aufnehmen: Als der Kanadier am 9. Dezember starb, nahm er Bitcoins und andere Kryptowährungen im Wert von über 100 Millionen Euro mit ins Grab.

Der Fall zeigt, wie wichtig es ist, sein Kryptovermögen selbst zu verwalten – aber auch, welches Risiko unregulierte Finanzdienstleister für Otto Normalverbraucher darstellen. Denn eine Absicherung der für die Kunden verwalteten Kryptogelder gibt es nicht. Auch nicht bei deutschen Kryptobörsen wie zum Beispiel Bitcoin.de, dort

sind lediglich Euro-Guthaben über die gesetzliche Einlagensicherung abgesichert.

Der Grund für die sprichwörtliche Pleite bei QuadrigaCX ist eine übliche Vorsichtsmaßnahme, wie sie weltweit von allen Kryptobörsen praktiziert wird: Damit kein Angreifer sämtliche Bitcoins klauen kann, wird nur ein kleiner Teil des Vermögens für das Tagesgeschäft auf einem herkömmlichen Bitcoin-Wallet verwaltet. Die Reserven hingegen transferiert man in ein sogenanntes Cold Wallet, wo sie sicher sind.

### Kalte Bitcoins

Die Besonderheit von Cold Wallets ist, dass die für Auszahlungen nötigen privaten Schlüssel oder Seeds nicht auf einem herkömmlichen Rechner gespeichert werden, sondern vorzugsweise auf einem Hardware-Wallet oder zumindest auf einem Rechner, der über keinerlei Netzwerkverbindungen verfügt. Ein Angreifer benötigt also physischen Zugriff auf das Hardware-Wallet oder den isolierten Rechner, um Kryptogeld zu stehlen.

Während Auszahlungen von einem Cold Wallet erwünschterweise sehr aufwendig sind, ist für Einzahlungen keinerlei Mehraufwand vonnöten: Überweisungen

auf ein Cold Wallet sind jederzeit und ohne Spezialwissen möglich. Man benötigt lediglich die Bitcoin-Adresse. Ein solches Cold Wallet lässt sich also gut mit einem Banktresor mit Einwurfschlitz vergleichen.

Das Problem von QuadrigaCX ist, dass Cotten als CEO der Einzige war, der wusste, wo die Schlüssel des Cold Wallets gespeichert und mit welchem Passwort sie geschützt sind. Auch als er Ende 2018 zu einer Reise nach Indien aufbrach, verriet er niemandem, wie man an die Gelder des Cold Wallet herankommt. Wie das Fortis Escorts Hospital in Jaipur öffentlich bestätigte, in das Cotten am Morgen des 8. Dezember eingeliefert wurde, starb der Kanadier keine 24 Stunden später an einem septischen Schock, der durch akute Komplikationen seiner chronischen Darmerkrankung Morbus Crohn ausgelöst wurde.

### Heiße Gerüchteküche

Durch die Stellungnahme des Krankenhauses wurde das Gerücht entkräftet, Cotten sei in Wahrheit nach einem sogenannten Exit Scam untergetaucht und die von seiner Frau vorgelegte indische Sterbeurkunde eine Fälschung. Als Exit Scam bezeichnet man im Darknet den letzten großen Beutezug eines Betrügers, bevor er auf Nimmerwiedersehen verschwindet.

Nahrung erhielt dieses Gerücht zunächst durch weitere, nahezu parallele Ereignisse. So fror eine kanadische Bank, über die QuadrigaCX Dollar-Überweisungen an Kunden abwickelte, genau eine Woche vor Cottens Tod Guthaben von über 15 Millionen Euro ein. Kunden bekamen deshalb vorübergehend gar kein Geld mehr, später wurde ein Auszahlungslimit verhängt.

Der Ruf von QuadrigaCX wurde dadurch erheblich beschädigt: Auszahlungsstopps und Limits sind Alarmzeichen, die bedeuten, dass eine Kryptobörse nicht mehr liquide genug ist, um kurzfristig die Einlagen der Kunden zurückzuzahlen. Über die Limits verhindert man, dass Kunden ihr Geld schneller abziehen können, als man neue Investitionen einwirbt.

Als das Nachrichtenportal Coindesk Mitte Januar auch noch aufdeckte, dass QuadrigaCX keinen Zugriff auf über 99 Prozent des gesamten Vermögens hat, war die Verschwörungstheorie komplett: eine Kryptobörse, deren Konten eingefroren wurden, die Auszahlungslimits einführt, deren CEO auf einer Wohltätigkeitsreise in Indien überraschend stirbt und dabei fast das komplette Firmen-

vermögen von 100 Millionen Euro mit ins Grab nimmt, weil er als einziger Zugriff auf das Cold Wallet hatte – das war einfach zu viele Indizien für einen Exit Scam. Und doch war es wohl keiner.

## Kundengelder beerdigt

Erschreckend daran ist, wie grob fahrlässig vermeintliche Profis wie Cotten und QuadrigaCX mit den ihnen anvertrauten Geldern umgingen. Die Vorfälle werfen insbesondere kein gutes Licht auf Aaron Matthews, dem früheren Betriebsleiter, der auf Empfehlung von Cottens Witwe als Interims-Präsident und -CEO die Geschäfte von QuadrigaCX weiterführen soll. Ihm bescheinigt sie Führungsqualitäten und ein tiefes Verständnis des Geschäfts mit Kryptowährungen. Das Gegenteil ist offenkundig der Fall, Matthews hätte niemals zulassen dürfen, dass nur Cotten allein Zugriff auf das Cold Wallet hat.



Wenn ein Geschäftsführer seinen Mitarbeitern so wenig vertrauen kann, dass nur er die Kombination des Firmentreasors kennt, so ist das nicht viel mehr als das Eingeständnis einer verfehlten Personalpolitik. Sollte dem Geschäftsführer

etwas zustoßen, ist es lediglich sehr aufwendig, den Tresor aufbrechen zu lassen, um die Geschäfte weiterführen zu können.

Die Blockchain lässt sich aber nicht aufbrechen, niemand kann ohne den richtigen Schlüssel an das Kryptogeld gelangen. Ein Sturz auf der Treppe, ein Unfall auf dem Heimweg, man muss nicht erst nach Indien reisen, um auch in jungen Jahren im Koma zu landen oder zu sterben. QuadrigaCX hätte keinen dieser Fälle überlebt.

## Sicher mit Multisignatur

Die korrekte Vorgehensweise wäre gewesen, ein Multisignatur-Wallet vom Typ „2 of 3“ als Cold Wallet zu verwenden, wobei Cotten, Matthews und ein Notar jeweils einen Seed oder ein Hardware-Wallet erhalten hätten. Einzahlungen auf ein solches Multisignatur-Wallet unterscheiden sich nicht von herkömmlichen Bitcoin-Transaktionen, eine Auszahlung ist jedoch nur möglich, wenn mindestens zwei der drei Personen die Transaktion signieren. Im Regelfall wären das Cotten und Matthews gewesen, womit auch das sonst in der Finanzbranche übliche Vier-Augen-Prinzip umgesetzt worden wäre. Stößt einem der beiden etwas zu, könnte der andere mithilfe des beim Notar hinterlegten Seed das Firmenvermögen retten. Es sind auch andere Konstellationen möglich, die Kryptobörse Bitfinex etwa verwendet ein Cold Wallet, bei dem 3 von 6 Signaturen erforderlich sind. Hier ist ein Totalverlust aufgrund eines Unfalls einzelner Personen nahezu ausgeschlossen.

Mangels Einlagensicherung für Kryptowährungen und weil Kryptobörsen üblicherweise nicht offenlegen, wie sie ihre Cold Wallets ausgestalten, sollte man sein Geld nicht bei Kryptobörsen parken. Legen Sie sich stattdessen ihr eigenes Cold Wallet an, etwa als Multisignatur-Wallet vom Typ „1 of 2“: Dann können Sie den Seed für den zweiten Schlüssel getrost in einem Bankschließfach deponieren oder in ihrem Testament aufschreiben und sicher sein, dass Sie Ihr Kryptovermögen nicht mit ins Grab nehmen.

(mid@ct.de) **ct**

# Für Maker & Bastler

N. Bergner · P. Franken · J. Kleeberger ·  
T. Leonhardt · M. Lukas · M. Pesch ·  
N. Prost · J. Thar · L. Wassong

## Das Calliope-Buch

Spannende Bastelprojekte  
mit dem Calliope-Mini-Board

2017, 322 Seiten  
€ 22,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-468-4



L. S. Cline

## Fusion 360 für Maker

Modelle für 3D-Druck  
und CNC entwerfen

2019, 308 Seiten  
€ 32,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-621-3



C. Platt

## Werkzeuge für Maker und Bastler

Hammer, Säge & Co. – Mit einfachen  
Tools eigene Projekte bauen

2017, 276 Seiten  
€ 16,95 (D)  
ISBN 978-3-86490-460-8



S. Monk

## Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse

20 Survival-Projekte mit einfacher  
Elektronik, Arduino und Raspberry Pi

2016, 318 Seiten  
€ 24,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-352-6



C. Rattat

## DJI Phantom 4 – das Profibuch

Fliegen – Filmen – Fotografieren

2019, 262 Seiten  
€ 29,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-624-4



**dpunkt.verlag**

Wiebling Weg 17 · D-69123 Heidelberg  
fon: 0 62 21 / 14 83 40 · fax: 0 62 21 / 14 83 99  
e-mail: bestellung@dpunkt.de  
www.dpunkt.de

**plus+**  
Buch + E-Book:  
www.dpunkt.de/plus



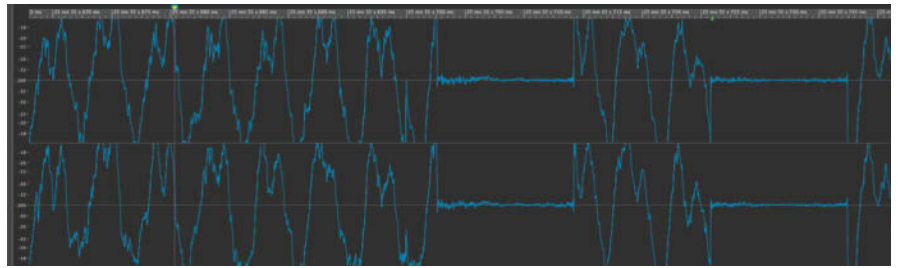
# Audioaussetzer bei Macs mit T2-Chip

**Macs, in denen der T2-Chip steckt, eignen sich wegen eines schwerwiegenden Fehlverhaltens nur sehr eingeschränkt zur Musikproduktion.**

Beim iMac Pro, Mac mini 2018, MacBook Pro 2018 sowie dem MacBook Air 2018 kommt es im Zusammenspiel mit Audiozubehör, das man via USB 2.0 anschließt, regelmäßig zu Aussetzern. Das ruiniert beispielsweise Aufzeichnungen und Live-Auftritte. Der Fehler tritt **unabhängig vom Fabrikat** etwa mit Audio-Interfaces von RME, Yamaha oder auch Native Instruments auf.

Kollegen der Mac&i-Redaktion haben festgestellt, dass das immer dann passiert, wenn der für die Zeitsynchronisation zuständige Prozess „timed“ einen Zeitserver im Internet kontaktiert. Die Aussetzer sind 9 Millisekunden lang und während einer Synchronisation können mehrere auftreten. Pro Stunde synchronisiert der Mac die Zeit mindestens ein Mal.

Bisher ist unklar, wie die Zeitsynchronisation mit dem T2-Chip und USB 2.0 zusammenhängt. Aber der Fehler tritt nicht auf, wenn man für die Ausgabe der Systemtöne einen Onboard-Anschluss



**Vorübergehend außer Betrieb:** Unter bestimmten Bedingungen setzt die Übertragung von USB-2.0-Audio-Interfaces einfach aus.

einstellt oder das USB2-Audio-Zubehör mittelbar über einen Thunderbolt-3-Hub anschließt. Auch bleiben die Aussetzer aus, wenn man die Zeitsynchronisation verhindert. Das geht beispielsweise durch Trennen des Macs vom Internet oder durch Abschalten der Funktion „Datum und Uhrzeit automatisch einstellen“ in den Systemeinstellungen.

Letzteres ist jedoch nur mit Vorsicht zu genießen. Bleibt die Zeitsynchronisation aus, kommt es früher oder später zu Abweichungen der Mac-Uhrzeit zur tatsächlichen Zeit. Dann können Browser und andere Anwendungen – zum Beispiel iTunes, aber auch der Update-Dienst des

Macs – TLS-verschlüsselte Verbindungen nicht mehr aufbauen. Das liegt daran, dass beim Verbindungsaufbau die TLS-Zertifikate mittels verschiedener Funktionen auf Gültigkeit überprüft werden (Validierung). Zwei dieser Funktionen setzen eine korrekte Uhrzeit voraus. Scheitert die Validierung, kommt keine Verbindung zustande.

Im T2-Chip steckt unter anderem ein SSD-Controller, der die Speicherinhalte auch verschlüsselt. Außerdem steuert der Chip den Touch-ID-Fingerabdrucksensor. Aktuell arbeitet Apple an der macOS-Version 10.14.4. Entwicklerberichten zufolge enthält auch sie den Bug noch. (dz@ct.de)

## Doku für Dateisystem APFS

Für das vor fast zwei Jahren eingeführte Apple File System (APFS) hat der Hersteller endlich eine umfassende Dokumentation veröffentlicht. Bisher mussten sich Entwickler mit dürftigen Infos begnügen und eigene Nachforschungen anstellen. Die „Apple File System Reference“ (siehe ct.de/yf8b) führt auf rund 150 Seiten viele Einzelheiten auf, die besonders Entwickler von **Datenrettungswerkzeugen** sehr vermisst haben.

Deshalb sieht sich nun Alsoft in der Lage, seinen Diskwarrior um weitere Reparaturfunktionen für APFS-Medien zu erweitern. Noch ist offen, wann eine Aktualisierung erscheint. Mit dem iOS 10.3 kam APFS im März 2017 zunächst auf das iPhone und iPad. Auf Macs zog das Dateisystem mit macOS 10.13 ein. (dz@ct.de)

**Apple File System Reference:** [ct.de/yf8b](https://ct.de/yf8b)

## Kombi-Apps für iPhone, iPad und Mac

Apple plant, im Juni anlässlich der Entwicklerkonferenz WWDC ein Software Development Kit (SDK) zu veröffentlichen, mit dem unabhängige Entwickler ihre iPad-Apps für macOS anpassen können. Wie die Nachrichtenagentur Bloomberg meldet, sollen die Versionen separat über den iOS- und macOS-App-Store vertrieben werden. Erste Kombi-Apps von Drittentwicklern erwarten Fachleute ab dem Herbst.

Ab 2020 soll man auch iPhone-Apps auf ähnliche Weise auf den Mac bringen können. Für die Apple-Entwickler ist das wegen sehr unterschiedlicher Display-Größen noch etwas schwieriger. Am Ende der Entwicklung, die für 2021 geplant ist, soll **eine App auf allen drei Plattformen laufen**, also auf Macs, iPads und iPhones (single binary). Klappt das, will Apple seine beiden Stores zu einem zusammenfassen.

Die Zusammenführung hatte Apple 2018 noch ohne Zeitplan angekündigt. Erste Beispiele liefert Apple bereits mit macOS 10.14 Mojave aus. Den dazu erforderlichen SDK-Unterbau hält der Konzern noch unter Verschluss. (dz@ct.de)



Dass man iOS-Apps auf Macs portieren kann, führt Apple mit der Home-App bereits vor. Bald sollen die zugehörigen SDK-Funktionen auch unabhängige Entwickler erhalten.



## Sie suchen einen interessanten und qualifizierten Job in der IT-Branche?

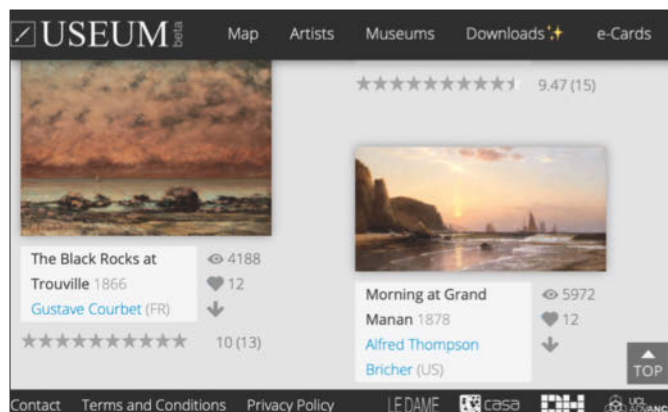
### Attraktive Arbeitgeber warten auf Sie!

heise jobs, die Jobbörse von heise online, und Jobware, der Stellenmarkt für Fach- und Führungskräfte, begrüßen Sie beim IT-Jobtag! Zahlreiche attraktive Arbeitgeber präsentieren sich mit ihren aktuellen Stellenangeboten, Aus- und Weiterbildungsplätzen sowie berufsbegleitenden Studiengängen aus dem ITK-Segment. Im direkten Gespräch können Sie sich informieren, austauschen oder auch eine individuelle Karriereberatung bzw. einen Bewerbungsscheck der Jobware Personalberatung in Anspruch nehmen. Verschiedene Vorträge zu spannenden Themen ergänzen das Rahmenprogramm.

### TERMINE

- **07.03.2019 Hannover**  
Verlagsgebäude Heise Medien
- **09.05.2019 Nürnberg**  
Eventlocation Loftwerk
- **21.03.2019 Düsseldorf**  
Rheinterrassen
- **16.05.2019 München**  
Nemetschek Haus
- **11.04.2019 Leipzig**  
Marlott-Hotel
- **23.05.2019 Frankfurt**  
IHK Gebäude am Börsenplatz





## Kunst laden

<https://useum.org>

<https://useum.org/download-artworks>

Einen Besuch im Louvre oder in anderen renommierten Kunsthallen kann das **Useum** zwar nicht ersetzen, als eine Art Online-Museum lädt die Plattform aber durchaus zum Verweilen ein. Kunstwerke, darunter zahlreiche der alten Meister wie Van Gogh oder Manet, lassen sich nach Kriterien wie Kunstrichtung, Museum und Künstler aufspüren und in digitaler Pracht am Bildschirm darstellen.

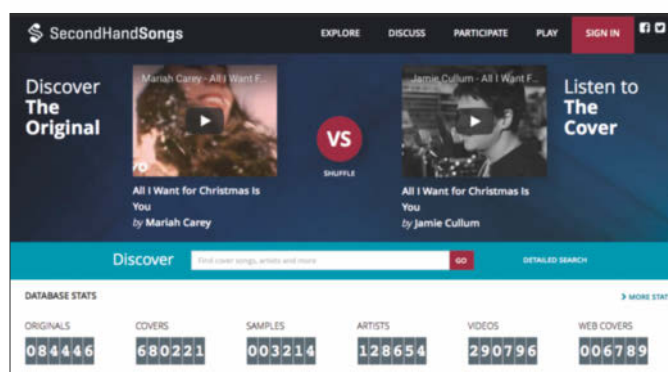
Tausende dieser Werke darf man zudem – vollkommen legal, gratis und ohne Einschränkungen – im JPG-Format und hoher Auflösung herunterladen und weiterverwerten. Das gilt ebenso für die kuratierten Wallpaper-Dateien für Laptop- und Handy-Bildschirme. Auf Werke aus dem Louvre, der mit mehr als 500 Künstlern vertreten ist, muss man beim Download jedoch leider verzichten. (Tobias Engler/hob@ct.de)

## Cover-Datenbank

<https://secondhandsongs.com>

Die beeindruckend große Datenbank **Secondhandsongs** verknüpft Songs und ihre Originalinterpreten mit Cover-Versionen der Stücke. So macht sie es etwa möglich, die Originalen zu gecoverten Songs zu finden. Es macht Freude, darin zu stöbern, weil der Service wo immer möglich die Musik dazu anbietet – etwa über eingebundene YouTube-Videos.

So manche Überraschung tritt zu Tage: Sucht man beispielsweise nach Sting, findet die Datenbank 46 Cover-Versionen des



populären Hits „Englishman in New York“. Den weit weniger bekannten Sting-Song „Fields of Gold“ coverten aber gleich 146 Künstler. Das ist natürlich nichts gegen Summertime von George Gershwin. Der Hit aus dem Musical Porgy and Bess aus dem Jahr 1935 wurde laut Datenbank 1821 mal gecover! (hob@ct.de)

## Handelsregister-Transparenz

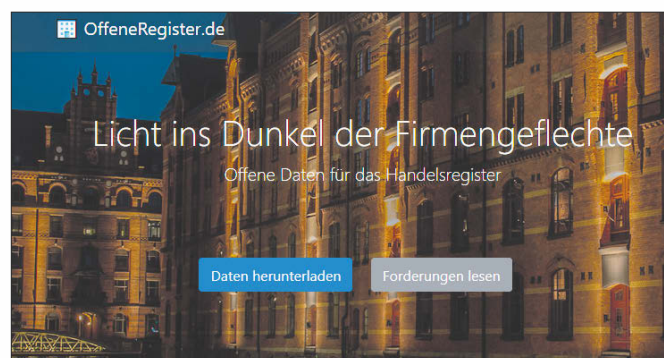
<https://opencorporates.com/companies/de>

<https://offeneregister.de>

[unternehmenverzeichnis.org](https://unternehmenverzeichnis.org)

[firminform.de](https://firminform.de)

Das britische Transparenz-Portal **Open Corporates** hat Anfang Februar mehrere Millionen Einträge aus dem deutschen Handelsregister veröffentlicht und abfragbar gemacht. Die Daten stammen von der Open Knowledge Foundation Deutschland.



Sie lassen sich unter **offeneregister.de** auch über ein API einbinden oder in mehreren Formaten komplett herunterladen. Insgesamt sind 5,3 Millionen Unternehmen und Geschäftsführer darin geführt, von denen 2,3 Millionen aktuell im Handelsregister stehen, 2,9 Millionen sind bereits wieder daraus gelöscht.

Diese Daten bilden einen Schatz nicht nur für recherchierende Journalisten, sondern für jeden, der sich beispielsweise über eine Firmenhistorie informieren will. NDR-Journalisten haben darin bereits bislang unbekannte Firmenverbindungen entdeckt, „die eine Rolle in einem Mafiaverfahren spielen könnten“, teilten sie mit. Das Besondere an der Aufbereitung ist, das sich gezielt nicht nur nach Firmennamen, sondern auch nach Personen suchen lässt.

Damit ergänzt Open Corporates bisherige Online-Informationsmöglichkeiten. Bei **Unternehmensverzeichnis.org** ist immerhin schon länger möglich, valide und aktuelle Handelsregisterdaten zu erhalten – wenn auch teilweise kostenpflichtig. Und die Bundesdruckerei führt unter **Firminform** ein brauchbares Verzeichnis. Vorteil hier: Die Basisvariante ist kostenfrei, außerdem lassen sich damit zwei Firmen-Alerts einrichten – man erhält dann eine Mail, wenn der Handelsregistereintrag eines Unternehmens aktualisiert wurde. (hob@ct.de)

Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/yehd](https://ct.de/yehd)

# Wissen schützt

Cybercrime Next Generation abwehren

30. April, **Berlin** • 7. Mai, **Salzburg** • 9. Mai, **Stuttgart** • 14. Mai, **Hamburg** • 16. Mai, **Köln**

## AUSZUG AUS DEM PROGRAMM

### Phishing der nächsten Generation:

Was ist, was kommt und was man dagegen machen kann

// Nils Milchert / Ibrahim Köse, Spike Reply GmbH

### PowerShell: Angriff unter dem Radar

// Aleksandar Milenkoski / Dominik Phillips, ERNW

### Cybercrime Next Generation

// Jürgen Schmidt, Chefredakteur heise Security

### Künstliche Intelligenz im Security-Kontext: Fluch oder Segen?

// Stefan Strobel, cirosec GmbH

### Die IT-Sicherheit, die DSGVO & die Bußgelder

// Joerg Heidrich, Justiziar und Datenschutzbeauftragter Heise Medien GmbH & Co. KG

### Hacking IoT – vom Smarthome zum Maschinenpark

// Ralf Spenneberg, OpenSource Security GmbH

Teilnahmegebühr (inkl. MwSt.): 599,00 Euro

**15 % Frühbucherrabatt  
bis zum 19. März sichern!**



[www.heisec.de/tour](http://www.heisec.de/tour)

Sponsoren:



Eine Veranstaltung von:



Organisiert von:





# Doppeltes Pech

## Erst ein Einbruch, dann folgt Ärger mit Roaming-Gebühren



**Roaming-Gebühren für Telefonate von Österreich nach Deutschland? Für den Support des Mobilfunk-anbieters Drillisch Online GmbH ist das völlig in Ordnung.**

Von Georg Schnurer

**M**anchmal kommt es knüppeldick: Mitten im Weihnachtsurlaub in Österreich erreicht Jörg M. die Nachricht, dass in seiner Wohnung nahe Stuttgart eingebrochen wurde. Statt die Landschaft zu genießen, muss er sich nun mit den Folgen dieser Straftat auseinandersetzen. Auf der Webseite der Landespolizeidirektion Stuttgart II findet Jörg M. die Rufnummer des für seinen Wohnbezirk zuständigen Kommissariats.

Er kopiert diese direkt vom Smartphone in sein Adressbuch, übersieht dabei aber, dass die Nummer auf der Webseite im Format „+49 (0)711 899xxx“ angegeben wurde. In seinem mobilen Telefonbuch landet die Rufnummer so mit

„+490711899xxx“, was zunächst kein Problem zu sein scheint: Jörg M. wählt die Nummer insgesamt dreimal und erreicht auch stets den richtigen Ansprechpartner bei der Polizei in Stuttgart.

### Böses Erwachen

Als Anfang Januar 2019 die Rechnung für sein Mobiltelefon im Postkasten liegt, wundert sich Jörg M.: Sein Telefonanbieter „Simply“, eine Marke der inzwischen zu 1&1 gehörenden Drillisch Online GmbH, berechnet ihm insgesamt abgehende Roaming-Gebühren in Höhe von 23,92 Euro für 52 Gesprächsminuten. Roaming-Gebühren für Gespräche von Österreich nach Deutschland? So etwas sollte

es seit 15. Juni 2017 eigentlich nicht mehr geben. Am 20. Januar protestierte Jörg M. via Kontaktformular. Er habe von Österreich nach Deutschland telefoniert, stellte er klar.

Bei Simply sah man das freilich anders: „Als angerufene Rufnummer ist die Rufnummer 00711899xxx hinterlegt. Bei dieser handelt es sich nicht um eine Rufnummer innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraumes, weshalb hier Kosten gemäß Tarifpreisliste berechnet wurden“, belehrte ihn der Kundenservice.

**VOR  
SICHT  
KUNDE!**

## Stuttgart, Kasachstan?

Jörg M. korrigierte den Simply-Kundenservice umgehend: Er habe Telefonate nach Stuttgart geführt und nicht ins außereuropäische Ausland. Folglich könne es sich hier nur um einen Abrechnungsfehler handeln, insistierte er.

Doch bei Simply ließ man sich davon nicht beeindrucken: Die Telefonate seien im Format „00711899xxx“ geführt worden. Telefonate nach Deutschland hätten hingegen das Format „0049711899xxx“ oder „+49711899xxx“. Folglich sei die Abrechnung als Auslands-Roaming korrekt.

Aufs Neue stellte Jörg M. klar: Er hat mit der Polizei in Deutschland telefoniert. Also werde er auch nur Telefonate nach Deutschland bezahlen. Nun fuhr der Simply-Support stärkere Geschütze auf: Die aufgezeichneten Verbindungen hätten ein komplexes Prüfsystem gemäß der Telekommunikationsverordnung durchlaufen. Dadurch seien Fehler ausgeschlossen.

TKV-Prüfung hin oder her: Er habe mit Deutschland telefoniert und nicht mit dem EU-Ausland, insistierte Jörg M. Doch dieser Einwand interessierte bei Simply nicht: Es sei nun mal die Nummer „00711899xxx“ protokolliert, deshalb würden die Anrufe als Roaming abgehend abgerechnet, egal, ob es diese Nummer tatsächlich gäbe oder nicht.

## Pure Ignoranz

Bei so viel Ignoranz und Uneinsichtigkeit wusste sich Jörg M. kaum noch zu helfen. Ein letztes Mal forderte er Simply auf, den detaillierten Nachweis für die vermeintlichen 52 Gesprächsminuten zu liefern. Sein Smartphone zeigte ihm nämlich nur drei Verbindungen mit der monierten Rufnummer an und die waren zusammen nur knapp sechs Minuten lang. Zudem gäbe es die Rufnummer „00711899xxx“

gar nicht. Wie, so fragte er den Simply-Support, könnten da 52 Telefonminuten zustande kommen?

Doch bei Simply verweigerte man dem Kunden jeden weiteren Nachweis: Aus Datenschutzgründen könne man ihm keine genauere Aufschlüsselung der berechneten Telefonate liefern. Man habe die Verbindungen aber für ihn geprüft und könne ihm korrekte Abrechnung versichern, beteuerte der Simply-Support.

Langsam war Jörg M. sauer: Da wurde jetzt also der Datenschutz vorgeschoben, um ihm eine Prüfung der Abrechnung unmöglich zu machen. Genervt protestierte er bei der Bundesnetzagentur und bat die dortige Schlichtungsstelle um Intervention. Doch wie so oft erwies sich die Bundesnetzagentur als zahnloser Tiger: Man könne in solchen Streitigkeiten nicht vermitteln, wies die Behörde den Kunden ab. Er möge doch den Rechtsweg beschreiten. Frustriert wandte sich Jörg M. an die c't-Redaktion.

## Fakten-Check

Wir sahen uns die Telefon-Protokolle von Jörg M. und die zugehörige Abrechnung von Simply sorgfältig an und konnten uns der Verwunderung des Lesers nur anschließen: Die laut Simply-Support vom Kunden gewählte Rufnummer müsste der Vorwahl nach zu einem Anschluss in Kasachstan gehören. Doch die reklamierte Rufnummer gibt es gar nicht. Folglich erscheint es unwahrscheinlich, dass Jörg M. hier 52 Gesprächsminuten zusammenbekommen hat. Da Jörg M. glaubhaft versichert, dass er mit der Polizei in Stuttgart telefoniert hat, erscheint es viel wahrscheinlicher, dass das österreichische Telefonnetz die von ihm gewählte Nummer „+490711899xxx“ automatisch in die Nummer „+49711899xxx“ übersetzt hat. Die überflüssige Null nach der Länderkennung wurde also einfach ignoriert.

Bei der Erstellung der Abrechnung hat man dann – entweder bereits beim österreichischen Telefonnetz-Betreiber oder bei der Drillisch-Telekom – die gewählte Nummer als „00711899xxx“ interpretiert und abgerechnet. Dass nach dem Protest des Kunden jeglicher Nachweis für die angeblich geführten Gespräche verweigert wurde, ist schlicht unzulässig: Ein Telekommunikationsanbieter ist verpflichtet, bis zum Ende der sechs-

wöchigen Einspruchsfrist alle zur Abrechnung notwendigen Daten zu speichern und diese dem Kunden auf Nachfrage zugänglich zu machen.

## Nachgefragt

Wir baten deshalb Wolfgang Wölfl, Leiter Produkt PR bei der Drillisch Online GmbH, uns die Rechnung des Kunden zu erläutern. Nach einigen Nachfragen räumte der PR-Sprecher ein, dass der Simply-Support im Falle von Jörg M. nicht optimal reagiert habe. Vermutlich sei es bei der Übermittlung der Abrechnungsdaten vom österreichischen Netzbetreiber zu einem Fehler gekommen, weil dieser statt der „+490711899xxx“ die Rufnummer „00711899xxx“ ausgewiesen hätte. Man habe deshalb bereits eine Gutschrift in Höhe von 23,92 Euro auf dem Kundenkonto von Jörg M. veranlasst. Eine Erklärung, warum Simply insgesamt 52 Minuten für abgehendes Roaming in Rechnung gestellt hatte, obwohl auch nach den Unterlagen von Drillisch nur drei Telefonate mit Längen von 0:13, 0:14 und 5:25 Minuten mit der Zielnummer „00711899xxx“ geführt wurden, lieferte der PR-Mitarbeiter freilich nicht.

## Die Moral von der Geschichte?

Der Fall von Jörg M. zeigt, dass es sich für Mobilfunkkunden stets lohnt, einen genauen Blick auf die monatliche Abrechnung zu werfen. Besonders nach Reisen ins Ausland – und sei es nur ins benachbarte Österreich – sollte man genau prüfen, was einem der Anbieter da so alles in Rechnung stellt. Wer hier auf Nummer sicher gehen will, lässt sich automatisch vom Anbieter einen monatlichen Einzelverbindungsnauchweis erstellen.

Gibt es Unstimmigkeiten bei der Abrechnung, gilt es hartnäckig zu bleiben: Manche Support-Mitarbeiter neigen leider dazu, Kundenproteste mit Gemeinplätzen abzubügeln. Zu seinem Recht kommt dann nur, wer sich nicht abspesen lässt.

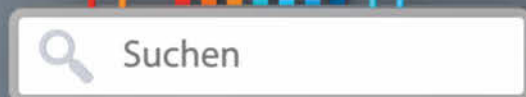
Die Bundesnetzagentur erwies sich auch in diesem Fall als wenig hilfreich. Für Abrechnungsstreitigkeiten fühlt man sich dort oft nicht zuständig, obwohl eine Intervention im vorliegenden Fall durchaus angemessen gewesen wäre.

Bleibt zu guter Letzt noch der Tipp, Rufnummern im Mobiltelefon stets in einem international funktionierenden Format abzulegen. Also mit einem „+“ vor der Länderkennung und ohne „0“ vor der Ortskennzahl. (gs@ct.de) **ct**



# Finden statt googeln

Warum es eine gute Idee ist, nicht immer nur mit Google zu suchen



<b>Finden statt googeln</b> .....	<b>Seite 58</b>
<b>Allzweck-Suchmaschinen</b>	
<b>im Vergleich</b> .....	<b>Seite 60</b>
<b>Überblick Suchspezialisten</b> .....	<b>Seite 66</b>
<b>Suchmaschinen-Operatoren</b>	
<b>und Browser-Adresskürzel</b> .....	<b>Seite 72</b>

## Wer im Internet sucht, googelt. Dabei gibt es eine Reihe von Gründen, andere Suchmaschinen zu befragen – besserer Datenschutz zum Beispiel. In vielen Themengebieten kennen sich Spezialisten zudem besser aus als der Marktführer.

Von Jo Bager

Es ist ein Automatismus: Sucht man etwas im Internet, tippen die Finger schneller [www.google.de](http://www.google.de) ein, als man darüber nachdenken könnte – oder sie geben die Suchanfrage direkt in die Adressleiste des Browsers ein, die mit Google verknüpft ist. Das Ganze ist ja auch einfach und bequem, und der Suchmaschinenprimus liefert meistens brauchbare Ergebnisse. Offenbar hat Google es geschafft, vielen Menschen weltweit diese Automatismen einzupflanzen. Der Suchgigant bedient laut den Zahlen der Marktforscher von Statcounter global fast 93 Prozent aller Suchanfragen, in Deutschland sind es sogar mehr als 95 Prozent.

Die anderen 5 Prozent versuchen, Google aus dem Weg zu gehen. Sie tun das vermutlich vor allem, um ihre Daten zu schützen. Google ist ein Werbekonzern und benutzt die Suchbegriffe, die seine Anwender ins Suchformular eingeben, um ihnen personalisierte Werbung zu präsentieren. Nicht jeder ist damit einverstanden, dass das Unternehmen aus seinen Informationen Profile bildet, denn Suchanfragen geben schon mal intime Dinge preis – wer hat noch nicht nach Krankheiten gegoogelt?

Viele Betreiber alternativer Suchmaschinen – DuckDuckGo und Startpage zum Beispiel – werben daher explizit damit, dass sie keine Informationen über ihre Nutzer speichern oder weitergeben. Der Datenschutz geht teilweise sogar so weit, dass die Anwender die in den Suchergebnissen gelisteten Seiten aufrufen können, ohne dass dabei Informationen über sie an die betreffenden Websites gelangen. Dafür sorgen zwischengeschaltete anonymisierende Proxy-Server.

Einige universelle Suchmaschinen bieten zudem andere, weitergehende

Suchfunktionen als der Branchenprimus. Qwant sucht nach Musik, DuckDuckGo dient sich als Suchzentrale für Tausende anderer Suchdienste an und mit Searx kann man gezielt nach wissenschaftlichen Artikeln fahnden. Details über die Funktionen der Alternativen verrät der Artikel ab Seite 60, der sechs allgemeine Suchmaschinen mit Google vergleicht.

### Spezialisten, Optionen, Browser

Mit ein wenig Know-how lässt sich mehr aus den Lieblingssuchmaschinen herausholen. Google und die anderen Allzweck-Suchdienste stellen eine Reihe von Optionen bereit, Suchergebnisse sehr gezielt zu filtern. So können Sie Google & Co. anweisen, nur Seiten aus einem bestimmten Zeitraum oder nur Treffer eines bestimmten Dateityps anzuzeigen. Manche dieser Filter stehen über die erweiterten Suchfunktionen bereit, also über die grafische Bedienoberfläche der Dienste. Meist las-

sen sie sich aber eleganter über spezielle Kommandos in der Anfrage nutzen.

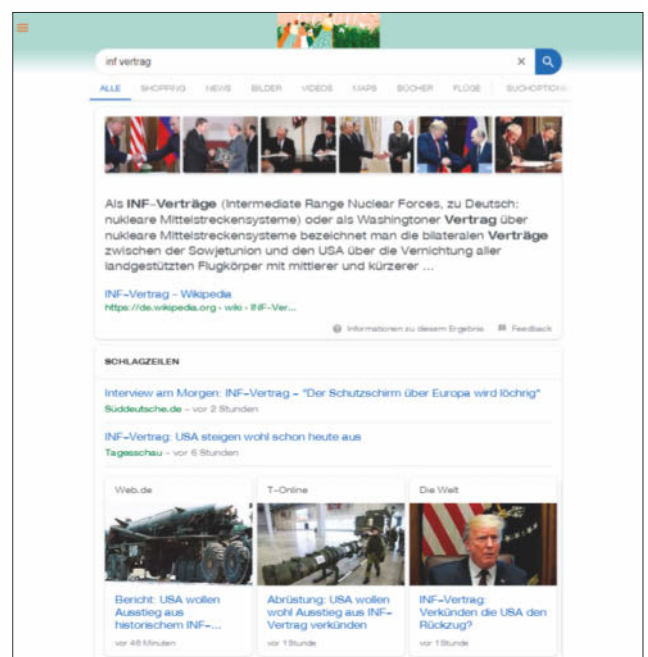
Je nach Themengebiet kann es sinnvoll sein, einen Spezialisten zu befragen. Statt darauf zu vertrauen, dass Google in seinen Suchergebnissen zu Lexikonwissen auch Wikipedia-Inhalte einbettet, sollten Sie direkt bei der Enzyklopädie suchen. Es gibt alternative Suchdienste, die nach News, Reisen und Produkten fahnden. Und in bestimmten Bereichen kennt sich Google überhaupt nicht aus, etwa im Deep Web – also Inhalten, die hinter Paywalls gehütet werden – sowie dem Dark Web, also speziellen Netzwerken, die auf besonders hohen Datenschutz ausgelegt sind.

Last, but not least gilt es, geeignete Suchmaschinen in den Browser einzubetten, um schnell und komfortabel darauf zuzugreifen. In allen gängigen Browsern kann man außer der Hauptsuchmaschine auch individuelle Suchhelfer einrichten; mit einem speziellen Befehl landen die in der Adressleiste eingetippten Suchbegriffe dann nicht bei Google, sondern zum Beispiel bei Wolfram Alpha oder der Blinden Kuh, die sich speziell an Kinder richtet.

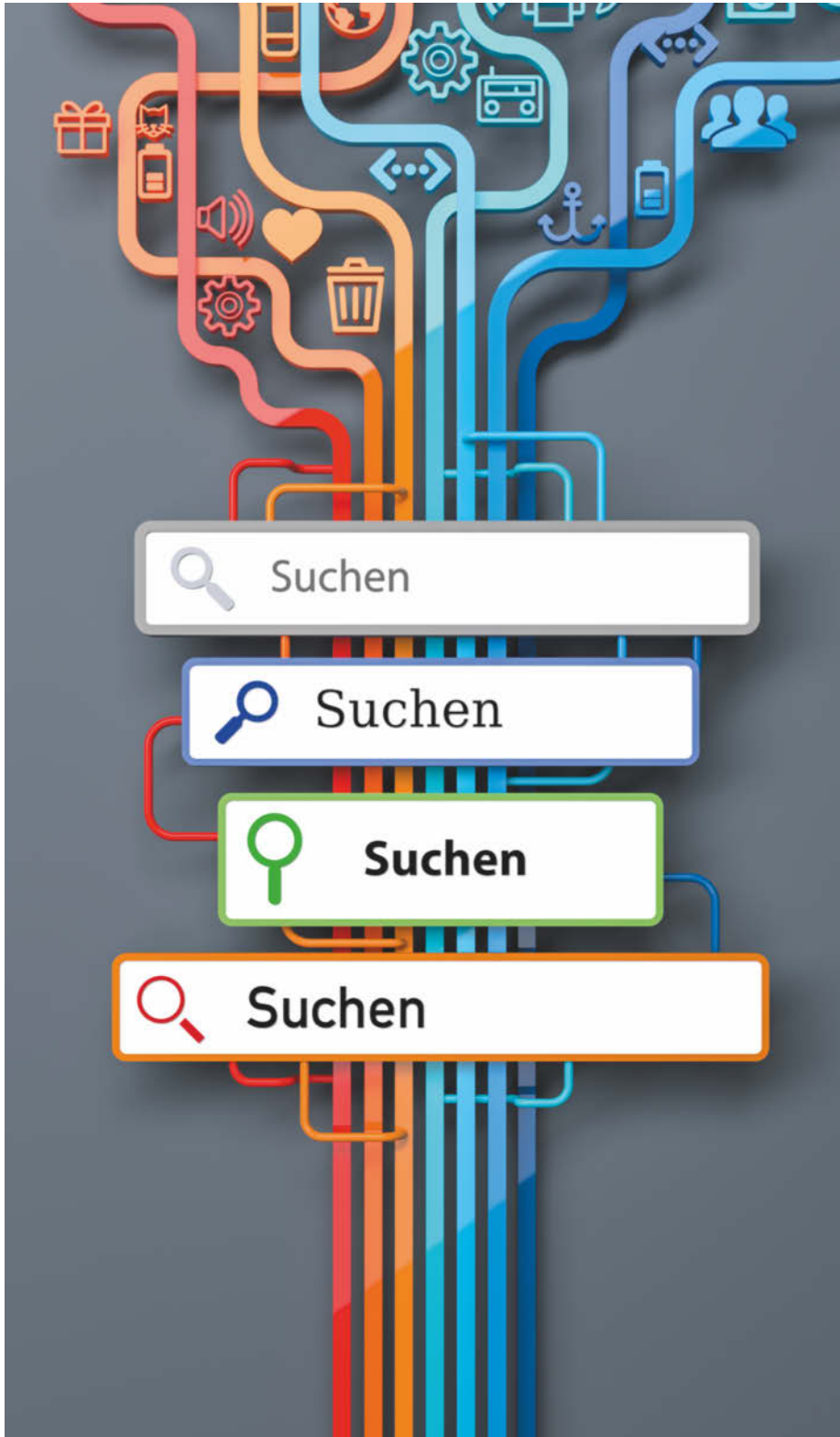
Das Web ist ein einmalig riesiger und vielseitiger Informations- und Kommunikationsraum. Betreten Sie ihn nicht ausschließlich durch die eine Tür mit dem großen G, nur weil das gewohnt und komfortabel ist. Andere Zugänge erschließen Ihnen neue Perspektiven, es lohnt sich!

(jo@ct.de) **ct**

**Google – hier eine Mobilseite – ist mit Abstand die meistbenutzte Suchmaschine. Dabei lohnt sich oft ein alternativer Blick.**







# Universalfahnder

## Sechs Allzweck-Suchmaschinen im Vergleich mit Google

**Warum sollte man von Google zu einer anderen Suchmaschine wechseln? Weil Konkurrenten die Privatsphäre schützen, andere Schwerpunkte bei der Indexierung setzen, Treffer besser aufbereiten, mehr Bedienkomfort bieten und nicht zuletzt schicker daherkommen als der Fast-Monopolist.**

**Von Jo Bager**

**W**ie alt ist Angela Merkel? Wo befindet sich der Kröpcke? Wie viele Kalorien hat eine Avocado? Wer eine Frage hat, der stellt sie meistens Google. Doch die bekannteste ist nicht die einzige leistungsfähige Suchmaschine für Fragen aller Art. Wir haben für diesen Test außer Google sechs weitere Allzweck-Suchdienste unter die Lupe genommen: Bing, DuckDuckGo, Metager, Qwant, Searx und Startpage.

Nur Bing, DuckDuckGo, Google und Qwant sind eigenständige Suchmaschinen, betreiben also eigene Crawler und Indizes. Mit anderen Worten: Sie rufen mit eigenen Programmen die Webseiten auf, extrahieren deren Inhalte und bauen daraus eine Datenbank (oder mehrere) auf, die sie durchsuchen, wenn der Benutzer eine Abfrage stellt. Qwant reichert seine Ergebnisse mit denen von Bing an. Startpage leitet die Ergebnisse von Bing durch. MetaGer und Searx sind Metasuchmaschinen: Sie befragen mehrere andere Suchdienste, sammeln die Ergebnisse und bereiten sie in einer Übersicht auf. Das funktionierte in unseren Stichproben erfreulich schnell: Sie präsentieren Suchergebnisse in der Regel nach nicht mal einer Sekunde.

### Allzweckfahnder

Wir haben den sieben Suchmaschinen jeweils eine Reihe von Anfragen gestellt, um stichprobenartig ihre Antworten zu testen. Dazu zählen zum Beispiel Fragen zu allgemeinem Lexikonwissen (Angela Merkel, 5G), aktuellen Themen (Implant Files, project anaheim), Orten (Kröpcke, Eiffelturm), Institutionen und Firmen (Gruner Jahr, Heise Medien, Bundestag) und Shopping (Echo Show, Die Känguru-Apokryphen Hörbuch). Außerdem haben wir die Autokorrektur (Sciecn Fiction, Rattatulle) unter die Lupe genommen sowie

die Fähigkeit, Fragen direkt zu beantworten (wie alt ist Elon Musk, wie spät ist es in San Francisco, wie wird das Wetter morgen, wie viele Kalorien hat eine Avocado, 5 + 17).

Google und Microsoft haben neben ihren Web-Indizes riesige Datenbanken mit formalisiertem Weltwissen aufgebaut. Beide Unternehmen nutzen ihre Datenschätze außer für die Suche auch für ihre Assistenten Google Assistant und Cortana – also da, wo es darauf ankommt, möglichst viele Fragen sofort zu beantworten. Im Testfeld waren die Web-Suchen von Google und Microsoft die einzigen, die umgangssprachlich formulierte Fragen direkt beantworteten.

Alle Suchmaschinen lieferten sehr schnell Seiten zu aktuellen Themen. Am 26.11., einen Tag nach Veröffentlichung der sogenannten „Implant Files“, verzeichneten alle Dienste Treffer zu der Enthüllungsgeschichte auf der ersten Seite ihrer Trefferlisten.

Sämtliche Suchmaschinen bieten Suchfunktionen für bestimmte Inhaltstypen an. So fahnden alle Dienste bis auf Startpage nach News, alle bis auf MetaGer nach Bildern und Videos und alle bis auf DuckDuckGo und Searx nach Produkten. MetaGer und Searx recherchieren zudem nach wissenschaftlichen Artikeln, Qwant und Searx nach Social-Media-Inhalten und Google nach Flügen und Büchern. Bei den Spezialsuchen stehen oft eigene Filterfunktionen bereit. Mit Bing etwa kann man bei der Bildersuche nicht nur nach Abbildungen mit Personen, sondern auch nach „Nahaufnahmen“ sowie „Kopf + Schultern“ filtern.

Während Bilder-, Video- und News-Suche über Links oder Tabs in den Bedienoberflächen zugänglich sind, lassen sich weitere Inhaltsfilter nur mit speziellen Kommandos für das Suchformular nutzen. „filetype:txt“ etwa sucht nach Textdateien. Wir haben diesem Thema einen eigenen Artikel ab Seite 72 gewidmet und die Anzahl der Filtermöglichkeiten aus der Tabelle auf Seite 75 in die Bewertung miteinfließen lassen. Alle Suchdienste außer MetaGer bieten Familienfilter an, die nicht kindgerechte Inhalte nach einem dreistufigen Raster unterdrücken – streng, moderat, aus. Qwant betreibt sogar eine eigene Kindersuchmaschine, Qwant Junior.

Die Dienste bereiten ihre Ergebnisse sehr unterschiedlich auf. Das Spektrum reicht von einer nüchternen Linkliste, wie

sie MetaGer ausliefert, bis hin zu ausführlichen Dossiers. Bei der Frage nach dem Kaloriengehalt der Avocado zeigte Google nicht nur diesen an, sondern ein kurzes Exzerpt zu der Pflanze aus der Wikipedia sowie Angaben zu vielen anderen Inhaltsstoffen.

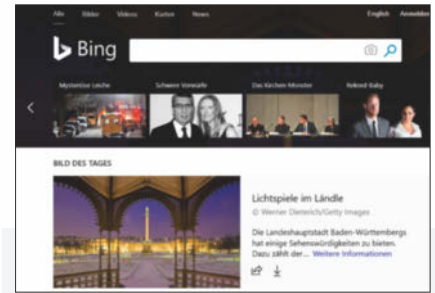
Sämtliche Suchmaschinen zeigen zu Fragen nach allgemeinerem Lexikonwissen neben den normalen Treffern separate Kästen an, die sie aus externen Quellen beziehen – meistens Wikipedia. Im einzelnen sind die Kästen aber sehr unterschiedlich ausgestaltet. Bei MetaGer etwa finden sich nur ein paar Worte Anrisstext. Searx zeigt einen Absatz, das Geburtsdatum, die Staatsangehörigkeit, die Größe sowie Links zu offiziellen Seiten an. Bing liefert fast ein richtiges Mini-Dossier mit Bildern, Angaben über Eltern und den Ehemann sowie verwandten Suchen. Bei der Suche nach einem Ort, einem Museum etwa, liefern Bing und Google die ausführlichsten Informationen, die Bilder, eine Karte, Öffnungszeiten und teilweise sogar Bewertungen umfassen.

## Komfortfunktionen

Alle Suchmaschinen außer MetaGer und Searx helfen schon beim Eintippen von Suchanfragen mit Vorschlägen. Nur Bing, Google und Startpage weisen in den Suchergebnissen auf verwandte Suchanfragen hin. Bei manchem Suchbegriff ist es sinnvoll, dass die Suchmaschine dem Anwender relevante Bilder, News und Videos anzeigt. Dazu streuen Bing, DuckDuckGo und Google je nach Abfrage Ergebnisse aus ihren Spezialsuchen in die normale Trefferliste mit ein.

Sie haben sich vertippt? Kein Problem, bei allen Diensten erhalten Sie Treffer zu den Begriffen, die Sie eigentlich gesucht haben. Aus „Sciecn Fiction“ erraten Google und Co., was gemeint ist. Auch MetaGer und Searx liefern so die gewünschten Ergebnisse – offenbar weil sie Ergebnisse von Google oder anderen Allzwecksuchmaschinen mit Autokorrektur durchreichen.

DuckDuckGo hat seine Suchmaschine für Dritte erweiterbar gemacht. Entwickler haben mehr als 100 Erweiterungen für vertikale Suchdienste bereitgestellt, deren Ergebnisse der Dienst bei bestimmten Suchbegriffen einstreut. Außerdem fungiert DuckDuckGo als Suchportal für andere Suchmaschinen. Tausende externe Suchdienste lassen sich fernsteuern – ebenfalls über Kurzbefehle,






## Bing

Microsofts Suchmaschine liefert in vielen Bereichen ähnlich gute Treffer wie Google und beantwortet fast so viele Fragen direkt. Bei einigen Suchen bietet Bing sogar mehr Funktionen oder bereitet seine Ergebnisse besser auf. Bei der Suche nach „Eiffelturm“ etwa zeigt es in einer großen Box rechts neben den normalen Suchergebnissen eine Reihe von Fotos, eine Karte, die Adresse, Öffnungszeiten- und beliebte Zeiten sowie Benutzerbewertungen von Yelp und Foursquare. Die Video-Suche startet einen Teil der gefundenen Clips automatisch, wenn man mit der Maus darüber fährt. Die Bildersuche filtert nicht nur nach „Personen“, sondern auch nach „Nahaufnahmen“ und „Kopf und Schultern“.

Bing dient sich mit seinem das Browserfenster ausfüllenden Bild und einer Nachrichtenleiste am ehesten als Portal an, das man auch als Startseite einrichten mag. Puristen können beides abschalten. Bei einem Rewards-Programm können eingeloggte Intensivnutzer ein paar Euro verdienen. Gefundene Bilder, Videos, Nachrichten und Orte (aber keine Links) lassen sich in sogenannten Sammlungen abspeichern.

Microsoft speichert den Suchverlauf und bildet Profile der Nutzung – auch mit Daten aus anderen Microsoft-Produkten – unter anderem, um dem Besucher Werbung zu präsentieren. In den Einstellungen kann der Nutzer den Suchverlauf einsehen und löschen.

-  gut aufbereitete Suchergebnisse
-  schicke Startseite
-  mäßiger Datenschutz





## DuckDuckGo

DuckDuckGo bezieht seine Ergebnisse nach eigenen Angaben aus vierhundert Quellen. Dazu zählen Hunderte Nischenangebote, die Antworten für spezielle Fragen liefern. Daneben betreibt DuckDuckGo einen eigenen Webseiten-Crawler und baut auch Ergebnisse von Oath (Yahoo) und Bing mit ein. Trotz der großen Anzahl an Quellen wirken die Ergebnisse in der Ergebnisliste wie aus einem Guss, wenngleich manchmal die Einstreuung der Multimedia-Ergebnisse überrascht: Zu „Angela Merkel“ bietet die Suche keinen einzigen Video-Treffer, zum viel spezielleren Begriff „Einschlagmutter“ dagegen etliche.

Eine Besonderheit sind die sogenannten Bangs. Das sind mit einem Ausrufezeichen am Anfang versehene Kurzbefehle, mit denen der Benutzer von der Suchmaske aus fast 12.000 externe Suchdienste ansteuern kann, von Konkurrenten wie Google Deutschland (lgde) bis zur DHL-Sendungsverfolgung (ldhlde). Zudem beantwortet DuckDuckGo mehr als tausend Anfragen, davon viele aus dem Programmierer-Umfeld, direkt: „php cheat sheet“ etwa liefert eine Liste der wichtigsten Funktionen und Konstrukte der Skriptsprache PHP.

DuckDuckGo bietet im Testfeld die meisten Möglichkeiten, die Bedienoberfläche individuell zu gestalten. So kann der Nutzer Schriftarten und Farben vorgeben. Bei den Karten hat der Benutzer die Wahl zwischen Bing Maps, Google Maps, Here Maps und OpenStreetMaps.

- 👆 Bangs und Direktantworten
- 👆 anpassbare Bedienoberfläche
- 👇 Ergebnismischung merkwürdig

Ergebnisse eingrenzen...	
Sprache:	alle Sprachen
Land:	alle Regionen
Letzte Aktualisierung:	ohne Zeitbegrenzung
Website oder Domain:	
Begriffe erscheinen:	In der URL der Seite
SafeSearch:	Anstößige Ergebnisse filtern
Dateityp:	Adobe Acrobat PDF (.pdf)
Nutzungsrechte:	nicht nach Lizenz gefiltert

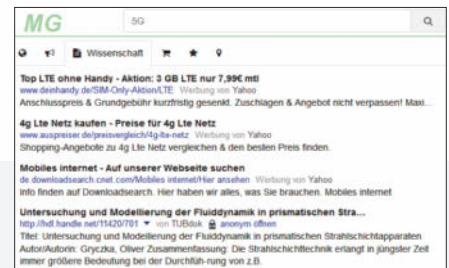
## Google

Die Suchergebnisse des Marktführers lagen bei den meisten Anfragen unter den besten. Etliche Fragen beantwortet der Dienst direkt. Wo immer es passt, streut Google Bilder, Videos und andere Informationen in die Ergebnisliste ein. Bei vielen Suchen zu bestimmten Inhaltstypen profitiert die Google-Suche von starken anderen Diensten des Unternehmens. Google Maps etwa liefert nicht nur Routeninformationen zu gefundenen Zielen, sondern zeigt auch aktuelle Informationen über den Verkehrsfluss an, die es unter anderem auf Millionen Handys in Autos ermittelt. Google Flights wiederum ist eine erstklassige Flugsuchmaschine, die sogar Preisentwicklungen auf einzelnen Strecken vorhersehen kann. Die Bildersuche macht Vorschläge zu weiterführenden Suchbegriffen.

Google stellt eine große Anzahl an Operatoren bereit, mit denen sich die Suchergebnisse filtern lassen. Wer die Operatoren nicht kennt, muss klicken: Einige Filteroptionen finden sich im Menü „Tools“, andere auf der erweiterten Suchseite, die man mit einem Klick auf den Menüpunkt „Einstellungen“ öffnen muss.

Google ist ein Werkkonzern, speichert den Suchverlauf und bildet Nutzungsprofile, wobei es auch Daten aus anderen Diensten einbezieht. In den Optionen kann der Benutzer seine Suchhistorie einsehen und Suchen löschen.

- 👆 sehr gute Suchergebnisse
- 👆 ausgefeilte Filteroptionen
- 👇 mäßiger Datenschutz



## MetaGer

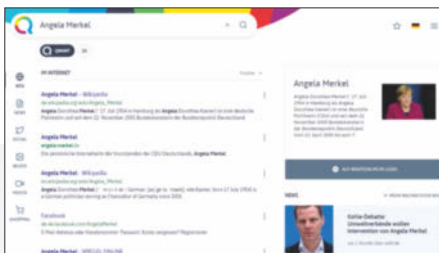
MetaGer wird nicht von einem Unternehmen, sondern vom SUMA e.V. betrieben, der sich den freien Wissenszugang auf die Fahnen geschrieben hat. Die Metasuchmaschine fahndet allgemein nach Webseiten, News, Produkten, wissenschaftlichen Papers und betreibt auch einen Kartendienst.

Bei der Web-Suche stammten in unseren Tests viele Treffer von Yahoo (also Bing), Exalead und Yandex. Die Websuche lieferte mit den Standardeinstellungen fast ausschließlich deutsche Seiten, was offenbar an der Auswahl und Gewichtung der Quellen lag. Insgesamt kann MetaGer gut drei Dutzend Quellen durchsuchen, darunter einige Exoten wie One News Page oder loklak. Aus den Quellen kann sich der Benutzer auch eigene Untermengen zusammenstellen, sogenannte Suchfokusse.

MetaGer bietet viele Filterfunktionen anderer Suchdienste nicht, etwa die zeitliche Eingrenzung und einen Jugendschutzfilter. Die Ergebnisse präsentiert MetaGer sehr trocken – eine Linkliste mit Titel, URL und einer Kurzbeschreibung der Treffer.

MetaGer speichert die IP-Adressen der Nutzer für maximal eine Woche. Der Benutzer kann Trefferseiten über einen anonymisierenden Proxy aufrufen. Der Quelltext der Metasuchmaschine steht als Open Source zur Verfügung. Eine neue Version von MetaGer mit Bildersuche und Jugendschutzfilter startet demnächst in die Betaphase.

- 👆 konfigurierbare Metasuche
- 👆 anonymisierender Proxy
- 👇 eingeschränkte Suchfunktionen



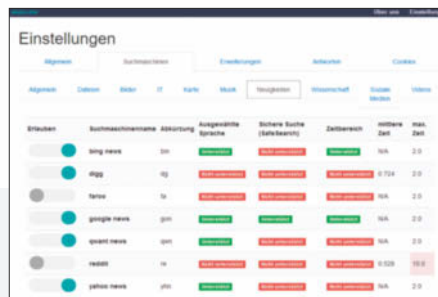
## Qwant

Qwant stammt vom gleichnamigen französischen Anbieter. Das Unternehmen betreibt einen eigenen Web-Crawler und Index, dessen Ergebnisse es nach eigenen Angaben mit Bing-Ergebnissen komplementiert. Die Startseite ist als Portal aufgemacht und präsentiert eine Auswahl an Top News, gefragten Persönlichkeiten sowie Trends in sozialen Netzwerken. Eingeloggte Nutzer können Bookmarks speichern und Notizhefte anlegen.

Die Musiksuche, das abgespeckte Qwant Lite sowie die Kindersuchmaschine sind Alleinstellungsmerkmale des Anbieters. Die Social-Media-Suche beschränkte sich in unseren Tests auf Twitter und ist in die normale Suche integriert: Bei Abfragen, zu denen es aktuell viel Twitter-Aktivität gibt, streut Qwant außer normalen Treffern und News auch ein paar Tweets ein. Mit Quick-Schnellsuchen kann man ein paar Hundert andere Suchdienste ansteuern. Praktisch: Die Autovervollständigung im Suchformular hilft einem dabei auf die Sprünge, sobald man das &-Zeichen eingegeben hat, das Quick-Befehle kennzeichnet.

Die Kindersuche lieferte in unseren Stichproben einen nicht kindgerechten Treffer. Wir haben Qwant informiert und das Unternehmen hat den Treffer mittlerweile entfernt. Qwant leistete sich in unseren Tests als einziger Dienst Darstellungshänger und lud die Ergebnisse langsam – wenn auch sehr selten.

- 👤 Portal mit News
- 👤 Quick-Schnellsuchen
- 👤 Ausgabe-Hänger



## Searx

Mit Searx kann der Anwender das gesamte Web oder neun spitzere Themengebiete wie Dateien, IT und soziale Medien durchsuchen, wobei die Metasuchmaschine jeweils viele brauchbare Quellen einbezieht. Bei der allgemeinen Web-Recherche etwa kann Searx außer Google auch Bing, Wikipedia, DuckDuckGo, Qwant und Yandex befragen – darunter also fünf Suchmaschinen mit jeweils eigenem Index. Alles in allem nutzt Searx laut den Entwicklern gut 70 Suchmaschinen. Es lohnt ein Blick in die Einstellungen, wo man die für jede Rubrik genutzten Suchmaschinen aktivieren und deaktivieren kann. Für jede Suchmaschine gibt die Liste an, ob sie die jeweils ausgewählte Sprache, die sichere Suche sowie die Suche nach einem Zeitbereich unterstützt.

Insgesamt überzeugt Searx mit vielen sinnvollen Details. Bei Anfragen zu Personen oder Institutionen etwa zeigt Searx neben den normalen Treffern nicht nur einen Wikipedia-Auszug an, sondern auch offizielle Links, etwa zur Homepage oder bei sozialen Medien. Suchergebnisse lassen sich als CSV-, json- oder RSS-Datei herunterladen. Searx speichert keine Suchanfragen oder IP-Adressen und setzt auch per default kein Cookie. Neben der Hauptinstanz der quelloffenen Suchmaschine betreiben Enthusiasten Dutzende weiterer öffentlicher Versionen.

- 👤 vielseitig konfigurierbar
- 👤 selbst installierbar
- 👤 eingeschränkte Suchoptionen



## Startpage

Wer die Google-Suchergebnisse erhalten möchte, ohne sich Google anzuliefern, für den ist Startpage (früher Ixquick) die Suchmaschine der Wahl. Sie leitet die Suchergebnisse des Marktführers durch und schützt dabei die Privatsphäre des Anwenders, weil sie keine Nutzerdaten speichert. Der niederländische Anbieter betreibt ein Cluster aus US-amerikanischen und europäischen Servern. Es ist möglich, nur über europäische Server suchen zu lassen.

Darüber hinaus betreibt Startpage eine Proxy-Umgebung, mit der Benutzer auch die Trefferseiten anonym aufsuchen können (siehe Screenshot). Dabei verändert der Proxy den in Seiten enthaltenen (JavaScript-) Code, damit die besuchten Seiten und Dritte nicht die IP-Adresse des Anwenders erhalten und Techniken wie Browser Fingerprinting ins Leere laufen.

Die Bedienoberfläche von Startpage lässt sich mit Themes anpassen. Obwohl Startpage Google-Ergebnisse durchreicht, beherrscht es nicht alle Funktionen des Marktführers. Die Web-Suchergebnisse präsentiert Startpage wesentlich weniger multimedial aufbereitet als das Original. So fehlen in die Trefferseiten eingestreute Bilder und Videos.

- 👤 Google-Ergebnisse
- 👤 Datenschutz mit Surfproxy
- 👤 Ergebnisse wenig multimedial



sogenannte Bangs. Qwant bietet mit seinen „Qwick-Schnellsuchen“ eine ähnliche Funktion, über die sich mehrere hundert externe Suchdienste ansteuern lassen.

## Datenverteidiger

Bei MetaGer und Searx kann der Benutzer festlegen, welche Suchmaschinen genutzt werden sollen. Weiterer Vorteil der Meta-sucher: Beide stehen als Open Source bereit; wer mag, richtet sich eine eigene Metasuchmaschine ein. Gesehen haben wir

solche Fremd-Instanzen nur von Searx. Google hat als Werbeunternehmen einen schlechten Ruf in puncto Datenschutz. Das Unternehmen speichert die von seinen Anwendern in die Suchmaschine eingegebenen Suchbegriffe, nutzt sie für personalisierte Werbung und wertet zudem manchmal sogar die Klicks auf die Suchtreffer aus. Bing ist in der Hinsicht keine Alternative: Ihr Betreiber Microsoft sammelt ebenfalls reichlich Nutzerdaten. Auch wenn Benutzer die gespeicherten

Suchanfragen bei Bing und Google einsetzen und löschen können, dürfte mancher Anwender sich aus Abneigung gegen die Datensammelerei nach einer anderen Suchmaschine umsehen.

Alle anderen Konkurrenten betonen dagegen in ihrer Selbstbeschreibung das Thema Privatsphäre. DuckDuckGo, MetaGer, Qwant, Searx und Startpage versichern, per default keine IP-Adressen und Suchanfragen der Nutzer zu speichern. Mit MetaGer kann man sogar die in den

## Suchmaschinen

Name	Bing	DuckDuckGo	Google	MetaGer	Qwant	Searx.me	Startpage
Betreiber	Microsoft	DuckDuckGo	Google	SUMA-EV - Verein für freien Wissenszugang	Qwant	Searx.me-Team	Startpage B.V.
Typ / Engine	eigener Crawler	Metasuche und eigener Crawler	eigener Crawler	Metasuchmaschine	eigener Crawler und Bing	Metasuchmaschine	Google
Besonderheiten	Startseite: Bild, News-Übersicht, Sammlungen, Prämien	Bangs, Layout-Einstellungen	—	konfigurierbare Suchmaschinen-Auswahl	Startseite: Top News, gefragte Persönlichkeiten, Trends in sozialen Netzwerken; Quant Boards, Lite-Version	konfigurierbare Suchmaschinen-Auswahl	Layout-Einstellungen
Android- / iOS-App	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / —	✓ / ✓	— / —	✓ / ✓
<b>Funktionen allgemeine Suche</b>							
Infokasten bei Lexikonfragen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Suchvorschläge beim Tippen	✓	✓	✓	—	✓	—	✓
beantwortet Fragen direkt	✓	—	✓	—	—	—	—
„Benutzer suchten auch“ in den Suchergebnissen	✓	—	✓	—	—	—	✓
anstößige Inhalte ausblenden (dreistufig)	✓	✓	✓	—	✓ (außerdem Kindersuche)	✓	✓
Autokorrektur	✓	✓	✓	—	✓	—	✓
Suchergebnisse auf deutschsprachige Seiten einschränkbar	✓	(✓) nur Seiten aus der Region Deutschland	✓	—	(✓) nur Seiten aus Deutschland	(✓) ggf. deutsche Versionen der Suchmaschinen	✓ Seiten auf Deutsch / Seiten aus Deutschland
Zeitraum: Letzte 24 Stunden / Woche / Monat / Jahr / individuell	✓ / ✓ / ✓ / — / ✓	✓ (Gestern) / ✓ / ✓ / — / —	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	— / — / — / — / —	✓ / ✓ / ✓ / — / —	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / —	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / —
je nach Anfrage eingebettete News / Bilder / Videos	✓ / ✓ / ✓	✓ / — / ✓	✓ / ✓ / ✓	— / — / —	✓ / — / —	— / — / —	— / — / —
<b>Suchtypen und Filter</b>							
Bilder (Größe / Farbe / Nutzungsrechte / Typ / Inverssuche)	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓)	✓ (✓ / ✓ / — / ✓ / —)	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓)	— (— / — / — / — / —)	✓ (✓ / ✓ / ✓ / ✓ / —)	✓ (— / — / — / — / —)	✓ (✓ / ✓ / — / ✓ / —)
News (nach Relevanz / Datum sortiert)	✓ (✓ / ✓)	✓ (✓ / —)	✓ (✓ / ✓)	✓ (— / ✓)	✓ (✓ / ✓)	✓ (— / —)	— (— / —)
Videos	✓	✓	✓	—	✓	✓	✓
Maps	✓	✓	✓	✓ (Open Street Map)	—	✓ (Open Street Map)	✓
Shopping	—	—	✓	✓	✓	—	—
Sonstige	—	> 11.000 Dienste mit Bangs	Bücher, Flüge, Finanzen	Zitate, DuckDuckGo-Bangs	Musik, Social, Junior (Kinder), Qwick-Schnellsuchen	Dateien, IT, Musik, Wissenschaft, Soziale Medien	—
<b>Datenschutz</b>							
Server-Standorte	weltweit	USA	weltweit	Deutschland	Frankreich	weltweit	Niederlande
legt kein Profil des Nutzers an	—	✓	—	✓	✓	✓	✓
anonymer Aufruf der Ergebnisse	—	—	—	✓	—	—	✓
keine Übermittlung von Nutzerdaten an Dritte	—	✓	—	✓	✓	✓	✓
<b>Bewertung</b>							
Suchergebnisse	⊕⊕	⊕	⊕⊕	○	⊕	⊕	⊕
Funktionsumfang allgemeine Suche	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊖	⊕	○	⊕
Suchtypen und Filter	⊕	⊕	⊕⊕	○	⊕	○	○
Datenschutz	⊖	⊕	⊖	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   — nicht vorhanden   k. A. keine Angabe							

Suchergebnissen angezeigten Trefferseiten anonym aufrufen. Und Startpage stellt eine Proxy-Umgebung zur Verfügung, in der man dauerhaft anonym surfen kann. Damit Anwender bei Bing, DuckDuckGo, Qwant, Searx und Startpage ihre Optionen speichern können, bieten es deren Betreiber an, spezielle Bookmark-Links zu generieren, in denen die Einstellungen kodiert sind.

Wer Tor nutzt, um anonym zu surfen, der kann mit DuckDuckGo und MetaGer suchen. Die von den beiden Suchdiensten angebotenen Hidden Services bieten allerdings keine spezielle Suche für das Tor-Netzwerk. Um darin zu suchen, muss man eine spezielle Suchmaschine nutzen (siehe Seite 66).

Beim Datenschutz spielt auch der Serverstandort eine Rolle, denn sobald sich Server in den USA befinden, können Behörden darauf zugreifen – egal, wie viel Aufwand die Anbieter für den Datenschutz treiben. Dabei muss ein solcher Zugriff dem Kunden nicht einmal mitgeteilt werden. DuckDuckGo läuft in der Amazon-Cloud und die Firma sitzt in den USA. Wer den Zugriff von US-Behörden ausschließen will, sollte die Suchmaschine eines europäischen Anbieters nutzen, der seine Server in Europa betreibt: MetaGer, Qwant, Searx oder Startpage.

Datenschutz und der passgenaue Zuschnitt der Suchergebnisse sind zwei natürliche Gegenpole: Eine Suchmaschine, die keine Profile bildet, kann keine personalisierten Ergebnisse liefern. Personalisierung haben wir nur bei Bing und Google beobachtet. Allerdings dosieren die beiden Suchdienste ihre Personalisierung sehr vorsichtig, von Filterblaseneffekten kann keine Rede sein. Allenfalls der Standort des Nutzers kann stark durchschlagen, wenn die Suchmaschine anhand von einer Anfrage mit starkem lokalen Bezug ausgeht (Pizza-Bringdienst).

## Fazit

Egal, ob es um Lexikonwissen, News oder Adressinformationen geht – alle Probanden lieferten hilfreiche Links. Bei allen Suchmaschinen ist uns die geringe Spam-Rate aufgefallen. Das Thema haben die Betreiber offenbar derzeit im Griff. Die Ergebnisse der Metasuchmaschinen erscheinen durch die Streuung der Quellen weniger aus einem Guss als bei den anderen Diensten. Das muss nicht unbedingt von Nachteil sein. Da die beiden Metasuchmaschinen eine größere Anzahl von Quellen für ihre Recherchen anzapfen, schauen sie „über den Teller- rand“ einer einzelnen Suche hinaus.

Unterschiede zeigen sich in vielen Details. Antworten auf ausformulierte Fragen etwa geben nur Bing und Google, wobei der Platzhirsch in unseren Stichproben vorne lag. Nichtsdestotrotz lohnt es sich, den Alternativen eine Chance zu geben, weil sie die Privatsphäre des Nutzers besser schützen und weil sie in Teilbereichen mehr können als Google und Bing. Bei Qwant etwa gefiel uns die Twitter-Integration in die normale Suche, DuckDuckGo dient als Portal für Tausende Dienste, Startpage ermöglicht es, unerkannt nicht nur zu suchen, sondern auch weiterzusurfen.

Insbesondere Searx ist mit seinen individualisierbaren Suchkategorien und der exzellenten Auswahl an unterstützten Diensten einen Blick wert. Wer sich erst einmal mit den Kurz- befehlen vertraut gemacht hat, kann immer schnell zu einer Suchaufgabe eine passende Auswahl an Diensten zusammen- stellen, um diese gemeinsam zu befragen. (jo@ct.de) **ct**

Suchmaschinen: [ct.de/y3hp](https://ct.de/y3hp)

Darmstadt, darmstadtium  
4.-6. Juni 2019

# DevOps Essentials 2019

Deep-Dive-Trainings zu  
Continuous Delivery, DevOps  
und Containerisierung

PROGRAMM ONLINE!  
Early Bird bis 12. April 2019

## THEMEN

- ✳ DevOps-Kultur im Unternehmen schaffen
- ✳ Softwareentwicklung mit Continuous Delivery
- ✳ Vorteile und Anwendungszwecke von Microservices-Architekturen
- ✳ Docker für Fortgeschrittene
- ✳ Container-Orchestrierung mit Kubernetes – für Einsteiger und Fortgeschrittene
- ✳ Service Meshes mit Istio und Co.
- ✳ Site Reliability Engineering
- ✳ Testen und Qualitätssicherung



Veranstalter



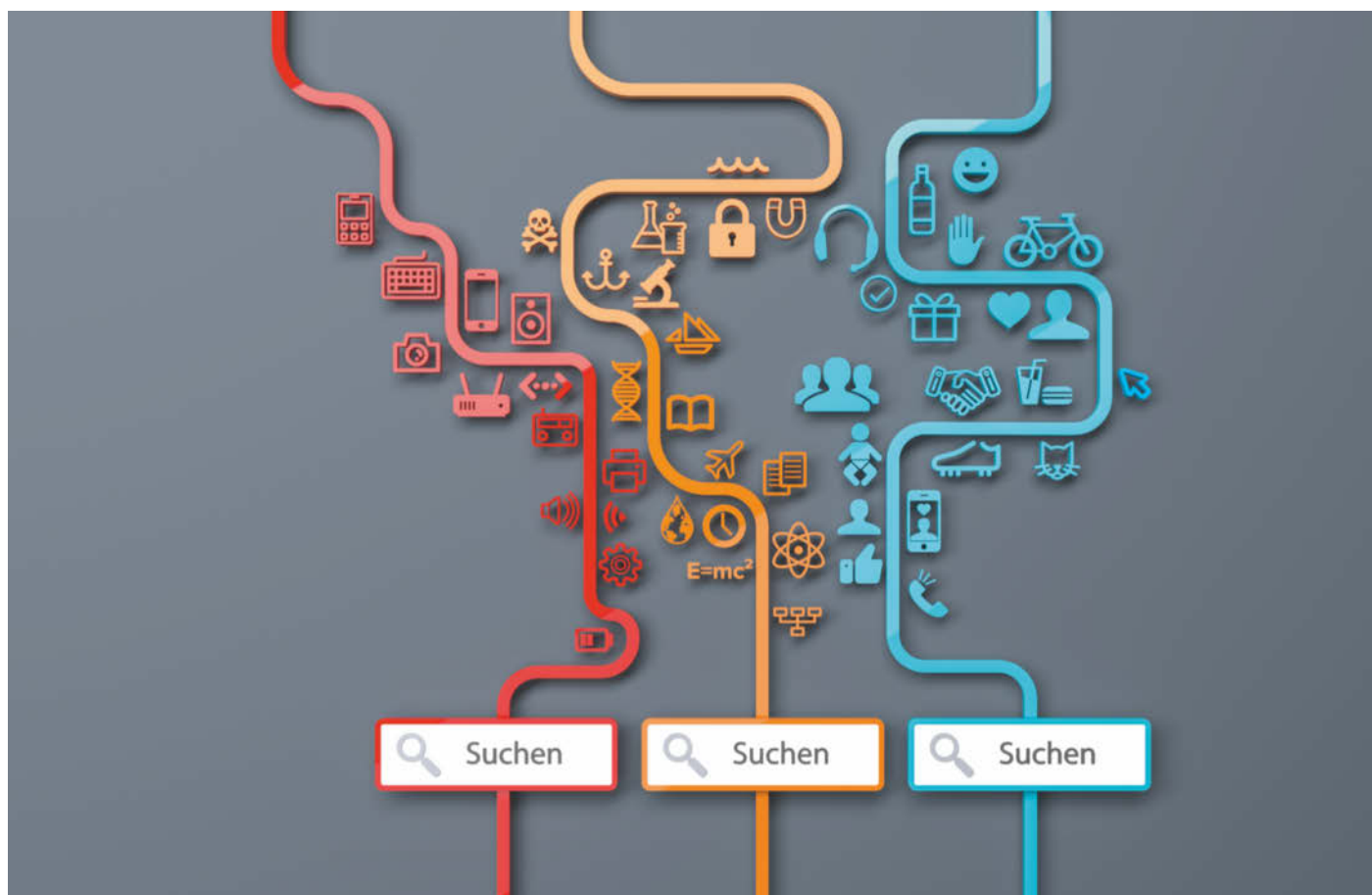
heise **Developer**



dpunkt.verlag

[www.devops-essentials.de](http://www.devops-essentials.de)





# Zielfahndung

## Internetrecherche mit Spezialsuchmaschinen

**Im Datenmeer Internet gibt es viel mehr zu fischen als das, was Google herauszieht. Dutzende von Suchmaschinen angeln nach spezifischen Informationen – und stechen Google in ihren Revieren aus. Eine kleine Suchfibel.**

Von Stefan Karzauninkat

**G**oogle bezieht einen Großteil seiner formalisierten Wissensdatenbank, dem Knowledge Graph, aus der Wikipedia. Erhält der Suchdienst eine Abfrage, zu der er Informationen aus diesem Graph beisteuern kann, extrahiert er einen Ausschnitt und präsentiert ihn rechts oben neben den

normalen Suchergebnissen – auf den ersten Blick eine Win-Win-Situation für Google und den Nutzer, weil dieser die Suchergebnisseite nicht verlassen muss.

Warum also sollten Sie eigentlich noch die **Wikipedia** aufrufen, wenn Google bei der Suche nach lexikografischem Wissen oft bereits einen Kasten mit den wesentlichen Informationen aus der Online-Enzyklopädie ausgibt? So überzeugend, fast amtlich, der Kasten auch erscheinen mag – er sollte nur den Anfang Ihrer Recherche darstellen, wenn Sie es damit ernst meinen. Sie sollten sich den (im Kasten verlinkten) vollständigen Wikipedia-Artikel ansehen: Google kürzt viele Beiträge, sodass entscheidende Informationen fehlen können. Außerdem finden Sie nur bei der Wikipedia die Quellenangaben der Artikel, mit denen sie tiefer in die Recherche eintauchen kön-

nen. Vielleicht freunden Sie sich so auch mit den vielen kleinen nützlichen Funktionen der Enzyklopädie an, der Startseite mit dem Artikel des Tages und Links zu aktuellen Themen sowie mit der Möglichkeit, sich aus Artikeln ein Buch zusammenzustellen.

Oder aber Sie befragen eine andere Online-Enzyklopädie. Wer sein Wissen beim **Brockhaus** bezieht, hat die Gewissheit, dass eine Redaktion die Informationen zusammengetragen und gewichtet hat, die einheitliche Standards für das gesamte Werk anlegt. Die Nachteile: Der Brockhaus ist nicht so umfangreich wie die Wikipedia und erhebt eine Abogebühr, die für die private Nutzung pro Haushalt 6 Euro im Monat oder 60 Euro im Jahr beträgt – ein fairer Preis für redaktionell gesicherte Fakten (siehe c't 22/2018, S. 61).

### Wörter

Bei einem anderen Klassiker, dem **Duden**, stehen viele Inhalte kostenlos im Netz. Mit der Suchanfrage „Duden <Suchbegriff>“ erhalten Sie auch via Google und Co. meistens den gewünschten Eintrag aus dem Wörterbuch, der alle Zweifel zu Rechtschreibung, Worttrennungen und Grammatik ausräumen sollte. Auch der Duden bietet mehr, wenn Sie ihn direkt ansteuern. Auf der Homepage können Sie zum Beispiel Texte von bis zu 800 Zei-

chen Länge auf Rechtschreibung überprüfen lassen.

Neben dem Duden gibt es noch eine ganze Reihe weiterer hilfreicher Nachschlagewerke, die Ihnen je nach Fragestellung helfen. Wer etwa nach Synonymen sucht, ist bei **OpenThesaurus** oder dem **Wortschatz** der Universität Leipzig besser aufgehoben. Suchen Sie bei OpenThesaurus nach einem Begriff, erhalten Sie außer Synonymen und Assoziationen auch Teilwort-Treffer und ähnliche Wörter, Links auf einschlägige Einträge bei **Wiktionary** sowie Wikipedia-Links. Der Wortschatz liefert viele Beispielsätze (alle Links unter ct.de/y6bb).

Wer bisher immer auf Google setzte, könnte bei der Suche nach Übersetzungen versucht sein, **Google Translate** zu verwenden. Was die Anzahl der unterstützten Sprachen betrifft, ist Googles Übersetzungsdienst wohl auch unerreicht: Wo sonst kann man unter einem Dach zwischen mehr als hundert Sprachen übersetzen lassen, darunter auch Exoten wie Nepali und isiXhosa?

Bei der Qualität der Übersetzungen gibt es aber zumindest ebenbürtige Konkurrenz. So liefert das **Leo Dictionary** bei einzelnen Wörtern und kurzen Phrasen mehr Übersetzungsmöglichkeiten und Beispielsätze. Und längere Sequenzen übersetzt derzeit wohl niemand so akku-

rat wie der deutsche Dienst **DeepL** – wenn die Grammatik des Aufgangstextes nicht allzu kompliziert ist, benötigt der Output des Dienstes kaum Nacharbeit.

## Schulstoff und mehr

Eine sehr hilfreiche, englischsprachige Quelle zu Fragen aus vielen mathematisch-naturwissenschaftlichen Wissensgebieten ist **Wolfram Alpha**. Der Dienst ist aus der Software Mathematica entstanden. Zu „Abfragen“ wie  $(x^2-1)/(x^2+1)$  liefert Wolfram Alpha Graphen, alternative Darstellungsweisen, Ableitungen inklusive der Herleitung und vieles mehr.

Wolfram Alpha beantwortet auch Abfragen aus etlichen weiteren Themengebieten; die Betreiber bezeichnen ihren Dienst als semantische Suchmaschine. Egal, ob Sie etwas zur politischen Geografie oder über die Eigenschaften eines Minerals wissen möchten – Wolfram Alpha liefert sauber strukturierte Informationen. Für bestimmte Antworten, zum Beispiel mathematische Ableitungen, verlangt der Anbieter ein Abonnement für 72 Euro pro Jahr.

Ein sehr interessantes Konzept verfolgt der englischsprachige Dienst **Learn anything**. Dort trägt die Community Lernquellen zu ganz unterschiedlichen Themen zusammen, angefangen bei Wikipedia-Artikeln über freie Bücher

bis zu Reddit-Threads oder Subreddits. Sortiert sind die Listen nach Up- und Downvotes der Besucher.

## News und Wetter

Google News steht fast schon stellvertretend für „News-Aggregator“, ähnlich wie Googeln für viele der Inbegriff des Suchens im Netz darstellt. Dabei gibt es leistungsfähige Alternativen: **Newstral** etwa ist ein gut gemachter internationaler Nachrichtenaggregator inklusive Suchmaschine.

**Techmeme** sammelt IT-News weltweit, **Hacker News** und **Reddit** bündeln von Nutzern zusammengetragene Nachrichten aus den Bereichen Start-ups, Design und Entwicklung – jeweils inklusive einer Suchmaschine, versteht sich. Sie können sich aber auch mit RSS-Diensten wie **Feedly** eine eigene Nachrichtenseite aus handverlesenen Quellen zusammenbauen, deren Nachrichtenstamm sich dann auch durchsuchen lässt.

Twitter ist nicht erst seit Donald Trump ein wichtiges Medium für brandaktuelle Nachrichten. Die **#onemillion-tweetmap** zeigt aktuelle Tweets auf einer Weltkarte an. Damit erhält man einen schnellen Eindruck davon, was gerade in welchem Teil der Welt angesagt ist. Wer bei **Twitter** tiefer recherchieren will, der findet in der Detailsuche ein gutes Hilfs-

The screenshot shows the Onmeda.de website. At the top, there's a search bar and navigation tabs for 'Krankheiten & Symptome', 'Medikamente', 'Schwangerschaft & Familie', 'Gesund leben', 'Magazin', 'Service & Selbsttests', and 'Foren'. The main content area is titled 'Diabetes und Sport: Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit)' and includes a table of contents with links to 'Allgemeines', 'Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit)', 'Typ-1-Diabetes und Sport', 'Typ-2-Diabetes und Sport', 'Wie Sie Blutzuckerschwankungen vermeiden können', 'Komplikationen', and 'Weitere Informationen'. Below the table of contents, there's a brief description of diabetes mellitus and a section titled 'Diabetes Typ 1' explaining the autoimmune nature of the disease.

The screenshot shows a search result on Onmeda.de for '317 Ärztinnen / Ärzte für 30163 Hannover (List, Nordstadt, Südstadt, Vahrenheide, Vahrenwald, Zoo)'. The page displays a list of doctors with their specialties, addresses, and contact information. The first doctor listed is 'Herr Dr. med. Dirk Glatzel' with a specialty in 'Innere Medizin, Hausarzt / Hausärztin / Rettungsmedizin / Notfallmedizin'. The second doctor is 'Frau Dr. med. Ellen Hertling' with a specialty in 'Allgemeinmedizin, Hausarzt / Hausärztin'. The page also includes a 'Karte einblenden' button and a 'Sortieren nach Entfernung' dropdown.

Statt Doktor Google zu befragen, starten Sie besser bei einem Gesundheitsportal wie Onmeda, den passenden Arzt finden Sie in der weißen Liste.



mittel. Mit der Phrasensuche, booleschen Operatoren, Suche nach Hashtags, Accounts, Sprache, Ort und Datum lässt sich das Twitterversum gut durchforsten.

Die Fragen, ob es morgen regnet und wie warm es wird, beantworten Dutzende Portale und Apps. Manchmal will man es aber genauer wissen und dann ist **Kachelmannwetter** eine gute Anlaufstelle. Die Site versammelt in ihren XL-Vorhersagen die Daten von einem guten Dutzend Wettermodellen – darunter auch ein eigenes, besonders hoch aufgelöstes Modell, das viermal am Tag aktualisiert wird.

Kitesurfer, Windsurfer, Segler und Segelflieger interessieren sich besonders für die Windverhältnisse. An sie richtet sich der **Windfinder**. Extreme Wetterereignisse sollte man nicht suchen müssen, sondern rechtzeitig gemeldet bekommen. Das erledigt standortabhängig die für Android und iOS verfügbare App **Katwarn**. Sie warnt auch vor Bränden oder anderen unerwarteten Gefahrensituationen – im Unterschied zu den Wetterwarnungen sind diese aber nicht bundesweit flächendeckend.

## Personen

Jeder ist im Internet zu finden – oder? Informationen über jemandem mit einem exotischen Namen lassen sich einfach aufspüren. Aber den richtigen Peter Meier finden Sie mit einer Google-Suche oder mit der Personensuchmaschine **Yasni** wahrscheinlich nicht. Rein statistisch hat man bei **Facebook** die größte Wahrscheinlichkeit, eine Person zu finden, aber bei Peter Meier braucht man womöglich auch mehr Zusatzinformationen, mindestens den Ort.

Wer zusätzlich zum Namen weiß, wo der betreffende arbeitet, für den empfiehlt sich eine Recherche in den Business-Netzwerken **Xing** oder **LinkedIn**. In einigen Branchen ist ein Eintrag dort obligatorisch. Man muss eingeloggt sein, um detaillierte Informationen zu erhalten, aber die Basismitgliedschaft mit der Suche ist kostenlos.

Haben Sie eine Person bei Facebook oder einem anderen Netzwerk identifiziert und dabei womöglich einen Nickname gefunden, dann können Sie bei **Namech\_k** schauen, ob dieser auch woanders verwendet wird. Surfer nutzen gerne denselben Nicknamen auf verschiedenen Plattformen. Wenn Sie also andere Sites mit demselben Nicknamen finden, könnte es sich um weitere Accounts der gesuchten Person handeln.

Bei aller Konzentration auf soziale Netzwerke sollten Sie den Klassiker **Telefonbuch** nicht vergessen. Mit dessen Hilfe lassen sich immer noch viele Millionen Namen und Adressen samt Telefonnummern herausfinden.

Wenig bekannt ist, dass jeder über die Einwohnermeldeämter einfache Auskünfte über Vor- und Familiennamen und Anschriften erhalten kann, sowohl private Antragsteller als auch Firmen. Allerdings muss der Antragsteller seine eigene Identität angeben und erklären, die Daten nicht für Werbung oder zum Adresshandel zu verwenden. Auch muss der Wohnort bekannt sein; zuständig ist jeweils das lokale Einwohnermeldeamt. In vielen Städten kann man das online erledigen, aber es werden Gebühren fällig. Ebenfalls kostenpflichtig, aber mit Zugriff auf mehrere Datenquellen

arbeitet der Service **Einwohnermeldeamt24**.

## Routen und Reisen

Vor einer Autofahrt will man wissen, ob man mit Dauerbaustellen zu rechnen hat oder ob etwa eine Ausfahrt dauerhaft gesperrt ist. Solche Informationen liefern **Verkehrsinformation.de** und der **ADAC**. Während der Fahrt hilft ein vernetzter Routenplaner, die aktuelle Verkehrslage zu berücksichtigen. Dazu zählen **Google Maps**, **Apple Karten**, **TomTom Traffic** und **Here WeGo**. Sie zeigen live die Verkehrsbelastung und Staus und wenn man eine Route eingibt, bekommt man proaktiv Stauinformationen und Vorschläge für Umleitungsstrecken.

Wer seine Urlaubsreise selber plant, der googelt – und das ist nicht die schlechteste Wahl: Google betreibt ein Reiseportal, **Google Travel**, das viele Basisinformationen bereithält. Wer etwa einen bestimmten Abflughafen angibt, der kann sich auf einen Blick anzeigen lassen, welche Ziele sich von dort direkt ansteuern lassen. Google Flights kann auch darauf hinweisen, wenn ein Flug besonders günstig ist oder sich erfahrungsgemäß ein Flugpreis bald verteuern dürfte.

Außer Google gibt es aber noch eine Reihe weiterer Reise-Suchmaschinen, die auch Hotels und Mietwagen vermitteln. Dazu zählen **opodo**, **swoodoo**, **expedia**, **momondo**, **Kayak** und **Scyscanner**. Die wesentlichen Flugdaten sind schnell eingetippt. Es schadet daher nicht, die verschiedenen Flugpreisvergleicher zu vergleichen, zumal jeder Dienst seine Spezialdisziplinen hat. Skyscanner etwa kann nach nahegelegenen Alternativflughäfen suchen. Die Recherche nach günstigen Reiseangeboten ist eine kleine Wissenschaft für sich, der wir einen eigenen Artikel gewidmet haben [1].

## Kindgerechte Inhalte

Normale Suchmaschinen eignen sich nicht für Kinder. Trotz Familienfiltern können immer mal jugendgefährdende Inhalte durchrutschen. Vor allem aber ist es für Kinder mit Google und Co. nicht immer einfach, überhaupt für sie interessante Inhalte zu finden.

Das machen speziell auf Kinder ausgerichtete Suchmaschinen besser. Dort stellt eine Redaktion sicher, dass Kinder nur vorausgewählte, kindgerechte Seiten zu Gesicht bekommen. Das führt zu einem vergleichsweise kleinen Daten-

### 11,837 bangs and counting

Click on a bang to try it out. See one missing? [Make a suggestion!](#)

Results:

German	<a href="#">!de</a>	German Minecraft Wiki	<a href="#">!mcwikide</a>
German-Bash.org	<a href="#">!gbo</a>	German Language Stack Exchange	<a href="#">!glse</a>
DHL German	<a href="#">!dh!de</a>	Ebay Germany	<a href="#">!e.de</a>
Ikea Germany	<a href="#">!ikeade</a>	Yahoo German	<a href="#">!yde</a>
Amazon Germany	<a href="#">!age</a>	Amazon Germany	<a href="#">!ager</a>
Google Germany	<a href="#">!g.de</a>	Wowhead german	<a href="#">!wowheadde</a>
Jobs in Germany	<a href="#">!jobsde</a>	justwatch german	<a href="#">!justwatchde</a>
wikipedia german	<a href="#">!wge</a>	Wikiquote German	<a href="#">!wqde</a>
Wiktionary German	<a href="#">!wktde</a>	Pons German-Polish	<a href="#">!ponsdepl</a>

**Knapp 12.000 Spezialsuchmaschinen lassen sich mit den Bangs bei DuckDuckGo ansteuern – so viele, dass es eine eigene Suchmaschine dafür gibt.**

bestand. Die Kinder-Suchmaschine **Blinde Kuh** zum Beispiel liefert öfter mal wenige oder auch gar keine Treffer.

Bei **Frag Finn** werden die Quellen ebenso manuell gefiltert, aber nicht nach Webseite, sondern nach Domain. Die Auswahl ist daher deutlich breiter als bei der Blinden Kuh: Die gefundenen Seiten waren nach unseren Stichproben allesamt sicher für Kinder, aber nicht unbedingt verständlich. So rutschen manchmal englischsprachige Treffer in die Liste. Wer nach „Truck“ sucht, der landet zum Beispiel auf den Produktseiten des US Konzerns Ford.

Bei **Klexikon** soll eine Art Wikipedia für Kinder entstehen. Kinder von sechs bis zehn Jahren sollen dort erste Erfahrungen mit Online-Enzyklopädien sammeln können. Mehr als 2500 Artikel aus 12 Themengebieten umfasst das Klexikon derzeit.

## Musik, Bilder, Videos

Sie hören einen Song und möchten wissen, wer ihn singt und wie das Stück heißt: In dieser Disziplin ist **Shazam** der ungeschlagene Meister. Die App für iPhone und Android identifiziert Musikstücke mit verblüffender Genauigkeit. Sie präsentiert Künstler, Album und Songtext und man kann sich aussuchen, ob man den Titel kaufen, bei Spotify anhören oder das YouTube-Video sehen möchte.

Für weitergehende Musikrecherchen eignet sich im Grunde jeder Streaming-Dienst. Egal, ob bei **Spotify**, **iTunes** oder **Deezer**: Alle bieten eine Volltextsuche nach Musikern, Songs und Alben. Und haben Sie erst einmal einen Musiker gefunden, der ihnen gefällt, dann präsentieren Ihnen die Dienste ähnliche Künstler und Playlists – vielleicht müssen Sie dann nie mehr suchen.

Bei der Recherche nach Bildern steht **Bings Bildersuche** der von Google in nichts nach. Bei Bing findet sich auch eine Rückwärtssuche, bei der Sie ein Bild hochladen und nach ähnlichen Bildern fahnden können. Ein Spezialist in dieser Disziplin ist **TinEye**. Und wer nach kostenlosem und frei verwendbarem Bildmaterial (und Musik) für seine Site sucht, der ist bei **CC Search** gut aufgehoben. Die Site leitet den Nutzer zu Inhalten, die er kostenlos nutzen, teilen und weiterverarbeiten darf.

Bei der Suche nach Videos kommt man um Google kaum vorbei. Googles Tochter **YouTube** ist der mit Abstand größte Videodienst mit eigener Suchma-

schine. **Googles Videosuche** ergänzt bei vielen Abfragen YouTube sehr gut, weil es auch Treffer aus vielen anderen Quellen ausspuckt.

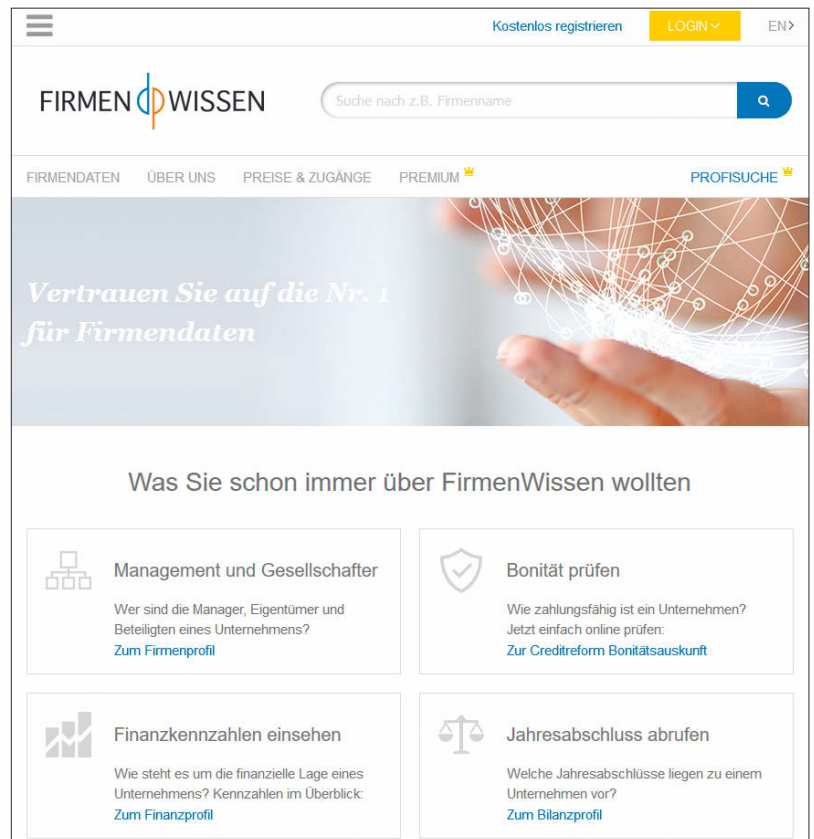
## Preisvergleiche

Manche Preisvergleicher verzeichnen Produkte und Dienstleistungen. Doch sollte man zwischen den beiden Kategorien unterscheiden. Bei Produkten ist die Sache relativ einfach: Die Preisvergleicher sind Affiliate-Partner der Anbieter. Sie verlinken also die Artikel in den Online-Shops der Partner. Besucht der Kunde über einen solchen Link den Shop und kauft ein Produkt, erhält der Preisvergleicher ein paar Prozent vom Umsatz als Beteiligung; die Angebote sind für den Endkunden einfach vergleichbar. Im Zweifelsfall kann man ja schnell die Preise mehrerer Preisvergleicher vergleichen. Eine Auswahl an Preisvergleichern listen wir unter [ct.de/y6bb](http://ct.de/y6bb).

Aber auch bei Produktvergleichen kann es Fußangeln geben: So gibt es immer wieder mal Online-Läden, die versuchen, ihre Dumping-Preise durch überhöhte Versandkosten auszugleichen.

Sie sollten außerdem darauf achten, dass Sie die exakte Bezeichnung des Produktes angeben, um wirklich präzise zu vergleichen. Leider tun sich etliche Elektronikhersteller dadurch hervor, in schneller Folge viele Produktvarianten mit ähnlichen Bezeichnungen, aber unterschiedlicher Ausstattung herauszubringen – verwirrend. Achten Sie auch darauf, ob das Produkt wirklich neu oder als refurbished gekennzeichnet ist, also vom Hersteller aufgearbeitet wurde oder sogar aus Rückläufen stammt. Skeptisch sollten Sie werden, wenn ein Anbieter alle anderen deutlich unterbietet. Da lohnt ein zweiter Blick auf den Verkäufer. Dankenswerterweise bieten die Preisvergleicher Bewertungen der Händler an, sodass die Gefahr, reinzufallen, gering ist.

Preisvergleicher eignen sich auch bei der Anschaffung von Software – wenn man genau weiß, was man kaufen will. Wer sich dagegen erst einmal einen Überblick über das Angebot in einer Kategorie verschaffen will, der findet bei **heise Download** oder **Product Hunt** Übersichten. **AlternativeTo** wiederum eignet sich gut, um ausgehend von einer



**Nicht jedes Unternehmen ist scharf darauf, dass seine Daten in Googles Index landen. Auskunfteien wie Firmenwissen etwa leben davon, dass Kunden für Informationen zahlen.**



(Web-)Anwendung oder App Alternativen zu finden.

Dienstleistungen wie Versicherungen, Stromtarife, Gas, Telefonie, Internet, Reisen und Kredite sind wegen vieler Variablen im Allgemeinen schwerer zu vergleichen als Produkte und erfordern erst einmal viele Informationen vom Suchenden. Zudem treten die Vergleiche dort mitunter als Vermittler auf, was nicht immer transparent wird. Bei Versicherungen etwa geht es oft um fette Provisionen – weit mehr Geld als die paar Cent, die für Produktprovisionen gezahlt werden. So bleibt dem gründlich Suchenden nichts anderes übrig, als sowohl Versicherungsportale als auch die Angebote der Versicherer direkt zu vergleichen. Zudem kann es vor dem Abschluss einer Geld- oder anderen Dienstleistung ratsam sein, sich bei einer neutralen Stelle Beratung einzuholen: Bei den Beratungsstellen der **Verbraucherzentralen** kann man sich vor Ort persönlich informieren lassen, offline, von Berater zu Verbraucher.

## Gesundheit

Doktor Google: Wer hat nicht schon mal nach Symptomen oder Krankheiten googelt? Leider tauchen in den Suchergebnissen nicht nur wissenschaftlich fundierte Informationen auf, sondern auch Seiten von Quacksalbern, die sogar ein gebro-

chenes Bein mit Zuckerkügelchen, „aktiviertem Wasser“ oder Ähnlichem zu heilen empfehlen.

Besser, man informiert sich gleich an einer Stelle, wo der aktuelle Stand der Medizin systematisch redaktionell aufbereitet wird. Die Gesundheitsportale **Onmeda** und **gesundheitsinformation.de** sind solche Anlaufstellen, die zu Hunderten Krankheitsbildern Informationen bereithalten und auch weiterführende Angebote verlinken.

Einen geeigneten Arzt finden Sie bei der von der Bertelsmann-Stiftung betriebenen **weißen Liste**, die nach Fachrichtung und Postleitzahl durchsuchbar ist. Die Site listet auch Patientenbewertungen – allerdings erst, wenn mindestens fünf Bewertungen abgegeben wurden, was bei unseren Stichproben häufig nicht der Fall war.

Das kommerzielle Pendant mit mehr Bewertungen ist **Jameda** – dort präsentieren sich Ärzte teilweise recht ausführlich. Auch hier können Sie nach Fachgebiet und Ort filtern. Profile und Einschätzungen von Krankenhäusern finden Sie bei **Klinikbewertungen.de** sowie ebenfalls bei der weißen Liste.

Insbesondere bei chronischen Krankheiten sind Hinweise von anderen Erkrankten eine wertvolle Hilfe, etwa Tipps für spezialisierte Ärzte und Kliniken. Auf

der Homepage der **Nationalen Kontakt- und Informationsstelle zur Anregung und Unterstützung von Selbsthilfegruppen** können Sie nach Selbsthilfegruppen suchen.

Wenn Sie eine Diagnose oder eine Behandlungsempfehlung erhalten haben und nur Bahnhof verstehen: Lassen Sie sie beim **Befunddolmetscher** übersetzen. Hilft dieser Automat bei einem komplexen Befund nicht, dann können Sie diesen bei **Was hab ich?** anonym einsenden, wo Medizinstudenten ihn kostenlos in leicht verständliche Sprache umformulieren.

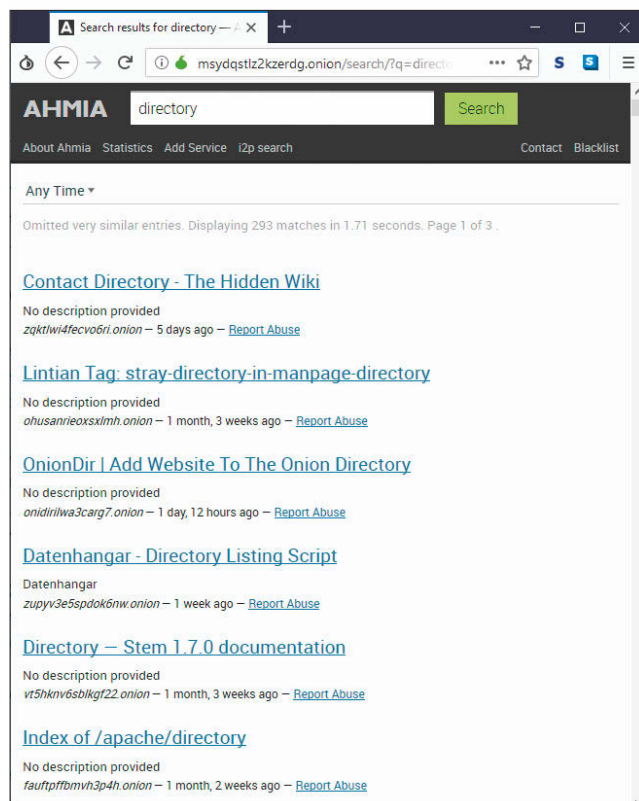
## Die dunklen Seiten

Google und Co. stoßen bei Websites an ihre Grenzen, die ihre Inhalte gezielt vor Suchmaschinen-Crawlern abschotten. Für den Teil des Webs, der Suchmaschinen verborgen bleibt, hat sich auch der Name Deep Web etabliert. Dazu zählt zum Beispiel das Feld der Wirtschaftsauskunfteien. Diese haben ein vitales Interesse daran, dass ihre Daten nicht frei im Netz verfügbar sind – schließlich lassen sie sich den Zugriff darauf bezahlen.

Unternehmen, die zum Beispiel bei **Creditreform** Auskünfte erhalten möchten, müssen Mitglied werden; das lohnt sich nur, wenn man häufiger Anfragen stellen möchte. Die Firma bietet Wirtschaftsinformationen wie Bonitätsprüfungen von Unternehmen und Endkunden, allerhand Wirtschaftsanalysen und Monitoring. Die Daten stammen von öffentlichen Auskunftsquellen, Insolvenzverfahren der Amtsgerichte, statistischen Daten und eigenen Inkassodaten, sowie teilweise von anderen Mitgliedern des Unternehmens.

**Firmenwissen** ist ein Service für kleinere, gezieltere Anfragen und konzentriert sich auf B2B-Anfragen. Neben den Unternehmensstammdaten gibt es öffentliche Bilanzen und Informationen über Kredite und Insolvenzen – allerdings nur für Unternehmen, die per Gesetz zur Meldung solcher Zahlen verpflichtet sind, wie GmbHs und Aktiengesellschaften. Kleine GbRs und Einzelunternehmer sind nicht erfasst. **Boniversum** und **Schufa** wiederum sind auf Bonitätsauskünfte über Privatpersonen spezialisiert.

Das Deep Web sollte man nicht mit dem Dark Web oder dem Darknet verwechseln. Während das Deep Web zwar den meisten Suchmaschinen verborgen bleibt, handelt es sich größtenteils um ganz normal erreichbare Websites. Um sie



Ahmia durchsucht das Tor-Netzwerk.

aufzurufen, muss man nur ihren Domain-Namen kennen und ihn im Browser eingeben.

Dark Web ist der Oberbegriff für Darknet-Netzwerke, die mit speziellen Verbindungsprotokollen sicherstellen sollen, dass Teilnehmer anonym miteinander kommunizieren können. Darknets sollen sicherstellen, dass sich zum Beispiel politisch Verfolgte austauschen oder Journalisten aus Krisengebieten heraus berichten können, es wird aber auch von Kriminellen genutzt, etwa für den Drogen- und Waffenhandel.

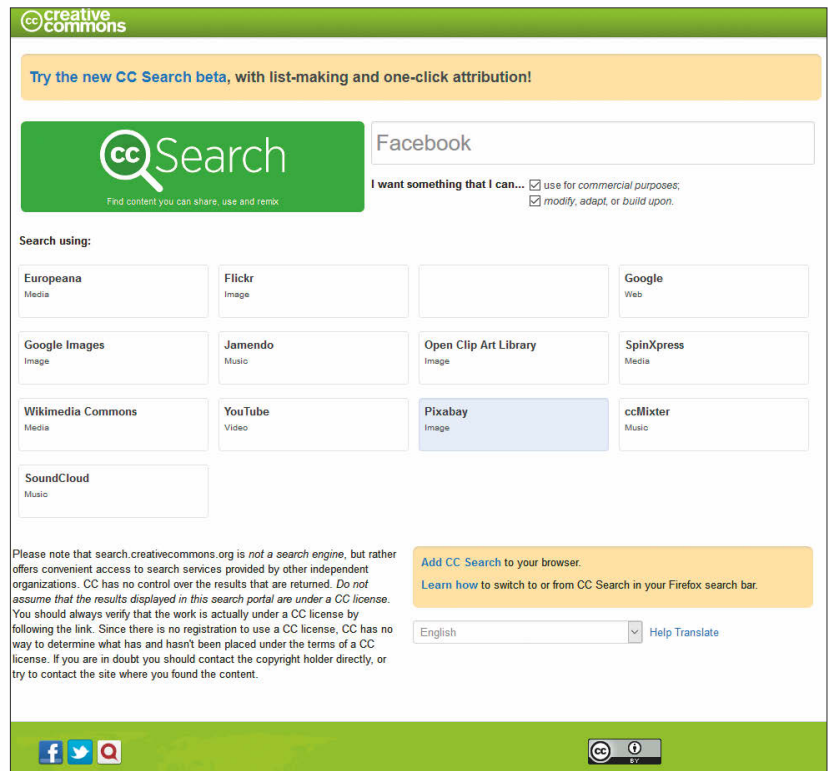
Zur Darstellung von Inhalten nutzen auch Darknets häufig Web-Technik. Sie können sie jedoch nicht mit einem herkömmlichen Browser aufrufen.

Das bekannteste Darknet ist das Tor-Netz. Sie benötigen den Tor-Daemon oder den auf Firefox basierten Tor-Browser, um einen sogenannten Hidden Service aufrufen zu können, also eine Website im Tor-Netz. Dass der Tor-Browser einen beim Start mit einer **DuckDuckGo**-Startseite inklusive Suchmaske empfängt, hilft für die Suche im Tor-Netzwerk nicht wirklich viel. DuckDuckGo findet zwar vereinzelt Tor Hidden Services. Es gibt aber keinen Schalter, um die Suche auf das Tor-Netzwerk einzuschränken. Der Hidden Service von **MetaGer** fahndet nur mit den Suchmaschinen, die auch die normale Web-Suche benutzt. Alle anderen Allzweck-Suchmaschinen betreiben keine Tor-Dependence.

Ein guter Startpunkt für die erste Orientierung im Tor-Netzwerk mit weiterführenden Links ist das **Hidden Wiki** (siehe [ct.de/y6bb](http://ct.de/y6bb)). Gut vorsortierte Links findet man auch beim **Onion Link Directory**. Als zuverlässigste Suchmaschine liefert **Ahmia** schnell Links auf Sites aller Art, ausgenommen Angebote von Kinderpornographie. Eine gute Alternative dazu ist **OnionSearchEngine**, allerdings sind deren Suchergebnisse ungefiltert – beim Anklicken der Links ist deshalb Vorsicht geboten. **not Evil** hat es sich zur Aufgabe gemacht, ausschließlich legale Tor-Seiten zu indexieren.

## Spezialsucher finden

Es gibt noch Dutzende weiterer Spezialsuchmaschinen für verschiedene Inhaltstypen – zum Schluss noch ein paar im Schnelldurchlauf: **Google Scholar** und die Bielefeld Academic Search Engine **BASE** haben sich auf die Suche auf wissenschaftlichen Internetseiten spezialisiert.



CC Search leitet den Nutzer zu Inhalten, die man kostenlos nutzen, teilen und weiterverarbeiten darf.

**wallstreet:online** versorgt Besucher mit Börsen-News, Programmierer tauschen sich bei **stackoverflow** aus.

Ein guter Einstiegspunkt bei der Suche nach handverlesenen Websites generell ist **tool.de**. Das Verzeichnis listet etliche Suchdienste. Das aus dem Security-Umfeld stammende **IntelTechniques** verzeichnet Hunderte von Suchwerkzeugen. Bellingcat wiederum ist ein journalistisches Recherchenetzwerk, das in seinem **Online Investigation Toolkit** Dutzende nützlicher und kostenloser Online-Recherchewerkzeuge auflistet.

Einen noch wesentlich größeren Fundus beherbergt DuckDuckGo mit seinem **Bang-Verzeichnis**. Dort finden sich knapp 12.000 von DuckDuckGo aus mit Kurzbefehlen ansteuerbare Spezialsuchmaschinen aller Art. DuckDuckGo stellt sogar eine eigene Suchmaschine bereit, mit der man die Bang-Beschreibungen durchsuchen kann.

Sie haben eine interessante Website gefunden und suchen nach weiteren, ähnlichen Sites? Google macht ihnen mit dem related:-Operator Vorschläge – siehe den Artikel auf Seite 72. Breiter ist das Angebot von **SimilarSites**. Sie sind sich ganz sicher, dass Sie eine bestimmte Information schon einmal auf einer bestimmten Seite

gefunden hatten? Dann haben Sie vielleicht im **Internet Archive** Glück, das alte Versionen von Webseiten archiviert (sowie Bücher und Texte, Audioaufnahmen, Videos, Bilder, Software-Anwendungen und Computerspiele). Und falls sie öfter mal nach Seiten suchen, die sie schon mal aufgerufen haben, dann ist vielleicht **History Search** das richtige Werkzeug für Sie. Es macht den Browser-Verlauf dauerhaft durchsuchbar.

## Fazit

Google findet erstaunlich vieles und erledigt sogar die eine oder andere Spezialsuche gleich mit. Aber wenn man tiefer graben möchte, lohnt es, einen kleinen Umweg zu gehen und erst nach der Spezialsuchmaschine zu suchen, bevor man die eigentliche Information sucht. Spezialsuchmaschinen durchforsten Datenbestände, die den Websuchern verborgen bleiben, bieten individuelle Filter- und Sortiermöglichkeiten und eröffnen detaillierte Einblicke. (jo@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Tobias Engler, Reiseleitung 2.0, Wie Sie clever online buchen, c't 8/2018, S. 180

**Spezialsuchmaschinen-URLs:** [ct.de/y6bb](http://ct.de/y6bb)





# Finden statt klicken

## Bessere Resultate mit Suchmaschinen-Operatoren und Browser-Adresskürzeln

**Wer suchmaschinisch spricht, der trotz Google und Co. bessere Resultate ab. Und mit Kurzbefehlen bringt er Browser dazu, die per Adresszeile eingetippten Begriffe nicht nur an die immer gleichen voreingestellten Suchhelfer zu übermitteln, sondern auch an Spezialisten.**

Von Herbert Braun

**S**uchmaschinen haben gelernt, aus den Suchbegriffen zu erraten, was der Benutzer von ihnen wissen will. Suchoperatoren und Spezialfunktionen sind darüber ein wenig in Vergessenheit geraten. Das ist schade, denn nicht nur bei komplizierten Recherchen durchsucht man damit die riesigen Datenbestände der Suchmaschinen erstaunlich zielgenau. Dieser Artikel gibt einen aktuellen Überblick über das Such-Feintuning und zeigt, wie man beliebige Suchmaschinen in Browser integriert.

Gängige Suchmaschinen zeigen meistens nur Treffer an, die sämtliche ins Suchfeld eingetragenen Begriffe enthal-

ten: je mehr Suchbegriffe, desto kleiner die Trefferzahl. Allerdings erlauben es sich Google & Co. schon mal, einzelne Wörter unter den Tisch fallen zu lassen. Wer sicherstellen will, dass die als Resultat angezeigten Resultatseiten alle Suchbegriffe der Anfrage enthalten, muss sie mit AND verknüpfen: **Pest AND Cholera**.

Mit **Pest OR Cholera** erhalten Sie Ergebnisse, die entweder „Pest“ oder „Cholera“ enthalten. Und schließlich lassen sich Suchbegriffe mit dem NOT-Operator ausschließen; allerdings schreibt man diesen in Suchmaschinen meist in Form eines Minuszeichens. Die Kombination ermöglicht Querys wie:

```
opera AND browser AND  
-"internet explorer"
```

Übersetzt: Suche nach Seiten, die über browser und opera schreiben, aber nicht über Internet Explorer. Anführungszeichen wie im Beispiel fassen mehrere Begriffe zu einer Suchphrase zusammen. Sie fordern die Suchmaschine auf, nach genau dieser Phrase zu suchen, allerdings nicht in exakt der vorgegebenen Groß- und Kleinschreibung. Achtung: Während bei Online-Recherchen Groß- und Kleinschreibung im Allgemeinen egal ist, sorgt

sie bei AND und OR dafür, dass diese Worte als Operatoren erkannt werden.

Suchanfragen lassen sich sehr gut verfeinern, indem man sie in der Form Schlüsselwort:Suchbegriff nach Meta-informationen filtert. Das bekannteste Schlüsselwort ist `site`; zum Beispiel sucht `site:heise.de pwa` auf der Heise-Website nach dem Begriff „pwa“. Zulässig sind alle Domain-Levels, also etwa auch `summer site:aq`, die alle Sites in der Top-Level-Domain der Antarktis durchsucht. Die meisten der im Artikel auf Seite 60 besprochenen großen Allzweck-Suchmaschinen stellen das Schlüsselwort `site` bereit. Nur Startpage nutzt `domain`: oder `host`:

Mit `filetype` lässt sich die Suche etwa auf PDFs (`filetype:pdf`) oder Office-Dokumente eingrenzen – ein nützliches Hilfsmittel für Sicherheitschecks: `filetype:xls site:<Domainname>` findet auf dem Server veröffentlichte Tabellen. `inurl`, `intitle` und `intext` suchen in der URL, im Titel oder im Text von Webseiten.

Leider stellt keine Suchmaschine ihren kompletten Funktionsumfang über Suchanfrage-Parameter zur Verfügung. Die Filterung nach Land, Sprache und Zeit, nach Bildern, Videos und Produkten sowie mit oder ohne jugendfreie Inhalte erfordert in der Regel zusätzliches Herumklicken im erweiterten Suchanfrage-Formular, das erst nach der ersten Suche mit der Trefferliste erscheint.

Suchmaschinen unterscheiden sich stark darin, welche Operatoren, Schlüsselwörter und erweiterten Suchfunktionen sie bereitstellen. Die folgenden Abschnitte fassen die wichtigsten Funktionen der verschiedenen Anbieter zusammen; alle Details finden Sie in der Tabelle auf Seite 75.

## Google

Mit `*` kann man beim Branchenprimus einen Platzhalter in Suchbegriffe einfügen: "der \* geht so lange" etwa findet

sofort das Sprichwort mit dem Krug. Der Platzhalter soll laut Dokumentation auch Wortteile ersetzen können, aber die Ergebnisse haben sich in unseren Versuchen nicht signifikant von denen ohne Sternchen unterschieden. Das Gegenstück bei Zahlen heißt `..`, also etwa 1914..1918, oder €100..€150 bei Produktsuchen, aber das scheint überhaupt nicht zu klappen. Besser funktioniert der `AROUND()`-Operator,

der vorgibt, wie viele Wörter zwei Suchbegriffe maximal voneinander entfernt sein sollen: `kaffee AROUND(3) milch`.

Einige Schlüsselwörter erwarten eine URL als Suchbegriff – darunter `related`, das thematisch verwandte Websites aufspürt, und `cache`, das die Seite der übergebenen URL aus dem Google-Cache lädt und sie direkt anzeigt. Nur Google und dessen Partner Startpage bieten eine er-



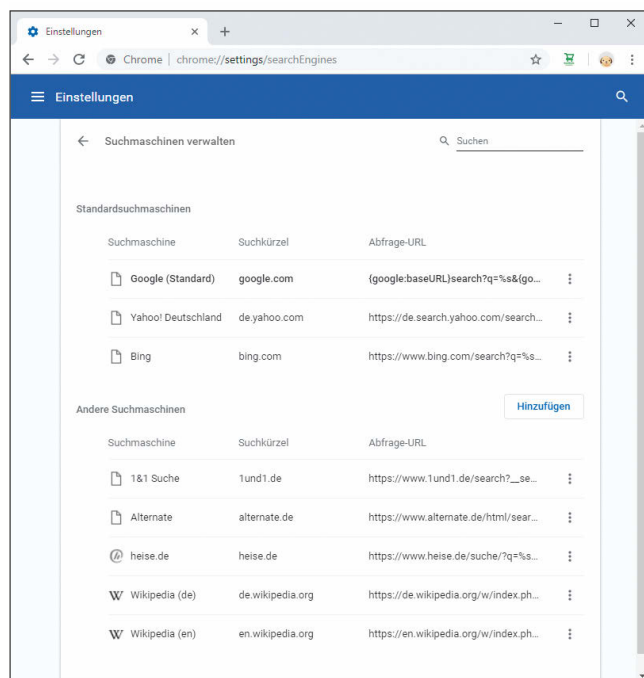
## Ein Jahr versandkostenfrei bestellen Business PLUS+

Für Sie als Geschäftskunde haben wir unser Rundum-sorglos-Paket Business PLUS+ entwickelt. Bestellen Sie zum Jahrespreis von nur 33,57€<sup>1</sup> ein Jahr lang versandkostenfrei<sup>2</sup> bei Conrad. Profitieren Sie dabei durch unsere **36 Monate Langzeitgarantie**. Unseren Business PLUS+ Kunden gewähren wir zudem ein verlängertes **Zahlungsziel von 30 Tagen**<sup>3</sup>.

Bestellen Sie noch heute Ihr Business PLUS+ unter [conrad.biz/businessplus](https://conrad.biz/businessplus)

1) Zzgl. MwSt. 2) Gültig für Standardlieferungen innerhalb Deutschlands. Zusätzliche Serviceaufschläge nicht inbegriffen. Artikelbestellungen über Marketplace sind ausgenommen. 3) Bonität vorausgesetzt.





Chrome fügt Suchanbieter beim Surfen automatisch der Auswahl hinzu.

nen in Bezug auf die verwendeten Operatoren deutlich voneinander unterscheiden, können Metasuchmaschinen sinnvollerweise höchstens den kleinsten gemeinsamen Nenner der Operatoren nutzen. Searx unterstützt keine der hier genannten Operatoren. Für MetaGer sind immerhin die Schlüsselbegriffe `site` und `-url` dokumentiert. Letzteres sucht in der URL nach einem Begriff, allerdings nur, um diesen auszuschließen. Wir haben die Metasuchmaschinen daher nicht mit in die Tabelle aufgenommen.

Beide Metasuchmaschinen heben sich von der Konkurrenz dadurch ab, dass der Nutzer den Pool der befragten Suchmaschinen selbst zusammenstellen kann. Searx benutzt dazu eine Bang-artige Syntax. Damit wählt der Anwender gezielt eine Suchkategorie oder eine Suchmaschine aus. `!wp AMP` etwa sucht den Begriff „AMP“ in der Wikipedia, `!it AMP` recherchiert in der Suchkategorie IT.

weiterte Suchseite an, auf der sich einige der erweiterten Suchfunktionen bequem über Formularfelder steuern lassen.

## Bing

Microsofts Suchmaschine beherrscht viele Schlüsselwörter. `filetype`, `intitle` sowie `inbody`, das Googles `intext` entspricht, funktionieren allerdings nicht besonders zuverlässig. `ip` beschränkt die Suchergebnisse auf eine IP-Adresse, `url` prüft, ob Bing die Seite kennt.

Mit `feed` und `hasfeed` spürt Bing Seiten mit RSS- oder Atom-Newsfeed auf. Das ist ebenso eine Bing-Spezialität wie die Suche nach Sprache (`language`) und Herkunftsort der Inhalte, die sich anderswo nur nachträglich durch Klicken einstellen lassen. Beide Schlüsselwörter werden mit zweistelligen Sprach- und Ländercodes gefüttert, etwa `!tintin location:be language:fr`. Schließlich ist `prefer` ein Operator, der einem Suchbegriff mehr Gewicht gibt.

## DuckDuckGo, Qwant und Startpage

DuckDuckGo kennt nur die Schlüsselwörter `filetype`, `site`, `intitle` und `inurl`. Praktisch: Der Jugendschutz-Filter lässt sich in der Anfrage mit `!safeon` und `!safeoff` an- oder ausschalten. Um wie bei Googles „Auf gut Glück“-Button den ersten Suchtreffer direkt zu öffnen, versieht man die Eingabe mit einem Backslash, zum Beispiel `\heise`.

DuckDuckGo kann „Instant Answers“ zu geeigneten Anfragen einblen-

den, verwendet dafür aber Schlüsselwörter, die wie gewöhnliche Suchbegriffe aussehen – zum Beispiel `hannover map`, `kato-wice news`, `airport ber` oder auch `play 2048`, um ein beliebtes Spiel in der Suchmaschine zu öffnen. Mehr als tausend solcher Instant Answers verzeichnet die Suchmaschine (siehe [ct.de/ynys](http://ct.de/ynys)).

Externe Suchdienste lassen sich direkt mit Kurzbefehlen befragen, den sogenannten Bangs; DuckDuckGo leitet dann auf die Ergebnisseite weiter. Das Spektrum reicht von `!a` (Amazon) und `!w` (Wikipedia) bis zu japanischen Comic-Sites und kanadischen Haustierhändlern.

Ähnlich wie DuckDuckGo kann Qwant Anfragen über Kürzel an andere Dienste weiterleiten. Mehrere Hundert externe Suchdienste stehen zur Auswahl. Man kennzeichnet diese „Quick-Schnellsuchen“ mit Ausrufezeichen oder kaufmännischem Und, zum Beispiel `&w` (Wikipedia) oder `&a` (Amazon).

Startpage hat ein ähnliches Repertoire wie DuckDuckGo, allerdings verwendet es `domain` statt `site`, `title` statt `intitle` sowie `url` – was Googles `inurl` entspricht. Auch `related` kennt Startpage – die Ergebnisse holt die Meta-Suchmaschine offenbar direkt vom Partner Google.

## MetaGer und Searx

Die Metasuchmaschinen nehmen eine Sonderrolle ein: Anders als bei den „echten“ Suchmaschinen geben diese ihre Suchanfragen an etliche andere Suchdienste weiter. Da sich aber Suchmaschi-

## Such-Codes

Der Anwender muss die Suchmaschine nicht bewusst ansteuern; sie ist in Form der Adressleiste ein Teil des Browsers. Davon profitieren alle: Der Nutzer kommt auf kürzestem Weg an Informationen, die Suchmaschine steigert ihre Reichweite und der Browser-Hersteller erhält dafür Geld vom Suchmaschinen-Betreiber. Aber nicht immer ist die Standard-Suchmaschine ideal. Wer shoppen will, braucht vielleicht nicht Google oder Bing, sondern Amazon, eBay oder einen Preisvergleichsdienst (siehe S. 66).

Adresskürzel im Browser geben dem Nutzer die Freiheit, ohne Umweg die Suchmaschine zu wechseln. Auf diese Weise tauscht man nicht nur schnell Google gegen Bing oder DuckDuckGo, sondern befragt die zahlreichen spezialisierten Suchdienste, die im Web zur Verfügung stehen. Hat man diesen Workflow einmal verinnerlicht, will man ihn nicht wieder missen.

Manche Browser haben eingebaute Mechanismen für den schnellen Suchmaschinenwechsel in Form von Buttons oder Adresskürzeln. Letztere definieren beispielsweise, dass „g Wort“ in der Adresszeile den Begriff „Wort“ an Google schickt, während es bei „b Wort“ zu Bing geht – eine für Vielsurfer äußerst effektive Art der Online-Recherche. Neue Suchmaschinen lassen sich in fast allen Browsern hinzufügen, allerdings auf verschiedene Arten.

Chromes Hersteller Google weist auf die durchaus mächtigen Möglichkeiten des Browsers für die Anbieter-Auswahl nicht hin. Außer Google sind von Haus aus Bing und das hierzulande irrelevant gewordene Yahoo im Browser eingerichtet. Der Wechsel zu diesen Suchmaschinen geht über ein Adresskürzel von-statten, das allerdings ein wenig unhandlich ist: Es entspricht dem Domain-Namen des jeweiligen Dienstes, also etwa „bing.com Wort“. Der Nutzer kann Kürzel und Default-Suchmaschine jedoch in den Browser-Einstellungen ändern oder löschen. Diese öffnen Sie am schnellsten über den Punkt „Suchmaschinen bearbeiten...“ des Adresszeil-Kontextmenüs.

Für zusätzliche Suchanbieter nutzt Chrome einen schlaun Mechanismus: Im Vorbeigehen sammelt Chrome Daten über Suchdienste. Wenn Sie etwa auch nur einmal [de.wikipedia.org](http://de.wikipedia.org) aufgerufen haben, können Sie künftig mit „de.wikipedia.org Wort“ eine Suche über ein Adresskürzel starten. Möglich macht das der von Amazon entwickelte Standard OpenSearch, mit dem Websites Chrome auf die eigene Suchmaschine hinweisen können.

In den Einstellungen listet Chrome diese Anbieter als „Andere Suchmaschinen“. Suchmaschinen, die OpenSearch nicht unterstützen, lassen sich manuell mit Textfeldern hinzufügen – oder Sie benutzen sie einfach, wonach Chrome sie ebenfalls automatisch speichern sollte.

Letzteres klappt auch in der Mobilversion des Browsers. OpenSearch dagegen funktioniert mobil ebenso wenig wie manuelles Hinzufügen. Neue Suchmaschinen sind im Mobil-Chrome ohnehin nur mittelnützlich, denn es gibt dort keine Adresskürzel für den schnellen Wechsel; der Nutzer muss sich für eine Suchmaschine entscheiden. Außer den automatisch hinzugefügten stehen Google, Bing, Yahoo, Ask.com und AOL zur Wahl – Letzteres ist ein Frontend für Bing.

## Firefox

Außer mit der Default-Suchmaschine Google können Firefox-Nutzer mit einem Klick auch bei Bing, Amazon, DuckDuckGo, Twitter oder Wikipedia suchen. Benutzen Sie die Adresszeile für die Eingabe von Suchbegriffen, erscheinen die installierten Suchmaschinen in dem Dropdown, das sich bei der Eingabe in die

## Suchparameter

Erläuterung	Bing	DuckDuckGo	Google	Qwant	Startpage
exakte Wortform: „“	✓	✓	✓	✓	✓
expliziter Suchbegriff: +	✓	✓	–	–	–
UND-Operator: AND	✓	✓	✓	–	✓
ODER-Operator: OR	✓	✓	✓	✓	✓
NICHT-Operator: –	✓	✓	✓	✓	✓
Dateityp	filetype:	filetype:	filetype:/ext:	filetype:	filetype:
Domain	site:	site:	site:	site:	domain:/host:
in der URL	–	inurl:	inurl:	–	url:
im Titel	intitle:	intitle:	intitle:	intitle:	title:
sonstige Parameter (Auswahl)	RSS/Atom-Feeds (feed:), Websites mit Feeds (hasfeed:)	Filterung ein und aus (!safeon, !safeoff), öffne ersten Treffer (\), externe Suchdienste (!), Sofort-Antwort (map, news etc.),	Platzhalter (*), Zahlenbereich (..), Abstand (AROUND), alle Wörter in der URL (allinurl:), alle Wörter im Titel (allintitle:), ähnliche Websites (related:)	externe Suchdienste (& oder !)	alle Wörter in der URL (allinurl:), alle Wörter im Titel (allintitle:), ähnliche Websites (related:)
✓ vorhanden – nicht vorhanden					

Adresszeile öffnet. Das Zahnradmenü im Dropdown führt Sie zu den Einstellungen. Verwenden Sie das optionale Suchmaschinenfeld, finden Sie die Suchmaschinen-auswahl, wenn Sie auf das Icon mit der Lupe klicken. Die Sucheinstellungen öffnen Sie dann mit der Schaltfläche „Sucheinstellungen ändern“.

Hier können Sie Suchmaschinen löschen, zum Default küren oder neue installieren. Mozilla führt nämlich seine „Ein-Klick-Suchmaschinen“ als Add-ons im Firefox-Store (allerdings ohne sie in [about:addons](http://about:addons) anzuzeigen). Adresskürzel heißen bei Firefox Schlüsselwörter. Von Haus aus sind keine eingetragen. Sie können einer in den Einstellungen aufgelisteten Suchmaschine ein Kürzel geben, indem Sie in der Tabelle „Ein-Klick-Suchmaschinen“ in der Spalte „Schlüsselwort“ doppelt klicken.

Sollten Sie in den knapp 4000 Such-Add-ons nicht fündig werden, bleibt als Alternative, für ein Suchfeld auf der aktuellen Seite ein Kürzel („Schlüsselwort“) zu vergeben. Das geht sehr einfach über das Kontextmenü. Firefox fügt diese Suche dann den Lesezeichen hinzu; im Dropdown taucht sie jedoch nicht auf. Achten Sie darauf, kein Kürzel zu verwenden, das bereits bei einem Such-Add-on im Einsatz ist, da dieses Vorrang hat und der Browser das Lesezeichen-Kürzel dann stillschweigend ignoriert. Eine Übersicht über die verwendeten Adresskürzel stellt Firefox nicht bereit.

In der Android-Version fehlen die Adresskürzel. Neue Suchmaschinen können Sie auch hier über Add-ons oder das Kontextmenü (durch langes Drücken)

hinzufügen. Anders als in der Desktop-Version landen auch Letztere im Dropdown und sind den Such-Add-ons ebenbürtig.

## Safari und der Rest

In Safari sind sowohl unter macOS als auch unter iOS vier Suchmaschinen vorgegeben: Google, Yahoo, Bing und DuckDuckGo. Für den Desktop-Safari stehen weitere Suchmaschinen als Extensions bereit, darunter Qwant und Startpage.

Internet Explorer löst die Suchmaschinen-auswahl ähnlich wie Firefox: Ein Dropdown, das sich bei der Eingabe öffnet, zeigt installierte Dienste an. Von Haus aus steht nur Bing zur Verfügung; der „Hinzufügen“-Link führt zur „Internet Explorer Galerie“ mit 15 weiteren Anbietern. Adresskürzel oder frei installierbare Suchmaschinen gibt es nicht. Edge sammelt Suchmaschinen wie Chrome quasi im Vorbeigehen ein. Den Menüpunkt, mit dem Sie das vorinstallierte Bing mit einer anderen Suchmaschine ersetzen, versteckt der Browser in den erweiterten Einstellungen.

Opera bringt sechs Suchmaschinen mit, wobei Google vorausgewählt ist. Der Wechsel zwischen den Engines fällt leicht, da sie sowohl im Dropdown erscheinen als auch über Ein-Buchstaben-Adresskürzel zugänglich sind. Zu den Suchmaschineneinstellungen kommen Sie am schnellsten über das Kontextmenü der Sucheingabe. Allerdings lassen sich dort die Daten des vorgegebenen Sextetts nicht editieren. Sie speichern neue Suchmaschinen, indem Sie das Kontextmenü des Eingabefelds aufrufen. (jo@ct.de) **ct**

Weiterführende Infos: [ct.de/ynys](http://ct.de/ynys)





# Sprechen Sie Security?

## Security-Fachchinesisch erklärt

**Beim Buzzword-Bingo der Security-Experten geraten oft sogar gestandene ITler ins Schleudern. Dabei verbergen sich hinter Begriffen wie ReCoBS und Red Teaming so interessante Konzepte, dass es sich lohnt, sie zu kennen.**

Von Stefan Strobel

**K**ommen Sie manchmal auch nicht mehr mit, wenn Security-Experten und solche, die sich als welche ausgeben, so richtig loslegen? Keine Sorge – auch wenn es manchmal so klingt, handelt es sich nicht um Raketentechnik. Mit etwas Hintergrundwissen versteht man schnell, um was es geht und ob das Gegenüber wirklich Ahnung hat oder nur angeben will. Dieser erste Teil unseres Security-Ratgebers erklärt nicht nur die wichtigsten Begriffe und deren Anwendungsbereiche, er ordnet auch den Nutzen ein und ermöglicht Ihnen damit eine bessere Entschei-

dung, welche Ansätze wirklich zu mehr Sicherheit führen.

### Next Gen Malware Protection

Bereits seit einigen Jahren spricht man in der IT-Sicherheit viel über gezielte Angriffe von professionellen Hackern: **Advanced Persistent Threat (APT)**. Gemeint sind damit sowohl Angreifer als auch ihre Werkzeuge und Aktivitäten, die sich ihr Opfer bewusst auswählen und bei Bedarf auch über einen längeren Zeitraum versuchen, Schutzmaßnahmen zu umgehen, um ihr Ziel zu erreichen. In der Regel wird dabei individuell und mit hohem Aufwand entwickelte Malware verwendet. Hinter APTs stehen oft nationalstaatlich organisierte Hacker oder kriminelle Organisationen, denen viel Geld und Zeit für ihre Angriffe zur Verfügung stehen.

Klassische Schutzmaßnahmen wie signaturbasierter Virenschutz sind gegen APTs nahezu wirkungslos und daher haben in den letzten Jahren zahlreiche Hersteller neue Ansätze und Produkte entwickelt. Oft fallen dabei die Buzzwords **Next Generation Malware Protection** oder

**Next Generation Antivirus (NG AV)**. Die Mechanismen, die sich hinter diesen Schlagwörtern verbergen, sind je nach Hersteller und Produkt unterschiedlich und führen wiederum zu neuen Buzzwords. Doch hinter den marktschreierischen Bezeichnungen stehen oftmals durchaus vielversprechende Sicherheitskonzepte zum Schutz vor APT-Gruppen.

### Abgeschottet im Sandkasten

**Sandbox-Analyse** und **Sandboxing** sind eigentlich zwei verschiedene Dinge. Eine Sandbox ist zunächst ein Bereich innerhalb des Betriebssystems, der Programme oder Prozesse isoliert und vom restlichen System abschottet, um zu verhindern, dass Schadcode das System manipuliert. Bei der Sandbox-Analyse verwendet man die Grundidee einer Sandbox nicht, um das Surfen oder die Mail-Verarbeitung auf einem Endgerät abzuschotten, sondern um Inhalte aus dem Internet in einer vorgelagerten Sandbox – meist auf einem separaten Server oder Gateway – isoliert auszuführen und dabei zu beobachten. Wenn beispielsweise ein Mail-Anhang

beim Öffnen in der vorgelagerten Sandbox bösartiges Verhalten zeigt, Code nachlädt und Dateien verschlüsselt, löst das einen Alarm aus. Sofern ein Endanwender den Anhang noch nicht geöffnet hat, kann eine NG-AV-Anwendung ihn eventuell aus der Mailbox entfernen, bevor der Schaden eintritt. Doch bei gezielten professionellen Angriffen verzögern Täter inzwischen die Ausführung von Schadfunktionen oder sie versuchen zu erkennen, ob ihre Malware in einer Sandbox läuft. In diesem Fall bleiben die Schadfunktionen inaktiv, damit eine Sicherheitslösung den Angriff nicht erkennt.

Die Sandbox-Analyse ist somit eine Technik, die vor allem in der Erkennung von breit gestreuten Angriffen Vorteile gegenüber klassischem Virenschutz verspricht. Sie richtet sich an Unternehmen, die ihre allgemeine Netzwerksicherheit steigern wollen. Der Ansatz ist aber kein Allheilmittel, da sich Schadcode vor einer Sandbox-Analyse verstecken kann. Die Isolation von potenziell gefährlichen Aktionen, so wie es Sandboxes im klassischen Sinne auf Endgeräten tun, ist dagegen eine präventiv sehr wirksame Idee, die auch hinter **ReCoBS** steckt.

## Sicherer surfen

ReCoBS steht für **Remote Controlled Browsing System**. Manche Hersteller nennen diese Technik auch **Threat Isolation**. Dabei surfen Mitarbeiter im Unternehmen nicht mehr mit einem lokalen Browser im Internet, sondern sie nutzen eine Fernsteuerungstechnik, um Browser, die auf einem speziell abgesicherten und isolierten System installiert sind, zu steuern. Das kann im primitivsten Fall eine RDP- oder VNC-Verbindung zu einem dedizierten abgesicherten Server sein oder eine spezielle Software-Lösung, die wiederum Sandboxing auf einem speziellen Gateway nutzt, um dort Browser anzubieten.

Moderne Interpretationen von ReCoBS stellen sich für den Anwender wie Web-Proxies dar, die jedoch genau genommen keine einfachen Proxies sind, sondern jede angeforderte Website selbst über eine Engine wie Chromium rendern und das Ergebnisbild der Seite dem Anwender als Bild in HTML5 verpackt zu stellen. Als Anwender bemerkt man den Unterschied in der Praxis so gut wie nicht, da man den gewohnten Browser seines Systems nutzt – nur, dass dieser mit einem

Proxy-Eintrag konfiguriert ist, um Websites vom ReCoBS-Server zu holen.

ReCoBS-Lösungen sind vor allem bei Behörden und kritischen Infrastrukturen beliebt, bringen aber auch unschöne Einschränkungen für die Anwender mit sich: Downloads klappen auf diesem Weg nicht ohne Weiteres. So müssen Admins das Herunterladen von Dateien entweder verbieten oder eine Möglichkeit einrichten, über die Nutzer für wichtige Downloads die ReCoBS-Umgebung umgehen können. Doch Vorsicht: Sobald ein Mitarbeiter ein Office-Dokument mit bösartigen Makros herunterlädt, bietet ReCoBS keinen Schutz mehr. Hier sind andere Isolationstechniken tendenziell überlegen.

## Isolierte Umgebungen

Die Grundidee, dass Isolationstechniken gefährliche Inhalte vom Arbeitsplatz von Mitarbeitern fernhalten, hat sich in den letzten Jahren in verschiedene Richtungen weiterentwickelt und zu weiteren Buzzwords wie **Content Disarm and Reconstruction (CDR)** oder auch **Mikrovirtualisierung** geführt.

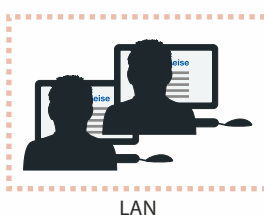
Mikrovirtualisierung folgt zunächst der gleichen Grundidee wie ReCoBS oder einer Sandbox, die dafür sorgen, dass das Surfen und die Verarbeitung von Mails isoliert ablaufen. Der wesentliche Unterschied ist jedoch die Technik, mit der das geschieht. Während eine Sandbox Systemaufrufe umleitet und die isolierten Prozesse weiterhin im gleichen Betriebs-

system wie der Rest des Systems ablaufen, kommt bei Mikrovirtualisierung ein spezieller Hypervisor zum Einsatz. Dieser erzeugt für jede externe Website und für jeden aus dem Internet empfangenen und geöffneten Anhang automatisch eine eigene virtuelle Maschine. Diese Vorgehensweise erzeugt eine noch stärkere Isolation als das alleinige Abfangen von Systemaufrufen. Außerdem sind die einzelnen virtuellen Maschinen auch gegeneinander isoliert. Da Admins mit Mikrovirtualisierung auch das Öffnen von Office-Dokumenten isolieren können, eignet sich die Technik sehr gut für Unternehmen, die Mitarbeitern das Öffnen von derartigen Dokumenten nicht global verbieten können.

**Content Disarm & Reconstruction (CDR), Sanitisation oder Datenwäsche** verschieben die Idee der Isolation auf die Ebene der Inhalte beziehungsweise Dateien. Dazu fängt typischerweise ein Gateway Dateien ab und kodiert diese so um, dass eventuell bösartiger Code oder Exploits dabei entfernt oder zerstört werden, während der eigentliche Inhalt erhalten bleibt. Bei Texten kann CDR zwischen Formaten hin und her kodieren und bei Office-Dokumenten Makros entfernen. Diese Technik der Datenwäsche eignet sich besonders gut für Unternehmensbereiche wie die Personalabteilung, die in ihrer täglichen Arbeit ständig Dokumente von Bewerbern öffnen und lesen müssen und deshalb ein besonders beliebtes Angriffsziel sind.

## Remote Controlled Browsing System

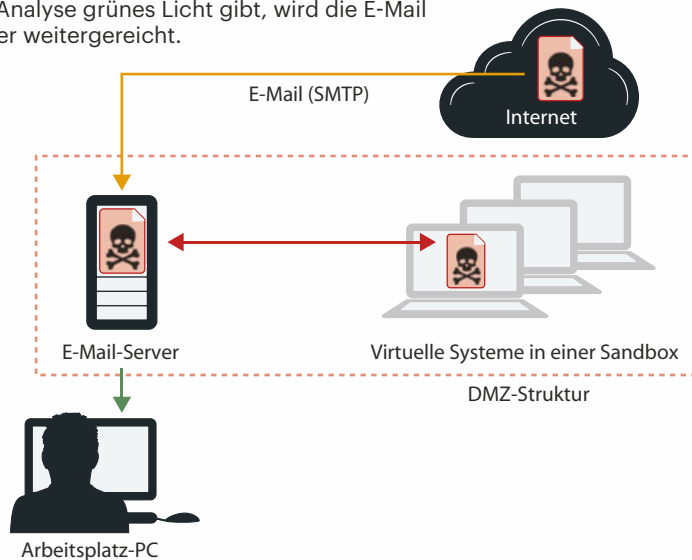
Bei ReCoBS surfen spezielle gesicherte Systeme im Internet und rendern die abgerufenen Seiten im Browser. Dem Anwender zeigen sie nur eine Art interaktives Video dieses Vorgangs. Wegen des Medienbruchs kommt kein Schadcode in seinem Browser an.





## Sandbox-Analyse

Bei der Sandbox-Analyse werden etwa Dateianhänge zunächst in einer virtuellen Maschine geöffnet. Erst wenn diese Analyse grünes Licht gibt, wird die E-Mail an den Nutzer weitergereicht.



## Sicherer dank Filter

Bei **Micro Segmentation** geht es ähnlich wie bei Firewalls darum, die Kommunikation im Netzwerk zu filtern. Der entscheidende Unterschied ist jedoch, dass bei der Mikrosegmentierung die Filterung auf oder direkt vor jedem Endgerät stattfindet und so eine deutlich feinere beziehungsweise stärkere Begrenzung der Kommunikation möglich ist. Die Technik ist damit besonders gut geeignet, um unterschiedliche Applikationen im Rechenzentrum oder in einer nach außen erreichbaren Hosting-Umgebung zu separieren, und weniger, um sich auf Arbeitsplätzen vor moderner Malware zu schützen.

Schaut man in den Bereich von Web-Applikationssicherheit, stolpert man über neue Techniken wie **RASP** für **Runtime Application Self Protection**. Das versucht, Web-Applikationen vor Angriffen wie SQL-Injection oder Cross Site Scripting zu schützen. Dabei läuft RASP direkt auf einem Applikationsserver. Schon länger etablierte **Web Application Firewalls (WAFs)** leisten Ähnliches, sind zum Analysieren und Filtern von Kommunikation aber als Gateways oder Reverse-Proxies vor Webserver geschaltet.

Auch hier gibt es keine klare Definition, was RASP ist und was nicht – demzufolge interpretiert jeder Hersteller den Begriff etwas anders. Manche Hersteller implementieren ähnliche Techniken wie

eine WAF, nur eben auf dem Applikationsserver. Andere klinken sich in den Applikationsserver ein und nutzen Instrumentierungstechniken, um den Daten- und Kontrollfluss innerhalb einer Applikation zu verfolgen. Dadurch hat eine RASP-Lösung sehr viel mehr Informationen zur Verfügung als eine WAF, die ja nur den HTTP-Datenverkehr sieht, nicht aber was damit passiert und welche Datenbankabfragen beispielsweise daraus erzeugt werden. RASP kann daher mit weniger Konfigurationsaufwand und deutlich weniger falschen Alarmen im Einsatz sein als eine klassische WAF.

## Angreifer ködern

Doch man kann Angreifer nicht nur ein- und aussperren, sondern ihnen auch bewusst Fallen stellen. Hinter **Deception** steckt die Idee, einen Angreifer zu entdecken, indem man ihn täuscht und anlockt. Ein schönes Beispiel dafür sind auf den Arbeitsplätzen der Mitarbeiter zwischengespeicherte Daten wie NTLM-Hashes. Wenn sich ein Admin an einem Windows-PC eines Mitarbeiters interaktiv anmeldet, um diesen zu unterstützen, landen Zugangsdaten in gehashter Form auf dem PC. Dort kann ein Angreifer sie mit bekannten Hacker-Tools wie Mimikatz auslesen, um sie danach in einem sogenannten **Pass-the-hash**-Angriff weiterzuverwenden. Dadurch kann er die Rechte eines Administrators erlangen.

Eine Deception-Lösung würde neben vielen weiteren Dingen auch zusätzliche gefälschte Hashes in diesen Speicherbereichen ablegen. Weder ein Anwender noch ein Administrator würden davon etwas mitbekommen. Ein Angreifer aber sucht in der Regel genau nach solchen Dingen. Da er diese gefälschten Daten nicht von echten Daten unterscheiden kann, wird er versuchen, sie zu verwenden und dadurch einen Alarm auslösen. Deception klingt daher zunächst ähnlich wie ein **Honey-Pot**, also die Urform einer Hackerfalle, bei der man ein komplettes System mit Sicherheitsschwachstellen aufbaut, damit ein Angreifer dieses übernehmen kann und man ihn so auf frischer Tat ertappt. Der entscheidende Unterschied ist, dass bei Deception keine zusätzlichen Systeme als Honey Pots zum Einsatz kommen, sondern die existierenden echten Arbeitsplätze von Mitarbeitern mit Köderdateien für einen potenziellen Angreifer versehen sind. Diese Daten werden dann je nach AV-Hersteller mit **Bread Crumbs**, **Deceptions** oder auch **Honey Tokens** bezeichnet. Der große Vorteil solcher Lösungen ist, dass sie im Gegensatz zu vielen anderen Erkennungstechniken kaum Fehlalarme erzeugen.

## Ernstfall – was nun?

Nach der Erkennung eines Sicherheitsvorfalls muss man sofort reagieren. Vor allem größere Unternehmen bauen in den letzten Jahren Teams mit Namen wie **Cyber Defense Center (CDC)**, **Security Operation Center (SOC)** oder klassische **Computer Emergency Response Team (CERT)** beziehungsweise **Computer Security Incident Response Team (CSIRT)** auf. Was genau die Aufgaben und Befugnisse solcher Teams sind, unterscheidet sich von Unternehmen zu Unternehmen. Oft gehört aber der Betrieb von Systemen dazu, die alle Logs und Events im Unternehmen an zentraler Stelle sammeln. Das hier übliche Buzzword lautet: **Security Information and Event Management Systeme (SIEM)**. Ebenso gehört aber auch oft die generelle Überwachung von Sicherheitssystemen, die Analyse sowie die Reaktion auf Sicherheitsvorfälle oder auch das Verwundbarkeitsmanagement dazu.

Doch die bloße Existenz von solchen Überwachungssystemen ist noch nicht der Weisheit letzter Schluss, schließlich muss Fachpersonal die gesammelten Daten auswerten und in Zusammenhänge bringen. Erst dann kann man Rückschlüsse

auf bereits erfolgte oder sogar laufende Angriffe ziehen. Für all diese Tätigkeiten benötigt man Sicherheitsexperten, die in der eigenen Organisation gut vernetzt sind. Zur Analyse und Verifikation eines Vorfalls ist in der Regel administrativer Zugriff auf alle möglicherweise betroffenen Server, Applikationen und Endgeräte nötig und dies lässt sich nur schwer an externe Dienstleister delegieren.

Neben kompetentem eigenem Personal und geeigneten Werkzeugen ist aber auch Wissen über die Angreifer, deren Werkzeuge und Vorgehensweisen für alle Bereiche eines solchen Teams wichtig. Diese **Threat Intelligence** kann man von spezialisierten Firmen einkaufen, sie entsteht jedoch auch, wenn man selbst einen Sicherheitsvorfall genau untersucht und die Erkenntnisse mit anderen Organisationen austauscht. Um die Bedeutung von Threat Intelligence noch besser zu verstehen, sind die Buzzwords **Indicator of Compromise (IOC)** und **Tactics, Techniques and Procedures (TTP)** elementar.

IOCs sind Hinweise für eine Kompromittierung. Das können beispielsweise IP-Adressen oder Domainnamen sein, die von Malware verwendet werden. Wenn PCs von Mitarbeitern auf solche Adressen zugreifen, dann deutet dies darauf hin, dass der Computer mit Malware infiziert ist. Wenn bereits ein Anfangsverdacht auf eine Kompromittierung besteht, können solche Daten helfen, das Ausmaß eines Vorfalls einzugrenzen, beziehungsweise herauszufinden, welche IT-Systeme noch betroffen sind. Wenn IOCs dann sogar noch in Kontext zu einzelnen Hacker-Gruppen stehen, ist es eventuell sogar möglich festzustellen, wer oder welche Gruppe hinter dem Angriff steckt. Diese Zuordnung der Täter nennt man **Attribution**.

TTP charakterisiert Threat Intelligence, die über einfache IOCs hinausgeht und die Tätergruppen, ihre Vorgehensweisen und Werkzeuge beschreibt. So vielversprechend diese Ansätze auch sind, ohne eigenes Personal, das IOCs und TTPs auswertet, kann man die Daten kaum sinnvoll nutzen. Da gute Threat-Intelligence-Services zudem nicht billig sind, reduziert sich die Zielgruppe meist auf Firmen, die bereits ein gut funktionierendes CERT beziehungsweise SOC betreiben. Selbst einfache IOC-Listen, die in einen Proxy oder eine Firewall integriert werden können, erzeugen mitunter Fehlalarme, um die sich ein kompetenter Mitarbeiter kümmern muss.

Neben der bisher beschriebenen Variante von Threat Intelligence gibt es auch noch andere Ansätze, die den individuellen Kunden mehr in den Mittelpunkt stellen und aktiv im Internet und im Darknet nach Daten oder Erwähnungen des jeweiligen Kunden suchen. Die Anbieter solcher Dienste bekommen von ihren Auftraggebern beispielsweise die Namen wichtiger Produkte, Marken oder Personen. Spezielle Suchmaschinen versuchen dann, die Begriffe in öffentlichen oder auch Untergrund-Foren oder sogar auf beliebigen Servern zu finden. Die Suchergebnisse verarbeiten meist Analysten. Typische Informationen wären beispielsweise, dass Daten des Kunden im Darknet auftauchen, wenn Aktivisten sich zu einer Aktion gegen einen Auftraggeber verabreden oder wenn Attentate gegen wichtige Personen im Unternehmen in der Planung sind. Diese Variante von Threat Intelligence nennt man auch **Cyber Situational Awareness**.

## Vorsorge

Neben der Erkennung und Behandlung von Vorfällen ist natürlich auch die vorsorgliche Prüfung der Sicherheit ein wichtiges Thema. Früher sprach man bei der aktiven Suche nach Einbruchsmöglichkeiten von **Pentesting** – da werden also Sicherheitsbarrieren durchbrochen oder penetriert. Mittlerweile kommen **Red Teaming** beziehungsweise **Red Team Assessments** in Mode.

Bei einem Penetrationstest oder kurz Pentest ist meist ein klarer Fokus auf bestimmte Zielobjekte vorgegeben und ein klarer Rahmen festgesteckt, in dem sich die Prüfer bewegen. Sie versuchen mit den Techniken und Werkzeugen eines Hackers möglichst alle Schwachstellen im vorgegebenen Rahmen zu finden. Der Auftraggeber soll so eine möglichst vollständige Bewertung der Sicherheit des zu betrachtenden Ziels bekommen, um danach die Schwachstellen beheben zu können.

Bei einem Red Team Assessment wird dagegen ein realistischer Angriff eines Hackers simuliert, dem es nicht auf die Vollständigkeit ankommt. Ihm reicht eine Schwachstelle aus, um die Kontrolle über einen Arbeitsplatz seines Ziels zu bekommen und von dort aus auf interessante Daten oder Server zuzugreifen beziehungsweise weiter angreifen zu können. Dabei stehen ihm alle Mittel und Wege offen. Dazu gehört insbesondere auch der

physische Zugang oder sogar Einbruch in die Räumlichkeiten des Ziels, die Platzierung von spezieller Hardware im Netzwerk des Opfers, um zum Beispiel eine Hintertür über UMTS zu hinterlassen oder die Täuschung von Mitarbeitern. Letzteres bezeichnet man als **Social Engineering**. Der Angreifer oder Prüfer könnte dazu beispielsweise E-Mails mit gefälschten Absenderadressen an ausgewählte Mitarbeiter verschicken, in denen er vorgibt, ein Kollege aus der IT-Abteilung zu sein, der bei der Lösung von Netzwerkproblemen helfen möchte, dazu aber die Hilfe des angesprochenen Mitarbeiters benötigt. Phishing-Mails, die die Zielperson persönlich ansprechen, wofür ein plausibler Kontext aus dem realen Leben des Opfers vorab recherchiert wurde, nennt man typischerweise **Spear Phishing**. Aber auch Telefonanrufe unter falschem Namen, bei denen man die Anrufernummer technisch so fälscht, dass es aussieht, als ob der Anruf aus der eigenen Organisation kommt, sind gern verwendete Techniken im Rahmen eines Red Team Assessments.

Doch das ist noch längst nicht alles: Derzeit versprechen spannende Ansätze mit künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen noch mehr und bessere Sicherheit für Computer und Netzwerke. Doch auch die Intelligenz vor dem Computer muss geschult werden, um Sicherheitsvorfälle zu vermeiden. Mehr dazu lesen Sie im zweiten Teil unseres Security-Ratgebers. (des@ct.de) **ct**

## Security-Event: secIT 2019

Auf der secIT 2019 stehen die Inhalte vor Buzzwords. Viele Referenten und Themen haben die Redaktionen von c't, heise Security und iX ausgesucht. Die IT-Security-Veranstaltung richtet sich an Fachpublikum, bestehend aus unter anderem IT-Security-Verantwort-

lichen, Admins, Datenschutzbeauftragten und Entschei-

**secIT**

dern. Die secIT findet am 13. und 14. März im Hannover Congress Centrum (HCC) statt. Weitere Infos und Tickets finden Sie unter [sec-it.heise.de](http://sec-it.heise.de)





Bild Two Bit Circus: J.-K. Janssen

# Bier und Spiele

## Arcade-Renaissance: Neue Konzepte mit und ohne VR

**Flipper und Videospielautomaten waren jahrzehntlang aus der Mode. Jetzt sind Arcades wieder hip – das hat viel mit VR zu tun. Wir haben in Los Angeles, München und Hamburg probegespielt.**

**Von Jan-Keno Janssen**

**D**owntown Los Angeles, Skid Row: Das Taxi fährt an heruntergekommenen Fabrikhallen vorbei und weicht einem Obdachlosen aus, der seine Habseligkeiten in einem Einkaufswagen vor sich herschiebt. Sind wir hier richtig? Hier soll die „Zukunft der Unterhaltung“ entstehen? So schwärmt die Tech-Szene nämlich über den Two Bit Circus, ein Etablissement, das sich mangels Gattungsbezeichnung etwas umständlich „Micro Amusement Park“ nennt. Ja, wir sind hier richtig, erklärt der Taxifahrer.

Tatsächlich, auf einer weißen, unscheinbaren Halle prangt ein großes „Two Bit Circus“-Logo. Drinnen weiß man gar nicht, wo man zuerst hinschauen soll. Überall blinken bunte Lichter und Bildschirme – doch die Reizüberflutung ist nicht unangenehm. Mit den düsteren Arcade-Höhlen hat das hier nichts zu tun, der große Raum erinnert an eine freundliche Mischung aus Wiener Prater, Disneyland und einer Raumstation.

### Der Pong-Erfinder spielt Ping

Neben großflächigen Virtual-Reality-Arenen gibt es mehrere Bars; ein einäugiger Roboter betreibt eine davon. Statt gleichförmiger Standard-Arcade-Automaten gibt es hier extra für den Two Bit Circus entwickelte Maschinen zu sehen. Besonders nett: „Demolition Zone“, bei dem zwei Spieler um die Wette Häuser zertrümmern, indem sie eine „Abrissbirne“ auf die Projektion pfeffern. Im Rennspiel „King of the Road“ fährt man dagegen zu acht um die Wette, dafür sind acht Lenk-

räder nebeneinander montiert. In „Waffle Waffle“ manövriert man mit einem überdimensionalen Trackball einen Toast an gefährlichen Küchenutensilien vorbei. Außerdem gibt es mehrere Escape-Rooms und Live-Shows mit Schauspielern.

In der Mitte des Zirkus spielen zwei Leute mit Virtual-Reality-Brillen im Gesicht „Ping“ – eine VR-Variante vom 47 Jahre alten Pong, dem ersten kommerziell erfolgreichen Videospiel der Welt. Statt mit den Fingern ein Potentiometer zu drehen und damit einen kleinen Schläger über den Bildschirm zu bewegen, ist man bei Ping der Schläger. Einer der beiden Ping-Spieler ist Nolan Bushnell, der Erfinder von Pong und Gründer der Firma Atari. Das ist kein Zufall: Der Two Bit Circus wird von Brent Bushnell betrieben, Nolans Sohn. Auch Brents Bruder Tyler Bushnell ist im Two Bit Circus vertreten, seine Firma Polycade baut schicke Retro-Arcade-Gehäuse für Bars und für zu Hause. „Wir sind wohl eine Spielefamilie“, lacht Bushnell – alle seine acht Kinder

haben in irgendeiner Form mit der Spielbranche zu tun.

Trotz Atari-Erbe hält sich der Two Bit Circus mit Retro zurück; ganz anders als das Arcade-Restaurant Button Mash am berühmten Sunset Boulevard in Los Angeles. Die moderne Kneipe setzt voll auf alle Spiele, die meisten älter als 30 Jahre. Die Titel sind ähnlich gut kuratiert wie die Bierauswahl (14 Sorten vom Fass). Spielen ist günstig, ein Token, der bei den meisten Automaten für ein Spiel reicht, kostet nur 25 US-Cent. Außer Klassikern wie Donkey Kong, Frogger und Marble Madness wird Arcade-Gourmet-Kost wie Time Crisis, Metal Slug X und Rampage geboten. Im Flipperbereich buhlt mit Twilight Zone einer der besten alten Tische um Tokens. Direkt daneben steht ein aktueller Flipper von 2018 des Mini-Herstellers Spooky Pinball. Total Nuclear Annihilation beweist mit vollflächigem RGB-LED-Dauerfeuer, dass Flipperspiele immer noch innovativ sein können. Gab es in den Achtziger-Arcades meist nur Cola-Automaten, kann man bei Button Mash richtig gut essen. Im Angebot sind Asian-Fusion-Gerichte, und natürlich (wir sind in Amerika!) Burger. Es gibt Leute, die behaupten, hier gäbe es den besten in ganz Los Angeles.

Was auffällt: Anders als in vielen anderen Retro-Schuppen sind alle Automaten in ausgezeichnetem Zustand. An keinem einzigen klebt der berüchtigte „Außer Betrieb“-Zettel, die Flipper fühlen sich allesamt schön straff an. Überhaupt hat man das Gefühl, dass die Geräte hier liebevoller behandelt werden als früher.

Obwohl die Maschinen im Vordergrund stehen, funktioniert der Laden auch als konventionelle Bar. War es bei unserer Ankunft am Freitagabend um 18 Uhr noch leer, wird es um 20 Uhr gemütlich drängelnd. Das Publikum besteht aus Nerds, Hipstern und Normalos – mindestens ein Drittel war bei der Veröffentlichung der meisten Spiele noch nicht geboren. Offenbar heizen nicht nur Science-Fiction-Geschichten wie Ready Player One den Arcade-Hype an, auch so sind die 80er und 90er schwerstens angesagt.

### Steril gehts auch

Andere Arcade-Konzepte verzichten komplett auf Gastronomie, etliche sogenannte Location-Based-VR-Unternehmen arbeiten deutlich spartanischer: Ein Empfangsraum, ein Spielraum – und maximal vier unterschiedliche „Erfahrungen“ zur Aus-

wahl, die zu unterschiedlichen Zeiten angeboten werden. Der Vorreiter ist The Void (siehe c't 6/2018, S. 60), der in den USA sieben Standorte betreibt, die meisten in Shopping-Malls. Angeboten werden mit Star Wars, dem Pixar-Franchise Ralph („Ralph reichts“) und Ghostbusters drei große Entertainment-Marken, mit „Nico-demus“ gibt es auch eine Eigenentwicklung. Anders als bei Two Bit Circus herrscht eher sterile Zahnarztpraxis-Atmosphäre. Hier soll man nicht herumhängen, sondern schnell sein Spiel absolvieren, vielleicht noch ein Souvenir kaufen und dann wieder verschwinden. Anders als das lieblose Drumherum haben es die Spiele in sich. The Void bietet das wohl weltweit beeindruckendste VR-Erlebnis an. Für 20 Minuten (so lange dauert eine Session) fühlt man sich wirklich wie ein Stormtrooper oder Ghostbuster. Mit der Abwechslung ist es jedoch nicht weit her; das merkt man schnell, wenn man alle Void-Titel gespielt hat, die Struktur ähnelt sich: Erst ein bisschen herumlaufen, dann ein bisschen herumfahren- oder fliegen, dann ein bisschen herumballern, fertig.

Nachahmer sind bereits zur Stelle. In Los Angeles bietet Dreamscape drei Erlebnisse an, die technisch ähnlich funktionieren wie The Void: Mit Oculus-Rift-Headset und Rucksack-PC laufen Gruppen durch eine künstliche Welt, die man dank Raumtracking (Void verwendet das teure Opti-track-System, bei Dreamscape das etwas günstigere Vicon-System aus England) sogar anfassen kann, sprich – steht man in VR auf einem Balkon, ist die virtuelle Reling an der gleichen Stelle wie die echte.

Das Mittendrinnen-Gefühl wird zusätzlich mit Heißluft-Düsen und Ruckelplatten verstärkt. Ob aufwendige VR-Erlebnisse wie Void und Dreamscape langfristig finanziell funktionieren, ist zweifelhaft. So hat Void den einzigen europäischen Standort in London schon wieder geschlossen.

### Deutschland kann auch VR

Dabei ist Europa alles andere als ein VR-Entwicklungsland. Auch hierzulande wird viel mit VR experimentiert, beispielsweise mit dem VR-Escape-Room Huxley. Der in Berlin entwickelte Titel kann von bis zu vier Menschen gleichzeitig gespielt werden. Das Spielprinzip – unter Zeitdruck Kombinationsrätsel lösen – ist nicht sonderlich innovativ, macht aber richtig Spaß und sieht toll aus. Sieben Standorte gibt es bereits in Deutschland, an denen man Huxley und auch den Nachfolger Huxley 2 erleben kann. Diese werden nicht von Entwickler Exit VR betrieben, sondern von Franchise-Unternehmern.

Ähnlich funktioniert Tower Tag von den VR Nerds, die im „VRHQ“ residieren, einem hippen Co-Working-Space in der Hamburger Speicherstadt. Im Erdgeschoss, der sogenannten Arcade, ist eine Tower-Tag-Installation aufgebaut, an der drei gegen drei Spieler zocken können. Zusätzlich gibt es ein VR-Museum, eine virtuelle Gondelfahrt durchs historische Hamburg und eine Bar. Im Dauerbetrieb hat die gestalterisch sehr gelungene Arcade noch nicht geöffnet, geplant ist ein Start im März.

Tower Tag spielt sich ungleich hektischer als beispielsweise der Huxley-Escape-



Eine Hologate-Arena bietet schlüsselfertiges Vier-Spieler-VR für 40.000 Euro.





Ein Auge und ein Zahnrad: Der Roboter-Barkeeper im Two Bit Circus heißt „Gearmo del Pouro“.



Das VR-Escape-Room-Spiel Huxley bietet beeindruckende Grafik.



46 Jahre liegen zwischen Ataris Spieleklassiker „Pong“ und dem Ganzkörper-VR-Nachfolger „Ping“.



Dauerfeuer aus RGB-LEDs: Flipper „Total Nuclear Annihilation“ bei Button Mash



Beim Multiplayer-VR-Spiel Tower Tag macht schon das Zuschauen Spaß.



Sterile Atmosphäre, aber tolle VR: „Dreamscape“ (Bild) und „The Void“



Mischung aus Prater und Raumstation: Two Bit Circus in Los Angeles

# „Shooter bedienen urtümliche Instinkte“

**Hologate hat im letzten Jahr 200 schlüsselfertige Vier-Spieler-VR-Arenen verkauft. Wir haben mit Gründer Leif Arne Petersen über Out-of-Home-VR gesprochen.**

**c't: Einfache VR-Geräte gibt es für ein paar Hundert Euro, warum sollen die Leute rausgehen für VR?**

**Leif Arne Petersen:** Erst einmal kosten hochwertige Systeme inklusive Rechner immer noch mehrere Tausend Euro. Vor allem geht es aber um die soziale Erfahrung: Die Leute wollen zusammen mit Freunden oder Familie was Großartiges erleben, das geht zu Hause allein aus Platzgründen schlecht.

**c't: Stichwort Familie: Die meisten Multiplayer-VR-Spiele haben mit Ballern zu tun. Geht das nicht friedlicher?**

**Petersen:** Erstmal haben wir ja nicht nur Shooter im Angebot. Allerdings ist das Genre am beliebtesten, der Shooter „Zombyte“ hat bei uns die größten Spie-

lerzahlen. Shooter bedienen urtümliche Instinkte – und haben im weitesten Sinne mit Jagen und Sammeln zu tun. Übrigens gibt es nur zwei Länder, die mit Shootern Probleme haben: Deutschland und Japan. Im Rest der Welt sind die vollkommen unproblematisch.

**c't: In Deutschland gibt es keine ausgeprägte Arcade-Kultur. An wen wollen sie hierzulande Hologate-Arenen verkaufen, an Spielhallen?**

**Petersen:** Das ist tatsächlich ein Problem: Das Image der „Spielhalle“ ist hier sehr negativ, da denken die Leute oft an versiffte Orte mit Geldspielautomaten. In den USA dagegen gibt es Locations wie den Two Bit Circus, die vollkommen anders funktionieren als Spielhallen und



Hologate-Gründer  
Leif Petersen

viel moderner sind. So etwas würde meiner Meinung auch in Deutschland funktionieren.

Room. Hier ballert man sich mit einem millimetergenau getrackten Plastikgewehr durch futuristische Arenen. Der Clou: Man bewegt sich mithilfe eines virtuellen Lassos, was erstaunlich gut funktioniert. Offenbar fanden das auch die Spiele-Veteranen von Sega. Sie sicherten sich die Exklusivrechte für Japan. In der wohl bekanntesten japanischen Arcade, Joyopolis in Tokio, gehört Tower Tag inzwischen zu den beliebtesten Attraktionen. Langfristig wollen die Hamburger das Spiel als weltweit ersten „vSport“-Titel (analog zu eSport) etablieren – das ist ambitioniert, könnte aber tatsächlich klappen, denn sogar das Zuschauen macht bei Tower Tag Spaß.

## Schlüsselfertige Arenen

Das weltweit wirtschaftlich wohl erfolgreichste Out-of-Home-VR-Konzept kommt aus München: Das Start-up Hologate baut schlüsselfertige VR-Arenen für vier Spieler gleichzeitig. Der Trick dabei ist, dass der Betreiber fast keine Arbeit damit hat. Für 74.000 Euro bekommt er ein komplett betriebsbereites System, um Aufbau und Wartung kümmert sich Hologate. Und auch die Spiele, voll auf fünfminütige

Multiplayer-Sessions ausgelegt, entwickelt das Unternehmen selbst. Die Titel, zum Beispiel „Cold Clash“ (niedliche Schneeballschlacht) und „Zombyte“ (Zombie-Ballerei), sehen deutlich geschliffener aus als viele andere VR-Multiplayer-Produktionen.

200 Systeme hat das Unternehmen bereits installiert, berichtet CEO Leif Arne Petersen im Gespräch mit c't, die meisten davon in den USA. Auffällig ist die große Bandbreite der Standorte: Hologates gibt es in Trampolin-Centern, Kinos, Bowlingbahnen und Lasertag-Arenen – überall wo Menschen hinkommen, die unterhalten werden möchten und wo es 25 Quadratmeter Platz gibt, denn so groß ist eine Hologate-Installation. Petersen betont, dass der Gewinn pro Quadratmeter dennoch hoch sei, schließlich können die Betreiber bis zu 10 Euro pro 5-Minuten-Spiel kassieren. Rechnet man pro Stunde mit 10 Spielen à 5 Spielern, kommt man auf 400 Euro Umsatz. Da fällt es dann auch nicht mehr ins Gewicht, dass ein Hologate-System immer von einem Betreuer bedient werden muss, allein schon, um die Headsets zu desinfizieren.

Laut Petersen würden diejenigen Installationen am besten funktionieren, die in größere Entertainment-Komplexe eingebettet sind. Auch an den Two Bit Circus hat Hologate bereits zwei VR-Arenen verkauft. Gerade die Kombination aus Essen, Trinken und Entertainment sei super geeignet, findet Petersen. In Deutschland gibt es allerdings rechtliche Hindernisse: Betreiber müssen aufpassen, nicht als „Spielhalle“ eingestuft zu werden. Die sind nicht nur ab 18, sondern müssen auch die Fenster abkleben. Diese sogenannte „Spielverordnung“ ist einer der Gründe dafür, warum sich in Deutschland nie eine Arcade-Kultur wie in USA, Großbritannien oder Japan etablieren konnte.

Freundliche Orte wie Button Mash oder Two Bit Circus, in dem sich auch Nicht-Nerds gerne aufhalten, könnten das Image von Arcades auch hierzulande verbessern. Und wer weiß: Womöglich etabliert sich – mit entsprechenden Gesetzen – auch in Deutschland die „Zukunft der Unterhaltung“. Und statt Kickertischen oder Dartscheiben gibt es irgendwann dann vielleicht eine VR-Arena in der Kneipe nebenan. (jkj@ct.de) **ct**



# Recycling eher schrottig

## 48,5 Millionen Tonnen Elektroschrott wurden 2018 weltweit produziert – die Wiederverwertung hinkt hinterher

**Gewaltige Mengen E-Schrott entstehen jedes Jahr. Nur wenig davon schafft es ins Recycling. Viel landet durch illegalen Export auf Deponien in Drittweltländern und wird dort nicht oder unter umwelt- und gesundheitsgefährdenden Bedingungen verwertet. Verlässliche Zahlen sind ebenso rar wie effektive Lösungsansätze.**

Von Julius Beineke

**B**is 2021 wird nach UN-Hochrechnungen die globale Elektroschrott-Produktion die 50-Millionen-Tonnen-Marke überschreiten. Innerhalb der nächsten 30 Jahre dürfte sich die Menge ausgemusterter Geräte – auch WEEE (Waste Electrical and Electronic Equipment) genannt – sogar verdreifachen („A New Circular Vision for Electronics“, siehe [ct.de/yffr](http://ct.de/yffr)).

Weltweit werden im Schnitt nur rund 20 Prozent davon fachgerecht wiederverwertet. Weitere vier Prozent landen im Restmüll wohlhabender Länder und dann auf Deponien und in Verbrennungsanlagen. Die verbleibenden 76 Prozent verschwinden in einer Black Box – sie sind kaum dokumentiert. Große Teile finden ihren Weg auf Deponien oder werden unter schlechten Bedingungen recycelt, oft in Ländern der dritten Welt. Einiges dürfte auch in Schubladen und auf Dachböden von Kunden verstauben.

### Verschwendung pur

In WEEE sind Materialien im Wert von rund 55,3 Milliarden Euro gebunden, die jährlich nicht wiederverwertet werden. Obwohl Small-IT-Geräte wie Smartphones & Co. einen verhältnismäßig kleinen Teil davon ausmachen, sind besonders in ihnen nicht zu verachtende

Mengen Edelmetalle, seltene Erden und andere Rohstoffe enthalten.

Der Gewinn solcher Ressourcen aus Elektroschrott ist bis zu zehnmal so energieeffizient und bis zu 80 Prozent emissionsärmer, als die gleiche Menge aus Berg- und Tagebau zu ziehen.

Eine Tonne E-Schrott enthält im Schnitt hundertmal so viel Gold wie eine Tonne Golderz. Geschätzt sieben Prozent des weltweit existierenden Goldes sind in Elektroschrott gebunden. Gold und Silber können schon nahezu hundertprozentig zurückgewonnen werden – vorausgesetzt, der jeweilige E-Schrott geht die richtigen Recycling-Wege.

Beispielsweise bei Kobalt sieht es noch nicht so gut aus – nur rund 30 Prozent werden aus WEEE recycelt, obwohl technisch 95 Prozent möglich wären. In China produzieren Recycler bereits mehr Kobalt, als das Land in einem Jahr durch Bergbau gewinnt.

Problematisch sind weniger leicht zurückzugewinnende Rohstoffe wie Indium aus Display-Beschichtungen, Lithium aus Akkus oder Gallium aus LEDs – hier wird noch an effizienten Recycling-Verfahren gearbeitet [1].

### Was ist eigentlich Elektroschrott?

„Das Problem beginnt damit, zu definieren, was Elektroschrott ist. Nur weil etwas im Müll landet, heißt das nicht, dass es wirklich nicht mehr funktioniert“, sagt Dr. Rüdiger Kühr von der United Nations University (UNU).

Dass die Kategorisierung von Elektroschrott inkonsistent ist, macht das Problem eher größer als kleiner. Effiziente Weiterverarbeitung wird schwierig, wenn nicht ganz klar ist, in welche Kategorie ein bestimmtes Gerät fällt. UN-Organisationen klassifizieren derzeit 54 verschiedene Arten Elektroschrott, aufgeteilt in sechs (EU-6) oder zehn (EU-10) Kategorien.

Unter EU-6 wird der E-Schrott in Lampen, Großgeräte (wie weiße Ware), Kleingeräte (Toaster, Mikrowellen etc.), Temperaturtausch-Geräte (wie elektrische Öfen und Klimaanlage), Bildschirme und die schnell größer werdende Kategorie Small IT aufgeteilt – beispielsweise Smartphones und Tablets.

Aber selbst wenn man ein Kategoriensystem festlegt, ist das „Wann ist E-Schrott wirklich E-Schrott“-Problem nicht gelöst. Nur verschwindend wenige ausgemusterte Geräte werden darauf überprüft, ob sie noch funktionsfähig und damit secondhand nutzbar oder wirklich kaputt und reif für die Wiederverwertung sind (siehe [ct.de/yffr](http://ct.de/yffr)).

### Deutschlands Position

Seit 2019 sind EU-Staaten verpflichtet, 65 Prozent ausgemusterter Geräte wieder einzusammeln. Mit aktuell nur rund 45 Prozent ist Deutschland von der geforderten Sammelquote jedoch weit entfernt.

Um der Quote zumindest langsam hinterherzukommen, wurden die Händler in die Pflicht genommen: Seit 2016 müssen sie Altgeräte von Käufern neuer Geräte zurücknehmen und ordnungsgemäß entsorgen. Elektromärkte mit einer Verkaufsfläche von über 400 Quadratmetern müssen außerdem Kleingeräte mit weniger als 25 Zentimeter Kantenlänge zurücknehmen, auch wenn kein Neugerät gekauft wurde. Stichproben der Deutschen Umwelthilfe (DUH) zeigten allerdings, dass sich nur rund ein Drittel der Handelsketten daran hält und sich Händler auch sonst mit Schikanen und Informationsversteckspiel aus der Affäre zu ziehen versuchen [2].

Selbst wenn der E-Schrott korrekt eingesammelt wird, heißt das nicht, dass er deshalb den Weg in die richtige Endverwertung findet. Laut DUH wurden in Deutschland 2016 nur 700.000 Tonnen fachgerecht gesammelt und recycelt. Zwar ist die Sammelmenge 2017 auf 720.000

Tonnen gestiegen, allerdings stieg auch die in Verkehr gebrachte Menge von 2 Millionen auf rund 2,6 Millionen Tonnen. Mindestens 400.000 Tonnen Elektroschrott gingen jedoch illegal ins Ausland. Ob diese nicht fachgerecht entsorgte Menge vorher dennoch auf korrektem Wege eingesammelt wurde oder andere Wege genommen hat, lässt sich nur schwer nachvollziehen.

„Im Vergleich zu anderen Ländern sind in Deutschland erstaunlich wenige Mechanismen vorhanden, um E-Schrott zu definieren, zu dokumentieren, einzusammeln und zu verarbeiten,“ so Kühr. Das verkompliziert die Einordnung von Deutschlands Position im E-Schrott-Problem und damit auch Ansätze zur Verbesserung.

### Schlaglichter aus aller Welt

Deutschland ist nicht das einzige Land, das noch einen langen Weg zu besserem Umgang mit Elektroschrott vor sich hat. Auf der ganzen Welt finden sich Beispiele, wie das E-Schrott-Problem in Angriff genommen wird. Der Smartphone-Hersteller Fairphone aus den Niederlanden bietet beispielsweise Smartphone-as-a-Service an und nimmt alte Geräte sowie Module für ihre modularen Smartphones von Kunden zurück – ein Nischenprojekt mit sympathischem Ansatz, aber verhältnismäßig wenig Wirkung.

Japan hat von 2017 bis 2019 Gold, Silber und Bronze für 5000 Medaillen für die olympischen Spiele 2020 durch Small-IT-Recycling gewonnen. Ein PR-Stunt, mit Sicherheit, aber dennoch gewann man Edelmetall im Wert von drei Millionen Euro zurück.

Dell bietet unter anderem in Deutschland PC-as-a-Service an. Die Firma nimmt in einem Leasing-Modell Hardware von Kunden zurück, ersetzt sie durch aktuelle und führt sie der Wiederaufbereitung und letztendlich der Wiederverwertung zu. Fraglich bleibt, ob dadurch nicht mehr E-Schrott anfällt, als es bei Benutzung bis zum tatsächlichen Kaputtgehen des Gerätes der Fall wäre.

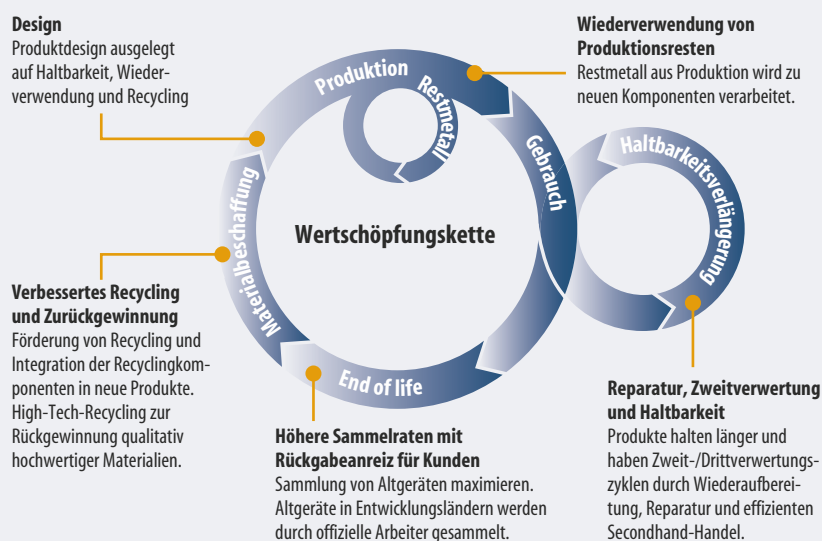
DrittWeltländer wie Nigeria und Ghana produzieren im Vergleich zu Deutschland nur wenig E-Schrott – in Nigeria sind es rund 500.000 Tonnen jährlich, obwohl dort mehr als doppelt so viele Menschen leben. Dafür sind viele dieser Länder Hauptimporteure: Jedes Jahr landen Hunderttausende Tonnen Elektroschrott auf dortigen Deponien und werden unter

## Lösungsansatz von WEF und UNU

Das World Economic Forum (WEF) schlägt zur Lösung des Problems ein zirkuläres Wirtschaftsmodell vor – als Gegenteil zum heutigen, linearen Modell.

Derzeit werden die meisten Produkte noch so konzipiert und hergestellt, dass sie höchstens bis zum prognostizierten Produktlebensende (End of life) benutzt und dann entsorgt werden. Üblich ist, dass sie schon ihren Weg in die Entsorgung finden, sobald Kunden sich

eine neues, besseres Produkt zulegen, obwohl das alte eigentlich noch funktioniert. In einem zirkulären Wirtschaftsmodell würden Produkte und die gesamte sie umgebende Infrastruktur darauf ausgelegt, lange Haltbarkeit und Aktualität, Wiederaufbereitung, Zweitverwertung und letztendlich Recycling – und Rückführung der daraus gewonnenen Materialien in die Produktionsketten – zu fördern (siehe [ct.de/yffr](http://ct.de/yffr)).



**A New Circular Vision for Electronics – ein Modell verschiedener UN-Organisationen für ein zirkuläres Wirtschaftskonzept mit Fokus auf Zweitverwertung und Recycling**

Quelle: A New Circular Vision for Electronics, World Economic Forum

gesundheits- und umweltschädlichen Bedingungen verarbeitet, verbrannt und verwertet (siehe [ct.de/yffr](http://ct.de/yffr)).

Die nigerianische Regierung plant eine 2-Millionen-Dollar-Investition, die für geregeltes und sichereres E-Schrott-Recycling im eigenen Land sorgen soll. Ein Tropfen auf dem heißen Stein, gemessen an den gewaltigen Mengen, die sich auf den Deponien türmen.

### Fazit

Die Dringlichkeit des E-Schrott-Problems wird immer deutlicher und sucht mit anschaulichen, an Kunden gerichteten Reports wie „A New Circular Vision for Electronics“ den Weg ins Auge der breiteren Öffentlichkeit. Die Zeit für die nötige Umstellung wird jedoch immer knapper.

Ansätze aus aller Welt machen Hoffnung und zeigen, dass Anstrengungen unternommen werden, allerdings noch lange nicht genügend Einfluss haben – das gilt auch und besonders für Deutschland. An diesen Leuchtturmprojekten müssen sich die Entscheider in Wirtschaft und Politik ein Beispiel nehmen, genau wie wir Kunden selbst.

(jube@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Christian Wölbert, Der Weg des Schrotts: Elektroschrott: Was recycelt wird – und was nicht, c't 14/2016, S. 76
- [2] Urs Mansmann, Verschwendete Rohstoffe: Das Recycling von Elektroschrott funktioniert in Deutschland noch nicht richtig, c't 18/2018, S. 168

**WEF-Report und weiterführende Links:**  
[ct.de/yffr](http://ct.de/yffr)



# Fünf Milliarden in Sicht

## Vermittlungsausschuss erzielt Einigung beim Digitalpakt

**Fünf Milliarden Euro sollen im Rahmen des sogenannten Digitalpakts vom Bundesministerium für Bildung und Forschung an deutsche Schulen fließen. Weil aber nicht der Bund, sondern die Länder für die schulische Bildung zuständig sind, kam das Projekt lange nicht voran. Das soll sich jetzt ändern.**

Von Dorothee Wiegand

Als die damalige Bundesbildungsministerin Johanna Wanka unter dem schnittigen Namen „Digitalpakt#D“ im Oktober 2016 eine „Bildungsoffensive für die digitale Wissensgesellschaft“ ankündigte, klang alles ganz einfach: Der Bund fördert die rund 43.000 Schulen des Landes über einen Zeitraum von fünf Jahren mit insgesamt fünf Milliarden Euro und bringt so die Digitalisierung der Schulen endlich flächendeckend voran.

Das sogenannte Kooperationsverbot von Bund und Ländern im Bildungsbereich sei kein Hindernis, so die Ministerin damals. Mit den Kultusministern der Länder einigte sie sich zügig auf „Eckpunkte“ einer gemeinsamen Vereinbarung. Doch im Sommer 2017 geriet das Projekt plötzlich ins Stocken. Einem Termin, an dem die Vereinbarung unterzeichnet werden sollte, blieb die Ministerin fern [1].

Lange lag das Projekt auf Eis. Der Grund: Die aktuelle GroKo hatte eine Grundgesetz-Änderung als zwingend notwendige Bedingung für den seit mehr als zwei Jahren angekündigten „Digitalpakt Schule“ in den Koalitionsvertrag geschrieben. Dafür ist im Bundestag eine Zweidrittelmehrheit erforderlich – daher mussten Oppositionsparteien mit ins Boot. Am 27. November 2018 einigten sich die Regierungsparteien mit den Fraktionschefs von FDP und Grünen schließ-

lich auf einen Entwurf zur GG-Änderung; den gesamten Wortlaut finden Sie über [ct.de/yvw1](http://ct.de/yvw1). Der Digitalpakt schien endlich beschlossene Sache.

### Streitpunkt 50:50-Regel

Doch der Vorschlag fiel bei den Ländern durch. Die Länderchefs, allen voran der baden-württembergische Ministerpräsident Winfried Kretschmann, befürchteten eine zu starke Einflussnahme des Bundes auf die Bildungspolitik.

Die Regierung, insbesondere der federführende Finanzminister Olaf Scholz, wollte andererseits verhindern, dass die Länder sich auf den Geldsegen vom Bund verlassen und nicht genug eigene Mittel einsetzen. So hieß es in einem Papier, das Details der geplanten Änderung des GG-Artikels 104 festlegt, die fünf Milliarden Euro vom Bund müssten „in jeweils gleicher Höhe durch Landesmittel“ ergänzt werden – bis dahin war lediglich ein Länderanteil in Höhe von zehn Prozent vorgesehen.

Zwar sollte die neue 50:50-Regel erst ab 2020 greifen, um den Start des Digitalpakts nicht erneut zu gefährden – die Länderchefs stellten sich aber trotzdem quer: Am 14. Dezember 2018 beschlossen sie im Bundesrat einstimmig, den gemeinsamen Vermittlungsausschuss mit dem Bundestag für eine „grundlegende Überarbeitung“ anzurufen.

Am 20. Februar 2019 erzielte der Vermittlungsausschuss von Bundesrat und Bundestag nun endlich den entscheidenden Kompromiss, der die Milliardenhilfen des Bundes für die Länder wohl in greifbare Nähe rückt. Dafür hatte der Bund in zwei Punkten nachgeben müssen. Die 50:50-Regel wurde gestrichen – stattdessen soll für jedes Projekt individuell festgelegt werden, welche Seite wie viel Geld gibt. Außerdem will der Bund auf die sogenannten „Erhebungen vor Ort“ verzichten, mit denen – etwa im sozialen Wohnungsbau – überprüft wird, für welche Zwecke die Länder Bundesmittel tatsächlich verwenden.



**Niedersächsisches Kultusministerium**

**Niedersachsen. Klar.**

[Aktuelles](#) [Der Minister](#) [Schule](#) [Frühkindliche Bildung](#) [Wir über uns](#) [Service](#)

[STARTSEITE](#) [AKTUELLES](#) [PRESSEINFORMATIONEN](#)

**Digitalpakt: Tonne: „Alle Schulen sollen profitieren“ – 30.000 Euro Sockelfinanzierung für alle rund 3.000 niedersächsischen Schulen**

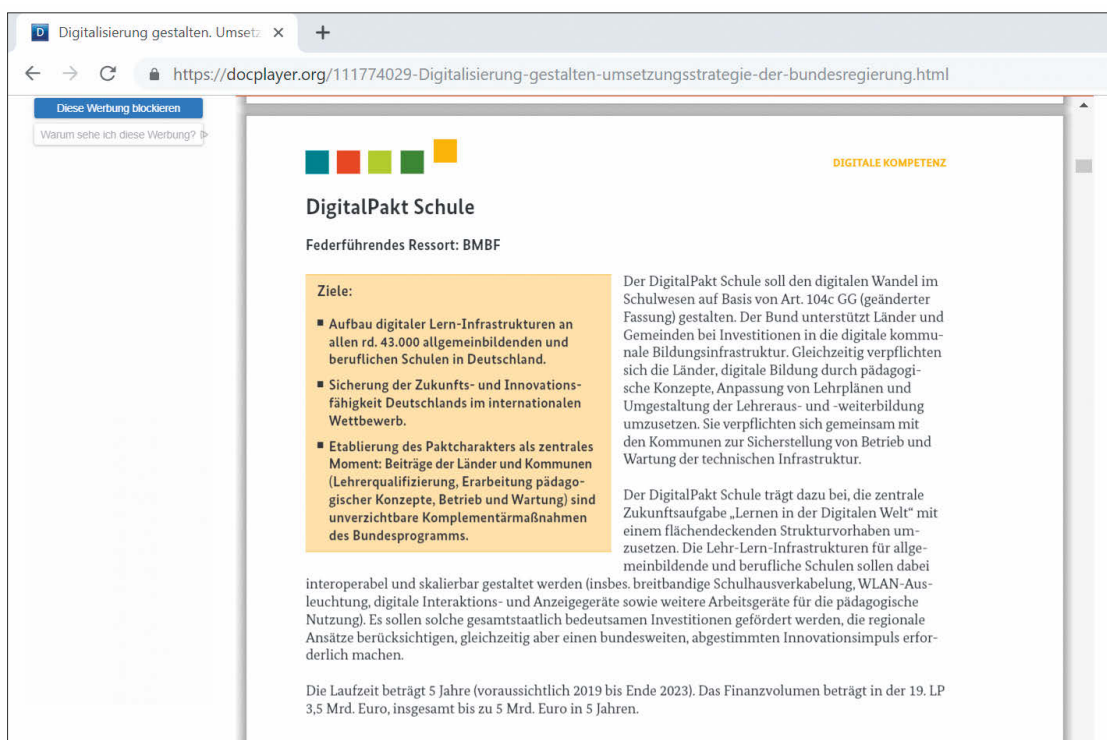
Mit Blick auf das Ergebnis Vermittlungsausschuss am 20. Februar 2019 und die Auswirkungen zum Digitalpakt erklärt Niedersachsens Kultusminister Grant Hendrik Tonne:

„Ich begrüße, dass Bund und Länder ihr zähes Ringen beendet haben und nun ein Signal der Handlungsfähigkeit senden. Der Zustimmung des Bundestags und des Bundesrates am 14. März dürfte nun nichts mehr im Wege stehen. Auch die Unterzeichnung der Bund-Länder-Vereinbarung zum Digitalpakt ist reine Formalität, da die Inhalte ausverhandelt sind. Das bedeutet für Niedersachsen:

Niedersachsen kann mit Bundesmitteln in Höhe von rund 470 Millionen Euro rechnen. Durch eine Eigenbeteiligung von zehn Prozent stehen damit über 520 Millionen Euro für die Stärkung unserer Schulen zur Verfügung.“

**Die Länder stehen in den Startlöchern – das Niedersächsische Kultusministerium teilt auf seiner Webseite bereits erste Details zur geplanten Förderung der Schulen mit.**

In der 156 Seiten starken Broschüre „Digitalisierung gestalten“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung wird der Digitalpakt Schule als wichtige flächendeckende Strukturmaßnahme beschrieben.



Nun muss der erzielte Kompromiss nur noch von Bundestag und Bundesrat jeweils mit einer Zweidrittelmehrheit gebilligt werden, dann kann es für den Digitalpakt doch noch ein Happy End geben.

## Her mit dem Geld!

Wo das Geld herkommt, ist schon klar: Zur Finanzierung des Digitalpakts sollen Einnahmen aus der geplanten Versteigerung neuer 5G-Mobilfunklizenzen verwendet werden. Wie es – sobald die verfassungsrechtliche Grundlage denn geschaffen ist – zu den Schulen gelangt, ist im Detail noch zu klären. Über die konkreten Rahmenbedingungen der Förderung müssen Bund und Länder zunächst eine sogenannte Verwaltungsvereinbarung abschließen.

Auf der Webseite des BMBF finden sich unter der Überschrift „Wissenswertes zum DigitalPakt Schule“ (siehe [ct.de/yvw1](https://ct.de/yvw1)) häufig gestellt Fragen und erste Antworten. Zur künftigen Aufgabenteilung heißt es da: „Der Bund stellt finanzielle Mittel zum Aufbau digitaler Bildungsinfrastrukturen bereit. Die Länder entwickeln pädagogische Konzepte, kümmern sich um die Qualifizierung von Lehrkräften [...] und stellen gemeinsam mit den Kommunen Betrieb, Support und Wartung sicher.“

Grundsätzlich gilt: Fördermittel sind beim jeweiligen Land zu beantragen,

nicht beim Bund. Ganz konkret beantragt der Schulträger, für öffentliche Schulen also in der Regel Stadt, Gemeinde oder Landkreis, die Mittel für eine Schule; die Schule selbst kann keinen Antrag stellen. Vielmehr sollen die Träger Förderanträge zunächst sammeln und dann beim Land einreichen.

Auf der BMBF-Webseite steht dazu: „Jedes Land wird für diesen Zweck – nach derzeitigem Stand – eine eigene, mit dem Bund abgestimmte Förderrichtlinie herausgeben, die die Einzelheiten der Förderung festlegt, insbesondere ab wann Anträge gestellt werden können.“ Der Föderalismus lässt grüßen. Bis das Geld tatsächlich fließt, wird also noch allerlei Papier bedruckt werden. Zum Zeitplan heißt es daher beim BMBF auch eher zurückhaltend: „Wenn alles zügig geht, könnten die ersten Schulen noch in diesem Jahr mit ihren Investitionsmaßnahmen beginnen.“

## Struktur- versus Geräteförderung

Was genau „förderfähig“ ist, lässt sich derzeit nur im – zum Teil überholten – Entwurf der geplanten Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern nachlesen. Danach sollen digitale Arbeitsgeräte aus Digitalpakt-Mitteln bezahlt werden können, falls sie in der beruflichen Ausbildung benötigt werden – als Beispiel nennt das

BMBF „VR-Brillen für das Erlernen der Bedienung von Maschinen“.

Auch interaktive Tafeln als „standortgebundene Anzeigegeräte“ wären mit dabei, ebenso mobile Endgeräte wie Tablets; Mobilgeräte zur Nutzung durch Schüler und Lehrkräfte außerhalb des Unterrichts sollen dagegen generell nicht förderfähig sein.

Insgesamt ist der Digitalpakt in erster Linie zur Infrastrukturförderung bestimmt. Der Anteil an Fördermitteln für mobile Endgeräte darf daher laut BMBF zwanzig Prozent aller Fördermittel pro Schulträger nicht überschreiten.

Auch wenn sich die Länder im Vermittlungsausschuss behauptet haben, werden sie für den Digitalpakt große Aufgaben zu stemmen haben. So ist die Qualifizierung der Lehrer laut Entwurf der Bund-Länder-Vereinbarung Ländersache: „Die Länder tragen dafür Sorge, [...] dass die Qualifizierung der Lehrerschaft auch hinsichtlich Ausstattung der Lehrerbildungseinrichtungen [...] bedarfsgerecht sichergestellt ist.“

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

## Literatur

[1] Dorothee Wiegand, Fünf Milliarden, versprochen, c't 14/2017, S. 72

Zitierte Dokumente: [ct.de/yvw1](https://ct.de/yvw1)





# Bückware

## Quad-Core-Prozessoren Ryzen 3 2200GE, 3 2400GE und 5 2300X

**Einige Ryzen-Prozessoren liefert AMD nur an PC-Hersteller, darunter 35-Watt-Typen. Sie tauchen aber ab und zu im Online-Handel auf. Wir haben uns angeschaut, ob sich der Kauf der CPUs aus dem Graumarkt lohnt.**

Von Christian Hirsch

**A**MD unterteilt die AM4-Prozessoren in zwei Gruppen. Oberhalb von 150 Euro gibt es für Endkunden die Ryzen-2000-CPU mit sechs und acht Kernen ohne integrierte Grafik. Die untere Hälfte decken die Dual-Cores der Serie Athlon 200GE sowie die Quad-Cores vom Typ Ryzen 2000G mit Vega-GPU ab. Vierkerner ohne Grafik wie den Ryzen 3 2300X und Ryzen 5 2500X verkauft AMD ausschließlich an PC-Hersteller. Das gilt auch für die Kombiprozessoren Ryzen 3

2200GE und Ryzen 2500GE mit je 35 Watt Thermal Design Power (TDP).

Dennoch tauchen die vier genannten AM4-CPU bei Online-Händlern auf. Wir haben geprüft, ob sie ein besseres Preis-Leistungs-Verhältnis als die regulär verkauften Ryzen bieten und welche Nachteile man in Kauf nehmen muss.

### Tray versus Boxed

Weil AMD diese Prozessoren nicht für Endkunden anbietet, gibt es die Graumarkt-Chips nur als sogenannte Tray-Ware zu kaufen. Das heißt, es fehlen Produktverpackung, CPU-Kühler und die Herstellergarantie von drei Jahren. Die Bezeichnung Tray leitet sich dabei von den stapelbaren Plastikpaletten ab, auf denen solche Prozessoren in großen Stückzahlen zu den PC-Herstellern (alias OEMs) gelangen. Bleiben bei solchen Großbestellungen Exemplare übrig, finden diese über Zwischenhändler den Weg in den Einzelhandel. Deshalb schwankt die Verfügbarkeit stark. Der von uns be-

stellte Ryzen 5 2500X war beispielsweise bis Redaktionsschluss nicht lieferbar.

Die CPU steckt nicht wie bei der sogenannten Boxed-Variante gut geschützt in einer separaten Plastikschatel, sondern es hängt vom Händler ab, in welchem Zustand sie den Käufer erreicht. Unser Exemplar des Ryzen 3 2200GE traf in der Redaktion in einer gewöhnlichen Antistatikhülle ohne Schaumstoff oder ähnlichen Schutz ein, sodass eines der Beinchen beim Transport verbogen wurde. Damit der Prozessor in die CPU-Fassung passte, mussten wir es wieder geradebiegen. Betroffene Kunden sollten das aber besser nicht probieren, sondern die Ware sofort beim Händler reklamieren.

### Modularer Aufbau

Beim Ryzen 3 2300X und Ryzen 5 2500X handelt es sich um teildeaktivierte Acht-kernprozessoren, die in 12-nm-Technik gefertigt sind. Sie bestehen aus zwei CPU Core Complexes (CCX) mit je vier Kernen, wovon AMD allerdings nur einen CCX nutzt. Ein Vorteil dieser 4+0-Konfiguration im Unterschied zu einer denkbaren 2+2-Variante sind die kürzeren Latenzen bei der Kommunikation zwischen den Kernen und beim Speicherzugriff. Im Unterschied zu den Hexa- und Octa-Cores der Ryzen-2000-Serie stehen den CPU-Kernen aber lediglich 8 statt 16 MByte Level-3-Cache zur Verfügung.

Als offizielle Nachfolger für die Vierkerner der ersten Ryzen-Generation wie beispielsweise dem Ryzen 3 1300X bietet AMD im Preissegment von 90 bis 150 Euro die 65-Watt-Kombiprozessoren Ryzen 3 2200G und Ryzen 5 2400G mit Vega-GPU an. An PC-Hersteller liefert der Chiphersteller zusätzlich die 35-Watt-Varianten Ryzen 3 2200GE und Ryzen 5 2400GE, die sich somit beispielsweise für kompakte Mini-PCs eignen. Durch das geringere thermische Budget takten sie langsamer.

Das Halbleiter-Die der Kombiprozessoren unterscheidet sich in mehreren Details von den Chips der Ryzen 2000 ohne Grafikeinheit: An der Stelle eines CPU Core Complex mit vier Kernen sitzt eine Vega-GPU mit elf Shaderblöcken. Den Vollausbau behält AMD dem Ryzen 5 2400GE vor. Beim Ryzen 3 2200GE sind nur acht davon aktiv. Zudem fehlen den CPUs die Verbesserungen der Zen+-Architektur und sie sind in 14-nm-Technik gefertigt.

Weil die Dies der Kombiprozessoren auch bei den Ryzen-Mobilchips zum Einsatz kommen, hat AMD wohl aus Energie-spargründen einen PCI-Express-Root-Hub mit lediglich 16 statt 24 PCIe-3.0-Lanes eingebaut. Abzüglich der je vier Lanes für die Anbindung von Chipsatz und NVMe-SSD bleiben so für den PEG-Slot für Grafikkarten nur acht Lanes über. In der Praxis hat das aber keine spürbaren Auswirkungen auf die 3D-Performance.

## Performance

Die 35-Watt-Varianten Ryzen 3 2200GE und Ryzen 5 2400GE arbeiten je nach Anwendung lediglich 0 bis 7 Prozent langsamer als ihre 65-Watt-Pendants. Am größten war der Unterschied bei Anwendungen, die von vielen Kernen profitieren, wie zum Beispiel Videokodierung mit Handbrake. Die geringere TDP wirkt sich nicht auf die 3D-Performance der Vega-GPU aus. Vermutlich erhält die integrierte Grafik bei der Zuteilung des Energiebudgets eine höhere Priorität als die CPU-Kerne.

Unter Volllast sind die 35-Watt-Ryzen deutlich sparsamer als die 65-Watt-Modelle. Das komplette Testsystem inklusive RAM, SSD und der Wandlerverluste von Mainboard und Netzteil schluckte bei den GE-Prozessoren unter CPU-Volllast rund 25 Watt weniger. Unter Dauervolllast drosselten sie nach mehreren Minuten ihre Taktfrequenz schrittweise um bis zu 150 MHz unterhalb des Nominaltakts, obwohl die Kerntemperatur unter 50 °C betrug. Eine Erklärung dafür haben wir nicht. Bei ruhendem Windows-Desktop bringen die Sparprozessoren keinen Vorteil: Hier zogen sie wie die anderen rund 19 Watt aus der Steckdose.

Der Ryzen 3 2300X punktet dank des höheren Turbotakts von bis zu 4 GHz vor allem bei Single-Thread-Anwendungen. Dazu zählen beispielsweise Excel oder

**Mehr Schein als Sein:**  
Die Tray-CPUs erreichen uns in einer Antistatikhülle, bei der die Beinchen ungeschützt sind.



Browser, weshalb die CPU beim Office-Benchmark Sysmark 2018 vor den anderen Quad-Cores liegt. Da ihr jedoch die integrierte Vega-GPU fehlt, muss man eine Grafikkarte hinstecken. Das verursacht nicht nur Zusatzkosten von rund 70 Euro wie für eine GeForce GT 1030, sondern auch einen höheren Energiebedarf des Rechners. Im Leerlauf benötigte das System deshalb rund 10 Watt mehr.

## Fazit

Die Ryzen-2000GE-Modelle liefern bei deutlich geringerer Volllast-Leistungsaufnahme fast die gleiche Performance der regulär angebotenen 65-Watt-CPUs. Auf die Stromrechnung wirkt sich das kaum aus, hierfür ist der Leerlauf wichtiger. Für kompakte Gehäuse, wo nur wenig Platz für CPU-Kühler vorhanden ist, sind sie

aber eine interessante Option. Betrachtet man das Preis-Leistungs-Verhältnis, lohnt sich der Kauf jedoch nicht. Sie kosten nicht nur mehr, zusätzlich muss man noch einen passenden Kühler besorgen. Als Alternative bieten sich die Ryzen-2000G-CPUs an, die sich auf vielen Mainboards per BIOS-Setup wahlweise mit 45 statt 65 Watt Thermal Design Power betreiben lassen.

Ähnlich sieht das Fazit beim Quad-Core ohne Grafik Ryzen 3 2300X aus. Für nur 25 Euro mehr gibt es bereits die Boxed-Variante des Sechskerners Ryzen 5 2600, bei der AMD einen CPU-Kühler mitliefert. Zudem muss man sich dann nicht mit den wochenlangen Lieferverzögerungen wegen der schlechten Verfügbarkeit der Graumarkt-Prozessoren herumärgern. (chh@ct.de) **ct**

## Ryzen-Prozessoren

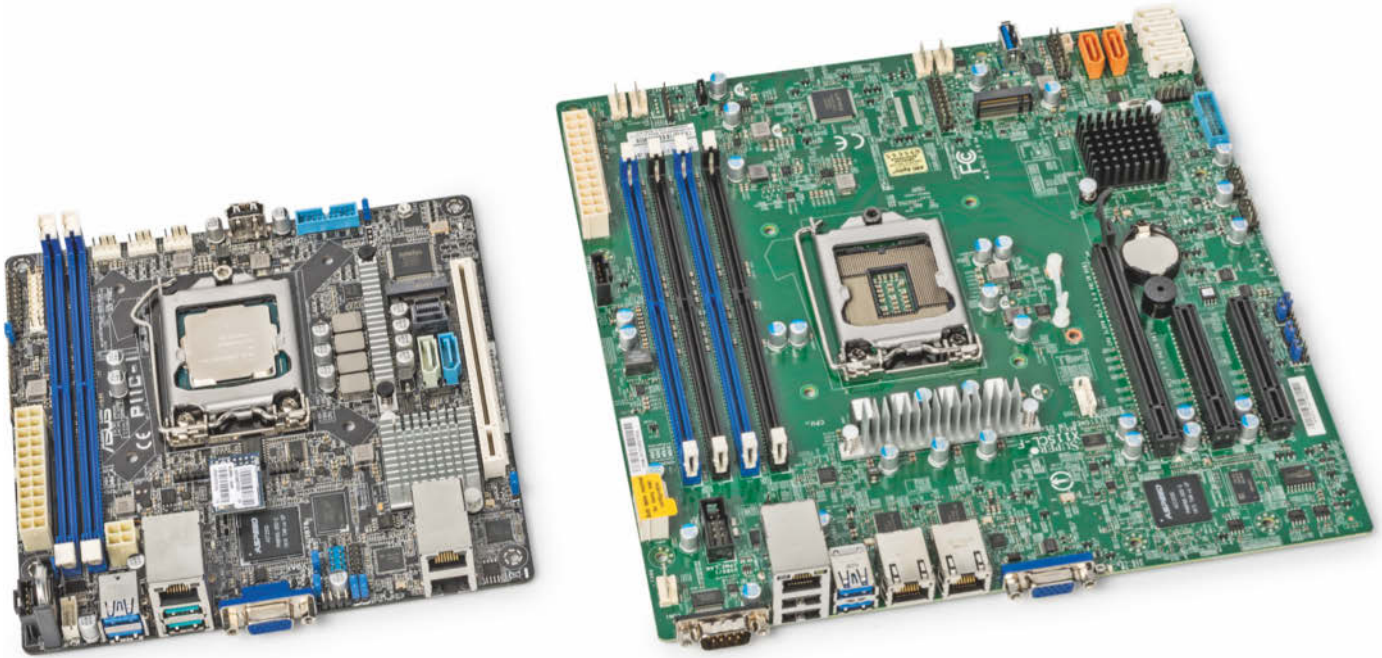
Prozessoren	Kerne	Takt / Turbo	L3-Cache	GPU / Shader	GPU-Takt	TDP	Straßenpreis
Ryzen 5 2500X	4+SMT	3,6 / 4 GHz	8 MByte	—	—	65 W	195 €
Ryzen 3 2300X	4	3,5 / 4 GHz	8 MByte	—	—	65 W	135 €
Ryzen 5 2400GE	4+SMT	3,2 / 3,8 GHz	4 MByte	Vega 11 / 704	1,25 GHz	35 W	180 €
Ryzen 3 2200GE	4	3,2 / 3,6 GHz	4 MByte	Vega 8 / 512	1,1 GHz	35 W	110 €
Ryzen 5 2600	6	3,4 / 3,9 GHz	16 MByte	—	—	65 W	160 €
Ryzen 5 2400G	4+SMT	3,6 / 3,9 GHz	4 MByte	Vega 11 / 704	1,25 GHz	65 W	135 €
Ryzen 3 2200G	4	3,5 / 3,7 GHz	4 MByte	Vega 8 / 512	1,1 GHz	65 W	95 €

## Benchmarks und Leistungsaufnahme Ryzen-Prozessoren

Prozessor	Cinebench R15 Singlethread	Cinebench R15 Multithread	Sysmark 2018	Handbrake Fast-1080p30 [fps]	3DMark Firestrike	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Volllast [W]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Ryzen 3 2300X	166	626	1318	25	— <sup>1</sup>	29/115 <sup>2</sup>
Ryzen 5 2400GE	153	766	1164	27	3073	19/62
Ryzen 3 2200GE	144	547	1060	22	2640	19/60
<b>Zum Vergleich</b>						
Ryzen 5 2400G	156	813	1205	29	3079	19/99
Ryzen 3 2200G	146	556	1060	23	2625	19/95

<sup>1</sup> keine integrierte GPU <sup>2</sup> mit GeForce GT 1030





# Xeon-Platinen

## Zwei Mainboards für Server mit Intel Xeon E-2100

**Für kleine Server empfiehlt Intel den Xeon E-2100, der aktuellen Core-i-Prozessoren gleicht, aber ECC-Speicher ansteuert. Dazu braucht man passende Mainboards: Wir stellen zwei mit IPMI-Fernwartung vor.**

**Von Christof Windeck**

**V**ier bis sechs Prozessorkerne, bis zu 128 GByte RAM, sechs SATA-Ports, zweimal Gigabit-Ethernet: Das genügt für viele Server in Kleinfirmen, mittelgroßen Teams und Firmenfilialen. Seit Jahren verkauft Intel dafür Prozessoren der Familie Xeon E3-1200, das sind Ableger der jeweils aktuellen Core-i-Typen. Neu ist der etwas anders benannte Xeon E-2100 mit bis zu sechs Kernen als Verwandter der Core-i-Familie „Coffee Lake Refresh“ alias Core i-9000. Diese Xeons laufen nur auf Mainboards mit den Chipsätzen C246 und C242, wovon ersterer eher auf Workstations zielt und letzterer auf Server. Der C242 tritt typischerweise zusammen mit

einem Fernwartungschip auf, zum Beispiel auf dem Mini-ITX-Board Asus P11C-I und auf dem Micro-ATX-Board Supermicro X11SCL-F. Ersteres bekommt man ab rund 180 Euro; um die Fernwartung nutzen zu können, muss man dann aber noch 40 Euro drauflegen, nämlich für das Flash-Erweiterungsmodul Asus ASMB9-iKVM. Beim rund 200 Euro teuren Supermicro X11SCL-F funktioniert Fernwartung ohne Aufpreis.

### Xeonismus

Typische Serverboards unterscheiden sich erheblich von billigeren Desktop-PC-Mainboards, wie auch dieser Test wieder zeigt. Das beginnt beim Prozessor: Der wichtigste Vorteil der Xeons im Vergleich zum Core i liegt in der Möglichkeit, den RAM-Fehler-schutz Error Correction Code (ECC) zu verwenden. Er verringert die Wahrscheinlichkeit von Speicherfehlern deutlich.

Genau wie ein Core i-9000 steuert ein Xeon E-2100 zwei DDR4-Speicherkanaäle mit maximal je zwei DIMMs an. Jedes fasst theoretisch bis zu 32 GByte, praktisch sind derzeit höchstens 16 GByte erhältlich. Damit sind beim Asus P11C-I derzeit 32 GByte möglich und 64 GByte

beim Supermicro X11SCL-F. Kommende 32-GByte-Module funktionieren erst nach BIOS-Updates, die aber noch ausstehen.

Für ECC braucht man Speichermodule mit zusätzlichen DRAM-Chips. Der Xeon E-2100 steuert nur „ungepufferte“ DIMMs (UDIMMs) an, mit Registered- und Load-Reduced-Module (RDIMM, LRDIMM) kann er nicht umgehen – das bleibt den Xeons für größere Server vorbehalten. UDIMMs mit ECC findet man auch unter der Bezeichnung EUDIMMs.

Auf beiden Boards im Test sitzt der Fernwartungschip – auch Baseboard Management Controller (BMC, [1]) genannt – Aspeed AST2500, aber mit unterschiedlicher Firmware. Vor allem beim Supermicro-Board ist es wichtig, den BMC per Fernwartung mit einem sicheren Passwort zu versehen und auf den Wartungsport zu beschränken. Sonst bekommt ein Angreifer via Ethernet-Buchse LAN1 vollen Zugriff aufs System mit dem Login „ADMIN“ und dem Passwort „ADMIN“. Abschalten lässt sich der BMC nicht. Asus macht es nicht besser, auch hier ist Fail-over automatisch aktiv.

Der BMC übernimmt bei beiden Mainboards Aufgaben, die bei anderen

Boards ein sogenannter Super-I/O-Chip erledigt, etwa das Hardware-Monitoring. Außerdem steckt im BMC ein einfacher Grafikprozessor, der die jeweils vorhandene VGA-Buchse ansteuert, aber vor allem für Fernzugriff per RemoteKVM via Management-LAN gedacht ist. Der BMC sendet das digitalisierte Bild des Desktops ins Netz und nimmt vom Admin-PC die Tastatur- und Mauseingaben entgegen. Die dazu nötige Steuerungssoftware lädt man direkt vom Webserver des BMC als Java-Script-Code herunter. Beim Asus P11C-I funktionierte die Fernwartung mit der Firmware 1.13.3 nicht richtig, man sollte das Board derzeit nur ohne nutzen.

## Board-Ausstattung

Typisch für Serverboards sind außer einem BMC mit separater Ethernetbuchse für ein abgeschottetes Wartungsnetz zwei Gigabit-Ethernet-Chips, oft von Intel. Die sind mit vielen Betriebssystemen kompatibel, etwa auch mit dem Hypervisor VMware ESXi. Die BIOSse und die Fernwartungs-Firmwares enthalten zahlreiche Diagnosefunktionen und melden Fehler gemäß Windows Hardware Error Architecture (WHEA) beziehungsweise ACPI Platform Error Interface (APEI) ans Log des Betriebssystems.

Beide Boards haben jeweils eine „stehende“ Buchse für einen USB-Stick mit einem (NAS-)Betriebssystem oder einem Hypervisor. Ein dort eingesteckter Stick ist im Inneren des Gehäuses vor Zugriffen geschützt. Beim Mini-ITX-Board P11C-I mit nur 17 Zentimeter Kantenlänge muss Asus Platz sparen. Es gibt bloß einen einzigen PCIe-Slot, eine M.2-SSD darf nur 4,2 Zentimeter lang sein. Vier der sechs SATA-Ports liegen auf einer kompakten MiniSAS-HD-Buchse, für die es passende SATA-Adapterkabel ab 15 Euro gibt.

Steckt man auf das P11C-I eine M.2-SSD mit SATA-Controller, funktioniert der (graue) SATA-Port 5 nicht mehr. Möchte man alle sechs SATA-Ports nutzen, ist eine M.2-NVMe-SSD nötig. Beim X11-SCL-F funktionieren nur letztere. Statt einem fummeligen Befestigungsschraubchen montiert Supermicro einen praktischen Plastikstift. Unverständlich: Supermicro nennt den Lüfteranschluss für den Prozessor „FAN 1“ statt CPU-FAN und lässt USB 3.1 Gen 2 brachliegen.

Serverboards sind für Dauerbetrieb gedacht, so auch die beiden Testkandidaten: Standby-Modi wie ACPI S3 (Suspend-to-RAM, „Energie sparen“) kennen sie

nicht, sondern nur Soft-off (ACPI S5). Zum Booten brauchen die Boards mehr als eine Minute.

Die Boards laufen auch unter Linux, aber mit einem Haken: Fedora nutzt Wayland statt X11 für den grafischen Desktop, und mit Wayland hat der Grafiktreiber für die Aspeed-GPU noch massive Probleme. Mit Ubuntu 18.10 klappte es besser und mit der automatischen Aktivierung der Stromsparfunktionen mit Powertop war das Supermicro-Board im Leerlauf sogar um 1 Watt sparsamer als unter Windows 10 (13 statt 14 Watt mit deaktivierten Ethernet-Ports). Auf dem Asus P11C-I führte powertop-Optimierung hingegen zu Abstürzen, hier muss man mit 17 statt 13 Watt wie unter Windows leben.

13 oder 14 Watt sind sehr gute Werte für Serverboards mit IPMI-tauglichen BMCs. Sind beide Ethernet-Ports aktiv, sind es jeweils rund 4 Watt mehr. Zum Vergleich: Das extrem sparsame Fujitsu D3644-B12 mit C246-Chipsatz [2] begnügt sich mit 8 Watt, hat aber keinen BMC.

Aus gegebenem Anlass: Supermicro weist Anschuldigungen zurück, laut denen auf Serverboards heimlich Spionagechips verbaut wurden. Bisher liegen dazu auch keine Beweise vor.

## Fazit

Im Vergleich zu früheren Xeon-E3-Generationen ist die aktuelle Plattform im Leerlauf sparsamer geworden und dank Sechskernern auch deutlich leistungsfähiger. Potenziell lässt sich auch der Hauptspeicher bis zur doppelten Kapazität ausbauen – aber dann wird es recht teuer und es ist nicht absehbar, wann die dazu nötigen DIMMs kommen.

Asus P11C-I und Supermicro X11SCL-F sind gute Basen für Server mit Einzelprozessor (Single-Socket-Server). Die Fernwartung des P11C-I funktionierte nicht. Beim Supermicro-Board läuft sie gut, reißt in der Standardkonfiguration aber eine gewaltige Sicherheitslücke auf. Wer die besonderen Vorteile der Server-Hardware ausreizen möchte, muss sich allerdings ohnehin tiefer einarbeiten als bei gängigen Desktop-PC-Mainboards.

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

## Literatur

- [1] Christof Windeck, Grundlagen zur Server-Fernwartung, So funktioniert ein Baseboard Management Controller (BMC), c't 03/2019, S. 132
- [2] Christof Windeck, Server-Sparbrett, Mainboard für kleine Server und Workstations mit Intel Xeon E-2100, c't 25/2018, S. 48

## Server-Mainboards für Intel Xeon E-2100

Gerät	P11C-I	X11SCL-F
Hersteller	Asus (asus.de)	Supermicro (supermicro.com)
Prozessorfassung / Chipsatz	LGA1151v2 / C242	LGA1151v2 / C242
DDR4-RAM <sup>1</sup>	2 × DDR4-2666 ECC, max. 16 GByte pro UDIMM	4 × DDR4-2666 ECC, max. 16 (32) GByte pro UDIMM
PCIe-Slots	1 × PCIe 3.0 x16, 1 × M.2 2242	1 × PCIe 3.0 x16 (mit x8), 2 × PCIe 3.0 x8 (mit x4) 1 × M.2 2280, 22110
Gigabit Ethernet	2 × Intel I210-AT	2 × Intel I210-AT
Fernwartung (BMC)	Aspeed AST2500, Firmware-Modul ASMB-iKVM9 optional (40 €)	Aspeed AST2500
Fernwartungs-Ethernet	separat, wahlweise mit auf LAN 1	separat, wahlweise mit auf LAN 1
externe Anschlüsse	2 × RJ45, 1 × RJ45 BMC, 1 × VGA, 2 × USB 3.1 Gen 2, 2 × USB 3.0	2 × RJ45, 1 × RJ45 BMC, 1 × VGA, 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 1 × COM
SATA 6G	6, davon 4 als MiniSAS HD	6
Lüfter-Anschlüsse	CPU (4-Pin) plus 2 × 4-Pin	CPU (4-Pin) plus 4 × 4-Pin
weitere interne Anschlüsse	2 × USB 3.0 (19-Pin), 2 × USB 2.0, 1 × USB-A 2.0, 1 × COM, 1 × TPM, 1 × SMBus, 1 × ID-LED	2 × USB 3.0 (19-Pin), 4 × USB 2.0, 1 × USB-A 3.0, 1 × COM, 1 × TPM, 1 × SMBus, 1 × ID-LED, Strom für SATA-DOM
<b>Messwerte<sup>2</sup></b>		
Boot-Modi: BIOS / UEFI ohne / mit Secure Boot, BIOS-Version	✓ / ✓ / ✓, 0506	✓ / ✓ / ✓, 1.0
Cinebench R15 Single- / Multithreading	191 / 1353	192 / 1353
Leistungsaufnahme Soft-off	3,8 W	4,2 W
Leerlauf / Vollast	13 / 140 W	14 / 125 (kurzzeitig 148) W
Leerlauf Ubuntu 18.10	17 W (powertop -auto: Absturz)	15 W (powertop -auto: 13 W)
Preis	180 € + Fernwartungsmodul	200 €

<sup>1</sup> 32-GByte-EUDIMMs: BIOS-Update von Supermicro versprochen, von Asus keine Angabe <sup>2</sup> mit Xeon E-2146G, 2 × 16 GByte ECC-RAM, SATA-6G-SSD, Full-HD-Display, USB-Tastatur/-Maus, Windows 10, Netzteil BeQuiet! L10-300W ✓ vorhanden — nicht vorhanden





## M. Sc. Internet-Sicherheit

Ein innovativer, zukunftsorientierter und praxisnaher Masterstudiengang am Institut für Internet-Sicherheit an der Westfälischen Hochschule in Gelsenkirchen.

Lernen in Forschungsprojekten  
Profitieren von Kontakten zur Wirtschaft  
Förderung der persönlichen Weiterentwicklung

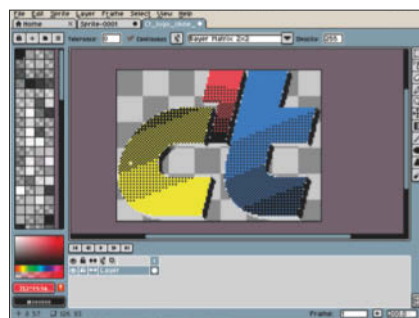
Mitarbeit an Themen von morgen  
Hervorragendes offenes Arbeitsklima  
Hohe Reputation des Instituts

Ausgezeichnete Jobperspektiven  
Ideale Promotionsmöglichkeiten am Institut  
Optimale Grundlage für Startups



Jetzt bewerben unter:

it-sicherheit.de/master



## Pixelshop

**Das Grafikprogramm Aseprite hat sich auf Pixelgrafik spezialisiert und lässt das Herz von Fans des Software-Klassikers Deluxe Paint höher schlagen.**

Jedes zweite Indie-Game kommt heute im Klötzchen-Kleid daher. Die dafür notwendigen Grafiken und Animationen erstellt man am besten mit einem spezialisierten Editor wie Aseprite.

Der bringt alles mit, was man für den Retro-Chic braucht: Neben einer kleinen, aber ausreichenden Auswahl von Malwerkzeugen gibt es Zusammenstellungen von originalgetreuen Farbpaletten von Atari bis Teletext. Die Farbwahl ist aber nicht eingeschränkt, denn man kann die Paletten jederzeit bearbeiten und auf volle 24 Bit Farbe mit einem 8-Bit-Alphakanal zurückgreifen. Fürs Gefühl ist Aseprites Oberfläche selber auch schön pixelig gestaltet. Wem das Standarddesign nicht gefällt, kann noch eine Handvoll Alternativen nachinstallieren.

Dank sogenannter Zwiebelhäute und Ebenen kann man auch komplexe Animationen gestalten. Darüber hinaus kann man die Anzeigedauer eines Einzelbildes individuell festlegen. Für das Malen von nahtlosen Texturen gibt es einen Symmetriemodus, der das Bild mehrfach nebeneinander anzeigt und so eine Vorschau auf das Endergebnis gibt.

Das Ganze gibt es leider nicht umsonst, aber immerhin bietet der Entwickler David Capello das Programm als Testversion an, die jedoch keine Dateien speichern kann. Das Programm ist sowohl über Humble Bundle als auch per Steam erhältlich. (mls@ct.de)

## Aseprite

Editor für Pixelgrafik	
Entwickler	Igara Studio
Preis	14,99 US-\$



## Backup für die Kommandozeile

**Restic erstellt Backups und kann als Sicherungsziel Cloudspeicher nutzen.**

Die Software erstellt Backups ausgewählter lokaler Verzeichnisse, verschlüsselt die abzulegenden Daten und dedupliziert sie, speichert also identische Daten nicht mehrfach. Alle Bedienschritte zum Anlegen, Rückspielen und Sichten von Backups sind über die Kommandozeile zu steuern. Daraus ergibt sich, dass der Nutzer auch selbst dafür verantwortlich ist, dass Restic regelmäßig läuft: Er muss eine geplante Aufgabe oder einen Cronjob erstellen.

Dank der Verschlüsselung, für die Restic Passwörter heranzieht, taugen auch nicht vertrauenswürdige Speicher als Backupziel. Als Speicherziel eignen sich Blob-Speicher wie Amazon S3 oder Google Cloud Storage. Neben regulären Dateisystemen lassen sich außerdem sftp, HTTP-REST- und rclone als Ziel verwenden. Restic gewährleistet Datenkonsistenz und Sicherheit mit bewährten Verfahren (AES-256, Poly1305-AES, SHA-256). Das Backupformat ist im Detail dokumentiert.

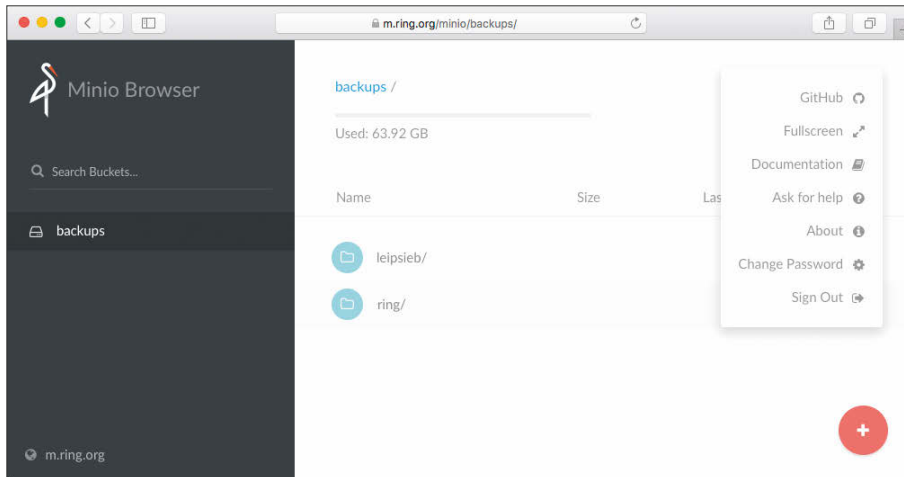
Wer auf der Kommandozeile und mit dem Einrichten von regelmäßigen Aufgaben sowie deren Überwachung sicher umgehen kann, findet in Restic einen nützlichen Helfer. Für 1:1-Systembackups einer Windows-, macOS- oder Linux-Installation ist es eher nichts.

(ps@ct.de)

## Restic

Backup-Programm	
Hersteller	Restic-Team auf GitHub
Web	http://restic.net
Plattformen	Free- und OpenBSD, Linux, macOS, Windows
Preis	kostenlos (BSD-Lizenz)





## Privater Cloud-Speicher

**Wenn herkömmliche Dateisysteme an Grenzen stoßen und block-basiertes Speichern zu elementar scheint, kommen Objektspeicher wie Minio ins Spiel.**

Hinter Minio steckt eine gleichnamige Firma, die die Software entwickelt und Supportdienstleistungen drumherum verkauft. Die Software steht aber als Paket für gängige Betriebssysteme oder als Docker-Image zum Download bereit und lässt sich dank Apache-Lizenz kostenlos nutzen. Minio nimmt Speicherplatz, den es in Form eines Verzeichnisses oder Datenträgers erhält, und stellt den kompatibel zu Amazons S3-Speicherdienst bereit. S3 beschreibt als Quasi-standard ein API für den Zugriff auf sogenannten Objektspeicher, also Datenfragmente und Metadaten, die nicht mit Namen, sondern über eine eindeutige ID angesprochen werden können.

Minio leistet aber mehr als nur das. Setzt man einer Instanz mindestens vier Datenträger vor, kann sie im „erasure coded“-Modus arbeiten. Das heißt, die Daten überleben, auch wenn Datenträger ausfallen. Dabei erkennt das System Bit Rot, also schleichende Schäden an den Daten. Auf der höchsten Redundanzstufe darf die Hälfte der Datenträger absterben, ohne dass es zu Datenverlusten kommt.

Ebenso können mehrere verteilte Minio-Knoten als ein redundanter Objektspeicher auftreten. In diesem Fall bilden alle Datenträger an allen Knoten ein Redundanznetz, das den Ausfall auch hier von bis zur Hälfte aller Platten ohne Datenverlust wegsteckt. Für den verteil-

ten Einsatz braucht es mindestens zwei Knoten. Maximal dürfen es 32 werden. Die Zahl der Datenträger ist nicht begrenzt. Mit speziellen Storage-Klassen kann man anwendungsspezifische Redundanzanforderungen stellen.

Die Inbetriebnahme und Nutzung gestaltet sich denkbar einfach. Zugriffe auf den Speicher erfolgen per HTTP(S) auf Port 9000. Der Zugriff mit dem Browser ist auch möglich. Dort sieht man angelegte Buckets, also die in S3 global sichtbaren Verzeichnisse. Darin liegen schließlich Daten und man kann diese herunterladen und löschen. Die nötigen Zugriffsdaten bestehend aus Access Key und Secret generiert Minio beim Start. Ein Kommandozeilen-Interface erlaubt ebenfalls Zugriff auf die Inhalte und liefert auch Funktionen, um Daten von einem Minio-Server manuell regelmäßig auf einen weiteren zu replizieren.

Aufgrund der einfachen Inbetriebnahme eignet sich Minio zum einen, um Dienste mal bequem auszuprobieren, die S3-Speicher voraussetzen – so tappt man beim Betrieb in eigener Regie sicher nicht in irgendeine Cloud-Kostenfalle. Zum anderen eignet sich Minio aufgrund seines kommerziellen Hintergrunds aber auch für den produktiven Einsatz. Es stellt zum Beispiel auch einen idealen Gegenspieler für das nebenstehend besprochene Backup-Programm Restic dar. (ps@ct.de)

### Minio

S3-kompatibler Objektspeicher	
Hersteller	Minio Inc.
Website	www.minio.io
Plattformen	Linux, macOS, Windows
Preis	kostenlos (Apache License v2); Abo für kommerziellen Support



## für Daten und Berechtigungen

Analyse

Restrukturierung

Konsolidierung

Migration



VOM IST ZUM SOLL  
... UND DORT BLEIBEN



**tenfold**  
**Berechtigungs-**  
**management**  
der nächsten Generation

Automatisierung

Nachvollziehbarkeit

Sicherheit

aikux.com bereitet Ihre  
Systeme mit migRaven  
optimal für den Einsatz  
von tenfold vor.

**secIT** by Heise  
HANNOVER 2019

www.aikux.com/secIT



# Kluge Kugel

## Smart-Home-Zentrale Homey mit vielen wichtigen Funkstandards

**Ob ZigBee, Z-Wave, Baumarkt oder Bluetooth: Die Smart-Home-Kugel von Athom versteht sich auf viele Standards und verbindet unterschiedliche Komponenten unter einer Oberfläche.**

Von Sven Hansen

Die Smart-Home-Zentrale Homey steckt in einer recht ansehnlichen weißen Kunststoffkugel mit zwölf Zentimetern Durchmesser, deren leicht geneigter Äquator mit einem Kranz aus 24 RGB-LEDs durchzogen ist. Drei silberne Kunststoffmurmeln dienen als Standfüße und geben der mit 311 Gramm recht leichten Smart-Home-Zentrale Halt.

Die nötige Energie bezieht Homey aus dem mitgelieferten USB-Netzteil (2000 mA), ansonsten findet sich auf der Rückseite lediglich noch ein 3,5-mm-Anschluss für die Ausgabe von Audiosignalen – dazu später mehr.

Im Innern steckt ein Mini-Rechner (ARMv7 Cortex-A9 mit zwei 1-GHz-Kernen), vor allem aber jede Menge Funktechnik. Homey kann sich per WLAN (IEEE 802.11 b/g/n) im 2,4-GHz-Band mit dem heimischen WLAN verbinden und versteht sich auf Bluetooth LE. Darüber hinaus unterstützt die Kugel die Smart-Home-Protokolle ZigBee und Z-Wave sowie einige Protokolle im Bereich 433 MHz und 868 MHz – letztere sind zwar oft unverschlüsselt, aber hierzulande bei vielen günstigeren Zwischensteckern aus dem Baumarkt zu finden. Sie bilden die Basis einiger älterer Funk-Sets zur Licht- oder Rollladensteuerung.

Für die Ersteinrichtung des Systems benötigt man die kostenfreie Homey-App, mit der man die Kugel ins WLAN befördert. Zurzeit unterstützt die App nur Englisch und Niederländisch, die deutsche Anpassung soll in Kürze folgen. Grundsätzlich arbeitet die Zentrale auf Wunsch auch unabhängig vom Internet – für den ersten Start benötigt man dennoch ein Homey-Konto. Die Online-Anbindung ermöglicht die Remote-Steuerung über ein Smartphone und das Einbinden unterschiedlicher Programmmodule, die sogenannten „Homey Apps“. Ansonsten nutzt Homey die Internetverbindung nur, um Informationen zum Wetter abzurufen oder für die integrierte Sprachausgabe.

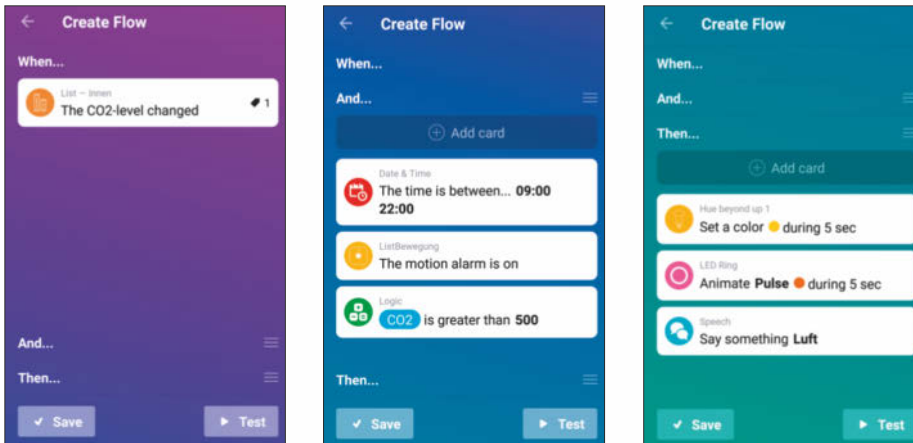
### Die App zur Kugel

Die für iOS und Android erhältliche Homey-App hat Hersteller Athom jüngst überarbeitet. Auf dem Start-Screen lassen sich vom Nutzer persönliche Favoriten zu den wichtigsten Geräten oder Aktionen ablegen, das untere Drittel nutzt die App für Statusinformationen.

Bevor man loslegen kann, muss man Homey zunächst mit dem eigenen Gerätetyp verknüpfen. Im Werkszustand ist im Bereich „Devices“ lediglich der Homey selbst gelistet und ermöglicht das Hinzufügen von ZigBee-, Z-Wave- oder Infrarot-Geräten. Z-Wave-Komponenten muss man vor dem Koppeln in den Lernmodus versetzen, fabrikneue ZigBee-Leuchten findet das System von allein, sobald man sie mit dem Strom verbunden hat.

Das Anlernen einer IR-Fernbedienung klappte im Test nicht – obwohl Homey sowohl sechs rundum strahlende IR-Blaster als auch einen IR-Empfänger verbaut hat, ließen sich einzelne IR-Befehle nicht aufzeichnen und wiedergeben.

Für Abhilfe sorgte ein Blick in den Homey-App-Store, in dem Hersteller Athom die zur Funktionserweiterung nötigen Software-Module anbietet. Die wichtigsten Erweiterungen kommen direkt vom Hersteller: Apps gibt es für die Systeme von Fibaro, Nest, Philips Hue, Netatmo, Lightify, Brennenstuhl, Honeywell und vielen anderen mehr. Hier findet sich auch eine Lösung für das IR-Problem: Zumindest für die größten TV-Hersteller bietet der Store spezielle Apps, nach deren Installation die Kugel immerhin die wichtigsten Befehle der jeweiligen TV-Fernbedienung beherrscht. Mit einem kleinen Kino-Skript lässt sich so der Start des TVs mit der passenden Lichtstimmung kombinieren.



Mit Steuerregeln, sogenannten Flows, lassen sich Ereignisse mit beliebigen Aktionen verknüpfen: Wenn sich der von der Netatmo-Station gemessene CO<sub>2</sub>-Wert in der Zeit von 9:00 bis 22:00 über die Schwelle von 500 ppm bewegt, leuchtet eine Hue-Leuchte gelb auf, Homey blinkt auf und ruft „Luft“.

Das Homey-System ist offen für Entwicklungen von Drittanbietern, Athom stellt ein passendes SDK bereit. So finden sich im Store viele zusätzliche Homey-Apps: etwa von IFTTT oder dem Lichtspezialisten Nanoleaf, aber auch von Homey-Nutzern. Etwa eine Rufnummernerkennung für die Fritzbox, ein Telegram-Bot, ein astronomischer Timer oder die mächtige HomeKit App, die alle von Homey verwalteten Devices in Apples Smart-Home-Umgebung integriert. Mit dieser von Apple nicht zertifizierten Lösung ließen sich im Test auch ältere Zwischenstecker im 868- oder 433-MHz-Band in Apples Smart-Home-Umgebung einbinden.

Die Unterstützung von Alexa und Google Assistant hingegen gehört zu den von Athom bereitgestellten Kernfunktionen. Sämtliche von Homey erkannten Aktoren waren auch für die Sprachassistenten von Google und Amazon adressierbar. Die Zentrale verfügt zudem über eine eigene Sprachausgabe. Wem der klägliche Sound des eingebauten Homey-Lautsprechers nicht genügt, schließt über den Audioausgang einfach einen größeren Speaker an.

## Schalten und walten

Über die Homey-App lassen sich verbundene Komponenten direkt schalten, die eigentliche Automatisierung jedoch erledigen sogenannte „Flows“, die man einzeln via App anlegen muss.

Im einfachsten Fall benötigt man hierfür nur einen einzelnen Trigger und einen Aktor. Beide muss man in der App

auf den entsprechenden Karten „When“ und „Then“ eintragen. So lässt sich zum Beispiel problemlos mit einer Baumarktf fernbedienung von Intertechno (Brennstuhl) die Wiedergabe einer bestimmten Radiostation auf einem Sonos-Lautsprecher hinterlegen. Ebenso leicht kann man einen Hue-Bewegungsmelder einsetzen, um eine Fibaro-Steckdose zu schalten. Macht man sich die Mühe, für Homey einen eigenen Telegram-Bot einzurichten, lassen sich Ereignisse auch per Textnachricht von unterwegs aus triggern oder man veranlasst Homey, Statusmeldungen oder Sensorereignisse via Telegram zu versenden.

Einzelne Trigger lassen sich auch logisch miteinander verknüpfen, sodass ein Ereignis erst beim Eintreten bei der Bedingungen ausgeführt wird. Auch die Aktionen sind beliebig miteinander kombinierbar.

Bei einfachen Triggern kommt man beim Anlegen der Flows mit den Wenn-/Dann-Karten aus. Kompliziert wird es, wenn man Sensorwerte abfragen möchte, um daran bestimmte Aktionen zu koppeln. Die Schwellwerte hinterlegt man nicht im „Wenn“-Teil der Regel, sondern in einem zusätzlichen Bereich „Und“. Das Strickmuster „Wenn sich eine Variable ändert und wie sich die identische Variable ändert, damit dann eine Aktion ausgeführt wird“ ist wenig intuitiv und erschloss sich im Test erst nach Rücksprache mit der englischsprachigen Kunden-Hotline.

Hat man den Bogen raus, eröffnen die Flows eine unendliche Spielwiese, um alle mit Homey verknüpften Sensoren und

Aktoren auf jede erdenkliche Weise miteinander zu verknüpfen. Dabei stellt man allerdings fest, dass die App in Sachen Übersichtlichkeit schnell an ihre Grenzen stößt. Mit Homey v2 hat Athom nach eigenen Aussagen einen klaren Fokus auf die Steuerung per Smartphone gesetzt – für die Vorversion hatte der Hersteller noch eine Desktop-Software zum Verwalten der recht komplexen Flows im Angebot. Momentan existiert nicht einmal eine App, die von einem größeren Tablet-Display Gebrauch machen würde. Auf dem Smartphone lässt sich jeweils nur ein Teil einer Regel einblenden, man hat also nicht einmal einen gesamten Flow voll im Blick, geschweige denn einen Überblick über Dutzende Regeln.

Athom gibt an, dass man Homey mit etwa 20 Apps bespielen kann, ohne dass das System ins Stocken gerät. Für größere Installationen empfiehlt das Unternehmen die Pro-Version der Zentrale, die mit 1 GByte statt 512 MByte RAM ausgestattet ist. Spätestens wenn man mit Homey 40 Smart-Home-Systeme unterschiedlicher Hersteller orchestriert, wird man eine anständige Desktop-Software oder eine entsprechende Web-Oberfläche vermissen.

## Fazit

Besonders spannend an Homey ist die Einbindung älterer Funkkomponenten, die mit der Zentrale als Steuerinstanz ein ordentliches Funktions-Update erhalten und sich nahtlos mit aktuellen Smart-Home-Komponenten vernetzen. Größter Pferdefuß neben der immerhin angekündigten deutschen Sprachunterstützung ist die fehlende Programmiermöglichkeit über ein großes Display – egal ob Web-Interface oder dedizierte Software.

Schon jetzt ist die Multi-Standard-Kugel eine gute Lösung für diejenigen, die viel in smarte Insellösungen investiert haben und ihr individuelles Smart-Home-Archipel zu einer geschlossenen Landmasse verbinden wollen. (sha@ct.de) **ct**

## Homey V2

Smart-Home-Zentrale	
Hersteller	Athom, <a href="http://www.athom.com">www.athom.com</a>
Lieferumfang	Zentrale, Netzteil
Konnektivität	WLAN (IEEE 802.11 b/g/n (2,4 GHz), ZigBee, Z-Wave, 433 MHz, 866 MHz, IR-Transmitter/-Receiver, Bluetooth)
Standby	1,9 Watt / 4,1 VA
Preis	300 €



# Edel-Speicher

## Leiser Netzwerkspeicher und Mediaserver: QNAP HS-453DX



**Das „SilentNAS“ HS-453DX fürs Wohnzimmer soll unhörbar sein. Tatsächlich konnten wir mit SSD-Bestückung ein Betriebsgeräusch weder wahrnehmen noch messen. Mit Festplatten hörte sich das etwas anders an.**

Von Ernst Ahlers

Auf dem Sideboard neben der Unterhaltungselektronik fällt das HS-453DX nicht weiter auf, die flache Schachtel fügt sich nahtlos ein. Dank gleich zweier HDMI-Anschlüsse (2.0, 1.4b) und Analogaudio-Ports kann man sie problemlos als Medienabspieler bis 4K-Auflösung einsetzen. Dafür bietet QNAP Software-Erweiterungen an, unter anderem Plex, Roon und eigene Tools, die sich mit der beiliegenden Infrarot-Fernbedienung bequem vom Sofa aus steuern lassen. Das Mediacenter Kodi steckt – seiner Addons beraubt – in der QNAP-App HD Player.

Das Einrichten des NAS fällt leicht: Eine grafische Anleitung veranschaulicht, wie man Festplatten und M.2-SSDs bestückt. Wer Letztere einbauen will, muss den 5 Millimeter dicken, massiven Aluminiumdeckel abschrauben, der hauptverantwortlich für die Systemkühlung ist. Dabei lösen sich drei Kühlpads auf CPU, Spannungsreglern und NBase-T-NIC (Aquantia AQC107), die vor der Remontage zu erneuern sind. Das erfordert ein bisschen Umsicht, stellt PC-Bastler aber nicht vor Probleme. Ein Satz Pads liegt dem Gerät bei. Nach dem Hardware-Setup geht es wie gewohnt per Browser weiter, wo ein Assistent den Nutzer an die Hand nimmt.

Der Quad-Core-Prozessor Celeron N4105 hat genug Dampf, um über die Erweiterung Container Station eigene Serverdienste per Docker (17.09.1-ce) zu betreiben. Die 4 GByte RAM des Basismodells sollten für eine Handvoll Container ausreichen: Mit einigen Erweiterungen blieben im Test 1,7 GByte frei.

Das Gerät zog mit zwei drehenden NAS-Festplatten (ST4000VN008) rund 21 Watt aus der Steckdose und wurde deutlich warm (38 °C in der Deckelmitte). Man sollte es also nicht als Ablage missbrauchen, sondern frei stehen lassen. Dann kann die passive Kühlung durch Konvektion wirken und die Lebensdauer von Gerät und Massenspeichern steigern.

Das gilt ebenso, wenn das NAS mit SSDs versehen ist, auch wenn es dann mit rund 14 Watt ein gutes Stück weniger Leistung zieht und auch nicht so warm wird. Lässt man die Festplatten nach einer einstellbaren Zeit (5 bis 60 Min.) ohne Zugriffe schlafen gehen, dann fällt die Leistungsaufnahme ebenfalls auf dieses Niveau.

Die Angaben gelten für eine 10-Gbit/s-Verbindung über den NBase-T-Port, womit wir auch den Durchsatz über Windows-Freigaben maßen (siehe Tabelle). Eine Gigabit-Ethernet-Verbindung über den anderen LAN-Port senkte die Leistungsaufnahme um 2,4 Watt, limitiert den Durchsatz aber auch auf 115 MByte/s.

Mit zwei zu einem RAID 1 gekoppelten Festplatten kam der Durchsatz bestenfalls auf knapp 170 MByte/s; mehr geben die Platten nicht her. Dabei machte es wenig aus, ob der Zugriff verschlüsselt oder unverschlüsselt erfolgte.

Bei drei zu einem RAID 5 gekoppelten SATA-SSDs kletterte der Durchsatz dras-

tisch: Unverschlüsselt lieferte das NAS große Dateien mit 680 MByte/s aus, verschlüsselt immerhin noch mit 524 MByte/s. Die Schreibrate brach beim Verschlüsseln aber viel stärker von 452 auf 185 MByte/s ein. QNAP hat anders gemessen (Volume- statt Ordnerschlüsselung, vier statt drei SSDs) und nennt online deshalb höhere Werte. So oder so hat der NBase-T-Port seine Berechtigung.

Mit 0,5 Sone bei drehenden Platten war das NAS geräuschkompakt gerade noch wohnzimmerkompatibel, wobei die Lautstärke allein vom Plattentyp abhängt. Gehen die Platten schlafen oder verwendet man ausschließlich SSDs, wird das Gerät unhörbar (unterhalb der Messgrenze unseres Systems von 0,1 Sone/17 dBA).

### Fazit

Mit anderen als den von uns gewählten NAS-Festplatten dürfte das HS-453DX im Betrieb noch ein Stück leiser werden. Das Gerät kann mit SSD-Bestückung seinen schnellen NBase-T-LAN-Port weitgehend ausreizen: Mit bis zu 680 MByte/s beim Lesen und 470 MByte/s beim Schreiben muss man beim Transfer großer Dateien nicht lange warten. Wer einen Wohnzimmer-kompatiblen, flotten Netzwerkspeicher möchte, macht mit dem HS-453DX nichts falsch, muss dafür aber auch einiges investieren. (ea@ct.de) **ct**

## QNAP HS-453DX

Netzwerkspeicher fürs Wohnzimmer		
Hersteller	QNAP, <a href="http://www.qnap.de">www.qnap.de</a>	
Bedienelemente	Ein, Reset, 3 Statusleuchten, IR-Fernbedienung (RM-IR004)	
Anschlüsse	2 × RJ45 (NBase-T bis 10 Gbit/s, Gigabit-Ethernet), HDMI 2.0, HDMI 1.4b, USB-C (3.0), 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0, 3 × Klinkebuchse 3,5 mm (Line out, 2 × Mic in)	
Laufwerksschächte	2 × 3,5" mit Tray und Hot Swapping, 2 × M.2-2280, alle SATA	
getestete Firmware	4.4.0820 (20190119)	
SMB-Durchsatz (W/R) unverschlüsselt	HDD: 2 × ST4000VN008 (RAID 1)	SSD: 3 × 860 Evo 250 GByte (RAID 5)
kleine Dateien (1000 × 256 KByte)	66 / 15 MByte/s	62 / 22 MByte/s
mittlere Dateien (100 × 2 MByte)	119 / 61 MByte/s	139 / 145 MByte/s
große Dateien (10 × 400 MByte)	145 / 167 MByte/s	452 / 680 MByte/s
Geräuscentwicklung (Idle)	0,5 Sone	< 0,1 Sone
Leistungsaufnahme (Idle)	21,4 Watt (40,0 VA)	14,4 Watt (29,8 VA)
Preis	680 € (4-GByte-Modell, ohne Platten)	

Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Leiterplatten-Untersetzer  
nur 14,70 €

[www.ix.de/test](http://www.ix.de/test)



[www.ix.de/test](http://www.ix.de/test)



49 (0)541 800 09 120



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



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



## Datei-Ranger

**Ranger ist ein leicht bedienbarer Dateimanager für die Konsole, der einfach zu erweitern ist.**

Der konsolenbasierte Dateimanager Ranger orientiert sich am Texteditor vim. Er ist vollständig über die Tastatur bedienbar, erfordert allerdings etwas Einarbeitung. Shortcuts, mit denen vim Text verschiebt und kopiert, funktionieren auch in Ranger. Aber auch per Mausklick lassen sich Ordner und Dateien auswählen. Ähnlich wie ein Browser öffnet Ranger mehrere Tabs, zwischen denen man mit der Tastatur wechselt.

Das Fenster des Filemanagers besteht aus drei Spalten. Die mittlere stellt das aktuelle Verzeichnis dar und die linke Spalte das übergeordnete. Rechts zeigt Ranger eine Vorschau der ausgewählten Datei. Sie unterstützt sämtliche Plain-Text-Formate und sogar Bilder – allerdings funktioniert das nicht in jedem Terminal-Emulator und muss in der Konfiguration aktiviert werden.

Unter anderem kann Ranger nach Dateinamen filtern, massenweise umbenennen, Rechte ändern und eine Shell im aktuellen Verzeichnis öffnen. Die Kommandos dafür listen das GitHub-Wiki und die Manpage auf. Neben benutzerdefinierten Tastaturkürzeln lassen sich auch eigene Kommandos konfigurieren, die man in Python programmiert.

Leider unterstützt Ranger aktuell keine Remote-Verbindungen über Protokolle wie FTP, dazu muss man auf andere Programme wie Midnight Commander zurückgreifen.

(Otis Sotek/jam@ct.de)

## Ranger 1.9.2

Dateimanager für die Konsole	
Entwickler	Roman Zimbelmann u.a., <a href="https://ranger.github.io">https://ranger.github.io</a>
Systemanf.	Linux oder Unix-ähnliches Betriebssystem
Preis	kostenlos



## Rollendes Maß

**Für Basteln, Schneiden und anderes Handwerk ist das elektronische Maßband Rollova einen Blick wert. Damit misst man Längen auch um Kurven herum und auf unebenen Flächen.**

Zollstöcke sind zu steif, um auf unebenen Oberflächen oder entlang ungerader Strecken zu messen. Mit Maßbändern geht das, damit wirds aber schnell fummelig und ungenau. Rollova macht das besser: Um das Edelstahl-Gehäuse dreht sich ein gummiertes Rad. Hält man den Knopf auf der Rückseite gedrückt und rollt das Gerät, zeigt ein OLED-Display die zurückgelegte Distanz an – in Zentimetern auf eine Dezimalstelle gerundet, in Zoll auf zwei oder als Zoll-Bruchwert.

Rollova ist ab Werk über einen Meter auf rund 2 bis 3 Millimeter genau. Mit der Adjust-Option kann man selbst nachjustieren. Die letzten 99 Messungen lassen sich speichern und wieder abrufen. Da die Aufhängung des Rades etwas Spiel hat, ist die Menü-Bedienung fummelig. Auf die Genauigkeit der Messungen wirkt sich das jedoch nicht merklich aus.

Mit einem kleinen Knopf weist man Rollova an, den eigenen Durchmesser in die Messung einzuberechnen. So misst man auch problemlos zwischen Ecken. Der Maßstab lässt sich nicht verändern. Auf glatten Oberflächen muss man sehr darauf achten, dass das Rad nicht durchrutscht – der Grip lässt sehr zu wünschen übrig, was Messungen verfälschen kann. Strom liefern zwei beiliegende CR1632-Knopfbatterien. Auch dabei sind Ersatz-Gummirad und Leder-Etui. (jube@ct.de)

## Hozo Design Rollova

Elektronisches Maßband	
Hersteller	Hozo Design, <a href="http://www.hozodesign.com">www.hozodesign.com</a>
Maße / Gewicht	5,2 cm × 1,2 cm / 35 g
Preis	50 €



## Budget-Ergonomie

**Die Hochkantmaus von Silvercrest ist spottbillig. Das merkt man ihrer Verarbeitung an, ansonsten überzeugt sie aber mit Minimalismus.**

Die ergonomische Funkmaus von Silvercrest, Lidl's Elektrogeräte-Hausmarke, gibt es für unter 15 Euro beim Discounter.

Der günstige Preis schlägt sich in der Verarbeitung nieder: Einige Gehäuseränder sind mäßig entgratet, Soft-Touch- und Glanz-Plastik-Teile sind anfällig für Fingerabdrücke. Insgesamt wirkt die Maus etwas klapprig, das ist aber verkraftbar. Der gummierte Daumenbereich und die leisen Maustasten sind angenehm für Finger und Ohren. Im Batterieslot an der Unterseite findet der beiliegende Funk-Dongle Platz.

Der feste Neigungswinkel und die Form sind angenehm, die Maus ist allerdings eher klein – das klickbare Mausrad und die zwei Daumentasten sind für große Hände nur schwer zu erreichen. Selbst mit eingelegten AAA-Batterien, von denen zwei beiliegen, wiegt sie nur 113 Gramm und bedient sich bei hohen DPI bequem aus Fingern und Handgelenk. Ein Schalter verändert die Auflösung zwischen 800 und 2400 dpi.

Silvercrests Vertikalmaus hat wenig Besonderes zu bieten. Diese Schlichtheit macht sie interessant für Sparfüchse, die die ergonomische Mausvariante mal antesten wollen. (jube@ct.de)

## Silvercrest Funkmaus

Günstige Vertikalmaus	
Hersteller	Silvercrest / Lidl, <a href="http://www.lidl.de">www.lidl.de</a>
Verbindungstyp / Stromversorgung	2,4-GHz-Funk (proprietär) / 2 × AAA-Batterien (mitgeliefert)
Sensorauflösung (dpi)	800, 1600, 2400
Preis	13 €



# VOICE THEMENFORUM

## für IT-Entscheider



Foto: © PHOTOMORPHIC PTE. LTD. – AdobeStock.com

VOICE  
CIO Service GmbH



7. März 2019, DB Systel GmbH in Frankfurt

## DevOps – Wandel der Firmenkultur meistern

DevOps erfordert einen Wandel in der Firmenkultur. Die Entwicklung vom Expertensilo zu kleinen, autonom arbeitenden agilen Teams erfordert die Überwindung des traditionellen Konflikts zwischen Entwicklung und Betrieb. Beim Aufbau und Management flexibler Microservices-Architekturen erleichtert Automatisierung die Qualitätssicherung und das Testen. Zu einem der wichtigsten Faktoren für den Erfolg zählt aber nicht zuletzt das Vertrauen innerhalb des Teams.

## IMPULSVORTRÄGE – INTERAKTIVES ARBEITEN – NETWORKING

### ■ Das erwartet Sie:

Das 7. VOICE THEMENFORUM erarbeitet, welche Möglichkeiten DevOps bietet. Wie erreichen Sie eine effektivere und effizientere Zusammenarbeit der Bereiche Entwicklung, IT-Betrieb und Qualitätssicherung? Vertiefen Sie auf diesem Forum auch die Ergebnisse des VOICE ENTSCHEIDERFORUM 2018.

Auszug aus dem Programm:

Impulsvortrag: „Need for Speed“ – warum der Innovationsdruck DevOps unausweichlich macht // Dr. Martin Strunk, Fachbereichsleiter Individualentwicklung für den Personenverkehr, DB Systel GmbH

Gastgeber des VOICE THEMENFORUM ist die DB Systel GmbH, die als Anbieter von Informations- und Telekommunikationsdiensten der Deutschen Bahn fungiert.

Kostenlose Registrierung, bitte melden Sie sich bei [jed@heise.de](mailto:jed@heise.de)



Foto: © vege – Fotolia.com

Sponsoren:



Weitere Informationen und Anmeldung unter:

[www.heise-events.de/voice\\_themenforum](http://www.heise-events.de/voice_themenforum)



## Rund getippt

**Für 25 Euro bietet die Circle-Tastatur von Speedlink Retro-Look mit knubbeligen Tasten. Verarbeitung und Ausstattung passen allerdings zum Preis.**

Das abgerundete Gehäuse macht sich optisch gut auf dem Tisch, die Oberplatte aus Glanz-Plastik nimmt allerdings schnell Fingerfett an und ist schwierig zu reinigen. Obwohl sie recht edel aussieht, ist die Circle eine Folientastatur mit einfachen Rubber-Dome-Schaltern. Die sind nicht so präzise und zuverlässig wie hochwertigere Schalter, lösen aber leise und mit knackigem Druckpunkt aus. Die Leertaste fällt dagegen unangenehm laut auf und klemmt manchmal, trifft man sie nicht mittig. Andere Schaltertypen kann man nicht wählen.

Die Tastenbelegung ist im DE-Layout, von US-Layouts übernommen ist die einzeilige Enter-Taste und die darüber liegende Taste für # und Hochkomma. Die Tasten sind rund und unbeleuchtet, die weiße Beschriftung ist weniger kontrastreich, als für die Augen angenehm wäre. Auf F1 bis F11 liegen per Fn-Kombination erreichbare Funktionen für Medien- und Systemsteuerung.

Mit Klappfüßen an der Unterseite kann man die Tastatur hinten aufstellen. Da sie recht hoch ist, wäre eine Handauflage schön gewesen. Insgesamt ist die Speedlink Circle etwas klapprig und nicht sonderlich hochwertig. Für den günstigen Preis bekommt man allerdings eine bodenständige USB-Tastatur mit ungewöhnlichem Look, die tut, was sie soll. (jube@ct.de)

## Speedlink Circle

Günstige Bürotastatur	
Hersteller	Speedlink, <a href="http://www.speedlink.com">www.speedlink.com</a>
Verbindungstyp / Schaltertyp	USB / Rubber Dome
Preis	25 €



## Haftbar

**Mit selbstklebenden Folien für Laserdrucker können Sie zu Hause Startnummern, Vereinslogos oder Hinweisschilder drucken. Sie trotzen Wetter und Waschstraßen – lassen sich aber auch nach Jahren noch entfernen.**

Wenn nur dem Lack nichts passiert: Aufkleber für Autos haben den Ruf, entweder nicht zu halten oder kaum wieder ablösbar zu sein. Mit den Signolit-Folien von Folex für Laserdrucker brauchen Sie sich nicht um das heilige Blech zu sorgen, denn die lassen sich auch nach Jahren rückstandslos entfernen.

Das haben etliche Mitglieder des Corvette Club Hannover ausprobiert: Seit 2015 wurden die Folien hier nicht nur für Aufkleber mit dem Club-Logo verwendet, sondern auch als Motto-Aufkleber für Ausfahrten und Veranstaltungen. Mit herkömmlichen Farblaserdruckern von Samsung und Oki bedruckt erwiesen sich die Aufkleber als sehr beständig, ließen sich aber trotzdem auch nach drei Jahren noch problemlos wieder vom Lack ablösen.

Die Folien gibt es für Laser- und Tintenstrahldrucker in transparent und weiß sowie gold- und silberfarben in Packungsgrößen von 50 oder 500 Blatt. Die Firma AC-Concept bietet auf ihrer Homepage und bei eBay auch Kleinmengen an, zehn Aufkleber für Laserdrucker kosten auf eBay rund 8 Euro inklusive Porto – im Shop kommen knapp 5 Euro Porto obendrauf. (mid@ct.de)

## Folex Signolit CLP

Selbstklebende Folien für Laserdrucker	
Hersteller	Folex, <a href="http://folex.ch">folex.ch</a>
Anbieter	AC-Concept, <a href="http://ac-concept.de">ac-concept.de</a>
Preis	10 Blatt für 8 € über eBay



## Ideen ordnen

**Die Kreativ-App Mindly schafft es, ansonsten eher sperrige Mind-Maps auf dem Smartphone-Bildschirm unterzubringen.**

Mind-Mapping hat sich als Brainstorming-Technik bewährt. Die hierarchische Gliederung in Haupt- und Unterknoten lenkt die Gedanken in geordnete Bahnen. Die Mindly-App weicht zwar von der klassischen Mind-Map-Darstellung ab, folgt aber dem hierarchischen Prinzip: Um das Hauptthema kreisen mehrere Unterthemen. Ein Fingertipp holt sie in den Mittelpunkt und offenbart deren Unterpunkte. Das funktioniert auch auf einem Smartphone-Bildschirm gut. In der vollständigen Mind-Map-Darstellung zeigt die App zur Kontrolle das gesamte Dokument.

Die Knoten lassen sich mit Symbolen anreichern. Den Text umbricht die App nicht an Silben, sondern an dem Zeichen, das gerade am Rand steht. Man kann keine Kontakte, Web-Links oder Aufgaben einbinden, Maps nicht verlinken und nicht im Team arbeiten. Mindlys Einfachheit hat aber auch Vorteile: Man muss keine hochvernetzte Software mit etlichen Diagrammtypen bedienen lernen. Map erstellen, als PDF versenden, fertig.

Die kostenlose Basis-App erlaubt maximal drei Dokumente mit jeweils höchstens 100 Elementen, was erst mal ausreicht. Die Vollversion für Android synchronisiert auf Wunsch mit der Dropbox, die für macOS mit der iCloud. Im Browser kann man Mindly leider nicht benutzen, es gibt aber eine Version für macOS ab 10.11. (akr@ct.de)

## Mindly

Brainstorming-App	
Hersteller	Dripgrind, <a href="http://www.dripgrind.com">www.dripgrind.com</a>
Systemanf.	Android ab 5.0, iOS ab 9.0
Preis	kostenlos/5,99 €



SAMSUNG

# Galaxy S10+

NEU!

ab **0€** einmalig

Nur bis 07.03.  
inklusive Galaxy Buds!



## JETZT VORBESTELLEN: DAS NEUE GALAXY S10+

Bestellen Sie jetzt das brandneue Galaxy S10+ schon ab einmalig 0,- € und sichern Sie sich die Bluetooth Kopfhörer Galaxy Buds für ein klangvolles Musikerlebnis gratis dazu (UVP 149,- €)! **Bis zum 07.03.!**\*

Dazu telefonieren und surfen Sie endlos z. B. mit der 1&1 All-Net-Flat L. Inklusive 1&1 Austausch-Service, der cleveren Alternative zur Handy-Versicherung: 1&1 tauscht Ihr defektes Smartphone innerhalb von 24 h vor Ort aus. Ohne Formalitäten – bei technischem Defekt, Display-Bruch oder Wasserschaden.

\*Samsung Galaxy S10+ für 0,- € einmalig in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat L für 59,99 €/Monat die ersten 12 Monate, danach 79,99 €/Monat. 24 Monate Vertragslaufzeit. Bereitstellungspreis 29,90 €. 1&1 Austausch-Service gilt nicht für die zusätzlichen Kopfhörer und nicht bei mutwilligen Schäden, und sofern der letzte selbstverschuldete Schaden weniger als 12 Monate zurückliegt. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, Elgendorfer Straße 57, 56410 Montabaur. Für private Endkunden ab 18 Jahren und gewerbliche Endkunden. Bei verbindlicher Vorbestellung eines für den deutschen Markt bestimmten Galaxy S10+ oder Galaxy S10+ („Aktionsgerät“) bei teilnehmenden Händlern / Netzbetreibern vom 20.02. bis 07.03.2019, erhält der Käufer die Galaxy Buds (SM-R170NZWADBT) gratis („Zugabe“). Für den Erhalt der Zugabe ist eine Registrierung auf dem Aktionsgerät über die vorinstallierte Samsung Members App bis spätestens 05.04.2019 erforderlich (Samsung Account erforderlich). Versand der Zugabe in der Regel innerhalb von 45 Werktagen nach gültiger Registrierung an Lieferadresse in Deutschland. Pro Haushalt max. 3 Aktionsgeräte. Nur solange der Vorrat reicht. Aktion nicht kombinierbar mit anderen Aktionen von Samsung. Weitere Informationen zur Aktion, dem Registrierungsprozess sowie vollständige Teilnahmebedingungen unter [samsung.de/galaxy-s10-vorbestellen](https://samsung.de/galaxy-s10-vorbestellen).

1&1

1und1.de  
02602 / 96 96





# Mit wahlweisen Vorzügen

## Von 200 bis 300 Euro: Die Android-Smartphones Motorola Moto G7, G7 Plus und G7 Power

**Glamour steckt in den Handys um 250 Euro nicht, aber viel Vernunft. Unter Verzicht auf High-End-Schnickschnack wie Dreifach-Kamera, Drahtlosladen oder die hierzulande eh unbrauchbaren LTE-Supermodi begleiten sie einen zuverlässig durch den Alltag. Motorola bringt gleich vier neue Smartphones der Moto-G-Reihe.**

Von Jörg Wirtgen

**B**isher fuhr man ganz gut damit, einfach zum Moto G der aktuellen Generation zu greifen, wenn man sich vom Hype um die Handy-Flaggschiffe nicht so angezogen fühlt. Doch mit der G7-Generation muss man sich auseinandersetzen: G7, G7 Plus, G7 Play, G7 Power – ganz schön kompliziert, gerade wenn man sich nicht so detailliert für Handys interessiert. Beim ersten Ausprobieren bleiben über: das G7 für 250 Euro, das G7 Plus mit vor allem besserer Kamera für 300 Euro, das G7 Power mit stärkerem Akku, allerdings

schlechterer Ausstattung für 210 Euro. Das G7 Play hingegen stellt sich auch aufgrund des Preises von 150 Euro anderen Kontrahenten – der Name soll wohl Spieletauglichkeit andeuten, doch eher fällt einem zu 2 GByte Hauptspeicher, 32-Bit-Prozessor und nicht einmal 350 cd/m<sup>2</sup> hellem Display „Spielzeug“ ein. Es soll hier keine weitere Beachtung finden.

### Display und Kamera

Alle drei haben fast identische Maße und 6,2-Zoll-Displays; eingeschaltet erkennt

### Motorolas G7-Serie: Laufzeiten und Benchmarks

Modell	Video-Streaming [h]	lokales Video [h]	3D-Spiele [h]	Coremark Single [Punkte]	Geekbench Multi [Punkte]	3DMark Ice Storm [Punkte]	Sling Shot Extreme [Punkte]	Ladezeit [h]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Motorola Moto G7	8,8	10,2	5,5	8461	4740	14705	537	1,6
Motorola Moto G7 Plus	9	10	6,3	8478	4954	19422	948	0,7
Motorola Moto G7 Power	18,8	21,5	11,7	8449	4489	14834	541	2,4
Huawei Mate 20 Lite	9,5	10	6,7	10327	– (läuft nicht)	20335	1121	1,8
Samsung A7	12,3	16,1	7,5	10288	4442	15153	734	2,3



### Moto G7

Der nur einen Zentimeter breite Notch oben im Display stört kaum, er lässt genug Platz für Icons und Informationen. Die Fotos zeigen schöne Farben, aber sogar bei ausreichendem Licht ein sichtbares Rauschen, Glättungsartefakte und wenig Details in den Schatten. Bei nachlassendem Licht nehmen die Artefakte zu. Manchmal belichtet die Kamera zu kurz, sodass die Fotos düster werden. Die Fotos liegen damit etwas unter dem Niveau von Huawei Mate 20 Lite und Samsung A7.

Die Innereien sind mit einer Schutzschicht gegen Wasser versiegelt. Das entspricht keiner IP-Schutznorm und erlaubt keine Tauchgänge, sollte aber Schäden bei kurzem Untertauchen verhindern und das Benutzen im Regen erlauben. Mehr ist in dieser Preisklasse schwierig, die Kontrahenten bieten nicht mal das. Der Lautsprecher klingt mäßig, erreicht keine hohe Lautstärke und verzerrt. Der Ohrhörer springt bei der Medienwiedergabe an, aber mit keiner höheren Lautstärke als beim Telefonieren. Ein Stereoeffekt entsteht so nicht.

Bei ausgeschaltetem Display startet man bei allen drei die Kamera wie bei Motorola üblich durch zweifaches Drehen im Handgelenk. Die Fingerabdruckscanner liegen auf der Rückseite weit genug von der Kamera entfernt, um sie nicht zu verschmieren.

- 👆 Display okay
  - 👆 Kamera okay
  - 👇 mittelmäßige Laufzeit
- Preis: 250 Euro



### Moto G7 Plus

Der größte Vorteil ist die Kamera: Sie belichtet treffgenauer, zeigt mehr Schattendetails und enttauscht sensibler – bei schlechtem Licht blieben mehr Details erhalten. Auch löst sie schneller aus, sodass im Test nichts verwackelte.

Damit nimmt das G7 Plus bessere Fotos auf als die ähnlich teuren Huawei Mate 20 Lite und Samsung A7. Sogar das Nokia 8.1 (siehe S. 106) mit für seine 400 Euro schon guten Kamera musste sich meist geschlagen geben.

Weitere interessante Vorteile: Quick Charge 4 füllte den Akku in 15 Minuten halb, in 42 Minuten voll. Rekord! Zudem gibts WiFi 5 (11ac), Bluetooth 5.0 mit dem latenzreduzierenden aptX-Codec und schnelleres LTE. Der Ohrhörer springt zur Soundausgabe an, sodass im Querformat ein leichter Stereoeffekt mit vergleichsweise gutem Klang entsteht. Anders als das G7 formatiert das G7 Plus Speicherkarten nicht als internen Speicher, sodass sie nur für Fotos, Filme und spezielle App-Daten taugen.

Der Snapdragon-SoC 636 läuft in 3D-Benchmarks deutlich schneller als der 632. Bei unseren Rechenbenchmarks lag er allerdings mal unwesentlich vor, mal unwesentlich hinter dem 632. Display und leider auch Laufzeit entsprechen hingegen weitgehend denen des G7.

- 👆 gute Kamera
  - 👆 gute Ausstattung
  - 👇 mittelmäßige Laufzeit
- Preis: 300 Euro



### Moto G7 Power

21,5 Stunden Offline-Video-Laufzeit, das ist c't-Rekord. Bisher galten 17 Stunden als hervorragend, erreicht nur von einer Handvoll Geräte wie OnePlus 6T, Asus ZenFone Max oder CAT S61. Auch in den anderen Laufzeitmessungen übertrifft das G7 Power unsere bisherigen Bestmarken um mindestens 20 Prozent. Die Ladezeit fällt wiederum arg lange aus.

Das Gehäuse ist nur marginal größer als das der anderen beiden. Die Kamera liefert praktisch die gleichen Fotos wie die des G7 – für den Preis ganz gut.

Der größte Nachteil gegenüber den anderen G7 mag das Display mit leicht blässeren Farben und niedrigerer Auflösung sein. Schriften wirken nicht so scharf, Fotos nicht so knackig wie auf den anderen Displays; Spiele laufen aber etwas schneller. Immerhin leuchtete es heller als die beiden anderen Panels.

Die Liste der weiteren Nachteile: Das Power ist nicht spritzwassergeschützt, dem WLAN fehlt das bei Funkverstopfung hilfreiche 5-GHz-Band, das LTE kennt keine Kanalbündelung. Zudem haben nicht alle Ländervarianten NFC – auch unser Testgerät kam ohne diese Möglichkeit, per Google Pay mit dem Handy zu zahlen. Ein Lautsprecher fehlt, Musik kommt nur über den mäßig klingenden Ohrhörer.

- 👆 extreme Laufzeit
  - 👇 niedrige Displayauflösung
  - 👇 mäßige Ausstattung
- Preis: 210 Euro

man wenigstens das Power, da es eine breitere und daher störende Einkerbung im Display für die Kamera hat – der Notch. Allen dreien liegt eine transparente Silikonhülle bei.

Die Displays sind LCD-TFTs mit großem Blickwinkel und kräftigen Farben, die aber nicht an gute IPS-TFTs oder gar an OLEDs heranreichen. Auch die maximale Helligkeit des G7 und G7 Plus könnte höher sein, mit 400 cd/m<sup>2</sup> erkennt man in der Sonne wenig. Immerhin zeigen sie Full-HD-Auflösung, was in der Preisklasse des G7 noch keine Selbstverständlichkeit ist. Das Display des G7 Power hat eine geringere Auflösung und etwas blässere Farben.

Die Kameras des G7 und G7 Power liefern klassentypische Ergebnisse: ganz gute Fotos bei ausreichendem Licht, viele Glättungsartefakte bei schlechtem. Das Scharfstellen dauerte vergleichsweise lange, trotz Stativ waren ungewohnt viele Aufnahmen unscharf. In jeder Hinsicht viel besser schlägt sich die Kamera des G7 Plus; ein Tele fehlt, was bei der für 300 Euro schon überdurchschnittlichen Leistung aber auch unrealistisch wäre.

## Hardware und Laufzeiten

Der Prozessor des G7 und G7 Power ist für die Preisklasse voll ausreichend, dem Alltag gewachsen und auch einem Spielchen in reduzierter Detailtiefe nicht abgeneigt. Der Prozessor des G7 Plus beschleunigt 3D-Spiele um rund 50 Prozent.

Alle drei Modelle haben ausreichenden Hauptspeicher und Flash, andere Konfigurationen sind nicht lieferbar. Auch ein Slot für eine Speicherkarte ist vorhanden, die sogar gleichzeitig mit zwei SIM-Karten eingelegt sein kann. Das G7 und das G7 Power können die microSD als internen Speicher formatieren, das G7 Plus seltsamerweise nicht. Sie kommen mit USB-C-Anschluss und erkennen dort angeschlossene USB-Sticks oder Massenspeicher, steuern aber keine Displays an.

G7 und G7 Plus laufen fast gleich lang und dürften die meisten Nutzer zuverlässig über den Tag bringen. Viele ähnlich teure Kontrahenten laufen allerdings länger. Die Ladezeiten des G7 Plus wiederum sind die bisher kürzesten. Das G7 Power macht seinem Namen alle Ehre und übertrifft die bisherigen Laufzeitrekorde um ganze 20 Prozent. Dass die Ladedauer so lang ausfällt, wiegt daher nicht so schwer.

Motorola installiert Android 9 mit wenigen Änderungen und ohne Bloatware,

Updates sollen zwei Jahre lang kommen. Allerdings lief bei Redaktionsschluss noch das Sicherheitsupdate vom Dezember.

## Fazit

Am liebsten würde man ein G7 Power Plus kaufen – aber Motorola drückt sich davor, die gute Ausstattung mit der langen Laufzeit zu kombinieren. So wirkt das G7 in Konsequenz: Besser legt man entweder für die Kamera des G7 Plus einen Fuffi drauf oder spart einen mit dem G7 Power – und nimmt das schlechtere Display für die doppelte Laufzeit in Kauf.

Harte Konkurrenten aus unserem Test in [1] sind das Samsung A7 (farbkräftiges OLED-Display, Laufzeiten zwischen G7 und G7 Power, Weitwinkelkamera) und das Huawei Mate 20 Lite (schneller Prozessor). Kameramäßig liegen sie etwa auf Niveau der G7 und G7 Power; das Moto G7 Plus macht schönere Fotos: Es hat die wohl beste Kamera seiner Preisklasse. (jow@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Jörg Wirtgen, Ziemlich gute Handys, Android-Smartphones um 300 Euro, c't 26/2018, S. 112

## Motorolas G7-Serie: Technische Daten

Modell	Moto G7	Moto G7 Plus	Moto G7 Power
Hersteller	Motorola	Motorola	Motorola
Betriebssystem / Patchlevel	Android 9 / Dezember 2018	Android 9 / Dezember 2018	Android 9 / Dezember 2018
Farben	Schwarz, Weiß	Blau, Rot	Schwarz, Blau, Violett
<b>Ausstattung</b>			
Prozessor	Qualcomm Snapdragon 632	Qualcomm Snapdragon 636	Qualcomm Snapdragon 632
Kerne × Takt	4 × 1,8 GHz, 4 × 1,8 GHz	4 × 1,8 GHz, 4 × 1,6 GHz	4 × 1,8 GHz, 4 × 1,8 GHz
Grafik	Qualcomm Adreno 506	Qualcomm Adreno 509	Qualcomm Adreno 506
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei)	4 GByte / 64 GByte (46 GByte)	4 GByte / 64 GByte (46 GByte)	4 GByte / 64 GByte (46 GByte)
Wechselspeicher (Format) / int. Format	✓ (MicroSD) / ✓	✓ (MicroSD) / –	✓ (MicroSD) / ✓
WLAN / 5 GHz / Antennen <sup>1</sup>	WiFi 4 / ✓ / 1	WiFi 5 / ✓ / 1	WiFi 4 / – / 1
Bluetooth / NFC / GPS	4.2 LE / ✓ / ✓	5.0 LE, aptX / ✓ / ✓	4.2 LE / – / ✓
LTE / SAR-Wert (Head, EU)	Cat.7 / 0,365 W/kg	Cat.13 / 0,542 W/kg	Cat.5 / 0,21 W/kg
SIM / Dual / SD separat / eSIM	nanoSIM / ✓ / ✓ / –	nanoSIM / ✓ / ✓ / –	nanoSIM / ✓ / ✓ / –
Fingerabdrucksensor	Rückseite	Rückseite	Rückseite
Kopfhöreranschluss	✓	✓	✓
USB-Anschluss / OTG / DP	Typ-C (2.0) / ✓ / –	Typ-C (2.0) / ✓ / –	Typ-C (2.0) / ✓ / –
Akku / drahtlos ladbar	3000 mAh / –	3035 mAh / –	5000 mAh / –
Abmessungen (H × B × T)	15,7 cm × 7,5 cm × 8 cm	15,7 cm × 7,5 cm × 8 cm	16 cm × 7,6 cm × 9 cm
Netzteil	18 Watt, Turbo Power	18 Watt, Quick Charge 4	18 Watt, Turbo Power
<b>Kamera-Tests</b>			
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	12,6 MP / f/1,8 / – / 4096 × 3072	15,9 MP / f/1,8 / ✓ / 4608 × 3456	12,6 MP / f/2 / – / 4096 × 3072
Videos in 4K / Full HD	30 fps / 60 fps	30 fps / 120 fps	30 fps / 60 fps
Zweitkamera Auflösung / Blende / OIS	Tiefensensor	Tiefensensor	–
Frontkamera Auflösung / Blende / Pixel	8 MP / f/2,2 / 3264 × 2448	12,6 MP / f/2 / 4096 × 3072	8 MP / f/2,2 / 3264 × 2448
<b>Display-Messungen</b>			
Diagonale / Technik	6,2 Zoll / LCD (LTPS)	6,2 Zoll / LCD (LTPS)	6,2 Zoll / LCD
Größe	14,2 cm × 6,8 cm	14,2 cm × 6,8 cm	14,2 cm × 6,8 cm
Auflösung	2270 × 1080 Pixel	2270 × 1080 Pixel	1520 × 720 Pixel
Notch	✓ (10 mm)	✓ (10 mm)	✓ (24 mm)
Punktdichte / Ausleuchtung	406 dpi / 88 %	406 dpi / 93 %	272 dpi / 87 %
Helligkeitsregelbereich	2 ... 418 cd/m <sup>2</sup>	2 ... 408 cd/m <sup>2</sup>	3 ... 492 cd/m <sup>2</sup>
<b>Bewertung</b>			
Bedienung / Performance	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ○
Ausstattung Software / Hardware	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Display	○	○	○
Laufzeit	○	○	⊕⊕
Kamera	○	⊕	○
Listen- / Straßenpreis	250 € / 250 €	300 € / 300 €	210 € / 210 €
<sup>1</sup> WiFi 4 = IEEE 802.11n (Dual-Band), WiFi 5 = 11ac, WiFi 6 = 11ax			
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden			





DIE KONFERENZ FÜR  
MACHINE LEARNING UND  
KÜNSTLICHE INTELLIGENZ

**PROGRAMM ONLINE!**  
Frühbucher bis 22. März 2019

**14.–16. MAI 2019**

CONGRESS CENTER ROSENGARTEN, MANNHEIM

**Die Konferenz bietet Vorträge u.a. zu folgenden Themen:**

- Grundlagen des Machine Learning
  - Deep Learning für Einsteiger
  - KI für Prediction – im Internet der Dinge und anderswo
  - Moderne Methoden der automatisierten Textanalyse
  - ML Model Management – Ein Framework-Vergleich
  - Wie bewerte ich die Qualität meines ML-Modells?
  - Interpretierbarkeit von ML-Modellen
  - Deep Learning mit Small Data
  - TensorFlow Probability für Wahrscheinlichkeitsmodelle und Statistik
  - Decision Boundaries verstehen
  - Security und KI
  - Datenschutz und rechtliche Fallstricke beim Einsatz von KI und ML
- und vieles mehr ...

**Der erste Konferenztag am 14. Mai bietet Workshops zu Grundlagen von Machine Learning und Deep Learning sowie zu Tensor Flow und PyTorch.**

[WWW.M3-KONFERENZ.DE](http://WWW.M3-KONFERENZ.DE)

Goldsponsor



**NOVATEC**

Veranstalter



**heise Developer**



**dpunkt.verlag**



# All-inclusive-Smartphone

## Gut ausgestattetes Nokia 8.1

**Lange Laufzeiten, schnelle Updates, reines Android: Das Nokia 8.1 überzeugt als solides Gesamtpaket – ohne ein Alleinstellungsmerkmal als Kaufargument.**

Von Robin Brand

**N**okia gehört zu den besonders fleißigen Smartphone-Herstellern. So fleißig, dass die Finnen jetzt Platz schaffen müssen im Portfolio: Das Nokia 8.1, jüngster Spross der 8er-Familie, tritt für

400 Euro an – zuvor markierte die 8 im Hause Nokia noch High-End, einen Anspruch, den fortan die kommende Ziffer 9 erfüllen soll.

Das Nokia 8.1 muss in einem schwierigen Markt bestehen: Etwa 100 Euro mehr als in Mittelklassegeräte müssen Kunden investieren, ohne den Aufschlag an Features wie flexibler Triple-Kamera oder kontraststarkem OLED-Display festmachen zu können. Dennoch versucht Nokia vor allem mit Kamera und Display zu punkten. Auf dem Papier liest sich das Gebotene allerdings unspektakulär: nur eine Brennweite für die rückseitige Kamera, ein LCD-Panel mit Notch, also einer Einkerbung für Kamera und Lautsprecher,

auf der Vorderseite. Selbst das günstigere Nokia 7 Plus bietet eine Dual-Kamera mit Zweifach-Tele.

### Solide Kamera

Doch in der Praxis wissen die Fotos des Nokia 8.1 insgesamt zu gefallen. Der künstliche Unschärfefeffer lässt Porträts schön plastisch erscheinen. Bei guten Lichtverhältnissen arbeitet die Software treffsicher. Sind feine Strukturen im Spiel, ist es gegenüber dem inzwischen etwa gleich teuren, mit flexibler Kamera ausgestatteten Samsung Galaxy A9 (siehe c't 2/2019, S. 68) im Vorteil. Auch was die Schärfe insgesamt angeht, sind die Fotos des Nokia gefällig. Bei 80 Lux waren die Details noch brauchbar – vergleichbar mit der Qualität des A9 bei helleren 300 Lux. Die Farben stellt das Nokia zurückhaltend und natürlich dar.

Während das Nokia bei schlechtem Licht im Vorteil ist, nivellieren sich die Unterschiede unter günstigen Bedingungen. Dank Weitwinkel und Teleobjektiv ist die Fotografie mit dem Samsung-Konkurrenten dann aber deutlich flexibler. Dass es gute Kameras auch günstiger gibt, zeigt das Motorola Moto G7 Plus (siehe Seite 102). Mit der Videoqualität kann das Nokia punkten, die Bildstabilisierung arbeitet zuverlässig. Schwenks werden flüssig dargestellt.

Ein schmucker Metallrahmen fasst das Glasgehäuse ein – auch die Rückseite ist aus Glas. Dünne Spaltmaße zwischen Glasflächen und Rahmen finden sich zwar, diese sind aber sauber und gleichmäßig, sodass sie nicht stören. Der Rahmen um das 6,2 Zoll große LCD-Panel ist recht schmal. Für ein LCD-Display sind die Kontrastwerte gut, die Farben ausreichend kräftig. Das Schwarz stellt ein OLED aber satter dar. Dank der hohen Auflösung lassen sich einzelne Pixel auch bei genauerem Hinsehen nicht erkennen.

### Lange Ausstattungsliste

Der eingebaute Snapdragon 710 von Qualcomm ist zwischen den High-End-Prozessoren der 800er-Serie und der 600er-Mittelklasse angesiedelt. Der Leistungsvorsprung gegenüber einem Snapdragon 660, wie er etwa im Galaxy A9 arbeitet, ist marginal – in einigen Benchmarks liegt das Samsung sogar vor dem Nokia. Spürbar ist der Unterschied weder in der alltäglichen Nutzung noch bei 3D-Spielen.



Der Ausstattungsliste des Nokia fehlt es an fast nichts. Einzig, dass sich die zweite SIM-Karte den Slot mit der Micro-SD-Karte teilt, ist ärgerlich. Der rückseitige Fingerabdrucksensor arbeitet zügig. Positiv ist, dass Nokia dem 8.1 eine Kopfhörerbuchse spendiert hat, auch auf NFC und schnelles 5-GHz-WLAN versteht sich das Smartphone. Die Laufzeiten gefallen insgesamt. In allen gemessenen Disziplinen hält das Nokia lange durch, nur wenige Smartphones, beispielsweise das Motorola G7 Power, laufen länger.

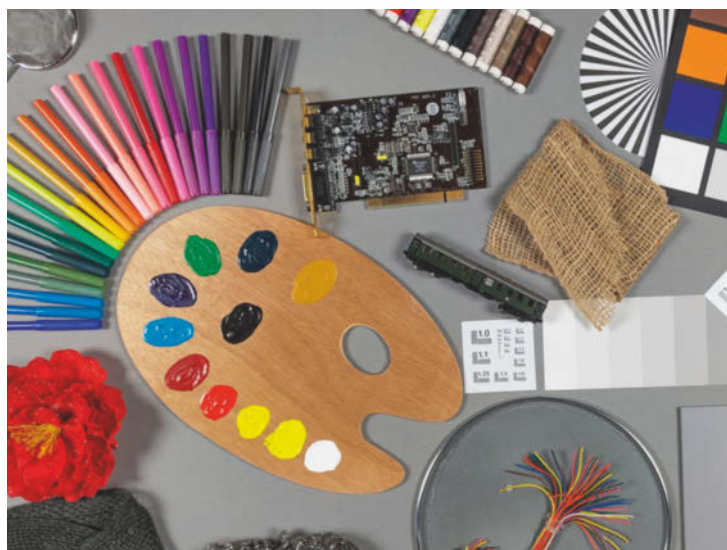
Wie das gesamte Portfolio ab dem Nokia 3 aufwärts läuft auch auf dem Nokia 8.1 Android One. Damit ist – außer einem Betriebssystem ohne Bloatware-Apps – das Versprechen des Herstellers verknüpft, das Gerät drei Jahre lang mit Sicherheitspatches zu versorgen. Upgrades auf die jeweils aktuelle Android-Version sollen zwei Jahre lang erfolgen. Tatsächlich waren die Sicherheitsupdates jeweils relativ zeitnah auf unseren Android-One-Testgeräten – das Nokia 8.1 bildete da keine Ausnahme. Das aktuelle Android 9 läuft ab Werk.

## Fazit

Nokia baut mit dem 8.1 ein solides Handy ohne schwerwiegende Schwächen, aber auch ohne Alleinstellungsmerkmal. Das hingegen hat das etwa gleich teure Samsung Galaxy A9 mit Tele- und Weitwinkel-Kamera. Für etwa den gleichen Preis gibt es auch das LG G7 ThinQ mit High-End-Prozessor, aber verbasteltem Android und schlechterer Update-Versorgung (siehe c't 5/2019, S. 78). Wer mit einer etwas schwächeren Kamera und weniger Prozessorleistung auskommt, kann mit Nokias der 7er- und 6er-Reihe Geld sparen. Die Konkurrenz aus eigenem Haus dürfte die größte für das Nokia 8.1 sein, denn auch die günstigeren Modelle haben die Vorteile von Android One.

Doch das 8.1 bringt durchaus Kaufargumente mit. Wem die Mittelklasse-Modelle nicht ausreichen, aber die Preise eines Google Pixel 3 zu hoch sind, der macht mit dem Nokia 8.1 nichts falsch. Reines Android und ein noch lange garantierter Support sprechen für das Nokia. Die Kamera schießt schöne Fotos – nicht auf Spitzen-, aber etwas über Preisniveau. Die Videoqualitäten wissen zu gefallen. Das Display ist solide, die Laufzeiten sind gut, und der Ausstattungsliste fehlt es an fast nichts. (rbr@ct.de) **ct**

Bei gutem Licht schießt das Nokia 8.1 Fotos mit vielen Details.



## Android-Smartphone

Modell	Nokia 8.1
Betriebssystem	Android 9.0
Android-Sicherheitspatch-Ebene	Januar 2019
Prozessor / Kerne	Qualcomm Snapdragon 710 / 2 × 2,2 GHz, 6 × 1,7 MHz
Grafik	Qualcomm Adreno 616
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei)	4 GByte / 64 GByte (50,65 GByte)
Wechselspeicher	MicroSDXC
WLAN / Dual-Band	WiFi 5 / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 (aptX) / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, Beidou
Fingerabdrucksensor	✓
Kopfhörerbuchse	✓
mobile Datenverbindung <sup>1</sup>	LTE Cat. 6 (300 MBit/s Down, 50 MBit/s Up), HSPA
Dual-SIM / microSD zusätzlich / e-SIM-fähig	✓ / – / –
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3500 mAh / – / –
USB-Anschluss / OTG / DisplayPort	Typ-C / ✓ / –
Schnellladetechnik	✓
Abmessungen (H × B × T)	15,5 cm × 7,6 cm × 1,0 cm
Gewicht	179 g
Schutzart	–
Farbvarianten	Blau, Silber
Kamera-Tests	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS	12,2 MP / f/1,8 / ✓
Hauptkamera Videos 4K / Full-HD	30 fps / 30 fps
Zweitkamera Auflösung / Blende / OIS	13 MP / f/2,4 / – (Tiefenschärfe)
Frontkamera Auflösung Fotos / Video	20 MP / FullHD
Displaymessungen	
Technik	LCD (IPS)
Diagonale / Größe	6,2 Zoll / 14,2 cm × 6,4 cm
Auflösung (Pixeldichte)	2246 × 1080 Pixel (402 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	4 ... 459 cd/m² / 93 %
Laufzeiten, Benchmarks	
Laufzeiten bei 200 cd/m² Helligkeit	12,4 h lokales Video / 7,2 h 3D-Spiel / 15,4 h Surfen / 11,1 h Videostream
Ladezeit (50 % / 100 %)	28 Minuten / 100 Minuten
Coremark Single / Multi / Geekbench Single / Multi	10999 / 55200 / 1829 / 5900
GFXBench Car Chase / Manhattan 3.0	12 fps (onscreen) / 13 fps (offscreen) / 31 fps (onscreen) / 33 fps (offscreen)
3DMark Sling Shot Extreme / Ice Storm Unlimited	1830 / 28991
Preis	400 €
<sup>1</sup> Herstellerangaben	✓ vorhanden – nicht vorhanden





# Nachzügler

## Lenovos Mittelklasse-Notebook ThinkPad E580 mit SSD und USB-C

**Vierkernprozessor, matter IPS-Bildschirm und flotte SSD: Lenovo macht beim ThinkPad E580 für 680 Euro vieles richtig – aber nicht alles.**

**Von Florian Müssig**

**K**ürzlich hatten wir einige 15,6-Zoll-Notebooks aus der Mittelklasse gegeneinander antreten lassen, die zu Preisen zwischen 580 und 680 Euro wünschenswerte Eckdaten vereinten: potenter Vierkernprozessor, SSD und Full-HD-Bildschirm mit matter Oberfläche. Gerne hätten wir damals auch das Lenovo

ThinkPad E580 mitgetestet, welches diese Kriterien ebenfalls erfüllt, doch das Testgerät hatte es nicht rechtzeitig ins Labor geschafft. An dieser Stelle reichen wir nun den Test unter identischen Gesichtspunkten nach.

Innerhalb von Lenovos Business-Notebook-Familie ThinkPad stellen die E-Geräte die günstigste Serie dar – und genau das macht sie auch für Privatkäufer interessant. Weil die Notebooks für kleine und mittelständische Unternehmen konzipiert sind, die üblicherweise ohne IT-Abteilung auskommen, fehlen hier unter anderem die Vorbereitung auf ein Mobilfunkmodem und Fernwartungsfunktionen. Letztere muss man bei teureren Business-Geräten mitbezahlen, obwohl man sie zu Hause kaum sinnvoll nutzen kann.

Andere Funktionen, die man bei Consumer-Notebooks nicht bekommt, als versierter Privatmensch aber gerne hätte, sind hingegen möglich. So lässt sich die Garantie auf bis zu vier Jahre Vor-Ort-Service erweitern; gegen ein paar Euro zusätzlichen Aufpreis darf man im Falle eines Defekts die SSD ausbauen und behalten.

Lenovo sieht eine moderne USB-C-Buchse vor. Sie ist dockingfähig, da sie Strom, USB 3.0 und DisplayPort beherrscht. Allerdings gibt es Abstriche in der B-Note: Die USB-C-Buchse wird standardmäßig vom beigelegten USB-C-Netzteil belegt – der klassische Rundstecker hat hier ausgedient. Wer externe 4K-Monitore mit 60 Hz bei angeschlossenem Netzteil ansteuern will, der braucht also einen neueren Monitor mit integrierter USB-C-Stromversorgung. Die alternativ vorhandene HDMI-Buchse am Notebook liefert 4K nur mit 30 Hz. Auch über zwischengeschaltete USB-C-Mini-Docks gehen üblicherweise nur 4K30, weil man dort anders als bei Monitoren nicht wählen kann, ob das zweite Adernpärchen im USB-C-Kabel nun USB-3.0- oder DisplayPort-Signale transportieren soll. Wer 4K60 will, muss bei allen anderen Peripheriegeräten dann aber mit USB-2.0-Geschwindigkeit auskommen [2].

### Hell bis wolkig

Der integrierte Full-HD-IPS-Bildschirm gefällt mit weiten Einblickwinkeln und matter Oberfläche. Seine maximale Helligkeit von gut 200 cd/m<sup>2</sup> reicht auch für sonnige Tage, doch bei unserem Testgerät war die Helligkeitsverteilung arg ungleichmäßig: In der Mitte haben wir 241 cd/m<sup>2</sup> gemessen, links unten dagegen nur 165 cd/m<sup>2</sup> – und rechts unten war kaum besser. Solch große Diskrepanzen fallen einem auch ohne Messgerät mit bloßem Auge störend auf: Maximierte Office-Apps mit ihrem üblicherweise hellen Hintergrund haben sichtbar dunkle Ecken.

Zusätzlich zum mehrfingergegentauglichen Touchpad steht zum Mauszeigerschubsen ein Trackpoint zur Verfügung; die zugehörigen Maustasten befinden sich zwischen Touchpad und Leertaste. Lenovo-typisch findet man die Fn-Taste in der untersten Zeile ganz links außen und die Strg-Taste rechts daneben; wer das verbreitetere Layout gewohnt ist, kann die Tastenbelegung im BIOS tauschen. Dort lässt sich auch festlegen, ob die F-Tasten klassische Funktionen aus-

führen oder als Multimediatasten dienen. Vorbildlich: Der Cursor-Block ragt aus dem restlichen Tastenfeld heraus, wodurch seine Tasten gleich und ausreichend groß sind. Eine Tastaturbeleuchtung fehlt; biometrisches Einloggen mittels Windows Hello klappt über einen Fingerabdruckleser in der Handballenablage.

## Kühlung vs. Performance

Der Lüfter bleibt bei niedriger Systemlast flüsterleise und dreht unter Volllast auf nur 0,7 Sone auf. Dem geringen Lüfterlärm steht eine vergleichsweise magere Rechenleistung gegenüber; andere Notebooks kitzen 10 bis 20 Prozent mehr Performance aus dem Vierkernprozessor Core i5-8250U.

Der analoge Audio-Ausgang unseres Testgeräts konnte nicht überzeugen: Für hochohmige Kopfhörer liefert er zu wenig Spannung (0,4 Volt); der Dynamikumfang ist mit weniger als 90 dB(A) sehr schlecht. So geringe Werte haben wir zuletzt vor etlichen Jahren bei Notebooks mit AC'97-statt HDA-Soundchip gesehen.

Die drei USB-Buchsen an der linken Seite sprechen allesamt USB 3.0, die rechte hingegen nur USB 2.0. Der daneben untergebrachte Kartenleser ist ebenfalls nur per USB 2.0 angebunden, was schnelle Speicherkarten ausbremst; zudem nimmt er ausschließlich microSD-Kärtchen auf.

Das WLAN-Modul funkt im 2,4- und 5-GHz-Band, aber jeweils mit nur einem Datenstrom und ohne MU-MIMO. Für hohe Transferraten sollte man lieber ein LAN-Kabel in die ebenfalls vorhandenen RJ45-Buchse stecken: Sie liefert Gigabit-Ethernet.

Lenovo verkauft das ThinkPad E580 mit Quad-Core-CPU ab 630 Euro mit 1-TByte-Platte; die 680-Euro-Testkonfiguration ist das günstigste Modell mit SSD. Selbst der teuersten Ausstattungsvariante, die man im Fachhandel findet, fehlt ein Dualstream-fähiges WLAN-Modul; auch bei individueller Konfiguration in Lenovos Webshop gibt es diese Option nicht. Manche Modelle haben wie das Testgerät ein silbernes statt schwarzes Gehäuse; teurere Konfigurationen bieten zudem den Zusatz-Grafikchip Radeon RX550.

Lenovo bewirbt auf seiner Webseite bereits den Nachfolger ThinkPad E590, der in Kürze in den Handel kommen soll. Trotz ähnlicher Schnittstellen(positionen) lassen sich Messergebnisse des E580 nicht auf das E590 übertragen, da es aufgrund des neueren Prozessors

(Whiskey Lake) ein anderes Mainboard nutzt.

## Fazit

Das ThinkPad gefällt mit guter Tastatur und dockingfähiger USB-C-Buchse; der ungleichmäßig ausgeleuchtete Bildschirm und der mittelmäßige Audioausgang mögen für manche Nutzer allerdings Ausschlusskriterien sein. Im Vergleich zu den Konkurrenten aus c't 2/2019 gefällt die

Option auf einen langen Garantiezeitraum; es rangiert aber auch so schon am oberen Ende des Preisintervalls.

(mue@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Mobile Mitte, 15,6-Zoll-Notebooks um 600 Euro mit Quad-Core, SSD und mattem Bildschirm, c't 2/2019, S. 94
- [2] Florian Müssig, Anschlussfreudig, USB-C-Dockingstationen von Notebook-Herstellern und Drittanbietern, c't 9/2018, S. 102

## Lenovo ThinkPad E580: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	20KS001FMB (20KS001JGE)
Lieferumfang	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / L / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	1 × L / 3 × L (1 × Typ C) / – / R
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / – / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	BOE NV156FHM-N49: 15,6 Zoll / 39,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 141 dpi, 2 ... 212 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i5-8250U (4 Kerne mit HT), 1,6 GHz (Turbo bis 3,4 GHz), 4 × 256 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte DDR4-2400 / Intel Kaby-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Conexant Cx20753/4
LAN / WLAN	PCIe: Realtek (Gbit) / PCIe: Intel Dual Band Wireless-AC 3165 (a/b/g/n-150/ac-433)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	PS/2: Synaptics (Touchpad (max. 4 Finger) + Trackpoint) / TPM 2.0 / USB: Synaptics
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Samsung PM961 (256 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	47 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 351 g, 10,8 cm × 4,6 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,94 kg / 36,9 cm × 25,3 cm / 2,3 ... 2,6 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,6 cm / 19 mm × 19 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,7 W / 0,5 W
ohne Last (Display aus / 100 cd/m² / max)	2,4 W / 5,6 W / 7,2 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	41,8 W / 10,1 W / 33,9 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	44,4 W / 0,48
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	9,6 h (4,9 W) / 6,9 h (6,8 W) / 1,8 h (26,2 W)
Ladezeit / Laufzeit nach 1 h Laden	1,6 h / 5,8 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 0,7 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1633,1 / 1205,4 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	70705 / 55501
Leserate SD-Karte	59,8 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20 m) / MU-MIMO-fähig	14,6 / 13,4 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	○ / 86,8 dB(A)
CineBench R15 Rendering (1 / n CPU)	143 / 497
3DMark (Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy)	4529 / 4067 / 981 / 391
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	680 €
Garantie	1 Jahr
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden	



# Blaues Wunder?

## AMDs Workstation-Grafikkarte Radeon Pro WX 8200

**Kreative, Designer und Wissenschaftler nutzen Profi-Workstation-Karten wie AMDs Radeon Pro oder Nvidias Quadro, um ihre Arbeit zu erledigen. Die Radeon Pro WX 8200 hat 8 GByte extraschnellen Speicher und eine hohe Rechenleistung für die anspruchsvolleren unter diesen Aufgaben.**

**Von Carsten Spille**

**A**MD will Nvidia mit der Radeon-Pro-Reihe Kunden ablocken. Die WX8200 ist die neueste und nach der teureren WX 9100 die zweitschnellste unter AMDs Workstation-Grafikkarten

der Radeon-Pro-Reihe. Für einen Preis von knapp unter 1000 Euro steht sie in direkter Konkurrenz zu Nvidias Quadro-Modellen P4000 und der bisher kaum lieferbaren RTX 4000.

Ob zur beschleunigten Darstellung komplexer 3D-Modelle in Designprogrammen, zur genauen Anzeige medizinischer Tomografie-Daten in der Diagnostik oder zur Unterstützung aufwendiger Rechenoperationen bei 4K- oder 8K-Videoschnitt – Grafikkarten für den Profi-Markt sind aus Workstations kaum noch wegzudenken. Erst mit ihnen dreht sich etwa das aus etlichen Millionen Dreiecken bestehende Polygonnetz einer komplexen Maschine in Echtzeit vor dem Kunden. Und der Designer wechselt dank großer Speicherreserven und cleveren Speichermanagements ohne nervende Wartezeiten zwischen den Teilen

eines etliche Gigabyte großen Konstruktionsmodells. Ärzte und Geologen analysieren feinste Farbabstufungen aus dreidimensional aufbereiteten Scans und entdecken so leichter Hinweise auf den gerade entstehenden Tumor oder ein neues Öl- oder Gasvorkommen. Der Fotograf ist in der Lage, dank nahezu stufenloser Farbverläufe mit Photoshop aus dem beinahe ausgefressenen Weiß des Hochzeitskleides noch etwas Zeichnung herausholen und so dem Brautpaar die Erinnerung an den schönsten Tag ihres Lebens zu retten.

### Spezialtreiber

Der alltägliche Workflow soll selbstverständlich in allen gängigen Programmen ohne Darstellungsfehler und vor allem ohne zeitraubende Abstürze funktionieren. Dafür geben Nutzer von Profi-Grafik-



karten für ihre 3D-Beschleuniger häufig ein Mehrfaches des Preises vergleichbarer Spieler-GPUs aus – denn nichts ist im Arbeitsalltag teurer als die Zeit hochqualifizierter Fachkräfte.

Einer der Gründe für den Einsatz einer Profi-Grafikkarte sind daher die Treiber, die Anbieter von Workstation-Anwendungen zertifizieren. Das bedeutet eine Vorab-Qualitätskontrolle und damit eine höhere Wahrscheinlichkeit für reibungsloses Arbeiten. Zudem enthalten Workstation-Treiber auch Performance-Optimierungen für gängige Programme sowie Spezialfunktionen wie Kantenglättung für Drahtgittermodelle (Line-Antialiasing). Dadurch erzielen Profi-Karten in Workstation-Anwendungen oft weit mehr als die doppelte Leistung einer Spielergrafikkarte vergleichbaren Typs. So ist die Radeon Pro WX 8200 etwa im Siemens-NX-Test mehr als 5,8-mal so flott wie die ähnlich rechenstarke Radeon RX Vega 56 für Spieler. In anderen Tests wie Maya sind dagegen nur geringe Unterschiede im Rahmen der Taktraten messbar.

## Radeon Pro

Die Radeon Pro WX 8200 ist rund 26,5 Zentimeter lang und versperrt neben dem belegten PEG-Steckplatz noch einen weiteren für ihre Kühlkonstruktion. Deren Lüfter arbeitet nach dem Radialprinzip und befördert angesaugte Luft aus dem Gehäuse über die Kühlrippen direkt nach außen, sodass die Karte die restlichen Komponenten auch unter Last nur wenig zusätzlich erwärmt.

Sie steuert über vier Mini-Display-Ports vier 4K-Displays gleichzeitig an – mit ergonomischen 60 Hz. Bei entsprechenden Bildschirmen sind auch bis zu 120 Bilder pro Sekunde für besonders geschmeidige Animationen möglich. Via Pfostenstecker findet die Karte Anschluss an AMDs Synchronisierungsmodul FirePro S400, mit dem sich (pro Stück) bis zu vier Karten im Gen- und Framelock-Modus zur kombinierten Anzeige betreiben lassen – etwa für Videowände.

Für ihre nominelle Leistungsaufnahme von 230 Watt verfügt die WX 8200 über zwei Anschlussbuchsen zum Netzteil für je einen acht- und einen sechsadrigen 12-Volt-Stecker. Da diese nach hinten abgehen, vergrößern sie die nötige Einbautiefe für die Karte auf knapp 29 Zentimeter.

## Starkes Rechenherz

Der Rechenkraft-Quell des Beschleunigers ist AMDs Grafikchip Vega 10, der erstmals im Sommer 2017 auf der Radeon Vega Frontier Edition zum Einsatz kam. Im Falle der WX 8200 arbeiten 3584 von insgesamt 4096 Shader-Rechenkernen. Mit einem Boost-Takt von 1.500 MHz erreicht die Karte eine Rechenleistung von 10,75 Billionen Gleitkommaoperationen pro Sekunde (TFLOPS) bei einfacher Genauigkeit (FP32). Das ist mehr als das Doppelte selbst der schnellsten Workstation- oder Serverprozessoren.

Die für manche wissenschaftlichen Berechnungen nötige doppelte Genauigkeit (FP64) schafft sie mit 1/16 davon, also

0,672 TFLOPS. Das ist im Vergleich zu Nvidias Quadro-Karten in vergleichbarer Preisklasse deutlich mehr. Wer jedoch FP64 ausgiebig und produktiv nutzt, greift zu spezialisierten, aber weitaus teureren Beschleunigern wie AMDs Instinct MI60 oder Nvidias Tesla V100 mit jeweils über sieben FP64-TFLOPS.

Zum Training neuronaler Netze für KI-Anwendungen kann man in vielen Fällen auf FP16-Genauigkeit ausweichen und erhält bei der Radeon WX 8200 damit bis zu 21,5 TFLOPS.

Der Grafikspeicher der RX 8200 fällt mit 8 GByte klassenüblich groß aus, ist dank HBM2-Technik mit 512 GByte/s allerdings sehr flott angebunden. Mit dem Cache-Controller der Vega-GPU kann sie einzelne Speicherteile direkt aus dem Hauptspeicher adressieren und bei Bedarf in den Grafikspeicher übertragen. Das soll ihr eine gleichmäßigere Performance charakteristisch verleihen, wenn Modell- oder Datengrößen die lokale Speichergröße sprengen. Bei Anwendungen, die empfindlich auf Speicherfehler reagieren, lässt sich der Speicherschutz ECC in den erweiterten Radeon-Pro-Einstellungen des Treibers aktivieren. Er wirkt sich nicht auf die internen Caches und Register aus, kostet im Gegensatz zu emuliertem ECC auch weder Leistung noch Kapazität, da er funktional im HBM-Standard des Grafikspeichers integriert ist.

## Im Sweet Spot

Bei Profi-Anwendungen kommt es auf zuverlässigen und kostengünstigen Betrieb

## Leistung in Workstation- und weiteren Benchmarks

	3dsmax-06 3ds Max 2016 (DirectX11)	catia-05 CATIA V6 R2012	creo-02 PTC Creo 3 (Bomber: Creo 4)	energy-02 OpenText	maya-05 Autodesk Maya 2017 (ViewPort 2.0)	medical-02 ImageVis3D	showcase-02 Autodesk Showcase (DirectX)	snx-03 Siemens PLM NLX 8.0	sw-04 Dassault Solidworks 2013 SP1
	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶	[Punkte] besser ▶
<b>SPEC ViewPerf 13: 1920 × 1080</b>									
Radeon Pro WX 8200	155,46	248,85	194,87	23,26	250,33	62,67	118,99	274,50	167,82
Radeon Pro WX 8200 (ECC an)	160,38	246,45	193,34	23,11	250,05	62,47	118,96	273,28	166,12
Nvidia Quadro P4000	155,97	240,45	210,48	29,36	221,43	45,78	76,04	282,49	157,19
<b>Zum Vergleich</b>									
Nvidia Quadro P5000	176,46	297,72	250,46	38,25	263,34	58,85	95,25	376,80	176,20
Nvidia Quadro P2000	108,53	161,92	136,61	17,12	145,16	29,21	45,20	174,59	128,33
Radeon Pro WX 7100	120,20	166,66	130,31	6,73	156,19	39,69	70,89	209,33	130,19
Radeon Pro WX 5100	64,05	87,28	86,56	4,57	90,07	21,05	33,82	136,69	91,01
Radeon RX Vega 56 (Referenz)	140,16	222,11	109,28	22,10	194,81	64,69	101,88	47,22	104,40
Radeon VII	166,59	274,07	124,22	34,77	243,10	80,21	155,46	40,34	113,28
Nvidia GeForce GTX Titan X (Pascal)	212,60	305,12	267,78	32,01	310,73	77,54	141,67	390,71	120,58
Nvidia GeForce GTX 1080 Ti	212,97	147,71	237,31	17,87	312,39	77,54	141,89	18,88	93,79
Nvidia GeForce RTX 2070 FE	203,70	115,78	188,32	22,43	281,61	56,02	124,52	16,12	92,86



Mit dem Pfostenstecker lassen sich mehrere Radeon Pro WX 8200 über ein S400-Modul synchronisieren. Über den 6- und den 8-poligen Anschluss wird die WX 8200 mit zusätzlichem Strom vom Netzteil versorgt.

an, nicht wie bei Spieler-Grafikkarten auf das eine entscheidende Bild pro Sekunde oder den letzten 3DMark-Punkt. AMD kann bei der WX 8200 daher etwas entspannter an Takt und Lüfterregelung herangehen und schnürt damit ein deutlich runderes Gesamtpaket. Zugunsten einer unter Last befriedigenden, beinahe guten Geräuschkulisse von 1,0 Sone wird der maximale GPU-Takt von 1500 MHz auch mal um 100 MHz unterschritten. Unter andauernder Volllast musste der Lüfter etwas aufdrehen und erzeugte dann bis zu 1,3 Sone. Dann haben wir eine Leistungsaufnahme von 235 Watt im 3DMark gemessen, kurzzeitige Spitzen liegen für Millisekunden auch mal knapp an der 390-Watt-Marke.

Besonders sparsam ist die WX 8200 im Leerlauf mit mehreren Monitoren. Selbst mit vier Bildschirmen, darunter auch ein 4K-Display, braucht sie lediglich 16 Watt. Mit einem einzelnen Display sind es zwei Watt weniger. Ihr Lüfter ist dabei mit einer Lautheit von weniger als 0,1 Sone selbst aus einer extrem leisen Workstation nahezu nicht heraushörbar.

## Leistung satt?

Auf dem Papier ist die Radeon Pro WX 8200 bärenstark, setzt ihre Leistung aber nicht optimal in die Praxis um. Ein Beispiel dafür ist der für Workstation-Grafikkarten maßgebliche Benchmark der Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC) ViewPerf 13.

In ihm kommen neun Programme aus den Bereichen Content Creation, CAD/CAM/CAE, Medical Imaging und Geo Sciences zum Einsatz, die jeweils verschiedenen Szenarien durchspielen. Pro Programm gewichtet die SPEC einen Mittelwert dieser Szenarien. Eine Gesamtpunktzahl gibt es aus gutem Grund nicht: Meistens arbeitet man mit einem, maximal

zwei dieser Programme produktiv und die restlichen Werte interessieren nicht weiter.

Die Radeon Pro WX 8200 liegt bei den Benchmarks der SPEC ViewPerf 13 im Groben auf dem Leistungslevel von Nvidias Quadro P4000. Einzelne Tests wie etwa medizinische Visualisierung in medical-02 oder der Präsentation von Konstruktionsdaten in showcase-02 bewältigt sie deutlich flotter als die Quadro P4000 – ersteres rund ein Drittel schneller, letzteres sogar mehr als 50 Prozent. In anderen muss sie sich dagegen geschlagen geben. Am größten ist der Rückstand bei der geophysikalischen Erkun-

dung via energy-02 (OpendTect) mit rund 26 Prozent. In klassischen Konstruktionsprogrammen wie Siemens PLM NLX 8.0 (snx-03) oder CATIA von Dassault Systems (catia-05) sind die Unterschiede zwischen den Karten mit drei respektive sechs Prozent deutlich geringer und damit für die praktische Arbeit nicht relevant.

Spiele kann man mit Workstation-Karten übrigens auch: Sie bekommen die Optimierungen für einzelne Titel üblicherweise etwas später, sind ihren Gaming-Pendants aber ansonsten ebenbürtig. Der 3DMark-Vergleich zwischen WX 8200 und RX Vega 56 beweist das mit einer Punktdifferenz im Rahmen der Messgenauigkeit.

## Fazit

Die Radeon Pro WX 8200 kostet mit knapp unter 1000 Euro noch vergleichsweise wenig für eine Workstation-Grafikkarte, ist aber teurer als eine grob vergleichbare Nvidia Quadro P4000, die in Konstruktionsaufgaben zudem oft schneller arbeitet. Wer jedoch zusätzlich die Rechenleistung der Karte wie etwa in Rendering-Programmen oder beim Videoschnitt nutzen will, fährt mit ihr gut.

(csp@ct.de) **ct**

## Technische Daten

Grafikkarte	Radeon Pro WX 8200	Quadro P4000
Hersteller / GPU-Codename	AMD / Vega 10	Nvidia / GP104
Shader-ALUs	3584	1792
Shader-(Boost-) / Speichertaktfrequenz	1500 MHz / 500 MHz	1202 MHz (1480 MHz) / 3802 MHz
max. Turbo-Taktfrequenz	—	1708 MHz
Rechenleistung HP / SP / DP [TFlops] <sup>2</sup>	21,5 / 10,8 / 0,67	10,6 / 5,3 / 0,17
Direct3D / OpenGL / OpenCL / Vulkan / Sonstige	12.0 (FL12_0) / 4.5 / 2.0 / 1.1 / Rocrm	12.0 (FL 12_1) / 4.6 / 1.2 / 1.1 / Cuda 10
Speichergröße / -typ	8 GByte HBM2	8 GByte GDDR5
Datentransferate	512 GByte/s (2048 Bit)	243 GByte/s (256 Bit)
Speicherschutz	ECC (nur HBM2)	ECC (nur GDDR5)
Ausgänge / gleichzeitig nutzbar	4 × Mini-DP 1.4 / 4	4 × DP 1.4 / 4
10 Bit / HDR	✓ / ✓	✓ / ✓
geeignet für 5K	✓ (5120 × 2880)	✓ (5120 × 2880)
Kühlung	Dual-Slot, aktiv	Single-Slot, aktiv
Stromversorgung	PEG, 1 × 8- und 1 × 6-pin	PEG, 1 × 6-pin
TDP	230 Watt	105 Watt
Preis	990 €	790 €
<b>Zusätzliche Benchmarks</b>		
3DMark Firestrike Extreme / Timespy	8662 / 6387 Punkte	6981 / 5314 Punkte
Luxmark 3.1 Luxball HDR / Neumann / Hotel Lobby	24336 / 16646 / 4700 Punkte	15265 / 9154 / 3359 Punkte
<b>Technische Prüfungen</b>		
Leistungsaufnahme 2D / Multimonitor / 3D / Furmark / Peak <sup>1</sup>	14 / 16 / 235 / 227 / 389 Watt	5 / 12 / 99 / 100 / 146 Watt
Lautheit Leerlauf / Last / Max	<0,1 / 1,0 / 1,3 Sone	0,3 / 1,0 / 1,0 Sone
<sup>1</sup> kurzzeitig auftretende Spitzenwerte <sup>2</sup> Spitzenleistung auf Basis der Turbo-Taktraten    ✓ vorhanden    — nicht vorhanden		

# 2. IT-Sicherheitstag Rhein-Main

Schutz ohne Ablaufdatum:  
Ist nachhaltige IT-Sicherheit für Unternehmen möglich?

Unsere zunehmend komplexen IT-Systeme bieten immer größere Angriffsflächen, die schwerwiegende Sicherheitslücken aufweisen und Angriffe wie Verschlüsselungstrojaner und großflächige Bot-Netze ermöglichen können.

Wie kann man nachhaltige Sicherheitslösungen entwickeln, die proaktiv und adaptiv aktuelle und zukünftige IT-Systeme zuverlässig und mit Mindesthaltbarkeit schützen können?

**Termin: 21. März 2019, TU Darmstadt**

**Bis  
21. Februar 2019  
15 %  
Frühbucher-  
rabatt sichern!**

## Themenschwerpunkte

- Digitale Transformation im Unternehmen
- Nachhaltige IT-Sicherheit
- Intelligente Angriffe
- Malware
- Patch-Management

Ticketpreis (inkl. MwSt.): 159,00 Euro



Sponsor:



Organisiert von:



In Zusammenarbeit mit:



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT



**CYSEC**  
Cybersecurity  
TU Darmstadt

Weitere Informationen und Anmeldung unter: **[www.heise-events.de/secrheinmain](http://www.heise-events.de/secrheinmain)**





# Neuer Platz für alten Speicher

## Gehäuse für Festplatten und SSDs aller Art

**Hat man eine alte Festplatte oder SSD durch eine neue ersetzt, kann man den alten Massenspeicher in ein USB-Gehäuse stecken und als Backup-Platte nutzen. Die externen Gehäuse aus diesem Test helfen aber auch schon beim Umzug.**

Von Lutz Labs

**R**echner auf, Festplatte raus, SSD rein, Rechner zu, Windows neu installieren – das ist der beste Weg, um einen älteren Rechner günstig zu beschleunigen. Die alte Platte sollte man jedoch aufheben, denn vielleicht sind noch Daten drauf, die man später noch einmal benötigt. Will oder kann man sie nicht im Gehäuse lassen, dann helfen externe USB-Gehäuse weiter. Zusätzlich können die alten Laufwerke so auch noch als Backup-Medium dienen.

Beim Umbau können jedoch nicht nur Festplatten übrig bleiben, sondern auch ältere SSDs – ob im 2,5-Zoll-Format,

als mSATA-Kärtchen oder schon im moderneren M.2-Format. Für die meisten alten Laufwerke gibt es passende USB-Gehäuse, aber nicht für alle. Dazu gehören etwa aufgelötete SSDs, spezielle Mini-PCIe-SSDs aus alten Asus eeePCs oder frühe PCIe-Exemplare, die mit dem AHCI-Protokoll arbeiten.

### Testfeld

Wir haben uns aus dem unübersichtlichen Angebot eine Reihe an USB-Gehäusen ausgesucht, die entweder besonders billig sind oder besonders gut von den bisherigen Käufern bewertet wurden – dabei haben wir uns auf die Bewertungen aus unserem Preisvergleich ([www.heise.de/preisvergleich](http://www.heise.de/preisvergleich)) sowie die der Amazon-Kunden verlassen.

Die folgenden Gehäuse haben wir uns für den Test besorgt: den Salcar mSATA-Adapter 201603301, das M.2-SATA-Gehäuse CSL 23031632, ein einfaches Gehäuse für 2,5-Zoll-Laufwerke von Logi-Link (UA0256) sowie das schnellere Ugreen-Gehäuse mit der Modellnummer 50743 und das Orico HDD Enclosure für 3,5-Zoll-Festplatten. Für PCIe-SSDs nutzen wir in der Redaktion das LM902, das auch unter anderen Namen in Deutsch-

land erhältlich ist (siehe c't 21/2018, S. 50).

Ferner stellen wir noch zwei in der Redaktion bewährte Adapter vor: die Dockingstation Sharkoon Quickport Combo für den schnellen Plattenwechsel und einen einfachen SATA-Adapter von Sabrent, der mit 2,5-Zoll-Laufwerken arbeitet, egal ob SSD oder Festplatte.

Festplatten sind empfindliche mechanische Gebilde. Schon einfache Gehäuse erhöhen den Schutz vor Beschädigung, etwa beim Fall von der Tischplatte, aber nur wenig. Wer seine alte Festplatte als mobilen Datenträger einsetzen möchte, sollte besser zu einem gepolsterten Gehäuse greifen. Daher ist der Sabrent-Adapter nur eine Notlösung, da die Platte hier lose auf dem Tisch liegt.

In diesem Artikel haben wir uns auf Gehäuse für den Anschluss eines einzigen Laufwerks beschränkt. Es gibt auch externe Gehäuse für zwei und mehr Laufwerke – diese werden jedoch wohl eher im stationären Betrieb und mit Laufwerken hoher Kapazität bestückt sein, weil damit ein hoher Speicherbedarf gedeckt werden soll. Auch haben alle unsere Gehäuse je einen USB-Anschluss; das veraltete eSATA und das moderne, aber noch wenig verbreitete Thunderbolt 3 haben wir außen vor gelassen.

## Problemfeld

Problematisch kann es sein, wenn eine Festplatte mit 4 KByte großen Sektoren arbeitet (4Kn). Intern tun dies seit Jahren fast alle, aber nach außen geben sie meistens noch eine Sektorgröße von 512 Byte aus. In unserem Fundus befindet sich zwar nur eine einzige 4Kn-Platte, aber die macht bei dem einen oder anderen Adapter schon Probleme: Sie wird entweder gar nicht erkannt oder mit falscher Kapazität.

Auch die Adapter selbst können Ungemach verursachen: Das LM902 mit dem JMicon-Chip JMS583 formatiert die SSDs ebenfalls mit 4Kn-Sektoren. Das machte bei uns in der Praxis zwar bislang keine Probleme, aber bei einzelnen SSDs könnte es dazu führen, dass eine im PC formatierte PCIe-SSD im Adapter nicht mehr lesbar ist und umgekehrt. Zwar sind seit dem Test andere Gehäuse für PCIe-SSDs auf den Markt gekommen, aber nach unserer Kenntnis arbeiten diese alle mit dem JMicon-Chip.

Einige USB-Controllerchips erkennen zudem nur Laufwerke bis zu einer be-

### aplic WDP 303163

M.2-SSDs mit SATA-Interface sind vor allem in Notebooks zu Hause, aber auch in Desktop-PCs finden sie immer mehr Anklang – preislich liegen sie inzwischen auf dem Niveau der meist baugleichen Versionen im 2,5-Zoll-Gehäuse.

Das WDP 303163 nimmt zu klein geratene SSDs auf und macht dabei einen unauffälligen Eindruck: Das Gehäuse wirkt wie ein deutlich zu groß geratener USB-Stick, die Maximalgeschwindigkeiten liegen aber mit mehr als 450 MByte/s weit über der der meisten Sticks.

- ↑ flott
- ↑ klein und leicht
- ↓ fummeliger Einbau

### Logilink UA0256

Das günstigste Gehäuse für 2,5-Zoll-Laufwerke, das Logilink UA0256, kostet nicht einmal 10 Euro und ist damit das billigste in diesem Test. Zwar kommt es mit einer flotten SSD dank UASP-Unterstützung ebenfalls auf Geschwindigkeiten von rund 430 MByte/s, aber beim Klonen hatten wir Probleme.

Dabei spielte es keine Rolle, welche SSD und welches Klon-Programm wir einsetzten: Der Klon-Vorgang konnte nicht abgeschlossen werden. Daher können wir das UA0256 nicht uneingeschränkt empfehlen.

- ↑ günstig
- ↑ flott
- ↓ Probleme beim Klonen

stimmten Kapazität. Wir haben daher verschiedene und vor allem auch größere Laufwerke benutzt: vier 3,5-Zoll-Festplatten (WD Blue mit 1 TByte, Toshiba MG04ACA500A mit 5 TByte und 4Kn, Seagate Archive HDD mit 8 TByte und Shingled Magnetic Recording und Seagate Ironwolf mit 10 TByte), zwei 2,5-Zoll-Festplatten (WD Blue mit 500 GByte und Seagate Barracuda Compute mit 5 TByte) sowie zwei 2,5-Zoll-SSDs (Crucial MX500 mit 1 TByte und Samsung 860 Evo mit 4 TByte). Für die Tests der M.2- und mSATA-Gehäuse kamen die Samsung-SSDs 860 Evo (250 GByte, M.2-SATA) und 960 Pro (512 GByte, M.2-PCIe) sowie die Intel 310 (70 GByte, mSATA) zum Einsatz.

## Einbau und Anschluss

Wer ein 2,5- oder 3,5-Zoll-Laufwerk weinternutzen möchte, braucht bei unseren Testgeräten nicht einmal einen Schraubendreher: Die Gehäuse lassen sich einfach aufklipsen oder aufschieben, die Laufwerke halten ebenfalls ohne Schrauben im Gehäuse. Anders sieht es bei den Gehäusen für M.2- und mSATA-SSDs aus: Hier braucht man einen kleinen Kreuz-

schlitzschraubendreher – aber der liegt den Gehäusen bei. Etwas fummelig ist der Einbau dennoch.

Einfacher ist es wiederum bei dem Sabrent-Adapter und der Dockingstation von Sharkoon: Hier braucht man gar kein Gehäuse zu öffnen. Die Laufwerke steckt man einfach von oben in das Quickport Combo hinein und betätigt dann den Schalter an der Rückseite. Praktisch ist, dass das USB-Kabel eingesteckt bleiben kann.

Auf Geräuschmessungen haben wir verzichtet. Auch die 3,5-Zoll-Gehäuse haben keine Lüfter, der Geräuschpegel hängt daher einzig von den eingesetzten Laufwerken ab: SSDs sind lautlos, 3,5-Zoll-Festplatten lauter als die kleineren.

## Geschwindigkeitsrausch

Die Maximalgeschwindigkeit von USB 3.0 liegt bei etwa 450 MByte/s – sofern die Adapterchips das UASP-Protokoll unterstützen. Das tun mit Ausnahme des Quickport Combo alle. Das Ugreen arbeitet sogar mit SuperSpeedPlus (USB 3.1 Gen 2) mit 10 GBit/s und bremst damit SATA-SSDs nicht mehr aus. Für PCIe-SSDs aber ist auch SuperSpeedPlus zu



### Orico 3588US3

Das Orico 3588US3 ist das einzige Gehäuse mit eigenem Netzteil; das ist für den Betrieb von 3,5-Zoll-Festplatten auch notwendig. Es schaltet sich nach etwa 15 Minuten Untätigkeit und auch beim Ausschalten des PCs ab, dann nimmt es noch rund 2 Watt auf. Schaltet man den PC wieder ein, steht das Laufwerk automatisch zur Verfügung.

Auch bei Bestückung mit einer SSD machte das 3588US3 eine gute Figur, dank UASP-Unterstützung erreichte es bis zu 450 MByte/s.

- ⬆️ automatische Abschaltung
- ⬆️ schnell auch bei SSDs
- ⬇️ hoher Standby-Verlust



### Sabrent EC-SSHD

Mit kleineren Laufwerken funktioniert der EC-SSHD gut, nicht aber mit großen: Die Datenträgerverwaltung erkannte bei der 4-TByte-SSD und der 5-TByte-Festplatte lediglich eine GPT-Schutzpartition mit 16 TByte – Zugriff auf die Daten war nicht möglich. Nach einer Neuformatierung waren die Laufwerke in den anderen Gehäusen nicht lesbar.

Mit kleineren SSDs erreichte der EC-SSHD rund 450 MByte/s. Während des Tests verschwand er aus dem Amazon-Angebot, aktuell ist er nur zu einem deutlich höheren Preis erhältlich.

- ⬆️ einfacher Anschluss
- ⬇️ nur für kleinere Laufwerke
- ⬇️ aktuell schlecht verfügbar



### Salcar Festplattengehäuse 201

mSATA-SSDs sind die Vorgänger der M.2-SSDs mit SATA-Interface: gleiche Schnittstelle, nur etwas breiter. Ähnliches gilt für das Gehäuse: Das Salcar 201 wirkt wie ein zu groß geratener USB-Stick.

mSATA-SSDs sind recht selten, in unserem Testpool fand sich lediglich eine schon einige Jahre alte Intel 310. Damit erreichte das Gehäuse recht gemächliche 330 MByte/s; aber auch beim direkten Anschluss war die SSD nur wenig schneller.

- ⬆️ klein und leicht
- ⬆️ günstig
- ⬇️ fummeliger Einbau

langsam, diese werden auch vom LM902 gedrosselt. Bei Festplatten spielt der UASP-Modus keine Rolle, selbst die schnellsten Laufwerke erreichen maximal 260 MByte/s.

Die Gehäuse funktionierten im Test auch an USB 2.0, die Geschwindigkeit lag dann maximal bei etwa 44 MByte/s. Ugreens Gehäuse schaffte beim Schreiben auf die WD-Festplatte gerade einmal 33 MByte/s, der Sabrent-Adapter beim Lesen ebenfalls.

### Klonen zum Umzug

USB-Gehäuse eignen sich auch zum einfachen Umzug des Betriebssystems auf eine neue SSD. Dazu haben wir versucht, unser laufendes Windows-Testsystem auf eine leere SSD in den Gehäusen zu klonen. Dabei kam die auch in unserem Notfall-Windows enthaltene Klon-Software MiniTool Partition Wizard Free 11 (siehe [ct.de/yy1d](http://ct.de/yy1d)) zum Einsatz. Beim Klonen einer Windows-Installation von einer PCIe-SSD hatten wir nur mit dem ebenfalls kostenlosen Macrium Reflect 7 Erfolg.

Aufgegeben haben wir nur beim 2,5-Zoll-Gehäuse von Logilink: Sowohl mit dem Minitool als auch mit Macrium Reflect kam es zu Schreibfehlern auf der SSD; wir haben die Klon-Versuche jeweils nach etwa einer halben Stunde abgebrochen.

### Fazit

Externe Gehäuse für alte Laufwerke sind günstig, praktisch und für den Betrieb als Backup-Laufwerk fast ausnahmslos brauchbar. Im Prinzip einen sich alle getesteten Gehäuse und Adapter, um ein in-

## Gehäuse für Festplatten und SSDs

Hersteller	aplic	Logilink	Orico
Modell	WDP 303163	UA0256	3588US3
Webadresse	<a href="http://www.ganzeinfach.de/aplic">www.ganzeinfach.de/aplic</a>	<a href="http://www.logilink.com">www.logilink.com</a>	<a href="http://www.orico.cc">www.orico.cc</a>
unterstützte Laufwerke	M.2 SATA	2,5" SATA	2,5" SATA, 3,5" SATA
Spannungsversorgung	USB	USB	Netzteil
Anschluss Gehäuse / PC	USB Micro-B 3.0 / USB-A	USB Micro-B 3.0 / USB-A	USB 3.0 B / USB-A
Kabellänge	30 cm	55 cm	100 cm
Controller	JMicron JMS567	JMicron JMS567	k. A.
Größe	99 mm × 31 mm × 9 mm	120 mm × 76 mm × 13 mm	193 mm × 117 mm × 31 mm
Gewicht mit Kabel	57 g	63 g	403 g <sup>1</sup>
Bewertung			
Geschwindigkeit	⊕	⊕	⊕
Kompatibilität	⊕⊕	○	⊕⊕
Schutz	⊕⊕	⊕	⊕
Straßenpreis	19 €	8 €	23 €
<sup>1</sup> mit Netzteil	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend
			⊖ schlecht
			⊖⊖ sehr schlecht





### Sharkoon Quickport Combo

Das Quickport Combo nimmt nicht nur 2,5- und 3,5-Zoll-Laufwerke auf, sondern sogar alte IDE-Festplatten. Passende Kabel sind im Lieferumfang. Schaltet man den PC ab, liegt die Ruheleistung bei 2,6 Watt.

Unsere 4Kn-Festplatte von Toshiba erkannte das Quickport Combo mit nur halber Kapazität und konnte sie nicht formatieren. Dabei hatten wir uns extra eine aktuelle Version schicken lassen – mit unserem rund 5 Jahre alten Quickport Combo funktioniert die Platte.

- ⬆ Anschluss für IDE-Festplatten
- ⬇ kein UASP, 4Kn-Probleme
- ⬇ hoher Standby-Verlust



### Ugreen 50743

SSDs und Festplatten sitzen recht stramm im Gehäuse. Durch die offene Bauform passen auch höhere Festplatten hinein, etwa die Seagate Barracuda Compute mit 5 TByte.

Das 50743 setzt sich vor allem bei der Geschwindigkeit von den anderen SATA-Gehäusen ab. Zwar reizt es die mögliche USB-SuperSpeedPlus-Geschwindigkeit nicht aus, doch mit rund 500 MByte/s ist es schneller als alle anderen. Etwas mehr ginge noch, am SATA-Port erreichen SSDs bis zu 560 MByte/s.

- ⬆ schnell
- ⬆ USB 3.1 Gen. 2
- ⬆ USB-C-Buchse



### XT-XINTE LM902

Wer eine PCIe-SSD mit NVMe-Protokoll in ein externes Gehäuse einbauen will, hat keine große Auswahl: Alle uns bekannten Gehäuse arbeiten mit dem JMicron-Chip JMS583, bei der Auswahl kann man sich am Preis orientieren.

Das LM902 arbeitet zwar mit USB 3.1 Gen 2, aber für eine PCIe-SSD ist das immer noch zu langsam: Die SSDs werden auf rund 1,05 GByte/s gebremst. Einige Leser berichteten von Problemen durch die 4K-Sektoren, bei uns traten im Test dadurch keine Probleme auf.

- ⬆ flott dank SuperSpeedPlus
- ⬇ fummeliger Einbau
- ⬇ keine SMART-Werte

ternes Laufwerk per USB zu betreiben, von wenigen Spezialfällen abgesehen.

Wer häufiger mal ein internes Laufwerk anschließen möchte, sollte sich die Dockingstation von Sharkoon näher anschauen; wer ausschließlich kleinere

Laufwerke im Einsatz hat, kommt mit dem Sabrent-Adapter deutlich günstiger weg.

Vorsicht ist auch geboten, wenn man das Betriebssystem über den USB-Anschluss auf eine neue SSD klonen möchte:

Dazu ist das Logilink-Gehäuse nicht geeignet und zum Klonen einer PCIe-SSD muss man die passende Software wählen.

(ll@ct.de) **ct**

**Klon-Software:** [ct.de/yy1d](https://ct.de/yy1d)

Sabrent	Salcar	Sharkoon	Ugreen	XT-XINTE
EC-SSHD	Festplattengehäuse 201	Quickport Combo	50743	LM902
<a href="http://www.sabrent.com">www.sabrent.com</a>	<a href="http://www.salcarmall.de">www.salcarmall.de</a>	<a href="http://www.sharkoon.de">www.sharkoon.de</a>	<a href="http://www.ugreen.com">www.ugreen.com</a>	<a href="http://www.xt-xinte.com">www.xt-xinte.com</a>
2,5" SATA	mSATA	2,5" SATA, 3,5" SATA, IDE	2,5" SATA	M.2 PCIe (NVMe)
USB	USB	Netzteil	USB	USB
– / USB-A	USB Micro-B 3.0 / USB-A	USB 3.0 B / USB-A	USB-C / USB-A	USB-C / USB-C
30 cm	50 cm	100 cm	50 cm	30 cm
JMicron JMS578	JMicron JMS578	JMicron JMS551	ASMedia ASM1153	JMicron JMS583
70 mm × 24 mm × 7 mm	80 mm × 40 mm × 10 mm	132 mm × 98 mm × 70 mm	128 mm × 82 mm × 14 mm	117 mm × 46 mm × 10 mm
31 g	52 g	847 g	89 g	98 g
⊕	⊕	○	⊕	⊕⊕
○	⊕⊕	○	⊕⊕	⊕
⊖	⊕⊕	○	⊕	⊕⊕
11 €	13 €	30 €	17 €	40 €
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe		

# secIT<sub>by Heise</sub>

## HANNOVER 2019

Seien Sie dabei und profitieren Sie als Besucher von neuesten IT-Security Trends, Produkten oder Software-Lösungen.

**16 vertiefende Workshops**  
zu aktuellen IT-Sicherheits-themen

Bis zu  
**40 Expert Talks**

Wichtige Unternehmen  
aus der  
**IT-Sicherheits-  
branche**

Netzwerken  
und feiern  
auf der  
großen  
secIT-Party

Mehr als  
**40 Vorträge**  
führender  
**IT-Experten auf  
2 Bühnen**

**Hochkarätige  
Sprecher,**  
ausgewählt  
von unseren  
Redaktionen



Die Partner der secIT Hannover



Weitere Informationen und Anmeldung unter

# sec-it.heise.de



# Der Treffpunkt für Security-Anwender und -Anbieter!

13. – 14. März 2019  
Hannover

Auszug aus dem Vortragsprogramm

- **Und wir kriegen sie doch! – Warum Strafverfolgung im Netz nicht aussichtslos ist**  
// Markus Hartmann, Oberstaatsanwalt als Hauptabteilungsleiter Leiter der ZAC NRW
- **Incident Response und Forensic Readiness – Gut vorbereitet sein und richtig handeln, wenn es zum IT-Ernstfall kommt**  
// Dipl.-Wirt.-Inf. Martin Wundram, Geschäftsführer DigiTrace GmbH
- **Erfahrungen aus 10 Monaten DSGVO – Was für Unternehmen wirklich wichtig ist!**  
// Joerg Heidrich | Justiziar und Datenschutzbeauftragter Heise Medien GmbH & Co. KG
- **Passwort, Passwort, Token, Gesicht – fertig ist die Authentifizierungsschicht?**  
// David Fuhr, Head of Research, HiSolutions AG

Auszug aus dem Workshop-Programm

- **Typische Sicherheitsdefizite in Windows-Umgebungen und was man dagegen tun kann**  
// Constantin Tschürtz, cirosec-Berater
- **Security-Architektur – Ihr Unternehmen aus der Sicht eines Angreifers**  
// Kevin Wennemuth, Senior IT Security Consultant



Veranstalter



organisiert von



Eventpartner







# Dunkel, hell, bunt, schnell

## Sechs flinke HDR-Gaming-Monitore mit 27 und 32 Zoll

**Gaming-Monitore sollen Spiele schick und schnell in Szene setzen. Doch hohe Auflösung und kurze Schaltzeiten sind nicht alles – mit HDR-Effekten machen Spielentwickler ihre 3D-Welten noch schicker. Inzwischen gibt es brauchbare HDR-Displays schon ab 500 Euro.**

Von Benjamin Kraft

**E**s erscheinen immer mehr Spieletitel mit Unterstützung des hohen Dynamikumfangs – unter anderem Battlefield V, Shadow of the Tomb Raider und das brandneue Metro: Exodus mit HDR – und das Angebot an passenden Displays steigt. Der Aufpreis gegenüber klassischen Gaming-Monitoren fällt meist sogar moderat aus.

Um uns ein Bild davon zu machen, wie die schöne neue HDR-Welt in der Praxis aussieht, holten wir uns sechs HDR-fähige

Gaming-Displays mit Diagonalen von 27 und 32 Zoll ins Labor. Alle zeigen mindestens WQHD-Auflösung (2560 × 1440 Pixel) und decken einen Farbraum ab, der weit über sRGB hinausgeht und annähernd DCI-P3 erreicht. Preisbrecher im Feld ist der 32-Zöller HP Pavilion Gaming HDR-Monitor für 400 Euro. LG schickt den 32GK850F für 500 Euro ins Rennen, Samsung den gebogenen C32HG70 für 500 Euro. AOCs 27-Zöller Agon AG273QX ist ebenfalls gebogen und tendiert Richtung 600 Euro. Die preisliche Spitze bilden der Acer Predator X27 und Asus ROG Swift PG27UQ ab 2300 Euro, die auf 27 Zoll 3840 × 2160 Pixel unterbringen und ein in 384 Zonen unterteiltes, lokal dimmbares LED-Backlight nutzen.

### Schnell geschaltet

Hohe Bildwiederholraten reduzieren in Spielen die Bewegungsunschärfe: Mit 120 statt 60 Hertz sehen Texturen und Umrisse von Figuren knackiger aus. Allerdings braucht man auch eine Grafikkarte, die solche Performance-Sphären erreicht. Eine weitere Voraussetzung für flüssiges Spielen ist die Reaktionszeit, die mit der Display-Technik variiert.

AOC, HP, LG und Samsung setzen auf VA-Panels, die als farb- und kontraststark gelten – eine gute Basis für HDR-Displays. Für den Gaming-Einsatz sind sie indes nicht unbedingt erste Wahl, weil sie relativ träge von hellen zu dunklen Bildinhalten schalten.

IPS-Panels, wie sie Acer und Asus einsetzen, erzielen ohne Hilfsmittel wie Direct-LED-Backlight geringere Kontraste. Dafür ermöglichen sie große Einblickwinkel und schalten gleichmäßig schnell.

Wechselt ein Pixel zu langsam von einem Helligkeitswert zum nächsten, schimmert es eine Zeit lang als Geisterbild nach, was in Bewegtbildern unscharfe Objektkanten erzeugt. Damit dies nicht passiert, muss der Bildwechsel bei 60 Hz in weniger als 16 ms vollzogen sein, bei 120 Hz in 8 ms und bei 144 Hz in weniger als 7 ms.

Bei allen Geräten lässt sich die Reaktionszeit per Overdrive noch ein wenig verkürzen. Allerdings gelingt das selten ohne Nebenwirkungen: Um den Flüssigkristall schneller auszurichten, legen die Panels eine etwas höhere Spannung an als eigentlich benötigt. Übertreibt es die Monitorelektronik dabei, schießt das Pixel über seine Zielhelligkeit hinaus und braucht letztlich länger, um diese zu errei-

chen. Solche Überschwinger äußern sich als dunkle oder helle Säume an bewegten Objektkanten.

Im Test ermittelten wir bei allen Displays die fürs Spielen optimalen Einstellungen und führen diese in der Tabelle auf. Praktisch immer lautet unsere Einschätzung, dass der Overdrive die Lage verschlimmbessert, man ihn also entweder aus lässt oder abschaltet, falls er ab Werk an ist. Die Ausnahme von dieser Regel ist der Asus PG27UQ, der mit der voreingestellten Overdrive-Stufe „Normal“ das beste Ergebnis lieferte. Selbst mit vermeintlich ausgeschaltetem Overdrive beobachteten wir bei AOC dagegen einen Unterschwinger beim Wechsel zwischen Graustufen: Die Pixel schalteten zu rabiat um und zeigten statt Dunkelgrau zunächst Schwarz.

HP ist bei den Schaltzeiten das Schlusslicht: Der Monitor braucht im Mittel 13,8 ms. Allerdings möchte man an dem Display ohnehin nicht mit mehr als 60 Hz spielen, weil es dann anfängt zu ruckeln. Acer, AOC, LG und Samsung schaffen in Spielen schlierenfrei bis zu 120 Hz, wenngleich sie alle bis 144 Hz versprechen. Das gelingt nur dem Asus PG27UQ, obwohl in ihm das gleiche Panel steckt wie im Acer Predator X27.

Bei Acer wirkt sich die dynamische Hintergrundbeleuchtung auf die gemessene Schaltzeit aus, denn die Elektronik regelt beim Wechsel auf Weiß die letzten paar Prozent der Helligkeit nur schrittweise nach. Für das Messgerät sah es deshalb so aus, als lasse sich der Flüssigkristall lahm 34 ms Zeit für den Bildwechsel; real war er schon nach 7,8 ms vollzogen.

## HDR – die Standardfrage

HDR-Displays versuchen, durch höhere In-Bild-Kontraste eine realistischere Darstellung als konventionelle Monitore zu erzielen. Dazu nutzen sie einen größeren Farbraum mit feineren Abstufungen zwischen den Farbtönen und eine Hintergrundbeleuchtung, die einerseits heller strahlt als in herkömmlichen Displays und sich andererseits komplett oder punktuell abschalten lässt, um tiefes Schwarz zu erzeugen.

Es gibt mehrere HDR-Standards: Dolby Vision, HDR10+ und HDR10 spielen bei Fernsehern eine Rolle, für Monitore hat die Standardorganisation VESA (Video Electronics Standards Association) DisplayHDR erarbeitet. Hierbei gibt es die Abstufungen 400, 500, 600 und 1000 sowie 400 und 500 mit dem Zusatz „True

Black“, deren Bezeichnung sich von der Spitzenhelligkeit ableiten. Allen gemein ist, dass das Display eingehende Videosignale mit 10 Bit entgegennehmen und mit mindestens 8 Bit ans Panel geben muss.

Die Monitore von AOC und LG erfüllen die Einstiegsstufe DisplayHDR 400, für die das Display eine Spitzenhelligkeit von 400 cd/m<sup>2</sup> erreichen und den Farbraum BT.709 zu mindestens 95 Prozent abdecken muss. Die Spitzenhelligkeit müssen die LCDs nur für 2 Sekunden halten, sie ist für Lichter etwa in Explosionen gedacht. Die spezifizierte Leuchtdichte für eine dauerhaft helle Darstellung liegt darunter, im Fall von DisplayHDR400 bei 320 cd/m<sup>2</sup>. Wir geben in der Tabelle auf Seite 125 diese maximale dauerhafte Leuchtdichte des Monitors an.

Der Farbraum BT.709 ist prinzipiell mit sRGB identisch, doch der Gamma-wert liegt bei 2,4 statt 2,2. Außerdem muss das Display Global Dimming beherrschen, seine Hintergrundbeleuchtung dem Bildinhalt von einem Bild zum nächsten anpassen. Im VESA-Testbild mit einem nach innen dunkler werdenden Tunnel aus Graustufen darf die Leuchtdichte in der schwarzen Mitte maximal 0,1 cd/m<sup>2</sup> betragen, in einem schwarzen Bild mit weißen Kästen in den vier Ecken sind bis zu 0,4 cd/m<sup>2</sup> erlaubt.

HP und Samsung setzen auf DisplayHDR 600, das nicht nur eine höhere Dauerhelligkeit von 350 cd/m<sup>2</sup> fordert, sondern beim Testbild mit weißen Ecken im Schwarz eine Leuchtdichte von maximal 0,1 cd/m<sup>2</sup> erlaubt. Außerdem muss das Panel den größeren Farbraum DCI-P3 zu mindestens 90 Prozent abdecken, was tieferes Rot und satteres Grün erfordert. Und es muss Farben mit 10 Bit pro Farb-

kanal auflösen, um dieses größere Farbspektrum ohne Sprünge darzustellen. Dabei darf allerdings auch ein 8-Bit-Panel zum Einsatz kommen, das mittels FRC (Frame Rate Control) zusätzliche Farbabstufungen simuliert. Local Dimming soll durch gezielte Abschaltung einzelner Bereiche der Hintergrundbeleuchtung punktuell Tiefes Schwarz und dadurch lokal höhere In-Bild-Kontraste ermöglichen.

Nochmals strenger ist DisplayHDR 1000, dessen Weiß in Spitze mit bis zu 1000 und dauerhaft mit 600 cd/m<sup>2</sup> strahlen soll, während Schwarz im Zentrum bei weißen Ecken nicht heller als 0,05 cd/m<sup>2</sup> leuchten darf. Diese Stufe erreichen in diesem Testfeld nur die Displays von Acer und Asus. Eine vollständige Aufschlüsselung der Kriterien der DisplayHDR-Stufen findet sich über [ct.de/ydyz](http://ct.de/ydyz).

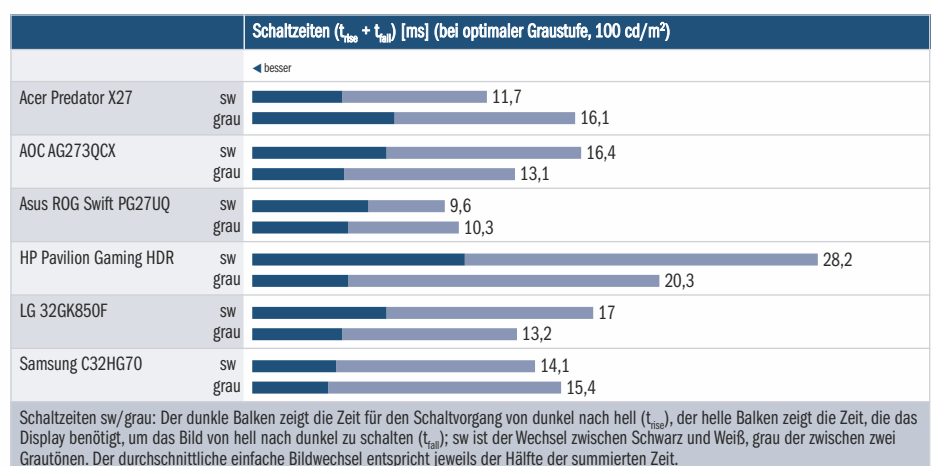
## Schattenspiele

Die dimmbare Hintergrundbeleuchtung erzeugt in Spielen teils beeindruckende Kontraste. Allerdings hat jeder Dimming-Ansatz seine Schwächen. So schaltet sich beim globalen Dimmen in DisplayHDR-400-Monitoren wie denen von AOC und LG das Backlight an, sobald das Bild nicht komplett schwarz ist.

Beim Local Dimming mit Edge-LED-Beleuchtung, wie es bei HP und Samsung zum Einsatz kommt, hängen die Effekte vom Bildinhalt ab. Die lokale Abdunklung klappte im Test nur bei statischen Bildinhalten. Sobald Bewegung ins Bild kam, ging das Backlight auf der gesamten Fläche an und es war mit Tiefschwarz vorbei.

Beim Direct-LED-Backlight von Acer und Asus blieb das Display auch in Bewegtbildern partiell schwarz. Allerdings konnte man den Übergang von einer

## Schaltzeiten





### Acer Predator X27

Acers G-Sync-HDR-Display zu einem Straßenpreis von 2300 Euro zeigt 4K auf 27 Zoll mit extrem satten Farben, die DCI-P3 und Adobe RGB fast ganz abdecken. Um die auch außerhalb des HDR-Modus zu sehen, muss man den großen Farbraum im Bildmenü aktivieren. Außerdem unterstützt der Monitor DisplayHDR 1000.

Die Hintergrundbeleuchtung des blickwinkelstabilen IPS-Displays besteht aus 384 direkt beleuchteten LED-Zonen, die sich individuell abschalten lassen, sodass ein absolutes Schwarz auch in einem nicht komplett schwarzen Bild entsteht. Das Ergebnis ist ein Kontrast von beinahe 10.000:1. Ohne das variable Backlight sind es noch rund 1200:1. 120 Hz packt das Display noch, 144 Hz muss man sich mit Overdrive-Artefakten erkaufen. Dass die dynamische Hintergrundbeleuchtung des Monitors beim Wechsel von Schwarz auf Weiß erst nach langen 34 ms die Zielhelligkeit erreicht, merkt man beim Spielen nicht.

Der Predator X27 bringt Lautsprecher und vier USB-Ports mit. Das gut gegliederte Bildmenü enthält viele Optionen, muss aber mit dem wabbeligen Joystick bedient werden. Das Display verbriet im Standby 20 Minuten lang 34 Watt, bevor die Leistungsaufnahme auf 0,34 Watt sank. Außerdem enthält es einen Lüfter, der konstant mit 0,4 Sone vor sich hin rauscht. Das stört zwar nicht beim Spielen, nervt aber im Desktop-Betrieb.

- ↑ supersatte Farben
- ↑ ausgezeichneter In-Bild-Kontrast
- ↓ eingebauter Lüfter



### AOC AG273QCX

2560 × 1440 Pixeln auf 27 Zoll bietet in diesem Testfeld nur AOC, die starke Krümmung von 1800R passt erfreulich gut zur Größe. Der schicke Fuß dient als stabile Basis, die Mechanik läuft geschmeidig und präzise. An der Gehäuserückseite sorgt ein nach hinten strahlender roter Leuchtring für Gaming-Ambiente. Vier USB-Ports, ein Bedien-Puck für das Bildmenü, fünf Display-Eingänge, zwei Headset-Halter und ein Mikrofoneingang runden die Ausstattung ab.

Das VA-Panel schafft ohne Overdrive 120 Hz. Es zeigt satte Farben, aber mit etwas weniger intensivem Grün als die Mitbewerber. Leider gelingt es ihm nicht, dunkle Farbtöne zu differenzieren: In gleichmäßigen Grau- und Farbverläufen gibt es einen abrupten Sprung zum dunklen Bereich. In Spielen führte das zu einer wenig nuancierten Darstellung. Zudem lag ein sehr feines Fliegengitter über dem Bild.

Auf dem Windows-Desktop trat eine hellere Linie auf Höhe der oberen Kante von Programmfenstern auf. Im rechten unteren Viertel zeigte unser Testexemplar zwei bogenförmige dunklere Stellen, die in Shadow of the Tomb Raider wie ein Geisterbild sichtbar waren, in World of Tanks hingegen nicht. Mit aktiviertem FreeSync (oder G-Sync Compatible) flackerte das HDR-Bild reproduzierbar in Tomb Raider. Das fummelige Bildmenü ist in unklar benannte Abschnitte untergliedert. Unterm Strich ein enttäuschender Auftritt für einen 600-Euro-Monitor.

- ↑ sehr gute Gehäusemechanik
- ↓ flackert bei HDR mit FreeSync
- ↓ Bildschatten und Phantomlinien



### Asus ROG Swift PG27UQ

Das Asus-Display glänzt mit denselben Eckpunkten wie Acers X27: G-Sync HDR, 4K auf 27 Zoll, extrem satte Farben, bis zu 144 Hz, Direct-LED-Backlight mit 384 Zonen und DisplayHDR 1000. Auch hier muss der größere Farbraum bei SDR-Inhalten im Bildmenü manuell eingeschaltet werden.

Den PG27UQ treffen aber auch die gleichen Kritikpunkte wie den X27: der hier mit konstant 0,5 Sone sirrende Lüfter, die Bedienung per Wabbel-Joystick, die zunächst hohe Leistungsaufnahme im Standby und der hohe Preis von über 2400 Euro. Der teils billig wirkende dünne Kunststoff an der Gehäuserückseite passt da nicht ins Bild.

Kontrast, Schirmausleuchtung und Farbdarstellung liegen auf dem gleichen exzellenten Niveau wie bei Acers X27, und auch das tiefe Schwarz gelingt dem PG27UQ. Allerdings hat Asus die Elektronik besser abgeglichen: Der Asus-Monitor schaltet mit 4,8 ms schnell genug für die im Bildmenü aktivierbaren 144 Hz und bummt nicht wie sein Acer-Halbbruder beim Schwarz-Weiß-Wechsel.

Der PG27UQ hat nur zwei USB-Ports und statt Lautsprechern nur einen Kopfhöreranschluss. Dafür hat er bei der Beleuchtung mehr zu bieten: Er projiziert das (abschaltbare) rote ROG-Logo auf Zimmerdecke und Schreibtisch. Die untere Projektionsscheibe lässt sich wechseln, sodass es unterm Monitor nur rot leuchtet. Außerdem lässt sich das Asus-Display ins Hochformat drehen; das geht beim Acer nicht.

- ↑ schnell genug für 144 Hz
- ↑ ausgezeichneter In-Bild-Kontrast
- ↓ eingebauter Lüfter





### HP Pavilion Gaming HDR-Monitor

Auf seinem ungewöhnlichen Monitorfuß sieht das HP-Display wie ein kleiner Fernseher aus. Es lässt sich nur neigen, aber weder in der Höhe verstellen noch drehen. Außerdem wippt das Display nicht nur nach Berührungen, sondern auch, wenn der Tisch wackelt. Immerhin gehört ein Adapter für eine VESA-Halterung zum Lieferumfang.

Das VA-Panel zeigt auf 32 Zoll 2560 × 1440 Pixel und satte Farben. Es erzielt einen ordentlichen Kontrast von 2171:1 – der beste Wert unter den Displays ohne Direct-LED-Backlight. Die maximale Bildwiederholrate von 75 Hz ist dagegen die niedrigste im Test. Dann ruckelt die Darstellung in der Praxis so stark, dass man besser bei 60 Hz bleibt. Mit der Bildschärfe der Konkurrenz kann das HP-Display ebenfalls nicht mithalten.

Der Monitor unterstützt kein FreeSync 2. HP versucht, diese Fähigkeit im Preset „HDR Gaming-FreeSync“ nachzuahmen – mit mäßigem Erfolg, flauem Bild und gelegentlich Säumen an kontraststarken Objektkanten. Auch ohne FreeSync wirkt das HDR-Bild müde. Am besten aktiviert man FreeSync nur in Spielen mit konventionellem Kontrastbereich und deckelt die Bildrate in HDR-Spielen per Treiber manuell auf 60 fps.

Die beiden rückwärtigen USB-3.0-Ports sind schlecht zu erreichen. Aufgrund seiner Einschränkungen taugt das HP-Display nur für Gelegenheitspieler.

- 👍 wohnzimmertaugliches Design
- 👎 entweder FreeSync oder HDR
- 👎 HDR-Bild wirkt flau



### LG 32GK850F

Abgesehen von den Gamer-Farben Rot und Schwarz ist der 32GK850F sehr konventionell gestylt. Die Höhenverstellung läuft etwas schwergängig, ansonsten gibt es an der Verarbeitung nichts auszusetzen. Die Anschlüsse – zweimal HDMI 2.0, einmal DisplayPort und zweimal USB 3.0 – sitzen in einem mittig an der Geräterückseite liegenden roten Kunststoffkreis, der bei der teureren G-Sync-Version beleuchtet ist.

Das Bild überzeugt mit kräftigen, lebendigen Farben und einem mittleren Kontrast von 1500:1. 120 Hz macht das Display gut mit, kämpft sich aber in langen 28 ms durch den Wechsel zwischen dunklen Grautönen.

Im HDR-Modus fallen die Farben des DisplayHDR-400-Monitors auf dem Windows-Desktop flauer aus als bei der Konkurrenz. HDR-Spiele werden dagegen mit übersättigten Farben gemalt und Rot und Orange dabei besonders dick aufgetragen.

Ärgerlich: Im gut navigierbaren Bildmenü lässt sich bei anliegendem HDR-Signal nur die Helligkeit regeln. Außerdem gelang der Gamma-Abgleich in Shadow of the Tomb Raider nicht zuverlässig. FreeSync und auch G-Sync Compatible funktionierten im Test dagegen problemlos.

Vom Blinking Backlight, alias „1ms Motion Blur Reduction“, sollte man die Finger lassen: Es reduziert zwar die Bewegungsunschärfe, frisst aber ordentlich Helligkeit und produziert an hellen Objektkanten bei schnellen Augenbewegungen einen Regenbogeneffekt.

- 👍 günstig
- 👍 schnell genug für 120 Hz
- 👎 HDR-Spiele mit übersättigten Farben



### Samsung C32HG70

Das gebogene 32-Zoll-Display steht auf einem raumgreifenden Fuß. Der lange Monitorhals mit Doppelgelenk ermöglicht zwar geschmeidige Höhenverstellung, Neigung und sogar die – hier unsinnige – Drehung ins Hochformat, wippt aber nach Berührungen nervös nach. Zwei USB-Anschlüsse liegen an der Geräterückseite unter der Anschlussblende.

Das VA-Panel zeigt 2560 × 1440 Bildpunkte mit satten Farben und erzielt einen mittleren Kontrast von 1440:1. Die versprochenen 144 Hz verfehlt der C32HG70 zwar, kommt aber in Spielen bis 120 Hz gut mit. In HDR-Spielen stellt man dennoch die maximale Bildrate ein, denn zumindest in Rise of the Tomb Raider funktionierte die Weißanpassung nur dann korrekt. Per FreeSync 2 wird die Bildrate ohnehin von der Grafikkarte diktiert. Als wir den Monitor an GeForce-Karten als G-Sync-Compatible-Display betrieben, flackerte das Bild sporadisch.

Empfindlichere Nutzer werden aus den Augenwinkeln ein leichtes Flimmern in hellen Bereichen bemerken. Wer das Display per HDMI anschließt, muss in den Bildeinstellungen den HDMI-Schwarzwert auf „normal“ stellen, sonst kappt die Elektronik die oberen und unteren Farbwerte. Im gut bedienbaren Bildmenü schließen sich manche Funktionen aus: Wer etwa FreeSync aktiviert, kann den Overdrive nicht anpassen. Auf drei Tasten an der Front lassen sich Benutzerprofile speichern.

- 👍 günstig
- 👍 schnell genug für 120 Hz
- 👎 etwas unruhiges Bild

LED-Zone zur nächsten gut erkennen. So leuchteten in der Testsequenz mit einem dünnen hellen Streifen, der über das dunkle Display wanderte, für einen kurzen Augenblick jeweils zwei komplette LED-Reihen etwas heller.

## G-Sync, FreeSync und HDR

Alle Geräte in diesem Testfeld lassen sich die Bildfrequenz dynamisch von der Grafikkarte diktieren (Variable Refresh Rate, VRR). Das soll verhindern, dass Spiele bei niedriger Bildrate ruckeln oder die Spielszene zerreißt, wenn die Grafikkarte neue Frames in zu schneller Folge ans Display schickt. Mit VRR laufen Grafikkarte und Display innerhalb eines definierten Frequenzbereichs im Gleichschritt.

Es gibt zwei große, zueinander inkompatible VRR-Standards: AMDs FreeSync beruht auf VESA Adaptive Sync, das ein optionaler Teil der DisplayPort-1.2-Spezifikation ist, aber auch via HDMI funktioniert. G-Sync ist eine proprietäre Lösung von Nvidia, die im Monitor ein spezielles Modul voraussetzt. Bis vor Kurzem unterstützten die GPU-Hersteller nur den jeweils eigenen Standard. Damit diktierte die Wahl der Grafikkarte ein Stück weit auch, welche Monitore fürs Gaming infrage kamen.

Seit dem GeForce-Treiber 417.71 können Nvidia-Karten der Pascal- oder Turing-Generationen GTX 1000 respektive RTX 2000 auch FreeSync-Displays mit variabler Bildrate antreiben. Nvidia nennt diesen Modus, den man in der Regel im Treiber unter „G-Sync einrichten“ aktivieren muss, G-Sync Compatible. Nvidia warnt aber, dass es mit einigen FreeSync-Displays zu Bildstörungen wie Helligkeitspumpen oder Flackern kommen kann – was bei AOC und Samsung auch tatsächlich sporadisch auftrat.

HP setzt bei seinem Monitor noch auf FreeSync der ersten Generation, das sich nicht mit HDR kombinieren lässt. Zudem fällt der VRR-Frequenzbereich mit 48 bis 75 Hz sehr eng aus. Die Modelle von AOC, LG und Samsung beherrschen FreeSync 2 mit 40 oder 48 bis 144 Hz am DisplayPort, via HDMI ist bei LG und Samsung bei 100 Hz Schluss. Die Nobel-Gamer von Acer und Asus sind derweil die Vorzeigeräte für Nvidias G-Sync HDR, das zwischen 1 und 144 Hz arbeitet und DisplayPort 1.4 voraussetzt.

Diese beiden Hersteller prahlen zwar mit 4K-Auflösung sowie 144 Hz und HDR-Darstellung mit 10-Bit-Farbauflösung, in

der Praxis klappt die Kombination aber nur bis 98 Hz. Danach geht selbst dem DisplayPort 1.4 die Bandbreite aus. Daher behilft sich Nvidia mit einem Kniff und reduziert die Farbtiefe via Chroma Subsampling von 4:4:4 auf 4:2:2; damit erreichen die G-Sync-HDR-Monitore bis zu 144 Hz. In der Praxis ist das nicht weiter schlimm: Wer auf dem Desktop 10 Bit und HDR braucht, dem reichen in der Regel 98 Hz. In HDR-Spielen kommen selbst die derzeit leistungsstärksten Grafikkarten in 4K nur mit reduzierter Detailstufe auf sehr hohe Bildraten – dann fällt die reduzierte Farbauflösung ohnehin kaum auf.

## Ausstattung und Anschlüsse

Die meisten Monitore dieses Vergleichs beschränken sich auf die aktuellen Display-Eingänge HDMI und DisplayPort. AOCs Agon AG273QCX hat außerdem noch eine VGA-Buchse an Bord.

Der USB-3.0-Hub hat bei Asus, HP, LG und Samsung nur zwei Peripherieanschlüsse, bei Acer und AOC sind es vier. Lautsprecher findet man bei den beiden letztgenannten Displays, der Rest hat nur Kopfhörerbuchsen. Am AOC-Bildschirm kann man rechts und links je einen Headset-Halter herausziehen. Acer, AOC und Samsung versuchen, mittels dezenter Beleuchtung Gaming-Atmosphäre zu schaffen; Asus projiziert sein rotes ROG-Logo selbstbewusst auf den Schreibtisch und an die Zimmerdecke.

Die Bildmenüs sind unterschiedlich gut gelungen. Am besten gefallen uns die gut gegliederten Menüs von LG und Samsung. Bei HP navigiert man mit drei Tasten an der Gehäuserückseite durchs Menü, inklusive umständlicher Bestätigungen in jeder Menüebene. Acer und Asus bieten sehr viele Einstellmöglichkeiten, von denen sich manche erst auf den dritten Blick erschließen. Gesteuert wird das Menü hier wie da über drei rückwärtige Tasten und einen Joystick, der bei beiden ein wenig ausgeleiert wirkte. AOC setzt ebenfalls auf Joystick-Bedienung, verteilt die Einstellmöglichkeiten aber auf teils ähnlich klingende, teils nichtssagend benannte Menüs. Da nützt auch der kabelgebundene Bedienpuck nichts.

Gaming-Einstellungen finden sich in allen Menüs: Hinter Dark Boost, Dark Stretch Shadow Control oder Black Equalizer verbirgt sich eine Funktion, um dunkle Bildbereiche aufzuhellen. Bei fast allen Displays kann man in der Mitte ein Fadenkreuz als Zielhilfe für Shooter einblenden,

manche zeigen auf Wunsch die aktuellen fps (Bilder pro Sekunde) an. In Verbindung mit adaptiven Sync-Modi zeigten die Displays jedoch manchmal falsche Werte an. Die standardmäßig angebotenen Spiele-Presets verschlimmbessern die Darstellung fast immer: Sie ziehen den Kontrast übermäßig hoch, überschärfen Details oder drehen am Gamma herum. Wer dennoch daran Gefallen findet, sollte im Desktopbetrieb zurück in den Standard-Preset wechseln.

## Fazit

Gut gemachte und gut umgesetzte HDR-Effekte lassen Spielwelten noch realistischer aussehen. Die gute Nachricht: Alle HDR-Monitore in diesem Test liefern ein wirklich schönes Bild mit satten Farben und guten Kontrasten. Die Schlechte: Keiner ist dabei ohne Makel.

Als Allrounder macht der LG 32GK850F eine sehr gute Figur – bis man HDR aktiviert und die überzogenen Farben sieht. Der günstige HP-Monitor taugt mit seinem 60-Hz-Panel und der HDR-Schwäche eigentlich nur für den Einstieg ins Gaming. AOCs schneller Agon AG273QCX stuft dunkle Töne nicht sauber ab und frustriert mit einem undurchschaubaren Menü.

Fraglos das beste Bild liefern Acer Predator X27 und der Asus ROG Swift PG27UQ. Die Quasi-Zwillinge bringen brillante Farben mit hoher Auflösung und beeindruckender Detailschärfe auch bei schnellen Bildern auf den Schirm und liefern Kontraste, die man sonst von OLED-Displays kennt. Das lassen sich die Hersteller mit weit über 2000 Euro allerdings auch fürstlich bezahlen. Die dauerhaft sirrenden Lüfter in den beiden Geräten passen da ebenso wenig ins Bild wie die Materialwahl fürs Gehäuse.

Unter den für Normalsterbliche bezahlbaren Monitoren macht Samsungs gebogener C32HG70 die beste Figur: Er schafft 120 Hz, zeigt satte Farben mit gutem Kontrast und reißt mit 500 Euro kein riesiges Loch in die Haushaltskasse. Allerdings nimmt er mit seinem großen Fuß viel Platz auf dem Schreibtisch ein und kommt wegen seines langen Halses schnell in Schwingungen. Das ist angesichts der guten Bildqualität aber wohl für die meisten Nutzer verschmerzbar.

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

**DisplayHDR-Spezifikation der VESA:**  
[ct.de/ydyz](https://www.vesa.com/displaysolutions/displayhdr/)

## HDR-Gaming-Monitore G-Sync oder FreeSync

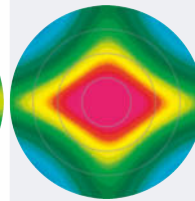
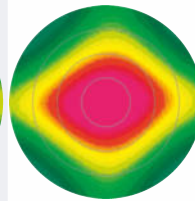
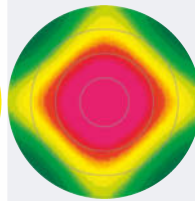
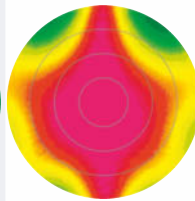
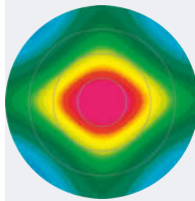
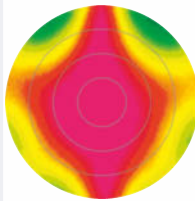
Produktbezeichnung	Predator X27	Agon AG273QCX	ROG Swift PG27UQ	Pavilion Gaming HDR	32GK850F	C32HG70
Hersteller	Acer	AOC	Asus	HP	LG	Samsung
Garantie	36 Monate	36 Monate	36 Monate	24 Monate	24 Monate (bring-in)	24 Monate (bring-in)
Panel: Größe / Typ / Backlight	27"/IPS (mattiert) / Direct-LED (384 Zonen)	27"/VA (mattiert, curved 1800R) / Edge-LED	27"/IPS (mattiert) / Direct-LED (384 Zonen)	32"/VA (mattiert) / Edge-LED	31,5"/VA (mattiert) / Edge-LED	32"/VA (mattiert, curved 1800R) / Edge-LED
Auflösung (Pixeldichte) / Bildwiederholfrequenz	3840 × 2160 (163 dpi) / 120 Hz <sup>1</sup>	2560 × 1440 (92 dpi) / 144 Hz	3840 × 2160 (163 dpi) / 120 Hz <sup>1</sup>	2560 × 1440 (93 dpi) / 75 Hz	2560 × 1440 (93 dpi) / 144 Hz	2560 × 1440 (93 dpi) / 144 Hz
sichtbare Bildfläche / Bild diagonale	60 cm × 33,6 cm / 68,5 cm	71 cm × 39,5 cm / 81 cm	60 cm × 33,6 cm / 68,5 cm	71 cm × 39,5 cm / 81 cm	70 cm × 39 cm / 80 cm	71 cm × 39,5 cm / 81 cm
HDR-Standard / Farbraum / Sync-Technologie	DisplayHDR 1000 / DCI-P3, Adobe RGB / G-Sync HDR	DisplayHDR 400 / DCI-P3 / FreeSync 2 HDR	DisplayHDR 1000 / DCI-P3, Adobe RGB / G-Sync HDR	DisplayHDR 600 / DCI-P3 / FreeSync	DisplayHDR 400 / DCI-P3 / FreeSync 2 HDR	DisplayHDR 600 / DCI-P3 / FreeSync 2 HDR
Videoeingänge	1 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.0	2 × DisplayPort 1.2, 2 × HDMI 2.0, 1 × VGA	1 × DisplayPort 1.4, 1 × HDMI 2.0	1 × DisplayPort 1.2, 2 × HDMI 2.0	1 × DisplayPort 1.2, 2 × HDMI 2.0	1 × DisplayPort 1.4, 2 × HDMI 2.0
Farbmodi Preset / User	warm, normal, kalt, Blaulicht / ✓	warm, normal, cool, sRGB / ✓	normal, warm, cool / ✓	warm, neutral, cool, native / ✓	warm, medium, cold / ✓	kalt 1-3, normal, warm 1-3 / ✓
Bildpresets	Standard, Eco, Grafiken, Spielfilm, G1 Action, G2 Rennen, G3 Sport, Anwender	Off, FPS, RTS, Racing, Gamer 1/2/3	Scenery Mode, Racing Mode, Cinema Mode, RTS/RPG Mode, FPS Mode, sRGB Mode	Low Blue Light, Night, Reading, HP Enhance+, HDR Gaming - FreeSync, Vesa HDR 600, HDR Video, custom	Gamer 1, Gamer 2, FPS, RTS, Vivid, Reader, HDR Effect, sRGB	benutzerdefiniert, hohe Helligkeit, FPS, RTS, RPG, AOS, sRGB, Kino
beste Gaming-Einstellung	Modus: Anwender; GSync 120 Hz, Overdrive: aus	Modus: Off, Overdrive: aus, Game-Mode: off, FreeSync: on	Modus: FPS, Overdrive: normal	Modus: HP Enhance+: low, Response Time: Level 1	Gamer 1; Game Adjust/Resp. Time: normal, FreeSync: extended, 1ms Motion Blur Reduction: aus	Bildmodus: benutzerdef./FreeSync: Ultimate Engine
LCD drehbar / höhenverstellbar / Portrait-Modus	✓ / ✓ / -	- / - / -	✓ / ✓ / ✓	- / - / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Rahmenbreite	seitl. und oben 1,5 cm, unten 2,2 cm	seitl. und oben 0,9 cm, unten 2 cm	seitl. 1,7 cm, oben 2,1 cm, unten 2,4 cm	seitl. und oben 1,5 cm, unten 1,8 cm	seitl. und oben 0,9 cm, unten 2,3 cm	seitl. und oben 1,4 cm, unten 1,8 cm
weitere Ausstattung und Lieferumfang	Lautsprecher (2 × 4 W), USB-3.0-Hub (4 Ports), Netzteil extern; Kabel: DisplayPort, USB, Netz	Lautsprecher (2 × 5 W), USB-3.0-Hub (2 Ports), USB-Bedienpuck; Kabel: DisplayPort, HDMI, USB, Netz	USB-3.0-Hub (2 Ports), Aura-Sync-Software, Netzteil extern; Kabel: DisplayPort, HDMI, USB, Netz	USB-3.0-Hub (2 Ports), Netzteil extern; Kabel: DisplayPort, HDMI, Netz	USB-3.0-Hub (2 Ports), Netzteil extern; Kabel: DisplayPort, HDMI, USB, Netz	USB-3.0-Hub (2 Ports); Kabel: DisplayPort, HDMI, USB
Maße (B × H × T)	63 cm × 44,5-57,5 cm × 28,5 cm	61 cm × 45,5-56,5 cm × 26,5 cm	63 cm × 43,2-55,5 cm × 27 cm	74 cm × 52,5 cm × 17,5 cm	71,5 cm × 49-60 cm × 27,5 cm	72 cm × 47,5-61,5 cm × 31 cm

### Messergebnisse

Leuchtdichteregulierungsbereich	20 ... 534 cd/m <sup>2</sup>	80 ... 428 cd/m <sup>2</sup>	20 ... 650 cd/m <sup>2</sup>	32 ... 346 cd/m <sup>2</sup>	67 ... 395 cd/m <sup>2</sup>	24 ... 450 cd/m <sup>2</sup>
Leistungsaufn. Aus / Standby / Betrieb [W]	0,4 / 0,4 <sup>2</sup> / 53,7 W	0,5 / 0,4 / 22,3 W	0,5 / 0,5 <sup>2</sup> / 46 W	0,3 / 0,4 / 24 W	0,3 / 0,4 / 23 W	0,3 / 0,5 / 35 W
Kontrast minimales Sichtfeld (Abweichung) <sup>4</sup>	1078:1 (14,5 %) / 9970:1 (24 %)³	1162:1 (53,6 %)	1072:1 (13,2 %) / 9633:1 (28,4 %)³	2171:1 (44,8 %)	1500:1 (39,2 %)	1443:1 (55,3 %)
Kontrast erweitertes Sichtfeld (Abweichung) <sup>4</sup>	850:1 (31,7 %) / 7658:1 (41 %)³	543:1 (100 %)	858:1 (29,2 %) / 7423:1 (43,5 %)³	1116:1 (84,8 %)	733:1 (83,3 %)	661:1 (107 %)

Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten, im Idealfall wäre das gesamte Bild pink.

winkelabhängiger Kontrast:  
Kreise im 20°-Abstand  
0 200 400 600



### Bewertung

Kontrasthöhe	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Farbwiedergabe	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕
Graustufenauflösung	⊕⊕	○	⊕⊕	⊕	⊕	⊕
Spielerauglichkeit (Schaltzeiten)	⊕⊕	⊕	⊕	○	⊕	⊕
Gehäuseverarbeitung / Mechanik	⊕⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ○
Bedienung, OSM	⊕	⊖	⊕	⊕	⊕	⊕
Preis	2300 €	600 €	2430 €	400 €	500 €	500 €

<sup>1</sup> 144 Hz per Übertaktung <sup>2</sup> nach 20 Minuten; vorher ca. 34 Watt <sup>3</sup> mit aktiviertem Local Dimming, gemessen auf VESA-Testbild

<sup>4</sup> Mittelwert und Standardabweichung des Kontrasts im minimalen beziehungsweise erweiterten Sichtfeld. Das minimale Sichtfeld umfasst alle Einblickwinkel, unter denen ein Betrachter das Bild sieht, wenn er aus 60 cm Entfernung frontal auf die Schirmmitte schaut; die Bildecken sieht er dabei unter dem größten Winkel. Im erweiterten Sichtfeld bewegt er den Kopf parallel zur Schirmfläche bis zu den Displaykanten; der Einblickwinkel auf die gegenüberliegenden Bildränder nimmt zu, der mittlere Kontrast sinkt.

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht  
✓ vorhanden — nicht vorhanden k. A. keine Angabe





# Armleuchter

## Neun Smartwatches mit watchOS, Wear OS, Tizen und LiteOS

**Sport- und Fitnesstracking sowie Bezahlfunktionen: Werden Smartwatches damit interessanter? Auch an der Akkulaufzeit haben die Hersteller herumgetüftelt.**

**Von Patrick Bellmer, Jan-Keno Janssen, Michael Link, Stefan Porteck und Jörg Wirtgen**

**E**s war einmal eine etwas pummelige Smartwatch. Sie sollte – das haben ihr die Gadget-Gurus gesagt – eine ganz tolle Zukunft vor sich haben: Alle Leute würden sich um sie reißen, weil man mit ihr so tolle Sachen anstellen könnte. Überhaupt traute man ihr zu, alles so gut zu können wie bislang das Smartphone. Dann traf die Smartwatch auf die Wirklichkeit.

Viel zu kurze Akkulaufzeiten, zu kleine Displays in dicken Gehäusen, eine fummelige, lahme Bedienoberfläche und unausgeglichene Apps – ganz dringend musste sich was tun, wenn die Gattung nicht wieder in der Versenkung verschwinden sollte. Und dazu mixten die Hersteller sehr unterschiedliche Zaubertränke zusammen.

Wir haben neun teils sehr unterschiedliche Modelle getestet: Neben der Apple Watch Series 4 die Armani Connected, die Fossil Sport, die Honor Watch Magic sowie die Huawei Watch GT, außerdem die TicWatch Pro und TicWatch C2, die Samsung Galaxy Watch und die Skagen Falster 2.

### Die Bielefeld-Smartwatch

„Die“ Smartwatch gibts gar nicht, denn jeder versteht etwas anderes darunter, will andere Dinge damit tun: Sport treiben und

aufzeichnen, Musikplayer steuern, telefonieren und chatten – alles soll vom Handgelenk aus passieren, das Smartphone in der Tasche bleiben. Einigen gilt sie auch als Statussymbol, das einen „digitalen Lifestyle“ signalisieren soll.

Smartwatches übernehmen inzwischen Aufgaben, die früher reinen Sportuhren beziehungsweise Fitnesstrackern zugeordnet waren. Jene wiederum fischen im Teich der Smartwatches und zeigen beispielsweise Nachrichten an.

Neu hinzugekommen ist die Bezahlfunktion, die einige Uhren mit NFC-Chip im Test mitbringen. Das mobile Bezahlen, zuerst im Smartphone, hat an Beliebtheit gewonnen. Nun kann man an der Kasse noch ein paar Sekunden Zeit sparen, indem man nicht das Handy aus der Tasche zieht, sondern einfach die Smartwatch ans Kartenterminal der Kasse hält. Die Apple Watch ist für Apple Pay geeignet.

net, die Android-Uhren von Armani, Fossil, TicWatch und Skagen für Google Pay. Die Samsung versteht sich aufs eigene Bezahlssystem, das in Deutschland noch nicht gestartet ist – und vermutlich auch nicht so bald starten wird.

### Flucht von Googles Wear OS

So sehr sich die Uhren äußerlich unterscheiden und egal, ob der Hersteller sie eher als Sportuhr vermarktet oder als modisch-elegante Alltagsuhr: Guckt man aufs Display und durchstöbert ihre Menüs, dann gleichen sie einander wie Pinguine. Viele Hersteller greifen auf Googles Betriebssystem Wear OS zurück, das bis März 2018 noch Android Wear hieß. Für etliche klassische Uhrenhersteller bot dieses System ab 2016 die Möglichkeit, auch mal schnell „irgendwas mit diesen Smartwatches“ zu machen. Der Preis dafür war – und ist es teils heute noch – die Uniformität von Android Wear und Schwächen beim Erkennen von Wischbewegungen oder durch Hakler im System.

Hersteller wie Tag Heuer versuchten, ihren Uhren durch exklusive Apps einen individuellen Touch zu verpassen. Andere Firmen waren radikaler. Samsung etwa wechselte seit der Gear 2 auf ein eigenes Tizen-Betriebssystem und Apps dafür.

Huawei und die Tochterfirma Honor setzen ihre Hoffnungen in das Open-Source-Betriebssystem LiteOS. Es kommt mit einem nur 10 KByte großen Linux-Kernel aus und konzentriert sich ganz aufs Stromsparen. Ein Ökosystem für Apps oder auch nur Zifferblätter, die man nachträglich auf die Uhr lädt, ist nicht vorgesehen. Beide Uhren mit LiteOS, die Huawei Watch GT und die Honor Watch

### Zahlen mit der Uhr

Damit das Zahlen per Watch klappt, muss Apple Pay beziehungsweise Google Pay in der Bezahl-App auf dem Smartphone eingerichtet werden. Samsung Pay ist in Deutschland noch nicht eingeführt. Bei Apple und Google koppelt man die eigene Kreditkarte mit der Smartwatch. Üblicherweise muss man dies durch das bei der Bank benutzte Verifizierungsverfahren bestätigen, beispielsweise mit einer SMS- oder Foto-TAN.

Danach kann man die Uhr wie eine herkömmliche Giro- oder Kreditkarte mit Drahtlosfunktion zum Bezahlen nutzen. Nach unserer Erfahrung ist das bei allen großen Einzelhandelsketten und Tankstellen problemlos, aber beim Tante-

Emma-Laden, dem Bäcker oder Friseur mit keinem oder einem uralten Terminal klappt es nur selten.

Als Schutz vor ungewollter Zahlung verlangt Wear OS, dass man auf der Smartwatch eine Displaysperre mit PIN einrichtet. Vor der ersten Zahlung muss auf dem Display der selbst gewählte Code eingegeben werden. Solange die Uhr am Handgelenk bleibt, sorgt ihre Trageerkennung dafür, dass bei weiteren Zahlungen keine erneute PIN-Eingabe nötig ist. Bei Apple Watch entfällt die PIN (nicht in den USA!), da man zum Bezahlen ohnehin zweimal die Seitentaste drücken muss, was das unbeobachtete Abfischen von Geldbeträgen verhindern soll.

Magic, glichen sich in der Bedienung, wie ... wie Pinguine eben.

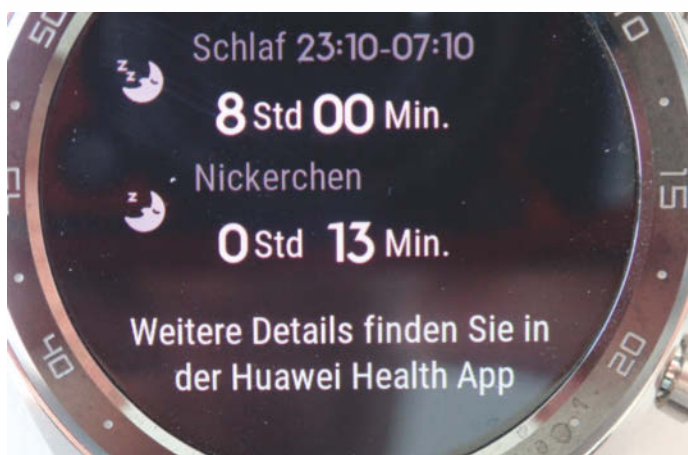
Und dann gibts ja auch noch die fünfte Generation der Apple Watch mit dem Betriebssystem watchOS. Sie ist voll im Apple-Ökosystem verankert. Die Apple Watch wird schon ab Werk für verschiedene modische Ansprüche angeboten. Mit Apps und Zifferblättern lässt sich die Uhr auch softwareseitig individualisieren.

### Stromdurst-Bändiger

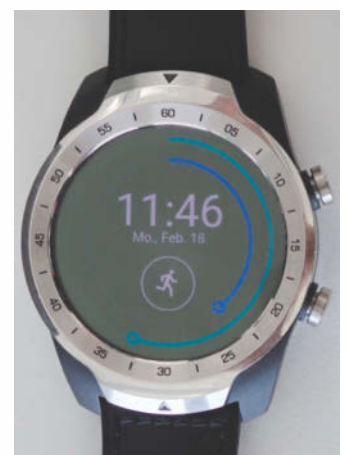
Die Achillesferse von Smartwatches ist ihr Stromdurst. In Uhrengehäuse passen nur kleine Akkus, deren Stromvorrat sich oft nach ein bis zwei Tagen erschöpft. Nur wenige Smartwatches mit größeren Akkus

sind so klein, dass sie an zierlichen Handgelenken gut aussehen.

Um den Energiebedarf zu senken, setzen einige Anbieter auf genügsamere Displays: Die von Fitbit übernommene Firma Pebble hatte ein sparsames E-Paper-Display und erreichte damit mehrwöchige Laufzeiten. Das machte aber niemand nach und Pebble-Uhren gibt es nicht mehr. Mobvoi hingegen verpasste seiner TicWatch Pro ein zusätzliches monochromes LCD. Klingt paradox, aber das spart Strom, weil das Farbdisplay so seltener eingeschaltet werden muss. Zusätzlich hat die Uhr einen sogenannten Essential Mode, der sie noch 30 Tage lang die Uhrzeit anzeigen lässt.



Die Huawei Watch GT unterscheidet zwischen Schlafen und einem Nickerchen.



Die Ticwatch Pro hat zwei Displays übereinander: Das LCD-Display reicht zum Ablesen der Uhrzeit.



Die Apple Watch Series 4 nutzt die nun größere Displayfläche für informativere Zifferblätter.

Das vorgenannte LiteOS von Huawei und Tochterfirma Honor konzentriert sich auf stromsparende Prozessoren und auf wenige Funktionen. So erreicht die Huawei Watch GT typisch 12 bis 14 Tage Laufzeit, die kleinere Honor Watch Magic übersteht eine Woche ohne Aufladen, selbst mit GPS-Aufzeichnung beim Sport.

## Apps und Zifferblätter

Anders als herkömmliche Uhren lässt sich bei Smartwatches mehr individualisieren als bloß das Armband – wobei an die meisten Smartwatches handelsübliche 22-mm-Bänder passen. Das fängt bei der Wahl der Zifferblätter an und geht weiter mit Apps. In der Regel sind einige „Uhrengesichter“ installiert, weitere lassen sich über die Begleit-App auf dem Smartphone holen – außer bei Huawei und Honor, auf denen sich nichts installieren lässt. Bei Wear OS sowie Tizen gibt es Nachschub per Store.

Nachgelegt haben Google, Apple und Samsung: Die meisten bieten nun Bereiche, die wie Datumfenster herkömmlicher Uhren aussehen und sich relativ frei konfigurieren lassen. Sie zeigen beispielsweise wahlweise die zurückgelegten Schritte, anstehende Termine oder die Anzahl der Benachrichtigungen an. Tippt man die Bereiche an, öffnet sich die korrespondierende App auf der Uhr – etwa der Kalender.

## Google und die Fitness

Da etliche Uhren ihre Sport- und Fitnessdaten auch mit Google Fit teilen, haben wir uns das Zusammenspiel der Smartwatch mit diesem Dienst gründlich angeschaut – zumal fast jede Uhr einen optischen Pulssensor an Bord hat und Sportfunktionen bietet. Wie Apple stellt auch Google den Fitness-Aspekt der Smartwatches besonders heraus – spätestens seit dem Update auf Wear OS 2.0: Die App

Google Fit ist prominent über eine Wischgeste vom rechten Displayrand erreichbar.

Als ausgesprochene Sport-App scheint Google seine App aber nicht zu sehen: Vielmehr wirkt Google Fit, als solle es Couch-Kartoffeln zu einem gesünderen Lebensstil animieren. So zeigt der Startscreen der App die aktive Zeit und sogenannte Kardiopunkte an. Letztere sind ein Maß, das sich aus aktiver Zeit und mindestens ein wenig den Puls treibenden Aktivitäten zusammensetzt.

Das Tracking funktioniert mithilfe der Sensoren der Uhr und erfordert nicht, dass die Google-Fit-App auf dem Smartphone installiert wird. In der Praxis hat das den Nachteil, dass praktisch alle Uhren im Test mit Wear OS nur die

Schrittzahl und die aktive Zeit erfassen. Joggen oder Fahrradfahren erkannten sie im Test erst, nachdem wir Google Fit doch auf den Smartphones installierten – wer damit eh das Handy zum Tracken nutzt, braucht die Smartwatch dazu folglich nicht. Starteten wir allerdings ein Sport-Workout auf der Uhr manuell, so landete es auch bei Google Fit – manchmal aber auch nicht oder nicht mit allen Daten.

Auch die Synchronisation der Puls- und Streckendaten mit einem Google-Account klappte selbst dann nur hier und da mal. Im Webportal [fit.google.com](https://fit.google.com) fanden sich immer wieder Tage und sogar Wochen, an denen wir uns angeblich gar nicht sportlich betätigt hatten. Zudem fehlt eine auch nur rudimentäre Langzeitstatistik. Insgesamt sehen wir Google Fit nicht als ernsthaftes Tool.

Da die Pulsmessung der Uhren mit ihren optischen Sensoren am Handgelenk prinzipbedingt nicht immer exakt ist, lassen sich externe Sensoren, etwa Brustgurte, per Bluetooth koppeln. Doch ein Manko bleibt: Die GPS-Chips der Uhren nagen ordentlich am Akku.

## Assistant und Sprache

Mit dem Update auf Wear OS 2.0 hat Google seinem Smartwatch-Ökosystem den Google Assistant spendiert. Nun hört die Uhr auch auf umfangreiche Sprachbefehle. So lassen sich etwa Informationen er-

## Fitness-Daten konservieren

Beim Loggen funktionierten die vorinstallierten Fitness-Apps der Uhren am besten, sie nutzen alle Register zum Stromsparen und Erfassen der Sensordaten. Die Daten schaut man sich dann in der Handy-App der Smartwatch an. Aber beim Wechsel der Smartwatch-Plattform wandern die alten Daten nicht automatisch mit. Wer sie über einen langen Zeitraum analysieren will, fährt daher mit einer Hardware-unabhängigen Sammelplattform wie Endomondo, Strava, Runtastic & Co. besser.

Doch dazu muss man die Daten dorthin exportieren können. Samsung beschickt inzwischen nur noch Strava. Google Fit lässt sich gar nicht mehr in die Karten blicken. Huawei schickt an Myfitnesspal und Google, Daten aus

Apples Aktivitäten-App lassen sich nachträglich nur mit Fremd-Apps exportieren.

Alternativ loggt man gleich mit der Watch-App des gewünschten Dienstes. Die Sport-Apps der Fremdanbieter können jedoch in der Regel weniger als die eingebauten. Beispielsweise zählt die Samsung-App beim Schwimmen die Bahnen, Fremd-Apps bunkern stattdessen unbrauchbare GPS-Tracks. Manches unterscheidet sich im Funktionsumfang zwischen den Plattformen und sogar Uhren. Als dritte Möglichkeit bleibt das nachträgliche Synchronisieren, beispielsweise mit den Webdiensten Tapiriik und FitnessSyncer oder mithilfe von Apps wie SyncMyTracks (c't 11/2018, S. 64), die Trainingsdaten zwischen verschiedenen Diensten kopieren.





### Apple Watch Series 4

Die fünfte Generation der Apple Watch unterscheidet sich äußerlich wenig von den Vorgängern. Allerdings hat die Displayfläche zugenommen, was Raum für aussagekräftigere Zifferblätter bietet. Farben wirken kräftiger als bei Uhren der Series 3. Viel Aufhebens hat Apple um das einkanale EKG gemacht. Diese Funktion ist allerdings immer noch nicht freigeschaltet. Ebenfalls neu: Die Sturzerkennung soll Notrufe auslösen, was im Test der Mac&i-Kollegen nicht funktionierte, wohl aber versehentlich später mal, obwohl der Sturz nicht hart war.

Die Watch gibt es in zwei Displaygrößen und in Edelstahl- und Aluminiumgehäuse mit austauschbaren Armbändern. Mit der „GPS + Cellular“-Variante kann man per eSIM telefonieren und Daten übertragen, die „GPS“-Variante ist 100 Euro billiger. Trotz nun kleinerem Akku hat sich die Akkulaufzeit etwas verbessert. Die von Apple genannten 18 Stunden kann man auf gut zwei Tage ausdehnen.

Ansonsten: Die digitale Krone rastet jetzt spürbar und das Mikrofon für Siri-Sprachbefehle ist nun rechts. Der S4-Prozessor der Uhr macht die Bedienung flüssig; Hakler allerdings treten wie gehabt auf, wenn Daten per Smartphone oder über LTE nachgeladen werden müssen. Als Fitnessstracker arbeitet die Watch genauso gut wie der Vorgänger. Beim Sport zählt sie nun auch die Schrittfrequenz, was Rückschlüsse auf den Laufstil erlaubt. Nur zum Schlaftracking braucht die Uhr eine App von Fremdanbietern.

- ↑ helles und kräftiges Display
- ↓ EKG-Funktion nicht verfügbar
- ↓ iPhone nötig

Preis: ab 429 Euro



### Armani Connected

In der Connected von Armani steckt mit einem Snapdragon Wear 2100 nahezu dieselbe Technik wie in anderen Smartwatches mit Wear OS, dennoch zählt sie mit einem Preis von mehr als 300 Euro zu den teureren Modellen des Tests. Die Fossil-Gruppe, die neben Skagen auch die Smartwatches von Armani herstellt, hat recht früh erkannt, dass Uhren eben auch ein Schmuckstück sein sollen und einen Lifestyle dokumentieren.

Ansonsten würden IT-Firmen wie Samsung, LG oder Huawei wohl noch heute rechteckige Uhren mit billigem Plastikarmbändern verkaufen, die etwa so schick sind wie eine ums Handgelenk gebundene Streichholzschachtel. Zwar lässt sich über Geschmack streiten, aber die Armani Connected dürfte ihre Zielgruppe finden, und unstrittig zählt sie zu den hochwertig verarbeiteten Uhren des Tests. Abgerundet wird das durch etliche exklusive und gut aussehende virtuelle Zifferblätter.

Mit ihrem 1,2"-OLED mit integriertem Helligkeitssensor trägt die Armani sichtbar weniger dick auf als die anderen Uhren des Tests und macht so auch an schlanken Armen eine gute Figur. In der kompakten Bauweise liegt aber auch das Manko: Sie bietet kaum Platz für einen leistungsfähigen Akku. Während andere Uhren mit Wear OS meist zwei Tage durchhalten, zeigte die Connected auch bei mäßiger Nutzung abends meist nur eine Restladung von 50 Prozent – zu wenig, um sie ohne nächtliches Laden einen zweiten Tag zu verwenden.

- ↑ gute Qualität und Verarbeitung
- ↓ geringe Laufzeit
- ↓ teuer

Preis: 340 Euro



### Fossil Sport

Die erste Android-Uhr mit Snapdragon 3100, dem schnelleren und stromsparenderen Nachfolger der üblichen Wear-CPUs. Das schlichte Design der Uhr erinnert an Braun-Geräte. Beim ersten Test lief sie nicht länger als die anderen Fossil-Uhren, doch Experimente steigerten die Laufzeit.

Und zwar spielen hier Display und Bewegungserkennung eine größere Rolle als bei manch anderer Uhr. Mit ständig eingeschaltetem Display fiel die Akkuladung um vier bis fünf Prozent pro Stunde, beim Training mit GPS um 20 bis 25 Prozent. Bei ausgeschaltetem Display ohne Bewegungserkennung – man muss einen der drei Knöpfe drücken, um die Uhrzeit zu sehen – reduziert sich die Ladung im Normalbetrieb stündlich nur um ein bis zwei Prozent. Beim Sport sind es um zehn Prozent pro Stunde bei Indoor-Sport oder wenn das Handy den GPS-Track aufzeichnet; GPS kostet etwa 10 Prozent zusätzlich pro Stunde.

Damit ist die Fossil Sport für ausgedehnte Wander- oder Radtouren zwar besser geeignet als andere Wear-OS-Uhren, aber immer noch nur eingeschränkt empfehlenswert. Wer nur bis zu zwei Stunden Tracking braucht, kommt damit sicher über den Tag – und hat dann noch genügend Strom für die Weckfunktion.

Der Ortungs-Chip arbeitete auch im (unbelaubten) Wald präziser als der mancher Smartphones. Die Höhenmessungen waren ganz ok, reichen aber an die der Samsung-Uhren nicht heran.

- ↑ für Wear OS brauchbare Laufzeit
- ↑ GPS sehr gut, Höhe recht genau
- ↓ Always-On-Display stromdurstig

Preis: 260 Euro



### Honor Watch Magic

Der Honor Watch Magic kann man ihre Verwandtschaft zur Huawei Watch GT ansehen – tatsächlich steht sogar Huawei auf dem Gehäuse der Magic und auch das magnetische Ladedock passt für beide Uhren. Wie die Watch GT nutzt sie LiteOS und ist somit keine klassische Smartwatch. Die Feature-Liste der Uhr ist kurz: Benachrichtigungen und Wecker sowie Sport- und Fitnesstracking klappt, man kann aber keine Apps oder Zifferblätter auf die Uhr laden.

Die Unterschiede zur Watch GT liegen in dem nur 178 Milliamperestunden großen Akku und dem kleineren Touch-Display. Das hat rund drei Zentimeter Diagonale, was sich dramatisch auf die Anmutung der Uhr auswirkt: Sie ist so klein und leicht, dass man ihr die Smartwatch nicht ansieht. Der winzige Akku versorgt die Uhr rund fünf Tage – ein ordentlicher Wert.

Beim Sport fiel auf, dass sie nur wenige Sekunden braucht, um sich lokalisieren zu lassen; der aufgezeichnete GPS-Track war okay, allerdings übertreibt er die Glättung bei scharfen Kurven. Als Fitnesstracker zählt er Schritte, misst ganztägig alle zwei Minuten den Puls – mit plausiblen Werten. Das Schlaftracking wertete im Test schon das gemütliche Hinlummeln auf der Couch als Nickerchen.

Bei Nachrichten zeigte die Uhr die ersten Zeichen an, ein Knopfdruck fördert den Rest zutage; von E-Mails sieht man nur Überschriften. Emojis fehlen ganz. Kurzantworten sind nicht möglich.

- ↑ lange Laufzeit
- ↑ klein und leicht
- ↓ keine Apps ladbar

Preis: 150 Euro



### Huawei Watch GT

Auf der Watch GT lässt sich nichts installieren, weder Zifferblätter noch Apps. Nicht mal Musik kann man in den 128 MByte knappen Speicher packen.

Das Open-Source-Betriebssystem LiteOS, das die Uhr mit Leben füllt, ist speziell für Wearables und IoT-Geräte entwickelt. Wer mit dem reduzierten Funktionsumfang einverstanden ist, bekommt als Ausgleich eine Tracker-Uhr, die mit einem sparsamen Cortex M4 aus einem 420 Milliamperestunden-Akku bei wenig zurückhaltender Nutzung locker zwölf Tage durchhält – und das trotz eines üblicherweise stromdurstigen, aber umso brillanteren, hochauflösenden OLED-Touchdisplays der 1,4-Zoll-Klasse. Die dreieinhalb Zentimeter Diagonale bestimmen den Formfaktor der Uhr: Zu zarten Handgelenken passt die Watch GT nicht, allerdings ist sie mit 10,5 Millimetern recht flach, was sie hemdentauglich macht. Was nach einem Lederarmband aussieht, ist ein Silikonband.

Die Uhr erkennt sportliche Aktivität nicht automatisch, erfasst aber den Puls und die Strecke bei Rad- und Laufsportarten. Letzteres mit eigenem GPS – auch Glonass und Galileo-Satellitensignale empfängt sie zur Ortsbestimmung. Die Uhr ist fürs Schwimmen geeignet und wirft den dort etablierten SWOLF-Wert für die Effizienz aus.

Beim Signalisieren von Smartphone-Nachrichten patzte die Uhr im Test. Das klappte nur zeitweise und trotz Freigaben nicht für alle Apps auf dem Smartphone.

- ↑ lange Laufzeit
- ↑ präzises GPS-Tracking
- ↓ keine Apps ladbar

Preis: 179 Euro



### Mobvoi TicWatch C2

Mit einem Displaydurchmesser von 3,3 Zentimetern (1,3 Zoll) zählt die TicWatch C2 zu den dezenteren Uhren des Tests. Das Edelstahlgehäuse lässt die Uhr dünner aussehen als sie ist; es ist aber empfindlich gegen Kratzer. Das Lederarmband empfanden wir als nicht ganz so hochwertig. Wer sich daran stört, kann es dank eines Standard-Stegs mit 20 Millimetern Breite durch Bänder anderer Hersteller ersetzen.

Mobvoi hat der C2 einen Akku mit einer Kapazität von 400 mAh verpasst. Damit hält sie rund zwei Tage durch und verliert auch bei Workouts weniger Ladung als die anderen Uhren mit Wear OS. Aber damit ist sie mit 1,7 Zentimetern sichtbar dicker als die anderen Uhren des Tests. Mit Pulsmesser, GPS-Empfänger und NFC-Schnittstelle zum mobilen Bezahlen liegt sie beim Funktionsumfang mit den anderen Uhren mit Wear OS auf Augenhöhe, dafür unterbietet sie etliche Smartwatches im Preis, denn sie kostet nur rund 180 Euro.

Zwei Wermutstropfen trüben den Eindruck: So hat die TicWatch nur zwei Druckknöpfe, aber keine Drehkrone. Das führt dazu, dass man stets per Wischgeste durch die Apps oder Listen scrollen muss und dabei gelegentlich ungewollt Aktionen auslöst. Zudem muss man die Displayhelligkeit manuell anpassen – ein Helligkeitssensor fehlt.

- ↑ viel Ausstattung fürs Geld
- ↓ keine Drehkrone
- ↓ kein Helligkeitssensor

Preis: 180 Euro



### Mobvoi TicWatch Pro

Auf dem herkömmlichen OLED-Display zeigt die TicWatch Pro die Smartwatch-Oberfläche von Wear OS an. Sobald sich dieses bei Nichtnutzung der Uhr deaktiviert, zeigt sie auf einem darüber liegenden transparenten Monochrom-LCD die Uhrzeit und das Datum sowie die Pulsfrequenz und Schrittzahl an. So hält der Akku der Uhr bis zu zwei Tage durch und man kann trotzdem jederzeit mit einem flüchtigen Blick die Uhrzeit ablesen, ohne dass man dazu ein stromfressendes OLED-Always-On-Display braucht. Sollte der Akku sich unterwegs dem Ende zuneigen, lässt sich die TicWatch Pro in einen Stromsparmodus versetzen. Dann ist die Uhr dumm wie zwei Meter Feldweg, das Wear OS also ausgeschaltet, und sie zeigt auf dem LCD nur die Zeit an – das aber für bis zu 30 Tage.

Abgesehen vom Zweischicht-Display kommt reguläre Smartwatch-Technik mit einem Snapdragon Wear 2100, Pulssensor, GPS und NFC zum Einsatz. Damit liegt die TicWatch Pro im Funktionsumfang gleichauf mit anderen Android-Smartwatches. Mit einer Höhe von 1,6 Zentimetern gehört sie jedoch zu den klobigsten Vertretern. Zudem war sie im Test zuweilen nervig lahm: Häufig reagierte sie erst beim dritten oder vierten Wisch. Beim Starten von Apps schaltete sich oft der Bildschirm aus. Die herstellereigenen „Fit“-Apps können nicht mehr als die Google-Pendants, sind aber dafür schlecht übersetzt („Öffnen sie es?“).

- ⬆️ monochromes Dauer-Display
  - ⬆️ keine Drehkrone
  - ⬆️ Hakler bei Bedienung
- Preis: 245 Euro



### Samsung Galaxy Watch

Die Galaxy Watch gibt es auch in einer LTE-Variante mit eSIM, wir testeten die Variante ohne LTE. Das Gehäuse sieht hochwertig aus, man bedient sie per Touchscreen, mit zwei Tasten am Gehäuserand sowie einer drehbaren Lünette. Der Tragekomfort ist mittelmäßig, weil Schließe und Dorn auch bei locker sitzendem Armband drücken.

Als Betriebssystem nutzt die Galaxy Watch Tizen. Daher fehlt beispielsweise die Unterstützung von Google Pay. Das OLED-Display mit 1,2-Zoll-Diagonale ist hell, bietet kräftige Farben. Der Exynos-Prozessor und 768 MByte RAM sorgen für eine flüssige Bedienung. Übliche Smartwatch-Funktionen wie die Benachrichtigung arbeiteten im Test ohne Zicken. Will man sich – etwa beim Sport – ausschließlich mit dem Uhren-GPS orten lassen, muss man vorher tief in die Menüs hinabsteigen. Sportliche Aktivitäten wurden im Test vielfach korrekt erkannt, auch den Puls misst die Galaxy Watch. Die Atemübungen erinnern an die der Apple Watch. Die Stresserkennung war wenig überzeugend.

Für den vollen Funktionsumfang müssen lästigerweise zwei Apps auf dem Smartphone installiert werden. Dabei wird zur Länderbestimmung – und damit für den Leistungsumfang der App – eine SIM-Karte. Die Sprachsteuerung per Bixby konnte bis Redaktionsschluss kein Deutsch, funktionierte auf Englisch aber gut.

- ⬆️ gute Sportfunktionen
  - ⬆️ Keine Bezahlfunktion in Deutschl.
  - ⬆️ zwei Apps auf dem Handy nötig
- Preis: 260 Euro (320 Euro mit LTE)



### Skagen Falster 2

Schlicht kommt sie daher, vor allem die komplett mattschwarze Version der Falster 2. Die silbernen und roségoldenen Gehäuseversionen haben, etwas inhomogen, einen schwarzen Boden und Displayrand. Die Uhr stammt vom Designhaus Skagen, das, wie bei Uhren der Fossil-Gruppe üblich, auch bei der Gestaltung mitzureden hat.

Drin steckt das Fossil-Uhrwerk mit Snapdragon 2100 und drei Knöpfen. Der Akku fasst 300 Milliamperestunden, was die Falster 2 mit eingeschaltetem Display nicht über jeden Tag bringt. Vor allem wenn man längere Trainings mitschneidet, muss man vor dem Schlafengehen nachladen, falls man sich zuverlässig von der Uhr wecken lassen möchte. Und es ist einfach praktisch, den Schlummerknopf direkt an der Uhr zu bedienen. Strom sparen kann man, wenn man das Display nur auf Knopfdruck, also ohne Handgelenkdreh-Erkennung schaltet: Dann kommt auch sie mit etwa zwei bis drei Prozent Akkuladung pro Stunde aus. Sport ohne GPS und Display zieht um 15 Prozent pro Stunde, mit GPS sind es 20 bis 25 Prozent.

Ein Manko: Nach dem Kauf ist die Uhr für mehrere Stunden nicht benutzbar, da einige System- und viele App-Updates heruntergeladen werden. Das dabei ausgeführte Tutorial zur alten Wear-OS-Version kann man sofort wieder vergessen, da eine neuere OS-Version installiert wird.

- ⬆️ mehrere Gehäuseversionen
  - ⬆️ bei Updates länger unbenutzbar
  - ⬆️ mit Sport kurze Laufzeit
- Preis: 300 Euro (330 Euro, Milanaisé)



fragen, Wörter übersetzen oder die Navigation zu gewünschten Zielen starten. Den Assistant erreicht man über einen langen Druck auf die Krone – bei den TicWatch-Uhren über den oberen Druckknopf. Alternativ reagiert sie auf: „Ok, Google“.

Auch der Discover-Stream des Google Assistant hat Einzug gehalten. Wie auf Smartphones erreicht man ihn per Wischgeste vom linken Displayrand. Anders als am Telefon werden auf der Uhr keine News angezeigt, sondern nur aktuell relevante Infos, zum Beispiel Flug- und Hotelreservierungen, Wetter- und Routenhinweise sowie anstehende Termine und anderes, vorausgesetzt, Sie wickeln das

alles übers Google-Ökosystem, sprich: über ein Gmail-Konto ab.

Wer das nicht möchte, profitiert immerhin von Googles sehr guter Spracherkennung. So fanden wir es beim Auto- und Radfahren praktisch, die Antworten auf Chatnachrichten einfach in die Uhren zu diktieren. Die Spracherkennung funktionierte dabei genauso gut wie beim Smartphone; sie ließ sich auch von Nebengeräuschen kaum stören. Bei den Uhren von Huawei und Honor muss man auf Sprachassistenten verzichten. Apple setzt hingegen wie gewohnt auf Siri. Auch hier funktioniert die eigentliche Spracherkennung sehr gut, mittlerweile kann Siri

vom Funktionsumfang aber nicht mehr vollständig mit dem Google Assistant mithalten. Samsungs Bixby war zwar nützlich, verstand aber im Test nur Englisch.

## Geduld du haben musst

Ein konzeptionelles Problem bei Smartwatches ist ihre nur tröpfelnde Datenverbindung zum Smartphone. Informationen zwischen Uhr und Smartwatch fließen via Bluetooth hin und her und nicht alle nutzen zusätzlich ein WLAN dafür. Während der Ersteinrichtung forderten etliche Uhren eine neue Firmware an. Die Apple Watch veranschlagte dafür drei Stunden, beim Auffrischen der Skagen Falster 2

## Smartwatch-Betriebssysteme

**watchOS:** Apple brachte sein Betriebssystem für Smartwatches 2015 auf den Markt, inzwischen hat es die Version 5. In dieser wurde unter anderem die Walkie-Talkie-Gegensprechfunktion eingeführt. Die Bedienung erfolgt über Drehkrone, Knopf und Touchscreen sowie über Siri-Sprachkommandos.

**Wear OS:** Das im März 2014 vorgestellte Betriebssystem für Wearables von Google entstand als Spezialisierung von Android. Es wird per Touchscreen, per Sprache, mit Knöpfen und – falls vorhanden – einer Drehkrone bedient und steckt in Smartwatches vieler auch nicht Smartphone-affiner Hersteller.

**Tizen:** Dieses auf Linux basierende Betriebssystem findet sich in Samsung-Wearables und Smart TVs. Es wurde seit 2014 etwa in Gear-Smartwatches (ab 2) eingesetzt. 2019 soll die Version 5 kommen. Tizen nutzt ebenfalls Touchscreens, Knöpfe und Drehkronen zur Bedienung, die Sprachsteuerung Bixby kann allerdings kein Deutsch.

**LiteOS:** Huaweis Open-Source-Betriebssystem ist speziell für Wearables und IoT-Kleingeräte entwickelt worden und nutzt in seiner Version 2 einen sehr kleinen Linux-Kernel. Es ist bei Huawei- und Honor im Einsatz. LiteOS unterstützt weniger Funktionen als andere Watch-Betriebssysteme, ermöglicht dafür aber lange Akkulaufzeiten.

## Smartwatches

Modell	Watch Series 4	Connected	Sport
Hersteller	Apple	Armani	Fossil
<b>Gehäuse</b>			
Größe (L × B × H)	43 mm × 39 mm × 11 mm	49 mm × 45 mm × 11 mm	43 mm × 43 mm × 12 mm
Armband / Schließe	proprietär / verschiedene Varianten	Standard 22 mm / Faltschließe	Standard 22 mm / Dorn
Gewicht (mit Armband)	67 g	110 g	43 g
wasserfest (Herstellerangabe)	50 m	3 atm	5 atm
Akku / wechselbar	291 mAh / –	300 mAh / –	350 mAh / –
<b>Ausstattung</b>			
Betriebssystem	watchOS 5	Wear OS	Wear OS
Kompatible Smartphones	iPhone ab 5s (GPS-Version) oder 6 (LTE), iOS (ab 12)	Android (ab 4.4) / iOS (ab 9.3)	Android (ab 4.4) / iOS (ab 9.3)
Steuerung	Drehkrone, Touch, Knöpfe (2), Sprache	Drehkrone, Touch, Knöpfe (2), Sprache	Touch, Knöpfe (3), Sprache
Display Typ / Diagonale	OLED / 1,7"	OLED / 1,2"	OLED / 1,2"
Auflösung	368 × 448 Pixel	390 × 390 Pixel	390 × 390 Pixel
Prozessor	64-Bit Dual-Core S4	Snapdragon Wear 2100	Snapdragon Wear 3100
Speicher	16 GB Flash	512 MB RAM / 4 GB Flash	512 MByte RAM / 4 GByte Flash
Lautsprecher / Kopfhörer / Mikrofon	✓ / ✓ (BT) / ✓	– / ✓ (BT) / ✓	– / ✓ (BT) / ✓
Sensoren	Beschleunigung / Gyroskop / Puls (opt./elektr.) / Umgebungslicht / GPS, Glonass, Galileo, QZSS	Beschleunigung / Gyroskop / Puls / Umgebungslicht / Barometer / GPS	Beschleunigung / Puls / Barometer / GPS
NFC / Bezahlfunktion	✓ / Apple Pay	✓ / Google Pay	✓ / Google Pay
Funkstandards	Bluetooth 5.0, WIFI 4, LTE, UMTS, NFC	Bluetooth 4.2, WIFI 4, NFC	Bluetooth 4.2, NFC, WIFI 4
Akkulaufzeit / Entladung (%) nach 1 h Sport mit GPS	rund einen Tag / 14 %	rund einen Tag / 30 %	rund einen Tag / 25 %
Ladedauer / Art	2,5 Stunden / Ladeteller drahtlos	1 Stunde / Ladeteller mit Kontakten	1,5 Stunden / Ladeteller mit Kontakten
Fitness: Schlaf / Sporterkennung / Streckenverlauf / Workouts	– <sup>1</sup> / ✓ / ✓ / ✓	– <sup>1</sup> / – / ✓ / ✓	– <sup>1</sup> / – / ✓ / ✓
Besonderheiten	zwei Gehäusegrößen erhältlich, zwei Varianten: GPS, GPS + Cellular, Edelstahlvariante nur mit LTE, telefonieren mit Cellular-Version	diverse Farben und Armbänder verfügbar	–
<b>Bewertung</b>			
Display	⊕	⊕	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕	⊕	⊕
Laufzeit	○	○	⊖
Bedienung	⊕	⊕	⊕
Preis (Straße)	ab 429 € (GPS), ab 529 € (GPS + Cellular)	340 €	260 €

<sup>1</sup> nur mit optionalen Smartphone-Apps

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden

überbot die Update-Arie sogar Wagner-Opern-Länge: Sie zog sich über Tage hin. Wir konnten nicht feststellen, ob es an lahmern Servern, am offenbar langsamen Bluetooth-Reconnect oder an Stromspareffekten des mit ihr verbundenen Huawei Mate 20 Lite oder an Android 9 lag.

Bei der Huawei Watch GT ging das Update zwar immer schnell über die Bühne, dafür gab es aber im Testzeitraum gleich drei Aktualisierungen.

Während herkömmliche Uhren Jahrzehnte halten, erleben die wenigsten Smartwatches ihren fünften Geburtstag – auch weil nicht garantiert ist, dass Smartphones sie so lange unterstützen.

Das Beispiel Pebble zeigt, wie schnell Firmen einer Smartwatch den Stecker ziehen – man kann dann froh sein über Projekte wie Pebble oder Gadgetbridge, welche die Uhr nicht gleich zum Alteisen machen.

## Fazit

An der Physik kommen sie allesamt nicht vorbei. Entweder bekommt man lange Laufzeiten, dann hat die Uhr wenige Funktionen oder ein schlechtes Display – oder sie kann viel, hält dafür aber höchstens zwei Tage durch, wenn sie nicht gerade einen großen Akku hat. Und sollte sie den haben, ist sie kein unauffälliger Handgelenkschmeichler, sondern ein Klotz am Arm.

Wer eine Uhr mit langer Laufzeit will, kann mit der wenig smarten Huawei Watch GT oder der etwas billigeren Honor Watch Magic glücklich werden. Sie können wenig, das aber ganz ordentlich. Die Apple Watch Series 4 und die Android-Uhren können viel und lassen sich stark individualisieren, müssen aber häufig auf den Ladeteller – zudem brauchen erstere ein iPhone, letztere laufen nur am Android-Smartphone richtig rund. Die Samsung Galaxy Watch löst den Spagat gut: Sie spielt mit Android- sowie iOS-Betriebssystemen, hat zwei Tage Laufzeit, hat gute Sportfunktionen und ein respektables App-Angebot. (mil@ct.de) **ct**

Watch Magic	Watch GT	TicWatch Pro	TicWatch C2	Galaxy Watch	Falster 2
Honor	Huawei	Mobvoi	Mobvoi	Samsung	Skagen
43 mm × 43 mm × 10 mm	47 mm × 47 mm × 11 mm	55 mm × 46 mm × 16 mm	49 mm × 43 mm × 13 mm	42 mm × 46 mm × 13 mm	46 mm × 42 mm × 11 mm
Standard 22 mm / Dorn	Standard 22 mm / Dorn	Standard 22 mm / Dorn	Standard 20 mm / Dorn	Standard 20 mm / Dorn	Standard 20 mm / Dorn
51 g	63 g	77g	52 g	62 g	49 g
50 m	5 atm	IP68	IP68	5 atm / IP68	3 atm
178 mAh / –	420 mAh / –	415 mAh / –	400 mAh / –	270 mAh / –	300 mAh / –
Lite OS	Lite OS	Wear OS	Wear OS	Tizen	Wear OS
Android (ab 4.4) / iOS (ab 9)	Android (ab 4.4) / iOS (ab 9)	Android (ab 4.4) / iOS (ab 9.3)	Android (ab 4.4) / iOS (ab 9.3)	Android (ab 5.0) / iOS (ab 9)	Android (ab 4.4) / iOS (ab 9.3)
Touch, Knöpfe (2)	Touch, Knöpfe (2)	Touch, Knöpfe (2), Sprache	Touch, Knöpfe (2), Sprache	Lünette, Touch, Knöpfe (2), Sprache	Drehkrone, Touch, Knöpfe (2), Sprache
OLED / 1,2"	OLED / 1,4"	OLED + Monochrom-LCD / 1,4"	OLED / 1,3"	OLED / 1,2"	OLED / 1,2"
390 × 390 Pixel	454 × 454 Pixel	400 × 400 Pixel	360 × 360 Pixel	360 × 360 Pixel	320 × 320 Pixel
ARM Cortex-M4	ARM Cortex-M4, 2010, Single-Core	Snapdragon Wear 2100	Snapdragon Wear 2100	Exynos 9110	Snapdragon Wear 2100
16 MB RAM / 128 MB Flash	16 MB RAM / 128 MB Flash	512 MB RAM / 4 GB Flash	512 MB RAM / 4 GB Flash	768 MB RAM / 4 GB Flash	512 MB RAM / 4 GB Flash
– / – / –	– / – / –	✓ / ✓ (BT) / ✓	– / ✓ (BT) / ✓	✓ / ✓ (BT) / ✓	– / ✓ (BT) / ✓
Beschleunigung / Gyroskop / Kompass / Puls / Umgebungslicht / Barometer / GPS, Glonass, Galileo	Beschleunigung / Gyroskop / Kompass / Puls / Umgebungslicht / Barometer / GPS, Glonass, Galileo	Beschleunigung / Gyroskop / Kompass / Puls / Umgebungslicht / Barometer / GPS, Glonass, Beidou, Galileo	Beschleunigung / Gyroskop / Puls / Barometer / GPS, Glonass, Beidou	Beschleunigung / Gyroskop / Puls / Barometer / Umgebungslicht	Beschleunigung / Gyroskop / Puls / Umgebungslicht / Barometer / GPS
– / –	– / –	✓ / Google Pay	✓ / Google Pay	✓ / Samsung Pay (nicht in D)	✓ / Google Pay
Bluetooth 4.2	Bluetooth 4.2	Bluetooth 4.2, WiFi 4, NFC	Bluetooth 4.2, WiFi 4, NFC	Bluetooth 4.2, WiFi 4, NFC	Bluetooth 4.2, WiFi 4, NFC
bis zu 7 Tage / 7 %	bis zu 14 Tage / 4 %	2 Tage (30 Tage im Essential Mode) / 8 %	bis zu 2 Tage / 10 %	etwa 2 Tage / 13 %	rund einen 2 Tag / 30 %
1,5 Stunden / Ladeteller mit Kontakten	2 Stunden / Ladeteller mit Kontakten	1,75 Stunden / Ladeteller mit Kontakten	1 Stunde / Ladeteller mit Kontakten	2,5 Stunden / Ladeteller drahtlos	1 Stunde / Ladeteller mit Kontakten
✓ / – / – / –	✓ / – / – / –	– <sup>1</sup> / – / ✓ / ✓	– <sup>1</sup> / – / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	– <sup>1</sup> / – / ✓ / ✓
Schwimmen	Schwimmen	Zweischicht-Display	–	in mehreren Größen erhältlich, Armband austauschbar	diverse Farben und Armbänder verfügbar
⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
⊖	⊖	⊕	○	⊕⊕	⊕
⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊖	⊖
○	○	○	○	⊕	⊕
150 €	179 €	245 €	180 €	ab 260 € (GPS), ab 320 € (GPS + Cellular)	ab 300 €



# RTX Mobile

## Nvidias Notebook-Grafikchips GeForce RTX 2080, RTX 2070 und RTX 2060 im Test

**Über zwei Jahre mussten Spieler auf neue Mobil-GPUs warten, nun sind die ersten Gaming-Notebooks mit GeForce-RTX-GPUs verfügbar. Sie liefern nicht nur hohe Bildraten, sondern dank Raytracing-Unterstützung auch realistische Spiegelungen.**

**Von Florian Müssig**

**F**ür Desktop-PCs gibt es seit letztem Herbst neue Grafikchips: Im September und Oktober kamen GeForce RTX 2080 und GeForce RTX 2070 auf den Markt. Das kleinere Geschwisterchen

GeForce RTX 2060 folgte Mitte Januar. Spieler, die lieber am Notebook zocken, weil sie öfter zwischen verschiedenen Orten wechseln oder ein kompakteres Gerät haben möchten, mussten sich hingegen länger gedulden: Die ersten Geräte mit den Mobilablegern der GeForce-RTX-20-Serie werden erst seit kurzem ausgeliefert. Wie die Desktop-Varianten heißen die Notebook-Ableger GeForce RTX 2080, RTX 2070 und RTX 2060.

Dennoch gibt es Unterschiede zu den gleichnamigen Desktop-Modellen. So gibt es die leistungsstärksten (und stromhungrigsten) Modelle RTX 2080 und RTX 2070 in je zwei Varianten: als Max-P-Modell mit maximaler Leistung und als Max-Q-Modell mit reduzierter Performance. Letztere erlauben in Anlehnung

an Intels Ultrabook-Kampagne sehr flache Notebooks. Nvidias Vorgabe beläuft sich auf maximal 2,5 Zentimeter, doch manche Hersteller sind schon bei der 2-Zentimeter-Marke angelangt – wohlgemerkt mit dem Topmodell RTX 2080. In so dünne Gehäuse passen keine Kühlsysteme, die die Abwärme von Max-P- oder Desktop-Modellen zuverlässig abführen könnten.

Deshalb bedienen sich Nvidia und die Notebook-Hersteller eines Tricks: Weil Spiele üblicherweise weder die CPU noch die GPU jeweils bis zum Anschlag auslasten, wird das kombinierte Kühlsystem für eine Abwärme ausgelegt, die unterhalb der Summe der Einzelwerte liegt. Das Kühl-Budget für CPU und GPU ist nicht fix, sondern dynamisch – so sind



auch Szenarien abgedeckt, bei denen nur die CPU oder nur die GPU unter Dampf stehen.

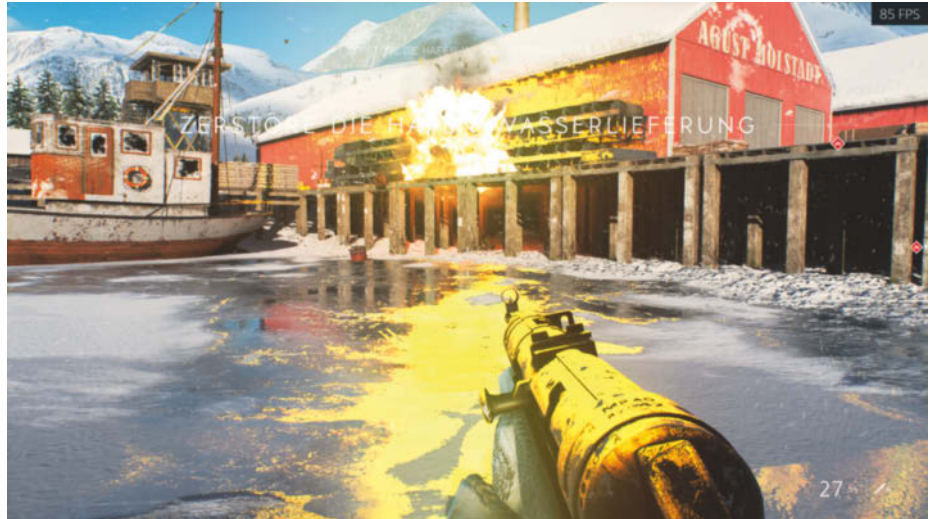
Da die Anforderungen von Spielen im Laufe der Zeit aber steigen, gibt es keine Garantie, dass nicht schon der nächste Blockbuster gerne mehr Leistung hätte, als das Kühlsystem abführen kann. In solchen Fällen drosseln CPU und GPU, was auf die Performance drückt; bei zu niedrigen Bildwiederholraten muss man dann Details und Effekte runterdrehen. Wie stark und häufig Max-Q-Notebooks drosseln, lässt sich nicht pauschal beantworten: Es kommt immer auf die individuelle Kombination aus Spiel und Kühlsystem an.

## Raytracing

Wer sich beim Lesen bis hierhin gefragt hat, ob das Kürzel RTX ein Tippfehler sei: Nein, die etablierte Bezeichnung GTX hat bei den drei Neulingen ausgedient, weil diese als große Neuerung Raytracing beherrschen beziehungsweise dedizierte Rechenwerke für diesen Einsatzzweck besitzen. Raytracing ist eine Rendertechnik, die Lichtstrahlen und deren Reflexion an Objekten verfolgt. Kinofilme verwenden diese Technik seit eh und je, doch die aufwändigen Berechnungen waren bis dato riesigen Renderfarmen vorbehalten.

Seit Ende 2018 gibt es erste Titel wie den Weltkriegs-Shooter Battlefield V, die ebenfalls Raytracing nutzen – aber nicht für die gesamte 3D-Grafik, sondern nur für zusätzliche Effekte. Pfützen, Eisflächen oder Marmorböden spiegeln die Umgebung hier realistischer, als dies mit bisherigen Rendertechniken möglich war: Beim Blick nach unten sieht man in der Spiegelung beispielsweise auch Objekte wie den Überflug von Kampfjets, die nicht im regulären Sichtfeld sichtbar sind.

Auch wenn dadurch die Immersion steigt und man manchmal sogar einen kleinen Vorteil im Kampfgeschehen hat: Auf die Spielmechanik an sich hat Raytracing wie viele andere Grafikeffekte keinen Einfluss. Derzeit ist auch nicht absehbar, wann sich Raytracing so weit durchsetzt,



Mit Raytracing lassen sich realistische Spiegelungen erzeugen.

dass es zur Standard-Voraussetzung von Windows-Spielen wird.

## Bildoptimierung

Neu in der GeForce-RTX-20-Serie ist außerdem Nvidias DLSS-Technik. Wie traditionelles Anti-Aliasing oder Super-Sampling soll es Treppenstufen und Kantenflimmern reduzieren, doch die Herangehensweise ist gänzlich anders: Statt das Bild ressourcenfressend in höheren Auflösungen zu rendern und dann auf die eigentliche Bildschirmauflösung herunterzurechnen, kommt hier ein neuronales Netz zum Einsatz.

Das soll laut Nvidia aus zwei Gründen ressourcenschonend vonstattengehen: Das Bild an sich kann in einer niedrigeren Auflösung gerendert werden und das neuronale Netz läuft auf gesonderten Funktionseinheiten (Tensor Cores), die sonst brachliegen würden. DLSS wurde erst kurz vor Redaktionsschluss in Treibern wie Spielen freigeschaltet, sodass wir noch keine eigenen Tests hinsichtlich Performance und Bildqualität durchführen konnten.

## Performance-Tests

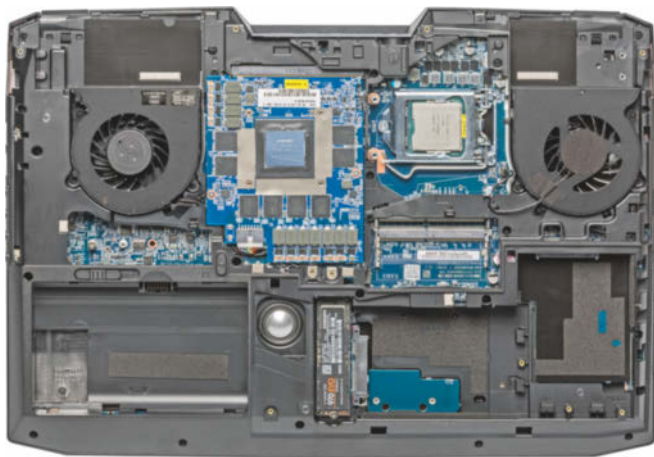
Für erste Performance-Tests standen uns noch keine Max-Q-Notebooks zur Verfügung, aber die potenteren Max-P-Modelle im Gaming-Notebook Schenker XMG

Ultra 17. Der 17,3-Zöller ist praktisch das Gegenteil eines Max-Q-Geräts: Es ist fast fünf Zentimeter dick und wiegt über vier Kilogramm. Allein das zugehörige 330-Watt-Netzteil wiegt mit 1,4 Kilogramm mehr als so manches 13,3-Zoll-Notebook. Und als ob das noch nicht genug wäre: Im Schenker-Notebook arbeitet keine aufgelötete Mobil-CPU, sondern ein gesockelter Desktop-PC-Prozessor (LGA1151v2). Der hat zwar eine höhere Abwärme, aber auch acht statt sechs CPU-Kerne – mehr Performance in einem Notebook-Gehäuse geht nicht.

Um die RTX-GPUs zu testen, haben wir von Schenker drei außer den Grafikchips baugleiche Exemplare des Notebooks erhalten; sie waren jeweils mit Core i7-9700K, 16 GByte DDR4-Speicher und 500-GByte-SSD bestückt. Wie bei unseren Tests der Desktop-GPUs haben wir die grafisch anspruchsvollen 3D-Spiele FarCry 5, GTA V und Shadow of the Tomb Raider herangezogen, um die Leistungsfähigkeit zu untersuchen und in Relation zu den gleichnamigen Desktop-GPUs zu setzen. Hier haben wir uns allerdings auf die Auflösungen Full HD (1920 × 1080) und 4K (3840 × 2160) beschränkt, weil man die Zwischenstufe WQHD (2560 × 1440) in Notebooks üblicherweise nicht antrifft. Da die Test-Notebooks mit Full-HD-Displays

## Nvidia GeForce-RTX-20-GPUs für Notebooks

GPU	Shaderprozessoren	Basistakt	Turbotakt	TDP	Speicher	Speicherinterface
GeForce RTX 2080	2944	735 bis 1380 MHz	1095 bis 1590 MHz	80 bis 150+ W	8 GByte GDDR6	256 Bit
GeForce RTX 2070	2304	885 bis 1215 MHz	1185 bis 1440 MHz	80 bis 115 W	8 GByte GDDR6	256 Bit
GeForce RTX 2060	1920	960 MHz	1200 MHz	80 bis 90 W	6 GByte GDDR6	192 Bit



Das Schenker XMG Ultra 17 nutzt einen Desktop-Prozessor und wird je nach Kundenwunsch mit GeForce RTX 2080, RTX 2070 oder RTX 2060 bestückt.

bestückt waren, haben wir 4K mit einem externen Monitor gemessen.

Bei den Tests zeigte sich, dass die mobilen RTX-GPUs nicht an die Desktop-Modelle gleichen Namens heranreichen: Die Notebook-RTX-2080 erzielt in etwa die Frameraten der Desktop-RTX-2070, die Notebook-RTX-2070 die der Desktop-RTX-2060. Die Notebook-RTX-2060 ist nochmals langsamer. In diesem Leistungsbereich werden die Ressourcen knapp, um Spiele jenseits von Full-HD-Auflösung mit hochgezogenen Detailreglern flüssig darzustellen – und Raytracing-Effekte ergeben nur als i-Tüpfelchen auf diese einen Sinn. Das dürfte auch ein Grund sein, warum Nvidia die mobile GeForce RTX 2060 nicht in einer noch schwächeren Max-Q-Variante vorgesehen hat.

Beim als RTX-Spiel beworbenen und in Zusammenarbeit mit Nvidia entwickelten Shadow of the Tomb Raider trat ein kurioses Problem auf: Aus unerklärlichen Gründen fiel die Bildwiederholrate bei Full-HD-Auflösung auf niedrige 38 fps ab, und zwar unabhängig von der GPU, der Treiber-Version (418.xx) und ob wir auf

dem internen Bildschirm oder dem externen Monitor gemessen haben. Manchmal half der Neustart von Windows, manchmal verschwand der Fehler erst, nachdem wir die Windows-Installation in den Auslieferungszustand zurückgesetzt und das Spiel neu installiert hatten. Wegen der Probleme haben wir in diesem Spiel letztendlich auf 4K-Messungen verzichtet, weil dort keine sinnvollen FPS-Werte zu ermitteln waren. Spielern bleibt in Fällen wie diesem nur zu hoffen, dass ein künftiges Update für Spiel, (Grafik-)BIOS oder Treiber das Problem aus der Welt schafft.

### Desktop-PC-Ersatz

Da sich die Testexemplare des XMG Ultra 17 laut Schenker zwar wie von uns angefragt für GPU-Tests eigneten, aber darüber hinaus nicht alle Qualitätssicherungsstufen durchlaufen haben, die an Kunden ausgelieferte Geräte bestehen müssen, haben wir auf weitergehende Tests verzichtet. Klar ist allerdings, dass die Klopfer wegen ihrer Desktop-GPUs nicht all die Stromsparfunktionen nutzen können, die Notebooks mit (langsameren) Mobil-

prozessoren bieten. Weil zudem die im Prozessor integrierte GPU nicht mitbenutzt wird (Stichwort Optimus-Hybridgrafik) und es die volle Performance von CPU und GPU nur bei angeschlossenem Netzteil gibt, sind Laufzeitangaben sowie so praktisch irrelevant. Dass das Notebook unter Volllast nicht flüsterleise bleibt, dürfte ebenfalls nicht verwundern.

### Fazit

Nvidias GeForce-RTX-20-GPUs bringen mehr 3D-Performance in Notebooks. Neue Funktionen wie Raytracing und DLSS werden in einigen Topspielen, die im Laufe des Jahres 2019 erscheinen, nutzbar sein – jedoch nicht im Gros der Spiele, die bereits erschienen sind. Umgekehrt gilt aber auch: Wer jetzt viel Geld für ein Gaming-Notebook ausgeben kann, der will auch so weit wie möglich für künftige Eventualitäten gerüstet sein. Notebooks mit GeForce RTX 2060 kosten schließlich mindestens 1400 Euro; für welche mit GeForce RTX 2080 muss man mehr als das Doppelte bezahlen.

Das Schenker XMG Ultra 17 zeigt, wieviel Power man aktuell in ein Notebook packen kann. Der 17,3-Zoll-Klotz ist allerdings auch nur für den stationären Einsatz beziehungsweise den Transport zwischen mehreren Orten gedacht. Bei wem Akkulaufzeit, Gewicht und Größe eine Rolle spielen, der sollte auf 15,6- und 17,3-Zoll-Notebooks mit den Max-Q-Varianten der neuen GPUs warten – und sich bewusst machen, dass die 3D-Performance hier wohl noch niedriger ausfallen wird als bei den regulären Notebook-Ablegern. Dennoch: Die RTX-GPUs sind die schnellsten derzeit erhältlichen Notebook-Grafikchips; AMD hat in dieser Leistungsliga nichts zu bieten. (mue@ct.de) **ct**

## 3D-Performance

GPU	3DMark (Port Royal / Time Spy / Firestrike Extreme)	GTA V (DX 11) Maximum, 4 × MSAA (4K / Full HD)	Far Cry 5 (DX 11) Ultra, SMAA, HD Textures (4K / Full HD)	Shadow of the Tomb Raider (DX 12) Maximum, SMAA (4K / Full HD)
	[Punkte] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶	[fps] besser ▶
GeForce RTX 2080	5308/9032/10975	44/85	54/119	-1/103
GeForce RTX 2070	4028/7246/8719	35/81	40/106	-1/87
GeForce RTX 2060	3083/6034/7059	27/74	33/91	-1/70
Desktop-Grafikkarten zum Vergleich				
Alienware GeForce RTX 2080 Ti	7527/12169/15164	66/102	74/132	58/154
Gainward Phoenix GS GeForce RTX 2080	5968/10319/12547	56/106	60/126	46/124
Nvidia GeForce RTX 2070 FE	4865/8949/10604	48/100	49/123	37/104
Nvidia GeForce RTX 2060 FE	3787/7589/8874	38/93	34/104	30/87
AMD Radeon VII	-/8648/12046	46/96	60/118	45/118

<sup>1</sup> sieht Text



# NEU: c't DSGVO – was 2019 wirklich wichtig ist

Jetzt  
versand-  
kostenfrei  
bestellen.



Im Mai 2018 trat die neue Verordnung in Kraft und immer noch herrscht viel Unsicherheit. c't klärt auf und präsentiert den professionellen Ratgeber für alle möglichen Fallstricke: Grundsätze, Auftragsverarbeitung, E-Mail-Marketing, Cookie-Hinweise, DSGVO für Websites und Fotografen und mehr.

Magazin + 90 Minuten Webinar auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ct-dsgvo](https://shop.heise.de/ct-dsgvo)

19,90 € >

 **heise shop**

[shop.heise.de/ct-dsgvo](https://shop.heise.de/ct-dsgvo) >







# Scanner für Spezialisten

## Für jede Digitalisieraufgabe der richtige Scanner

**Dokumente, Bücher, Filme, Fotos – auf bestimmte Vorlagen spezialisierte Scanner digitalisieren mit bestmöglicher Qualität oder ersparen dem Anwender umständliche Arbeitsschritte. Doch welches Gerät passt zu welcher Scanaufgabe?**

**Von Rudolf Opitz**

**W**er nur schnell das Rezept aus Vaters Kochbuch scannen oder das alte Schulfoto fürs Klassentreffen in digitaler Form kopieren möchte, dem reicht meist der Scanner des heimischen Multifunktionsgeräts oder die Smartphonekamera. Für größere Fotoarchive ist die Knips-

lösung aber unpraktisch: Dazu braucht es schon einen Reproplatz mit festem Stativ, gegen Verrutschen gesicherter Ablage und gleichmäßiger, reflexionsfreier Beleuchtung.

Das Multifunktionsgerät im Büro digitalisiert zwar Texte in guter Qualität und kann mit dem Vorlageneinzug auch mehrere Rechnungen und Briefe in einem Arbeitsgang einlesen, allerdings oft nur deren Vorderseiten. Fotoscans haben häufig einen Farbstich, dunkle Bilddetails verschwinden im Schwarz und an Kanten entstehen wegen der für Text optimierten Nachschärfung hässliche Doppelstrukturen. Personen sehen dann beispielsweise wie ausgeschnitten und aufgeklebt aus.

Die eierlegende Wollmilchsau ist auch bei Scannern die Ausnahme. Braucht man keinen Drucker, bekommt man Kombinationen aus Flachbett- und

Einzugsscanner. Doch sind auch diese Scanner für Büroaufgaben, also für Textvorlagen optimiert. Spätestens, wenn für den Scanner die bei Multifunktionsgeräten üblichen Netzwerkfunktionen gewünscht werden, kostet eine Dokumentenscanner-Kombi mehr als ein neuer Multifunktionsdrucker mit Dokumenteneinzug und Fax.

### **Briefe und Akten archivieren**

Zum Digitalisieren der täglichen Post, von Rechnungen, Quittungen und Lieferscheinen eignen sich kompakte Dokumenteneinzugsscanner [1] besonders gut. Auf dem Schreibtisch belegen sie wenig Stellfläche, da die zu scannenden Vorlagen hochkant im Einzug stehen. Anders als Flachbettscanner transportieren Einzugsscanner die Vorlagen an einer seitenbreiten Scanzeile vorbei. Im Betrieb braucht der Scanner allerdings Platz, um die gescannten

Dokumente vor sich abzulegen. Für unterwegs gibt es mobile Geräte, die im Aktenkoffer Platz finden und via USB-Kabel ihre Energie vom Notebook oder einem eingebauten Akku beziehen.

Einzugsscanner arbeiten fix: Schon günstige Modelle schaffen 15 bis 20 Blatt pro Minute. Da sie in der Regel zwei Scanzeilen besitzen, digitalisieren sie Vor- und Rückseite der Vorlage ohne Zeitverlust in einem Durchgang – also 30 bis 40 Seiten (Bilder) in der Minute. Für größere Postaufkommen und umfangreiche Aktenberge bekommt man leistungsfähigere Scanner, die pro Minute 30 bis 60 Blatt (60 bis 120 Bilder) einlesen.

Mit der mitgelieferten oder zugekauften Software lässt sich der komplette Archivierungsvorgang automatisieren [2]: Die meisten Scanprogramme verwalten Profile, in denen man alle Arbeitsschritte von den Scannereinstellungen (Farbe oder Schwarzweiß, Auflösung, Hintergrundfilter und Textoptimierung) über die Weiterverarbeitung etwa durch eine Texterkennung (Optical Character Recognition, OCR) bis zur Ablage als durchsuchbares PDF in einen vorgegebenen Archivordner oder zur Verwaltung durch ein Document Management System (DMS) festlegt. Im Alltag braucht man nur das Profil am Scanner auszuwählen und auf die Scantaste zu drücken – eine echte Arbeitserleichterung.

Professionelle Einzugsscanner verarbeiten sehr unterschiedliche Vorlagen vom dünnen Durchschlagpapier über Kassenzettel bis zu Kartei- und Visitenkarten. Einige Modelle schaffen sogar Plastikkarten wie Kreditkarten oder Ausweise, teilweise über einen separaten, geraden Scanweg. Damit bei eventuellen Doppelseiten keine Vorlage ungescann bleibt, melden Ultraschallsensoren im Scanweg Zweifacheinzüge, stoppen den Scanvorgang und geben Alarm. Für Hochleistungsscanner bekommt man als Zubehör sogenannte Imprinter, die auf jede gescannte Vorlage beispielsweise das Datum oder eine Registriernummer drucken, die auf die digitale Ablage verweist.

Müssen sehr unterschiedliche Vorlagen gescannt und von einem Sachbearbeiter verschiedenen Verarbeitungsschritten und Archiven zugeordnet werden, helfen Software-Lösungen wie ScanSnap von Fujitsu den Bearbeitungsaufwand pro Scan auf wenige Mausklicks zu begrenzen.

Das Vorbeiziehen an einer feststehenden Scanzeile hat auch Nachteile: Vor

Einzugsscanner wie der Fujitsu ScanSnap iX500 sparen beim Archivieren von Rechnungen, Quittungen und der täglichen Post viel Zeit.



allem lassen sich nur Einzelblätter verarbeiten, Heftklammern muss man vor dem Scannen entfernen, getackerte Akten lösen. Für Fotos eignet sich die Scantechnik nicht, da jedes Stäubchen, das an der Scanzeile festhängt, auf dem Fotoscan eine unschöne Linie hinterlässt. Für solche Vorlagen braucht man doch wieder

einen Flachbettscanner: Ein Stäubchen auf dem Vorlagenglas verändert lediglich einen oder wenige Bildpunkte, die auf dem Scan nicht weiter auffallen.

## Fotoscanner

Für gelegentliche Fotoscans ist also der Flachbettscanner des Multifunktions-

## CIS oder CCD?

Preisgünstige Scanner und die meisten Multifunktionsgeräte tasten die Vorlagen mit **Contact Image Sensoren (CIS)** ab. CIS-Scanzeilen bestehen aus CMOS-Sensoren (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) mit Mikrolinsen aus Kunststoff auf jedem Sensorpunkt. CIS-Sensoren kosten in der Herstellung nicht viel und benötigen keine zusätzliche Optik. Damit lassen sich sehr flache Scanner bauen – ideal für kompakte Multifunktionsgeräte.

Die CMOS-Technik gehört zu den Standards in der Chipfertigung. Daher ist es kein Problem, Sensorverstärker oder weitere Signalverarbeitungsstufen wie AD-Wandler in die Sensorzeile zu integrieren. Zudem brauchen CMOS-Schaltungen wenig Energie – ideal zum Bau von Scannern, die mit dem Strom eines USB-2.0-Ports auskommen.

Der Nachteil der CIS-Scanner liegt schon im Namen: Sie haben kaum Tiefenschärfe und brauchen direkten Kontakt zur Vorlage. Dokumente müssen

daher plan auf der Glasfläche des Scanners liegen. Schon ein bis zwei Millimeter – etwa durch einen Knick in der Vorlage – reichen für unscharfe, verwaschene Scans.

Für Bücher, erhabene dreidimensionale Vorlagen und Fotoscans mit hohem Kontrastumfang empfehlen sich Scanner mit Sensoren aus **Charge-Coupled Devices (CCDs)**. CCDs besitzen eine größere lichtempfindliche Fläche und erreichen damit einen hohen Kontrastumfang bei geringem Rauschen.

Allerdings benötigen CCD-Scanner eine separate und teurere Optik, die das Licht von der Vorlage auf den CCD-Sensor leitet und die maßgeblich die tatsächlich nutzbare Auflösung beeinflusst. CCD-Scanner sind je nach Konstruktion und Umfang der Optik deutlich voluminöser, erreichen aber eine Tiefenschärfe von mehreren Zentimetern. Beispielsweise geben Scans von aufgeschlagenen Büchern auch die in den Buchrücken laufenden Wörter noch scharf wieder.

geräts die bessere Wahl. Doch gilt das nicht für jedes Modell: Da die meisten Büro-Mufus Scans auch von der Glasauflage für Text optimieren, muss man bei Fotos Detailverluste und überzogene Kontraste in Kauf nehmen. Die besten Fotoscans liefern allgemein die Geräte von Canon und Epson ab – beide Hersteller bieten auch ein umfangreiches Portfolio an Fotodruckern und -scannern an und haben auch bei ihren Büromodellen die Qualität von Bildscans im Auge.

Für Scans mit hohem Kontrastumfang und guter Farbwiedergabe oder zum Scannen von Dias und Negativen braucht man einen dedizierten Fotoscanner mit Durchlichteinheit und idealerweise CCD-Sensoren (siehe Kasten); Multifunktionsgeräte mit CCD-Scanner und Durchlichteinheit bieten die Hersteller schon lange nicht mehr an.

Wer hauptsächlich Fotoabzüge scannen will, bekommt einfache, aber brauchbare Scanner mit CIS-Sensoren ab 100 Euro; der Epson Perfection V370 für 125 Euro hat bereits eine kleine Durchlichteinheit und eine CCD-Zeile. Für 100 Euro mehr gibt es den Canon CanoScan 9000F Mk II, der bereits eine bei teureren Foto- und Filmscannern verbreitete Technik einsetzt: Die Vorlage wird zusätzlich infrarot abgetastet, wobei Kratzer, Staub und andere Verunreinigungen erfasst werden. Diese lassen sich hinterher ohne Schärfe- und Detailverluste aus dem Fotoscan herausrechnen – eine empfehlenswerte Zusatzfunktion. Canon nennt diese Technik FARE, bei Epson und anderen Herstellern heißt sie ICE (Image Correction & Enhancement).

Für größere Vorlagen als DIN A4 bekommt man A3-Foto-Flachbettscanner. Bei CCD-Scannern muss man aber mit Anschaffungskosten bis in den vierstel-

**Fotoscanner wie der Canon CanoScan 9000F haben für Dias eine Durchlichteinheit und eliminieren Kratzer und Staub verlustfrei per Infrarotskan.**



ligen Eurobereich rechnen. Einen Test von A3-Geräten lesen Sie in einer der kommenden c't-Ausgaben.

### Gut aufgelöst?

Gerade Fotoscanner werben mit beeindruckend hohen Auflösungen bis 6400 dpi (Epson) oder sogar 9600 dpi (Canon). Diese Angaben gelten zwar für die Pixeldichte – und damit auch für die Größe der Scandatei. Für Scans von Papierfotos reichen 600 bis 1200 dpi aber vollkommen aus. Nur beim Digitalisieren von kleinformatigen Dias oder Negativen kann die Auflösung nicht hoch genug sein.

Doch gerade hier führen die Herstellerangaben in die Irre: Trotz der hochwertigeren Optik erreichen die CCD-Flachbettscanner bei der optischen Auflösung – also das Auflösungsvermögen von feinen Details – nur einen Bruchteil. So ermittelten wir beim baugleichen Vorgänger des

Canon 9000F Mk II 1440 dpi und damit gerade einmal 15 Prozent der Pixelauflösung [4]. Scannt man mit der Maximalauflösung von 9600 dpi, enthält die riesige Datei nur 15 Prozent an Nutzdaten – alles andere ist Rauschen. Bei vergleichbaren Flachbettscannern der anderen Hersteller sehen die Verhältnisse ähnlich aus. Epson hat Perfection-Modelle mit besserer Optik im Programm, die optisch mehr als 2000 dpi auflösen, mit 570 bis 800 Euro aber auch deutlich teurer sind.

Wer große Diasammlungen in optimaler Qualität scannen will, sollte daher gleich in einen Filmscanner investieren. Zu den günstigsten Modellen gehört der OpticFilm 8200i von Plustek, den man mit dem Profi-Scanprogramm SiverFast SE schon ab 270 Euro bekommt. Solche Scanner erreichen optische Auflösungen von 3000 dpi und mehr und können Kleinbildformate fast verlustfrei digitalisieren. Allerdings ist das Scannen einzelner Dias mühselig und zeitraubend. Filmscanner, die wie der Reflecta DigitDia 7000 ganze Magazine digitalisieren, sparen viel Handarbeit, kosten aber rund 2000 Euro.

Gerade beim Scannen von Durchlichtvorlagen spielt eine weitere Kenngröße eine ebenso wichtige Rolle wie die Auflösung: die Dichte. Im Idealfall gibt sie den Kontrastumfang des Scanners an, also wie groß der Bereich ist, in dem sehr helle und sehr dunkle Details noch wiedergegeben werden. Statt des Dichteumfangs – der maximalen Dichte (Schwarzpunkt) abzüglich der minimalen Dichte (Weiß-



**Hochwertigere Multifunktionsdrucker scannen mit einer zweiten Scanzeile im Vorlageneinzug beide Seiten des Dokumentes in einem Durchgang. Bei mäßigem Postaufkommen erspart das einen zusätzlichen Dokumentenscanner.**



punkt) – findet man in den technischen Daten oft nur den Dmax-Wert.

Da die Lichtquelle des Scanners vor Erreichen des Sensors selbst von einem transparenten Dia und der Optik etwas abgeschwächt wird, ist der tatsächliche Kontrast- und Dichteumfang immer kleiner als Dmax suggeriert. In der Praxis dürften es mindestens 5 bis 10 Prozent sein, was einer minimalen Dichte von 0,5 bis 1 entspricht. Bei einer Herstellerangabe von Dmax 3,4 hat der Scanner daher einen Dichteumfang D von 2,4 bis 2,9. Filmscanner haben meist einen größeren Dichteumfang als Flachbettscanner mit Durchlichteinheit.

## Bücher scannen

Einen Vorteil haben Flachbettscanner für Fotos aber: Nach dem Digitalisieren der Diasammlung kann man sie für Dokumente, Fotos, Zeitschriften und Bücher weiternutzen. Gerade für Bücher sind die teureren CCD-Scanner praktisch, da sie eine deutlich größere Tiefenschärfe besitzen. Bei einem aufgeklappten Buch werden auch die in den Buchrücken laufenden und nicht mehr plan auf der Glasfläche aufliegenden Zeichen scharf, wenn auch verzerrt wiedergegeben. Bei einem CIS-Scanner verschwimmen Zeilenenden in der Unschärfe.

Braucht man einen Scanner hauptsächlich für Bücher, lohnt sich ein Blick auf Flachbettscanner mit Buchkante [5]. Bei diesen Modellen schließt die Vorderseite fast mit dem Gehäuserand ab – meist

**Für Bücher optimierte Flachbettscanner haben eine Kante zum Anlegen des Buchrückens aufgeschlagener Bände. Die Scanoberfläche beginnt wenige Millimeter hinter der Gehäusekante.**



beträgt der Abstand nur 3 bis 6 Millimeter. Beim Buchscannen legt man eine Buchseite auf die Scannerfläche und lässt die andere Seite über den Gehäuserand herunterhängen. So vermeidet man Verzerrungen durch die Buchrückenwölbung und schont das Buch, da man es nicht komplett aufschlagen und auf die Scheibe drücken muss. Solche Buchscanner haben meist CCD-Sensoren und arbeiten sehr rasch.

Flachbettscanner mit Buchkante wie den Plustek OpticBook 3900 bekommt man ab etwa 220 Euro. Bessere, aber auch teurere Modelle wie der Microtek XT 3500 erkennen, wenn eine neue Seite aufgelegt wurde und starten den Scanvorgang automatisch. Zu den Vorteilen gehören auch passende Softwarebeigaben wie Programme, die gescannte Seiten gerade ausrichten, drehen, Randverzerrungen

begradigen, mit einer OCR bearbeiten und E-Books in gängigen Formaten wie PDF oder ePUB erstellen.

Zum Scannen von Büchern findet man außerdem Aufsichtscanner. Bei den günstigen Modellen um die 100 Euro bestehen sie aus einer Kamera auf einem Stativ, unter die man das aufgeschlagene Buch oder die Zeitschrift legt. Da die Seiten nur fotografiert werden, arbeiten sie sehr flott. Je nach Preis des Scanners bekommt man mehr oder weniger brauchbare Software, die Verzerrungen am Buchrücken mindern und die Lesbarkeit optimieren.

Für eine Texterkennung taugen sie weniger, weil sie die hierfür optimalen 300 dpi nicht erreichen. Zudem verringert sich die Auflösung zum Bildrand. Das gilt auch für teurere Modelle wie den Overhead-Scanner Fujitsu SV600, der nicht mehr fotografiert, sondern die Vorlage von oben abscannt. Auch professionelle Buchscanner wie die Bookeye-Modelle von Image Access oder der oft in Bibliotheken genutzte Zeutschel Zeta arbeiten nach diesem Prinzip – die Kaufpreise liegen jedoch im fünfstelligen Bereich.

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

## Literatur

- [1] Rudolf Opitz, Scannen statt ablegen, Einzugs scanner zum Digitalisieren des täglichen Papierkrums, c't 5/2018, S. 126
- [2] Peter Schüler, Pixelflut in die Aktenablage, Software-Zubehör zu Dokumentenscannern, c't 5/2018, S. 134
- [3] Rudolf Opitz, Post-Archivare, Dokumenten-Scanner für den Schreibtisch, c't 11/2017, S. 61
- [4] Tim Gerber, Rudolf Opitz, Schatzsucher, Flachbettscanner mit Durchlichteinheit für Dias und Negative, c't 4/2012, S. 120
- [5] Rudolf Opitz, Vor-Leser, Scanner und Spezialkameras zum Digitalisieren von Büchern, c't 8/2012, S. 136
- [6] Rudolf Opitz, Lese-Lampe, Aufsicht-Scanner für Bücher und andere Vorlagen bis DIN A3, c't 14/2014, S. 60



**Aufsicht-Scanner wie der Fujitsu ScanSnap SV600 digitalisieren Bücher berührungsfrei, die Korrektur von Verzerrungen durch gewölbte Seiten übernimmt eine Software.**



# Schneiderei

## Bezahlbare Videoschnittprogramme für YouTuber und Filmenthusiasten

**Den Nimbus des Exotischen haben sie längst verloren: Dank der Videoplattformen im Web werden Schnittprogramme immer mehr zum Allerweltswerkzeug. Abhängig von der Gestaltung der Bedienoberfläche fordern sie mal mehr, mal weniger Einarbeitungszeit und Enthusiasmus.**

**Von Joachim Sauer**

**S**ie können fast alles, was man zum Videoschneiden braucht: Rund einen Hunderter verlangen die Softwarehersteller im Mittel für ihre Schnittprogramme der Einstiegsklasse. So einfach wie eine Textverarbeitung funktionieren sie zwar noch nicht ganz, aber die Bedienkonzepte zielen tatsächlich auf eine im Vergleich mit früheren Versionen sehr viel einfachere Anwendung. Das langwierige Studium von Handbüchern und Video-Tutorials kann man sich inzwischen schenken – es sei denn, man plant eher abseits des Mainstreams liegende Projekte.

Um unterschiedlichen Ansprüchen zu genügen, bieten viele Hersteller ihre Software in drei verschiedenen Editionen an. Die günstigste Variante ist typischerweise im Funktionsumfang begrenzt, sie schnei-

det beispielsweise keine UHD-Videos. Den nahezu vollständigen Funktionsumfang bekommt man in der Regel mit der mittleren Variante. Bei der teuersten Ausgabe legen die Anbieter noch einiges an Extras drauf, etwa zusätzliche Effekte, eine Geräuschsammlung, Titelvorlagen oder GEMA-freie Musik, sodass man direkt mit dem Schneiden loslegen kann. Ob solche Zugaben den Aufpreis wert sind, muss man selbst entscheiden; wer eine gut sortierte Materialsammlung besitzt, kommt sehr wahrscheinlich ohne diese Ergänzungen aus.

Dank des Bestrebens der Hersteller, möglichst unterschiedliche Zielgruppen zu erreichen, hat man als Anwender eine erfreulich große Auswahl. So bringt Corel gleich zwei Programme für Amateure an den Start: VideoStudio ist die Lösung für „echte“ Einsteiger, während Pinnacle Studio den gehobenen Amateur ansprechen und entsprechend mehr Funktionen bieten soll.

### **Voll bedient**

Bei allen Schnittprogrammen setzen die Hersteller eher auf Kontinuität, daher modernisieren sie die Bedienung eher sanft. Das ist nicht falsch: Wer will sich schon bei jeder Software-Aktualisierung

neu einarbeiten? Allerdings kann man den Bedienoberflächen aller hier genannten Programme zugestehen, dass sie ziemlich ausgereift sind. Obendrein hat sich eine über die verschiedenen Programme hinweg fast einheitliche Systematik entwickelt: Wer eines der Schnittprogramme kennt, wird – eine gewisse Einarbeitungszeit für die Details vorausgesetzt – auch mit anderen klarkommen.

Das gilt bis in die Profiklasse, die ein ähnliches Konzept verfolgt: mit Medienvorrat, Vorschaubereich und Zeitleiste, ergänzt um Menüleisten und kontextsensitive Dialoge. CyberLink konzentriert sich auf nur ein Schnittprogramm, das vom Einsteiger bis zum Profi alle Anwenderschichten erreichen soll, und hat einiges an Entwicklungsaufwand in das Bedienkonzept investiert. Dennoch zählt am Ende, dass man den Film zuverlässig produzieren und ausgeben kann – auch hier wusste CyberLink in den letzten Tests zu überzeugen.

Kein anderes Programm wurde so konsequent weiterentwickelt wie PowerDirector. Die Oberfläche blieb dabei dem Einsteigercharakter treu. Die Entwickler bauen neue Funktionen meist als eigenständiges Modul auf, bevor sie dann ein oder zwei Generationen später in die Oberfläche integriert werden. Als Anwender bekommt man zwar früh neue, interessante Funktionen an die Hand, doch insgesamt wird die Bedienung durch diese Methode nicht einfacher: Schon ob man die neue Funktion nun unter „Funktionen“ oder „Module“ suchen muss, erschließt sich nicht.

Solche Entwicklungsdiskrepanzen finden sich nicht nur, aber auch bei PowerDirector. Da gibt es zum Beispiel einen einfach bedienbaren Collagen-Designer mit ausgefeilten Vorlagen, die für den Vorspann eines Films prädestiniert sind. Doch in diesem Designer findet man weder ein Textwerkzeug noch die Option, die Videoclips mit einem Filter zu versehen – beides wäre für einen Vorspann aber sinnvoll oder notwendig. Denn hat man die Collage im Designer erstellt, anschließend Text und Filter in der Zeitleiste eingebaut, muss man – wenn etwa der Vorspann nicht gefällt oder nicht passt – zurück in den Collagen-Designer, wo man wiederum den Text nicht sieht.

So elegant und einfach solche Assistenten ja oft bedienbar sind, bleibt die Frage, ob sie die Bedienung insgesamt logischer machen. Auch das ist ein Kaufkriterium: Alle Funktionen in der Zeit-

leiste nutzen zu können, wie sich Magix das auf die Fahnen geschrieben hat, bringt deutliche Vorteile.

## Ausstattungsfrage

Magix geht mit Video Deluxe einen anderen Weg. In den letzten Tests attestierten wir dem Schnittprogramm eine sehr reichhaltige Funktionsausstattung, begleitet von einer vergleichsweise komplexeren Bedienung. Magix wirbt bei der aktuellen Version damit, vor allem an der Programmmstabilität gearbeitet zu haben. Logisch, denn die Programmbasis teilt sich Video Deluxe mit dem deutlich teureren Video Pro X aus dem gleichen Haus, mit dem Magix auch Profis ansprechen will und das höheren Ambitionen an den Schnitt genügen soll.

Die Magix-Oberfläche sieht deutlich unaufgeräumter aus als die von CyberLink oder Corel, deswegen funktioniert sie mehr oder weniger unverändert auch beim größeren Video Pro X. Magix hat die Handhabung so zu gestalten versucht, dass man nicht nur kurze YouTube-Filme, sondern auch längere Projekte damit bearbeiten kann.

Dazu bedarf es aber eines durchgängigen Bedienkonzepts. Hintergrund: Auf den ersten Blick ist eine einheitliche Bedienoberfläche mit mehr Schaltflächen schwerer durchschaubar als eine, deren Aussehen sich je nach Funktion ändert. Deshalb hat der Hersteller die Dialoge der Plug-ins so überarbeitet, dass auch die Funktionen von Drittanbietern in die Bedienlogik von Video Deluxe passen – lobenswert, allerdings nicht durchgängig: Während die über den Magix-Store ange-

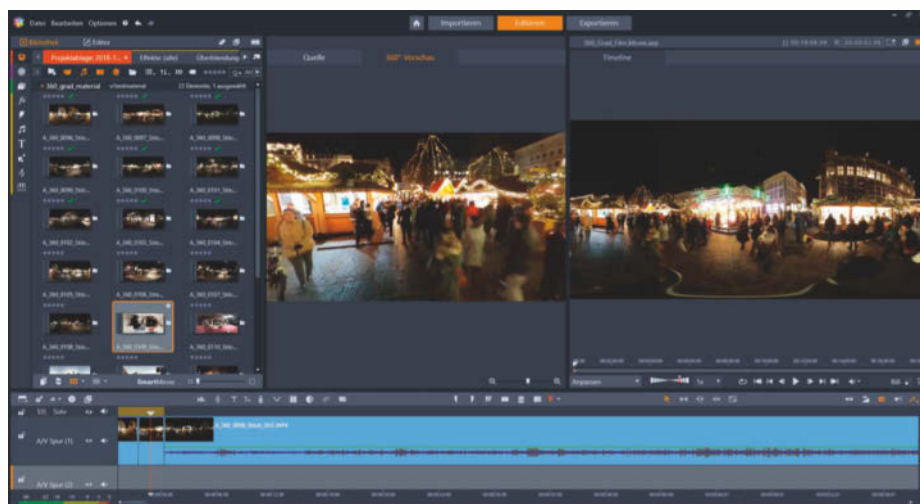
botenen eigenen Module sowie die von Hitfilm schon sauber integriert sind, kommen die Effektsoftware VitaScene von Prodad und die Reiseroutenanimation Vasco da Gama als eigenständige Software daher.

## Wechselbad

Eine bewegte Geschichte hat Pinnacle Studio hinter sich. Über viele Jahre das meistverkaufte Amateur-Schnittprogramm, landete es nach der Pleite von Pinnacle bei Avid, einem Schwergewicht im Profisegment. Nach dem Zukauf der deutschen Firma Fast spendierte Avid dem Programm einen neuen Unterbau und verpasste ihm ein gänzlich neues Userinterface – nur um dann festzustellen, dass man sich im Massengeschäft lieber doch nicht tummeln möchte. Folglich wurde das Programm vor knapp sieben Jahren an Corel verkauft.

Die Kanadier haben zwar reichlich Erfahrung darin, Programme zu vermarkten, doch zu ihrem Konzept gehört ein deutlich reduziertes Budget für die Weiterentwicklung. Das hat dem ehemaligen Schwergewicht nicht gutgetan. Ältere Versionen des ehemaligen Verkaufsschlagers sollte man also sehr genau anschauen, bevor man zugreift. Immerhin hat Corel schon bei der letzten Version wieder mehr ins Programm investiert. Mit den per Keyframes steuerbaren Effekten entspricht das Programm nun wieder dem, was man von aktueller Software erwarten darf.

Anders als Pinnacle Studio wurde VideoStudio vom ursprünglichen Entwickler Ulead klar als Einsteigerwerkzeug



Pinnacle Studio importiert auch 360-Grad-Videos und bietet eine getrennte Vorschau für Quell- und Timeline-Video.





## Pinnacle Studio 22

Den Einstieg in die grundlegenden Schnittfunktionen von Pinnacle Studio bekommen auch Einsteiger schnell hin. Dabei helfen

der übersichtliche Startdialog, die Video-Tutorials und die am Arbeitsablauf orientierte Oberfläche mit unterschiedlichen Layouts für Import, Schnitt und Ausgabe. Im Test gelang der Import aller Standard-Dateiformate, bei Profi-Varianten streikte das Programm, auch Raw-Daten werden nicht eingelesen.

Neben der Videovorschau kann man eine separate Quellvorschau zuschalten. Die Zeitleiste-Schnitt-Modi für Drei- und Vierpunkt-Schnitt erleichtern vor allem den Schnitt nach Musik. Links der Vorschau sind Bibliothek, Audio- und Effektbearbeitung zu finden – mit gewöhnungsbedürftig vielen, dort hinterlegten Funktionen wie der neuen erweiterten Farbbearbeitung. Pinnacle Studio 22 kann mit LUTs (look up table) umgehen und zeigt den Vorher/Nachher-Vergleich per Split-screen. Die drei Farbkanaäle ändert man über Tonkurven; die Software bietet Einstellräder für Farbverschiebung, Glanzlichter, Mitteltöne und Schatten.

Das Splitscreen-Werkzeug hilft bei der schnellen Erstellung von Collagen anhand von Vorlagen. 3D-Titel sind etwas aus der Mode, Objekt-Animationen nicht: Dank selektiver Farbauswahl hebt man etwa einen Regenschirm farblich hervor, während Person und Umgebung schwarzweiß entfärbt bleiben. Der Ultimate-Version vorbehalten sind neue Effekt- und Filtersammlungen von NewBlueFX. Für Aufnahmen mit erweitertem Farbraum oder RAW-Videos bringt Pinnacle Studio 22 ein verbessertes Color-Grading-Werkzeug mit.

Das Screen-Capture-Werkzeug „MultiCam Capture Lite“ – ebenfalls keine Neuentwicklung und auch bei Corel VideoStudio dabei – eignet sich für Tutorial-Produktionen; das „Lite“ deutet die abgespeckte Funktionalität an. Damit kann man das Monitorbild und das einer Webcam in eine Videodatei schreiben und direkt als Projekt speichern.

Einen leichten Leistungszuwachs bewirkt die Intel-Quick-sync-Unterstützung der damit ausgestatteten PCs. Auf dem Testsystem lief eine mit vier UHD-Videos (24p) gefüllte Zeitleiste mit Bild-in-Bild-Effekt mit 33 Prozent Skalierung ruckelfrei, AVCHD-Videos und MP4-Dateien mit 50 Vollbildern/s und Datenraten von um die 30 MBit/s wurden auf sieben Spuren flüssig wiedergegeben – allerdings nur bei deaktiviertem Hintergrund-Rendering, denn dies führte zu einer zu hohen Systemlast. Auf leistungsschwachen Systemen hilft die zeitraubende Erstellung von auflösungsreduzierten Proxy-Dateien.

Bei der Filmberechnung agiert das Programm erheblich schneller als bisher und benötigt nur noch die halbe Laufzeit des Videos.

- ↑ Farbbearbeitung mit LUTs
- ↑ zügiges Rendering
- ↓ kein Import von Profi-Dateiformaten



## Corel VideoStudio 2019

VideoStudio kam anders als die übrigen Kandidaten in der teuersten Ultimate-Variante ins Labor. Die kostet zehn Euro

weniger als die Standard-Programme der drei Mitbewerber, obwohl Corel – wie bei den Ultimate-Versionen üblich – reichlich Zusatzprogramme mitliefert, etwa schicke Effekte und auch teils nützliche Titelwerkzeuge. Doch im Normalfall dürfte man für 70 Euro auch mit der Plus-Version glücklich werden, zumal auch diese Version das wirklich gute Einsteigerwerkzeug FastFlick enthält. Mittels Schnittschablonen entstehen damit im Handumdrehen ansprechende Videoimpressionen.

Die Programmoberfläche sieht übersichtlicher aus als bei Pinnacle Studio. Doch immer noch sind manche Symbole auf den Schaltflächen schlecht erkennbar. Dass die Entwicklung schon länger her ist, offenbart etwa die Titelfunktion. Sie zeigt teils uralte Windows-95-Dialoge, enthält aber auch eine neue Funktion, dank derer man nun einen Titel als MOV-Datei mit Transparenz, sprich mit Alphakanal, exportieren kann. So lässt sich ein aufwendig produzierter Titel einfach in anderen Projekten mit anderem Bildmaterial hinterlegen.

Mit einem Masken-Creator erstellt man eigene Masken, die man auf den Überlagerungsspuren einsetzen kann. Allerdings ist der Umgang mit den Funktionen alles andere als intuitiv. Einsteiger werden nicht durchschauen, wie man nun die Maske erstellt, animiert und aktiviert. Die Erklärungen auf der Hersteller-Website helfen kaum weiter. Auch die Bedienung dieser Funktion fügt sich wenig in den Kontext des Schnittprogramms ein – sie stammt vom Pinnacle Studio. Vereinfacht hat Corel die Bedienung des 3D-Titlers; das Werkzeug ist nun gut gemacht und arbeitet erstaunlich flüssig.

Das kann man von der Zeitleiste nicht behaupten – zumindest nicht mit 4K-Videomaterial. Mitunter muss man lange warten, bis die Software einen Clip markiert, damit man ihn verschieben oder kürzen kann. Die Vorschau zeigt bei dieser Auflösung nicht die volle Qualität. Deutlich besser klappt die Handhabung aber mit Full-HD-Material.

Von der versprochenen Steigerung der Leistungsfähigkeit war nichts zu merken. 4K-Videos spielte die Software nach wie vor nicht mal auf einer Spur sauber ab. MP4/AVCHD-Dateien in Full-HD-Auflösung und 25p werden immerhin bei 11 Spuren noch weitgehend ruckelfrei wiedergegeben. Dateien in H.265-Kodierung spielt die Software auf vier Spuren ordentlich ab. Die Zeitleiste auf bis zu 50 Video- und 9 Audiospuren erweitern zu können, spielt vor diesem Hintergrund eine nur untergeordnete Rolle.

Beim Rendertest liegt VideoStudio 2019 mit einem Faktor von 2-facher Echtzeit auf ordentlichem Niveau.

- ↑ günstiger Preis
- ↓ schwache Dekodierleistung
- ↓ teils veralteter Programmcode



## Cyberlink PowerDirector 17

CyberLink erlaubt im Power Director 17 in der Zeitleiste die Verschachtelung mit weiteren Zeitleisten. So kann man einen einmal ge-

stalteten Vorspann aus mehreren Spuren in einem neuen Projekt mit einem individuellen Titteltext versehen. In der Zeitleiste ist die Bedienung durchgehend logisch und sehr flüssig: Die Software gibt auch noch bei mehreren Spuren die Vorschau sauber wieder – allerdings maximal in Full-HD-Qualität.

Masken- und Paint-Designer wurden überarbeitet. Ersterer erlaubt das Verschmelzen mehrerer Clips, letzterer die Integration handgezeichneter Objekte – willkommen für Vorspann und Titel. Der Collagen-Designer erlaubt die Kombination mit dem Multicam-Designer, sodass sich Videos der Collage nun synchronisieren lassen. Zur Audibearbeitung bietet PowerDirector nur eine eingeschränkte Anzahl an Filtern.

CyberLink ermöglicht seit Längerem die Arbeit mit LUTs und liefert nun mehr Profile dafür mit. Die Farbkorrektur setzt jetzt weniger Fachwissen voraus: Mit einem Klick mit der Pipette auf eine graue oder weiße Fläche bringt die Software das Videobild recht zuverlässig auf eine farbneutrale Darstellung. Beim Keying oder Greenscreen-Trick, also dem Ausstanzen eines farbigen Hintergrunds, akzeptiert das Programm nun die Auswahl mehrerer Farbtöne, was die Genauigkeit der „Stanze“ bei nicht gleichmäßiger Beleuchtung verbessert. Sollte die grüne Hintergrundfläche nicht das gesamte Videobild einnehmen, blendet man per Maske den Rest einfach aus.

Damit die Arbeit auch auf älteren Systemen flüssig läuft, erstellt PowerDirector kleinere Proxy-Dateien, was aber die Arbeit stark bremst. Auch ohne dieses Hilfsmittel erlaubt das Programm eine zuverlässige Bearbeitung.

Erwähnenswert sind die AI-Style-Plug-ins, die man allerdings nur mit dem 360-Grad-Abo, also gemieteter Software (SaaS) bekommt. Beispielsweise werden die Videobilder in einen Stil getaucht, wie ihn Impressionisten oder bekannte Maler wie van Gogh ersonnen haben.

Insgesamt schneidet PowerDirector 17 insgesamt mit einer Berechnungszeit vom 1,4-fachen der Filmdauer gut ab. UHD-24p-Videos in der Zeitleiste zeigt die Vorschau noch bis zur achten Spur flüssig, AVCHD- und MP4-Material läuft noch bis zu zwölf Spuren ohne Aussetzer. Full-HD-Dateien mit 50 Vollbildern/s im leistungsfressenden H.265-Codec zeigt die Software auf 9 Spuren in Echtzeit an.

Die Exporteinstellungen wurden auf den Einsteiger fokussiert, den man nicht mit zu vielen Optionen konfrontieren will. Das Programm erstellt zwar für YouTube optimierte Videodateien, doch geübte Anwender wollen die Berechnung auch für andere Plattformen optimieren und vermissen deshalb beispielsweise die Option, die GOP-Länge einzustellen.

- 📈 verschachtelte Zeitleisten
- 📈 hohe Anzeigeleistung
- 📉 wenig Exportoptionen



## Magix Video Deluxe 2019

Mit seinem Programm versucht Magix, eine möglichst breite Anwenderschar zu erreichen. Dem Image folgend, vor allem

einsteigerkompatibel zu sein, setzt der Hersteller mehrere Bedienerleichterungen ein, die eher auf die Belange engagierter Videoamateure zugeschnitten sind, sich dem Einsteiger aber kaum erschließen. Beispielsweise kann man einen Clip direkt an der Zeitnadel-Position einfügen – doch dazu muss man die Zeitnadel an die passende Stelle setzen, die gewünschte Spur markieren und beim gewählten Videoclip „zur Timeline hinzufügen“ wählen. Schneller kann man eine komplette Spur kopieren, ausschneiden und hinzufügen. Wer konsequent alle Titel auf einer Spur einfügt, kann so schnell unterschiedliche Sprachversionen erzeugen.

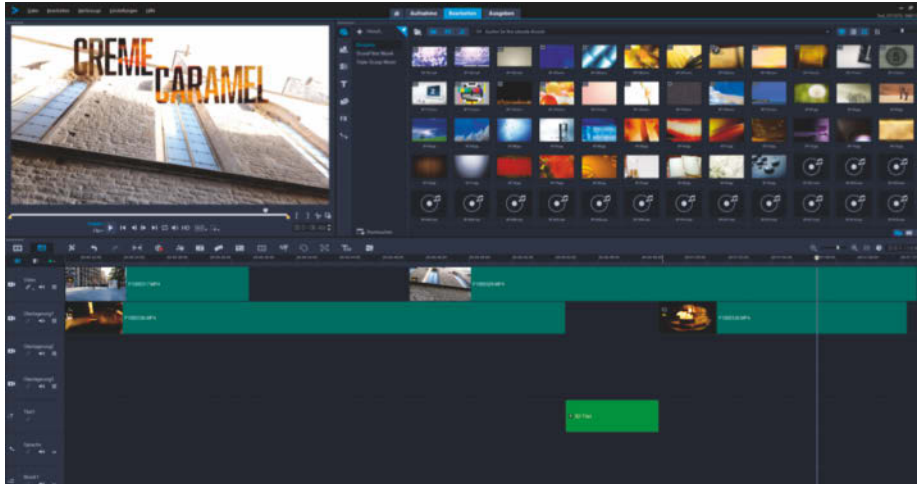
An der Profiklasse orientiert sich Magix mit dem „J-L-Schnitt“. Die Form der Buchstaben – mit Überhang nach vorn (J) beziehungsweise hinten (L) – symbolisiert die Funktion. Bei gedrückter Alt-Taste kann man jetzt nur die Audiospur eines Clips nach vorn oder hinten verlängern, um den Ton in die nächste Szene überhängen oder vorab starten zu lassen. Hat man beispielsweise einen Musikclip schon auf die Musik geschnitten, kann man nun den Inhalt des Clips verschieben, ohne die Szenenlänge zu verändern.

Oft wurde kritisiert, dass Video Deluxe mit komplexen Projekten sehr zäh agiert und kaum noch bedienbar ist. Hier hat sich einiges getan, dennoch sollte man dem Programm beim Start eines solchen Projekts die Zeit zum Laden aller Miniaturen lassen, auch wenn das eine Weile dauern kann. Immerhin: Wer ungeduldig zu früh loslegt, provoziert damit keinen Absturz mehr. Auch Video Deluxe kann Proxy-Dateien erstellen, doch das ist wenig sinnvoll, denn Video Deluxe zeigt in der Vorschau tatsächlich UHD-Qualität – entsprechendes Material vorausgesetzt.

Auf dem Testsystem lief die Vorschau mit UHD-24p-Videos noch bis zur vierten Spur flüssig; das reicht für die meisten Anwendungsfälle aus. Die Leistung bei 50p-AVCHD-Material fiel mit sechs flüssig laufenden Spuren nur unwesentlich besser aus. AVCHD-Video mit 25 Vollbildern/s zeigte Video Deluxe 2019 auf zehn Echtzeitspuren. Die Software nimmt inzwischen auch H.265-Dateien entgegen. H.265-kodierte Videos in Full-HD-Qualität werden auf immerhin vier Spuren sauber wiedergegeben.

Beim Export hatte sich Magix bislang viel Zeit gelassen. Mit Version 2019 hat man wieder aufgeholt, jetzt dauert das Rendering 1,4-fache Echtzeit. Die Exporteinstellungen erlauben größere Freiheiten als bei der Konkurrenz – wenn man die Nomenklatura der Exportoptionen mal verstanden hat.

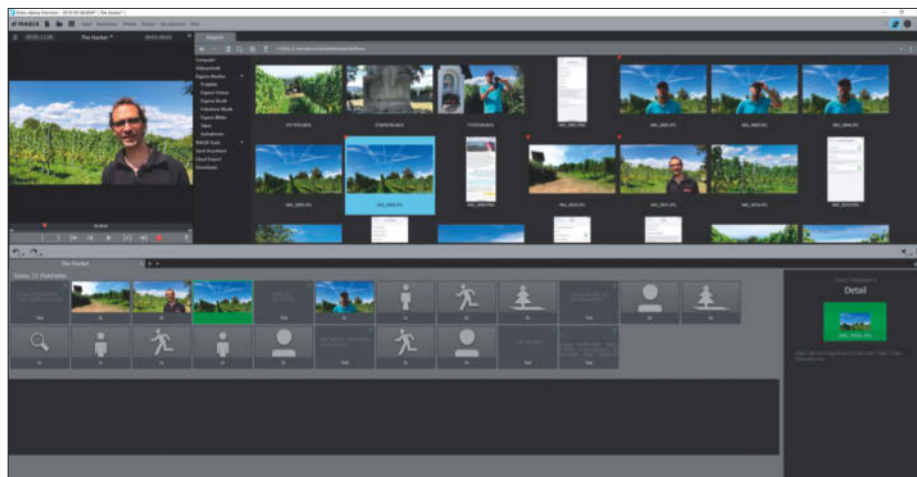
- 📈 durchgängiges Bedienkonzept
- 📈 großer Funktionsumfang
- 📉 mittelmäßige Abspielleistung



Kein anderes Programm im Test tut sich mit 4K-Video dateien so schwer wie VideoStudio von Corel. Bereits eine 4K-Video spur überfordert die Echtzeitvorschau.



CyberLink packt neue Funktionen – wie hier den gelungenen Masken-Designer – gerne in Plug-ins, die in einem gesonderten Fenster geöffnet werden. Das macht es manchmal schwierig, diese Funktionen zu finden.



Magix integriert viele der Plug-ins direkt in die Oberfläche, die dadurch allerdings etwas komplexer, fast überladen erscheint. Hat man sich aber an die Bedienung gewöhnt, arbeitet es sich mit der Software besonders schnell.

konzipiert. Es fristete aber lange ein Schattendasein und wurde von Corel schon vor VideoStudio übernommen. Deshalb lohnt auch hier bei Angeboten älterer Versionen im Netz ein Blick auf die Versionsnummer. Ein Hinweis darauf, dass das vermeintliche Schnäppchen auch unter Windows XP läuft, spricht nicht für Aktualität. Ein so altes Programm dürfte von nur sehr eingeschränktem Nutzwert sein.

Offenbar geht Corel aber mit mehr Ehrgeiz an die Produktpflege, wohl auch deshalb, weil jetzt neue Funktionen in gleich zwei Anwendungen genutzt werden können. Das dürfte es den Softwareentwicklern leichter machen, den aktuellen Trends zu folgen – wie etwa der schon wieder abgeebbten 3D-Welle, die eine Funktion zur 360-Grad-Video-Bearbeitung erforderlich machte. Wie fast alle Programme kann auch VideoStudio 2019 solche Rundumaufnahmen dann verarbeiten, wenn die beiden Bestandteile bereits zusammengefügt sind.

## Manege frei

Neben Leistung und Zuverlässigkeit der Schnittprogramme prüfen wir in diesem Test auch, wie schnell sie die Videodaten dekomprimieren und in der Vorschau anzeigen. Für diese Leistungstests nutzten wir einen für den Videoschnitt optimierten, aber bezahlbaren Rechner mit 3,7 GHz schnellem Intel-Prozessor (i7-8700k 6-Core) und Nvidia GeForce-Grafikkarte (GTX 1060, 6 GByte GDDR5-, 32 GByte DDR4-RAM). Für den Videoschnitt empfiehlt es sich, mit SSD-Massenspeichern zu arbeiten, am besten gleich mit zweien: ein 500 GByte großes Speichermodul für das Betriebssystem und eine 1 TByte fassende SSD für die Videodaten. Darüber hinaus installierten wir die Programme auch auf deutlich betagteren Systemen, um herauszufinden, ob dabei ein akzeptables Arbeiten möglich ist.

Insgesamt ging es dabei darum, neben der prinzipiellen Lauffähigkeit den jeweils gebotenen Funktionskatalog für die Gestaltungsmöglichkeiten auszuloten. Am Ende steht eine Positionsbestimmung, wie leicht man bei welchem Anspruch an das Ergebnis mit welchem Schnittprogramm zu einem ansprechenden Film kommt.

## Fazit

Das Ergebnis steht für eine saubere Treppenanordnung: Echte Einsteiger greifen zum Corel VideoStudio oder CyberLink



## Videoschnittsoftware

	Pinnacle Studio 22 Plus	VideoStudio Ultimate 2019	Power Director 17 Ultra	Video Deluxe Plus (2019)
Hersteller	Corel	Corel	CyberLink	Magix
Betriebssystem	Windows Vista/7/8/10 (64 Bit)	Windows Vista/7/8/10	Windows Vista/7/8/10	Windows Vista/7/8/10
<b>Bedienung</b>				
Storyboard / Timeline	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Spuren Video / Audio	unbegrenzt / unbegrenzt	50 / 9	unbegrenzt / unbegrenzt	unbegrenzt / unbegrenzt
Slip / Überschreiben / 3-Punkt / Timestretch	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓
Hintergrund-Rendering / automatischer Schnitt	✓ / ✓	– / ✓	– / ✓	– / ✓
Vorschau	Vollbild auf Zweitmonitor	Vollbild auf Zweitmonitor	Vollbild auf Zweitmonitor	Vollbild auf Zweitmonitor
<b>Import / Aufnahme</b>				
Video	AVCHD, AVI, H.265, MKV, MOV, MPEG2, MPEG4, MVC, WMV	AVCHD, AVI, H.265, MKV, MOV, MPEG2, MPEG4, WMV	AVCHD, AVI, H.265, MKV, MOV, MPEG2, MPEG4, MVC, WMV	AVCHD, AVI, H.265, MKV, MOV, MPEG2, MPEG4, MVC, WMV
Audio	AAC, AC3, MP3, WAV	AC3, MP3, OGG-Vorbis, WAV	AAC, MP3, OGG-Vorbis, WAV	AAC, AC3, MP3, OGG-Vorbis, WAV
Grafik	JPG, PNG, PSD, TIFF	JPG, PNG, PSD, TIFF	JPG, PNG, TIFF	JPG, PNG, TIFF
Batch Capture / Szenenerkennung	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓
<b>Titelgenerator</b>				
Farbe / Schatten / Transparenz / 3D	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / –
Keyframe-Editing / Animationsvorlagen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
Animation	Kriech-, Rolltitel, Schriftanimation	Kriech-, Rolltitel, Schriftanimation	Kriech-, Rolltitel, Schriftanimation	Kriech-, Rolltitel, Schriftanimation
<b>Effekte</b>				
Keyframe-Editing / Blenden / davon 3D	teilweise / 500+ / 23	teilweise / 129 / 0	teilweise / 158 / 14	teilweise / 172 / 21
Helligkeit / Kontrast / Sättigung	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Farbkorrektur / Weich / Scharf	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Zeitleupe / -raffer / rückwärts	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Bild-in-Bild / Chroma Keying	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
<b>Audio Funktionen</b>				
Waveform / Rubberband	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Voice-Over / O-Ton abtrennen / Effekte	✓ / ✓ / 9	✓ / ✓ / 20	✓ / ✓ / 14	✓ / ✓ / 60
Filter (Rauschen / Tief- / Hochpass / Eq.)	✓ / – / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausgabe</b>				
Videoformate	M2T, AVCHD 50P, AVI, MPEG1/2, MPEG4/H.264, QuickTime, WMV	M2T, AVCHD 50P, AVI, MPEG1/2, MPEG4/H.264, QuickTime, WMV	M2T, AVCHD 50P, AVI, MPEG1/2, MPEG4/H.264, QuickTime, WMV	AVCHD 50P, AVI, MPEG1/2, MPEG4/H.264, QuickTime, WMV
MPEG-Rate wählbar / variabel / DVD-Tonformat	✓ / ✓ / AC3, PCM	✓ / ✓ / AC3, PCM	✓ / ✓ / AC3, PCM	✓ / ✓ / AC3, PCM
Smart Rendering AVCHD / MPEG	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Authoring integriert / Menü-Vorlagen	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Brennformate (DVD / AVCHD-DVD / Blu-ray)	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Brennformate 3D (3D-Blu-ray)	–	✓	✓	✓
Anzahl Spuren <sup>1</sup> 4K / AVCHD 25p / 50p	4 / 13 / 7	1 / 11 / 9	8 / 15 / 12	4 / 10 / 6
Rendering-Leistung <sup>1</sup>	0,5-fache Echtzeit	2-fache Echtzeit	1,4-fache Echtzeit	1,4-fache Echtzeit
<b>Bewertungen</b>				
Anleitung / Bedienung	⊕ / ○	○ / ○	⊕ / ⊕	○ / ⊕
Aufnahme / Import	○ / ⊕	○ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Smart-Rendering MPEG2 / AVCHD	○ / ⊕	○ / ⊕	○ / ⊕⊕	⊕ / ⊕
Full HD in MP4 / 4K-Bearbeitung	⊕ / ○	○ / ⊖	⊕ / ⊕	⊕ / ○
Ton / Effekte und Compositing	⊕ / ⊕	○ / ○	○ / ⊕	⊕⊕ / ⊕
Ausgabe / Authoring	○ / ○	○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Preis	100 €	90 €	100 €	100 €
<sup>1</sup> Wiedergabe- / Ausgabeleistung im c't-Test				
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k. A. keine Angabe				

PowerDirector. Letzterer bietet klare Vorteile, wenn auch auf älteren Systemen noch eine halbwegs ordentliche Schnittleistung gefragt ist. Gleichzeitig ist der PowerDirector noch am ehesten das Programm, das von den ersten Schnittrschritten bis in die gehobene Klasse reicht. Für das Schnittprogramm aus

Taiwan spricht zudem die stetige Weiterentwicklung.

Genau hier haperte es bisher beim Pinnacle Studio. Allerdings muss man Corel zugestehen, dass in den letzten zwei Versionen wirklich wieder eine Entwicklung erkennbar wurde. Das Bedienkonzept ist dennoch etwas gewöhnungs-

bedürftig – was aber auch für Magix Video Deluxe gilt. Die Oberfläche wirkt im Vergleich zu Pinnacle Studio noch überladener. Magix versucht offensichtlich, möglichst viele Optionen direkt aus der Zeitleiste heraus anzubieten. Das dürfte für erfahrene Anwender ein klarer Vorteil sein. (uh@ct.de) **ct**



# Reisefunker

## Kompakte WLAN-Router für unterwegs

**Wenn das Hotel- oder Campingplatz-WLAN lahmst, kann ein Reiserouter helfen. Wir haben fünf kompakte Modelle getestet, die sich zudem per OpenWrt erweitern lassen.**

**Andrijan Möcker**

Viele Hotels, Campingplätze und Ferienwohnungen bieten heute Internetzugang per WLAN an. Die Funknetze sind jedoch selten gut geplant, manchmal auch hardwaremäßig veraltet. Mal hängt der Hotel-Access-Point viel zu weit vom Zim-

mer entfernt. Mal reicht der Rundstrahler auf dem Sanitärhäuschen nicht.

Moderne Heimrouter sind zwar vergleichsweise kompakt, in der Reisetasche dann aber doch irgendwie ziemlich groß. Einige Hersteller, voran TP-Link, haben deshalb Minirouter im Sortiment. Eventuell vorhandene externe Antennen abgezogen sind die Geräte kleiner als eine Zigarettenschachtel. Sie bringen meist genau das mit, was mobil gebraucht wird: WLAN-Routing aus dem LAN, Hotspot-Routing und Mobilfunkrouting mit angestecktem Modem.

Unsere Produktauswahl reicht vom günstigen Einstiegsmodell TP-Link WR802N für 24 Euro über Mittelklasse-Modelle wie den WR902AC vom gleichen

Hersteller bis hin zu den Allroundern GL-AR300M und AR750S von GL.Inet für 45 beziehungsweise 90 Euro mit viel Gestaltungspotenzial. Außerdem ist AVMs kleinstes Modell Fritzbox 4020 für 50 Euro dabei. Es ist zwar größer als die anderen Kandidaten, hat jedoch viele LAN-Ports und die gewohnte Weboberfläche.

Vier der fünf Router können mit dem alternativen Router-Betriebssystem OpenWrt laufen. Es ist quelloffen und bietet tausende Erweiterungspakete, sodass sehr spezifische Anwendungsfälle umsetzbar sind. Dazu später mehr.

### Betriebsmodi

Handelsübliche Repeater verbinden sich mit dem zu verstärkenden WLAN und agieren gleichzeitig im Access-Point-Modus mit gleichem Netzwerknamen als transparente Layer-2-Brücke. Im Hotel- oder Camp-Access-Point möchte man dies nicht unbedingt. Einerseits um direkte Angriffe auf Geräte zu verhindern, andererseits, um nicht für jedes Gerät einzeln zahlen zu müssen, wenn der Betreiber Geld verlangt. In Fremdnetzen benutzt man deshalb besser den „WISP-“

oder „Hotspot-Router“ genannten Modus der Reiserouter. Wie beim Repeater agiert der WLAN-Adapter hier gleichzeitig als Client und als Access-Point. Statt eine transparente Brücke herzustellen, routen die Geräte zwischen beiden Netzen. Für IPv4 führen die Geräte dann Netzwerk-adressübersetzung (NAT) durch und IPv6-Verbindungen an die Geräte im LAN werden in der Werkseinstellung blockiert. Das Hotspot-Netz erfährt zudem nur die MAC-Adresse der WLAN-Schnittstelle des Minirouters, sodass man eventuell notwendige Freischalt-Codes nur einmal für mehrere Geräte eingeben muss.

Über Kabel ist man deutlich schneller im Netz: Viele Hotelzimmer bieten eine LAN-Buchse. Wer seinen Router anschließt und ein eigenes WLAN öffnet, muss sich den Hotel-Access-Point nicht mit anderen teilen. Das kann oft deutlich mehr Geschwindigkeit bedeuten. Alle Kandidaten bringen mindestens eine Fast-Ethernet-Buchse (100 MBit/s) mit – das reicht meist, da die Internetverbindungen in der Praxis selten schneller sind. Mehr erreicht man nur mit dem AR750S, der drei Gigabit-Ethernet-Ports hat.

Alle Kandidaten außer dem WR802N bringen einen USB-Anschluss mit. Sie können so auch als Mobilfunk-Router dienen, vorausgesetzt man schließt ein Modem an. Das klappte im Test mit einem Huawei E3372 (LTE, UMTS, GSM) und einem älteren Huawei E3131 (UMTS, GSM) mit allen Geräten problemlos. Vom mobilen Betrieb im Rucksack sollte man jedoch absehen, da die Anschlüsse, insbesondere Micro-USB, dabei stark belastet und eventuell beschädigt werden. Zur Festinstallation im Auto, Wohnmobil oder Wohnwagen eignen sich die Geräte hingegen gut.

Zu Hause arbeiten die Router bei Bedarf als Repeater oder Access-Point. Da, die Fritzbox ausgenommen, alle per Micro-USB Strom beziehen, können sie per Powerbank beispielsweise im Garten als beweglicher Repeater dienen.

## Einrichtung und Bedienung

Alle Minirouter bringen ein klassisches Webinterface mit, wie man es vom Heimrouter kennt. Die Fritzbox 4020, der GL.Inet AR750S und der TP-Link WR802N punkten mit einer auch auf Mobilgeräten gut bedienbaren Oberfläche. TP-Link bietet zusätzlich die Android-/iOS-App Tether. Sie taugt aber nur dazu, den aktuellen Status des WR802N abzufragen; vollständigen Zugang zu den

Einstellungen gibt sie nicht. Enttäuschend ist, dass der TP-Link WR902AC kein angepasstes Mobilinterface bietet und auch die App funktioniert nicht. Wie beim GL.Inet AR300M bekommt man hier nur das riesige Desktop-Interface. Beide Geräte bleiben wenigstens bedienbar, wenn man den Zoom zuhelfe nimmt.

Alle Webinterfaces zeigen Statusinformationen zur Verbindung. Negativ fällt auf, dass bei den meisten Kandidaten IPv6 fehlt. Die Fritzbox und der WR802N unterstützen das inzwischen alltägliche IPv6, es ist jedoch vorab deaktiviert. Bei den GL.Inet-Geräten versteckt sich zwar das IPv6-fähige OpenWrt hinter dem Webinterface, der Hersteller hat sich aber keine Mühe gegeben, dies richtig zu konfigurieren und man muss in der OpenWrt-Benutzeroberfläche LuCi selber tätig werden. GL.Inet tarnt sie als „Erweiterte Einstellungen“.

Einen Schritt-für-Schritt-Assistenten hat nur TP-Link in seine Router integriert. Drei Router in unserem Test bringen einen Hardwareschalter zur Auswahl der Modis mit. GL.Inet hat sie vorher nicht aktiviert, TP-Link beim WR902AC schon. Hier muss man darauf achten, vorab den richtigen Modus zu wählen, da sich der Assistent sonst beispielsweise über ein fehlendes Ethernet-Kabel beschwert, obwohl man eine Funkverbindung möchte.

GL.Inet hat zwar keinen Assistenten integriert, lädt in den Webinterfaces aber direkt dazu ein, eine Internetverbindung über das Medium der Wahl herzustellen. Die Scans zur Hotspot-Auswahl starten die Router automatisch.

## Nutzung im Ausland

Wer seinen Reiserouter mit ins Ausland nimmt, muss in den meisten Ländern im 2,4-GHz-Band keine Besonderheiten beachten. Lediglich Brasilien, Kanada und die USA verbieten die Nutzung der Kanäle 12 und 13. Die maximale erlaubte Sendeleistung beträgt immer mindestens 100 Milliwatt, mehr leistet keines der Geräte mit der Original-Firmware.

Im 5-GHz-Band muss man deutlich stärker aufpassen, da nicht in jedem Land alle Kanäle und Kanalbreiten erlaubt sind. Leider haben sich die Hersteller der beiden Dual-Bänder WR902AC und AR750S keinerlei Gedanken darüber gemacht. Eine Ländereinstellung fehlt und die Zeitzone zu ändern half nicht. TP-Link hat es sich zwar leicht gemacht und lässt einen nur die weltweit nutzbaren 5-GHz-Kanäle

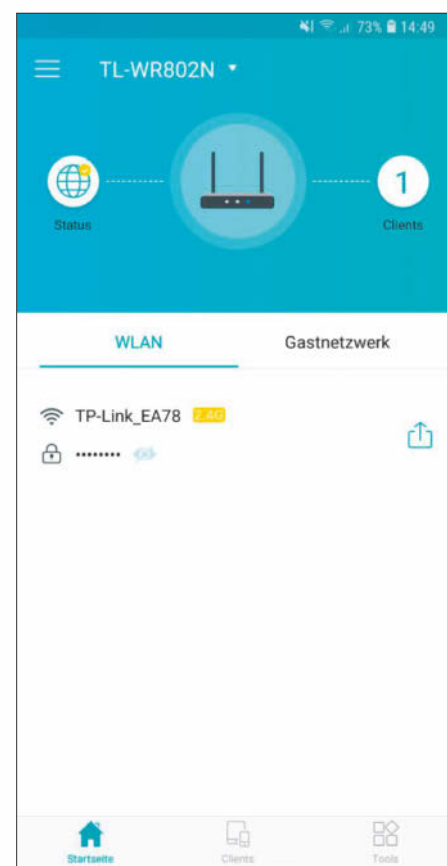
wählen, bewegt sich im 80-MHz-Betrieb bei 11ac (WiFi 5) aber dennoch in potenzielle Verbotszonen. In GL.Inets modifiziertem OpenWrt fehlt die Ländereinstellung ebenso.

Bei beiden Geräten müssen Nutzer klar selbst tätig werden und sich über die Frequenzregulierungen im jeweiligen Land informieren. Ein Verstoß kann nämlich teuer werden.

## VPN

In einigen wenigen Ländern wie China oder den Vereinigten Arabischen Emiraten ist auch die VPN-Nutzung nur eingeschränkt oder gar nicht erlaubt. Hier darf man es aber dem Nutzer überlassen, sich vorab über die Gesetzgebungen zu informieren.

Wo VPN-Einsatz erlaubt ist, kann es mehrere Vorteile bringen: Oft arbeiten Hotspot-Betreiber mit einer Whitelist, die nur bestimmte ausgehende Ports wie die für HTTP(S) und E-Mail erlaubt, zum Beispiel, um Filesharing zu unterbinden. Rechtmäßige Anwendungen wie VoIP-/



Die Tether-App von TP-Link soll Router aus der komfortablen App-Oberfläche überwachen und steuern. Mit dem WR802N klappt das aber nur mäßig gut.



Videotelefonie oder Fernwartung stört dies unter Umständen auch, da sie oft dynamische Portbereiche einsetzen.

In öffentlichen Netzen kann man zudem schnell Opfer von ARP-Spoofing werden, einer Technik, bei dem der Angreifer dem Netzteilnehmer vorgaukelt, der Router zu sein. Dadurch erhält dieser sämtlichen Datenverkehr und kann dem Nutzer unter Umständen sogar gefälschte Websites unterschieben.

Ein VPN in entsprechender Konfiguration schickt gesamten Verkehr durch einen verschlüsselten Tunnel zu einem Server, der ins Internet leitet. Bestehen am Server keine Einschränkungen, ist der Internetzugang auf allen Ports und zu allen Websites frei. OpenVPN, als weit verbreiteter Standard, kann auch auf dem HTTPS-Port 443 arbeiten und funktioniert so auch an Hotspots mit eingeschränktem Portbereich.

Ein Angreifer sieht somit nur noch den verschlüsselten VPN-Tunnel, selbst wenn er sich als Router des Netzes ausgibt. Dort einzugreifen, wäre für ihn mit enormem technischen Aufwand verbunden.

GL.Inet liefert als einziger Hersteller einen vorinstallierten OpenVPN-Client. Der AR750S bringt sogar das relativ neue VPN-Protokoll WireGuard mit, sagt hier aber klar, dass es sich um eine Beta-Version handelt.

TP-Link verzichtet gänzlich auf VPN-Clients in seinen Miniroutern, obwohl der Systemspeicher genug Platz hat. AVMs Mini-Fritzbox ist zwar nicht für den mobilen Einsatz gedacht, ein zweites VPN-Protokoll würde ihr dennoch gut stehen. Sie bringt nur das auf IPsec basierende FritzVPN mit, das offiziell nur mit anderen Fritzboxen zusammenarbeitet. Abhilfe schafft bei den drei Modellen nur eine alternative Firmware.

## OpenWrt

Für viele Router-Modelle gibt es das alternative Betriebssystem OpenWrt (siehe auch S. 154). Eine große Gemeinschaft entwickelt das quelloffene System seit 2004. Anders als die meisten Herstellerfirmwares ist es nicht auf den Funktionsumfang bei der Installation beschränkt, sondern wird durch eine Paketverwaltung mit riesiger Auswahl bereichert. Mit dem passenden Treiber können so beispielsweise USB-Sticks für Dateiserver oder USB-WLAN-Adapter zur Reichweitenverbesserung genutzt werden. Außerdem gibt es Pakete für alle gängigen VPN-Pro-



### TP-Link WR802N

TP-Links kleinster Minirouter ist bereits in vierter Generation (WR802N v4) auf dem Markt. Gleichzeitig ist er der preisgünstigste Router im Test. Das Gerät spricht besonders Nutzer an, die keine großen Ansprüche an ihren Reiserouter haben und ein einfach einzurichtendes Gerät suchen. Der WR802N punktet mit einem gut mobil nutzbaren Webinterface, das sich auf unserem Test-Smartphone übersichtlich und sortiert präsentiert. Grundlegendes Netzwerkverständnis ist notwendig, aber TP-Link hat die Punkte passend angebracht und die Menüs nicht überfrachtet. Etwas schade ist, dass die Tether-App eher beobachtende Funktionen mitbringt als solche zur tatsächlichen Bedienung. So kann sie beispielsweise das Gastnetz an- und abschalten, aber die eigentlich wichtigen Hotspot-Einstellungen nicht bearbeiten. Hier hätte der Hersteller mit einem entsprechenden Menü in der App den Weg zur Internetverbindung per WLAN weiter verkürzen können – insbesondere für unerfahrene Nutzer.

Der WLAN-Durchsatz des WR802N genügt für viele alltägliche Anwendungen wie einfaches Surfen oder auch Videostreaming.

Als OpenWrt-Router taugt der WR802N nicht: Es gibt nur einige inoffizielle Images im OpenWrt-Forum. Mittlerweile ist der Forenbeitrag aber eingeschlafen, weshalb unser WireGuard- und OpenVPN-Test mangels aktuellem Kernel scheiterte.

- 👆 einfach zu bedienen
- 👆 preisgünstig
- 👆 kompakt
- 👇 wenig Funktionen, kein OpenWrt



### TP-Link WR902AC

Der WR902AC ist der kompakteste Dual-Band-Router im Test. Die 6,7 cm x 2,2 cm x 7,6 cm große Schachtel hat keine externen Antennen und kommt so besonders platzsparend unter.

Besonders punkten kann der Minirouter bei seiner Funkausstattung: Über das interne 5-GHz-Modul MT7610EN gehen ungestört 134 MBit/s. Insbesondere an Hotel-LAN-Anschlüssen dürfte man hier deutlich schneller unterwegs sein als an den frequentierten 2,4-GHz-Access-Points. Ein Schalter erleichtert, zwischen dem Repeater-/Access-Point, dem Hotspot-Router- und dem WLAN-Router-Modus zu wechseln.

Während bei der Hardware geklotzt wurde, hat TP-Link bei der Software geknausert: IPv6 fehlt gänzlich, das Webinterface nervt auf Mobilgeräten mit riesiger Darstellung, obwohl diese primär mit dem Minirouter genutzt werden. Eine App gibt es auch nicht.

Mit OpenWrt wird der WR902AC zum echten Allrounder: Unterstützung ist offiziell gegeben. Installiert man den Treiber für das 5-GHz-Modul nach, läuft alles wie gewohnt. Je nach Anwendungszweck muss man etwas auf den Speicher achten, denn nach der Installation des 5-GHz-Treibers verbleiben „nur“ noch 3,5 MByte. Mit rund 40 MBit/s WireGuard-Durchsatz klappt auch Videostreaming durch das VPN problemlos. Ein weiterer WLAN-Adapter, zum Beispiel für eine Outdoor-Antenne oder ein Mobilfunkmodem, findet am USB-Port Platz.

- 👆 sehr kompakt
- 👆 Dual-Band
- 👆 Modus-Wahlschalter
- 👇 kein Mobilinterface



## GL.Inet AR300M

Der günstigere GL.Inet-Kandidat im Test bietet als einziger abnehmbare externe Antennen. Das ist besonders für Camper interessant, die eine externe Antenne verwenden wollen, um den Access-Point des Platzes gut zu erreichen. Unschön ist, dass sich die Muttern der SMA-Buchsen unseres Musters schnell losrüttelten. Hier muss man gelegentlich nachziehen, wenn das Gerät viel bewegt wird.

Der AR300M kommt mit OpenWrt vorinstalliert. Der Hersteller hat aber ein selbstgestricktes Interface aufgesetzt: Die Bedienung ist leicht und dürfte auch für Einsteiger keine große Hürde darstellen. GL.Inet hat Assistenten für alle wichtigen Zugangsarten integriert. Außerdem ist OpenVPN vorinstalliert; Konfigurationsdateien wirft man einfach per Drag & Drop auf die Browserseite.

Dem Interface fehlt jedoch eine Anpassung für Smartphone-Browser. LuCi hingegen funktioniert normal im Browser und GL.Inet bietet für alle seine Modelle auch ein „clean“ OpenWrt ohne Herstelleranpassungen.

In puncto Durchsatz zeigt der AR300M gute Ergebnisse. Besonders bei WireGuard bekommt man viel fürs Geld. In unserem ungestörten Testfeld lieferte der AR300M gute WLAN-Übertragungsraten. Zwar hat der Router nur ein 2,4-GHz-Interface, vorsorgen kann man aber über die USB-Schnittstelle mit einem passenden 5-GHz-Adapter.

- ↑ viel Speicher
- ↑ externe Antennen
- ↑ Modus-Wahlschalter
- ↓ SMA-Buchsen rütteln sich lose



## GL.Inet AR750S

Der AR750S bietet von allen Testkandidaten den meisten Speicher: Er hat nicht nur 16+128 MByte Flash, sondern auch einen SD-Karten-Slot für bis zu 128 GByte große Speicherkarten. Mit den vielfältigen Erweiterungspaketen in OpenWrt kann der Router so zur mobilen Medienzentrale werden.

Insbesondere bei den VPN-Tests profitierte der Router von seiner hohen Prozessorleistung (750 MHz). Positiv fiel auf, dass unsere Messwerte sich mit GL.Inets Angaben auf der Website deckten.

Der Hersteller hat sich auch bei der Entwicklung des Webinterfaces des AR750S deutlich mehr Mühe gegeben als beim AR300M: Das Interface wirkt modern und arbeitet flott. Zwar gibt es keine Assistenten, die dazu einladen, eine Internetverbindung herzustellen. Die Bedienoberfläche ist jedoch so sortiert, dass sich Einsteiger gut zurechtfinden.

Vorausschauend ist WireGuard neben OpenVPN als integriert. Das Paket aus GL.Inets Softwareverwaltung war allerdings leicht veraltet. In der Clean-Version kann man die aktuellen Pakete aber installieren.

Wie der AR300M eignet sich der AR750S gut fürs Modding. Auf der Website findet man unter anderem eine Infografik, die wichtige Bestandteile der Platine beschreibt. Bastler könnten hier beispielsweise die internen Antennen durch RP-SMA-Buchsen ersetzen, ohne dafür löten zu müssen.

- ↑ gutes Mobilinterface
- ↑ WireGuard vorinstalliert
- ↑ MicroSD-Slot
- ↓ Antennen wirken fragil



## AVM Fritz!Box 4020

Eigentlich ist die Fritzbox 4040 kein Mobilrouter. Ihre kompakten Maße von 16,5 cm × 4,7 cm × 11 cm laden aber nachgerade dazu ein, das von der heimischen Großbox gewohnte Interface auch mit auf Reisen zu nehmen. Einen Assistenten zur Schritt-für-Schritt-Konfiguration eines Hotspots gibt es leider nicht. In den Interneteneinstellungen muss man dies im Menü „Zugangsdaten“ manuell erledigen. Das geht jedoch leicht von der Hand, auch im angepassten Smartphone-Interface.

Gegenüber den anderen Routern lohnt sich die Fritzbox ganz besonders, wenn mehr als ein Gerät per LAN angeschlossen werden soll. TP-Links-Konkurrenzmodelle etwa bieten nur einen Ethernet-Port, der belegt ist, wenn die Internetverbindung per Ethernet hergestellt wird.

Mit OpenWrt wird die Fritzbox 4020 zum flotten Open-Source-Router, der im Test insbesondere bei den VPN-Benchmarks ganz oben mitspielt. Da dann der USB-Port nicht funktioniert, fallen jedoch Sonderkonstruktionen, zum Beispiel im Wohnmobil mit externem USB-WLAN-Adapter, mangels Hardware-Erweiterbarkeit aus.

Schade ist, dass AVM sich trotz der vergleichsweise schmalen Hardware für eine 12-Volt-Versorgung per Hohlstecker entschieden hat. Zwar kann man dies dem Hersteller nicht vorhalten, doch schmälert das das Potenzial des Routers. Dennoch eignet die Fritzbox 4020 gut für die genannten speziellen Anwendungsfälle.

- ↑ gewohnte Oberfläche
- ↑ viele LAN-Ports
- ↓ kein Powerbank-Betrieb
- ↓ USB-Port mit OpenWrt unbenutzbar

OpenWrt Status System Network Logout

Download and install package:

Filter:

**Status**

Available packages Installed packages

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z #

Package name	Version	Size (-lpk)	Description	
kadnode	2.2.0-2	38380	A P2P DNS system based on the BitTorrent network. It can be used as a decentralized DynDNS service.	<input type="button" value="Install"/>
kamailio5	5.1.3-1	986528	Mature and flexible open source SIP server, v5.1.3	<input type="button" value="Install"/>
kamailio5-lib-kamailio-ims	5.1.3-1	21636	Kamailio5 IMS library	<input type="button" value="Install"/>
kamailio5-lib-libtrie	5.1.3-1	6117	Kamailio5 digital tree library	<input type="button" value="Install"/>
kamailio5-mod-acc	5.1.3-1	40111	Accounting for Kamailio5	<input type="button" value="Install"/>
kamailio5-mod-acc-diameter	5.1.3-1	22932	Accounting for DIAMETER backend for Kamailio5	<input type="button" value="Install"/>
kamailio5-mod-alias-db	5.1.3-1	9549	Database-backend aliases for Kamailio5	<input type="button" value="Install"/>
kamailio5-mod-app-jsdt	5.1.3-1	179060	Execute JavaScript scripts for Kamailio5	<input type="button" value="Install"/>

**OpenWrt ist wesentlich flexibler als viele Hersteller-Firmwares. Über die große Paketbibliothek installiert man Erweiterungen nach.**

tolle. Alles lässt sich mit wenigen Klicks installieren, solange der Speicher reicht. Mittlerweile ist auch immer das gut strukturierte Webinterface LuCi vorinstalliert. OpenWrt ersetzt das Betriebssystem des Herstellers vollständig.

Abgesehen von brandneuen Routern steht OpenWrt heute den Hersteller-Firmwares selten in etwas nach. Wir haben es auf allen Routern installiert, um auch den VPN-Durchsatz auf Geräten testen zu können, die keinen integrierten Client mitbringen. Dazu haben wir die Pakete für OpenVPN und WireGuard direkt aus der

Paketverwaltung installiert. Um Einheitlichkeit zu gewährleisten, liefen die GLInet-Modelle mit dem OpenWrt-Abbild ohne Herstelleranpassungen (Clean-Image). Diese gibt es beim Hersteller zum Download und man flasht sie einfach über den Webupdater der Router.

Die Fritzbox 4020 macht es einem leicht: Das Dateiabild flasht man über den FTP-Server, den die Box für fünf Sekunden nach dem Booten startet. Zusatzsoftware braucht das nicht, denn alle gängigen Betriebssysteme bringen einen Kommandozeilen-FTP-Client mit. Leuch-

tet die Info-LED, zieht man kurz den Stromstecker, danach startet OpenWrt.

Um die TP-Link-Geräte zu bekehren, benötigt man einen TFTP-Server, da diese das OpenWrt-Image nicht im Webupdater akzeptieren. Während der WR902AC seit dem letzten OpenWrt-Release 18.06.2 offiziell unterstützt wird, muss man das Abbild für den WR802N selbst kompilieren oder das eines GitHub-Benutzers verwenden. Mit dem neueren MT76-Treiber aus der Paketverwaltung funktioniert auch das 5-GHz-WLAN-Interface des WR902AC, das im OpenWrt-Wiki noch als unbenutzbar angegeben ist.

Die Installationsschritte für die Geräte finden Sie im OpenWrt-Wiki und über [ct.de/ybqy](http://ct.de/ybqy).

## Fazit

Wer mit einem einfachen Single-Band-Mini-Router fürs ungestörte Chatten und Video streamen auf dem Smartphone zufrieden ist, erhält den WR802N als günstiges Einsteigergerät. Auf den 8 MByte Flash und 64 MByte RAM bleibt zudem Platz für kleine Erweiterungen mit OpenWrt. Wer von vornherein einen OpenWrt-Router wünscht, sollte sich anderweitig umschauen, denn bisher gibt es keine offiziellen Images.

Der große Bruder WR902AC hat zwar die gleiche Speicherausstattung, ist mit seinem 5-GHz-Modul MT7610EN aber deutlich flotter unterwegs und lohnt sich besonders in Umgebungen mit hoher Nutzerdichte. Gute OpenWrt-Unterstützung und fehlende Funktionen in der Herstellerfirmware laden dazu ein, gleich zu wechseln.

Die Fritzbox 4020 bedient besonders die, die ihre gewohnte FritzOS-Oberfläche nicht missen wollen. Leider fehlt der Box das 5-GHz-Band. Eine Nachrüstung per USB-Adapter unter OpenWrt fällt derzeit flach, da der USB-Port in der alternativen Firmware noch nicht funktioniert. Trotzdem läuft die Box mit OpenWrt stabil und flott.

GLInet stellt mit seinen beiden Modellen die Oberklasse der Mini-Router: Der Hersteller bedient mit den beiden Modellen besonders die, die Erweiterungspotenzial und Geschwindigkeit wünschen. Die zusätzlichen 128-MByte-NAND-Flash der beiden Router lassen eine Menge Platz für eigene Ideen und Optimierungen. (amo@ct.de) **ct**

Informationen zu OpenWrt: [ct.de/ybqy](http://ct.de/ybqy)

## Reiserouter-Ergänzung: Flachband-Patchkabel

Nicht immer reicht ein einfaches 50-cm-Netzwerkkabel, um den Minirouter passend anzuschließen. Oftmals sind die Dosen an unpraktischen Stellen montiert, sodass der Router am Ende auf halb acht hängen muss, um sowohl Steckdose als auch Netzwerkbuchse zu erreichen. Ein längeres Netzwerkkabel in Flachband-Bauweise kann deshalb ein sinnvoller Zusatz für das Reiserouter-Set sein.

Sie sind leicht und benötigen weniger Platz im Koffer als Rundkabel. Ein 5-Meter-Stück reicht meistens. Je nach Anbieter erhalten Sie es für 5 bis 15 Euro. Längere Stücke gibt es auch. Aber große Kabellängen in Gebäuden und abgenutzte Dosen können das Signal auf den letzten Metern über ein extra dünnes Kabel schon mal so weit schwächen, dass es nicht mehr für eine stabile Verbindung reicht.



## Reiserouter

Modell	TP-Link WR802N (v4)	TP-Link WR902AC (v3)	GLinet AR300M	GLinet AR750S	AVM Fritz!Box 4020
mitgelieferte Extras	Flachband-Patchkabel, MicroUSB-Kabel + Netzteil	Flachband-Patchkabel, MicroUSB-Kabel + Netzteil	MicroUSB-Kabel	Flachband-Patchkabel, MicroUSB-Kabel + Netzteil	Netzteil, Patchkabel
getestete Firmware-Version	170421	170828	2.264	3.009	FritzOS 7.01
<b>Anschlüsse / Hardware</b>					
Maße (B × H × T) / Gewicht	5,7 × 1,8 × 5,7 cm / 110 g	6,7 × 2,2 × 7,6 cm / 67 g	5,6 × 2,4 × 5,7 cm (ohne externe Antennen) / 60 g	10,4 × 2,5 × 6,8 cm (Antenne eingeklappt) / 109 g	16,5 × 4,7 × 11 cm / 200 g
CPU / Kerne / Takt	Mediatek MT7628N / 1 / 575 MHz	Mediatek MT7628AN / 1 / 580 MHz	Qualcomm QCA9533 / 1 / 650 MHz	Qualcomm QCA9563 / 1 / 750 MHz	Qualcomm QCA9561 / 1 / 750 MHz
ROM / RAM	8 / 64 MByte	8 / 64 MByte	128 / 16 + 128 MByte NAND	128 / 16 + 128 MByte NAND	128 MByte / 16 MByte
Freier Speicher (OpenWRT)	3,8 MByte	3,5 MByte	105 MByte	107 MByte	10,7 MByte
WAN / LAN	1 / –	1 / –	1 / 1	1 / 2	1 / 4
USB 2.0 / MicroSD	– / –	1 / –	1 / ✓	1 / ✓	1 / –
Bedienelemente	Reset-Knopf	Reset-Knopf, Modusschalter	Reset-Knopf, Modusschalter	Reset-Knopf, Modusschalter	WPS- / WLAN-Knopf
Statusanzeigen / abschaltbar	1 × LED / –	6 × LED	3 × LED / ✓	3 × LED / ✓	5 × LED / ✓
Stromversorgung	MicroUSB / 5 Volt	MicroUSB / 5 Volt	MicroUSB / 5 Volt	MicroUSB / 5 Volt	Hohlstecker / 12 Volt
<b>Software</b>					
Browser-Oberfläche auch Deutsch / brauchbare Online-Hilfe / Assistent	✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓
Mobilbrowser-Oberfläche	✓	–	–	✓	✓
Konfigurationshelfer	✓	✓	✓	✓	✓
SSH-Zugang	–	–	✓	✓	–
HTTPS-Webinterface	–	–	–	–	–
NTP-Server frei einstellbar / Sommerzeit korrekt	✓	✓	✓	✓	✓
OpenWRT stable: Seit / aktuell	– (siehe Kasten)	18.06 / 18.06.2	17.01.0 / 18.06.2	– / 18.06 (Herstellerimage)	18.06.0 / 18.06.02
<b>WAN</b>					
IPv4-Protokolle (außer PPPoE)	DHCP, Fixed, L2TP, PPTP	DHCP, Fixed, PPTP, L2TP	DHCP, Fixed	DHCP, Fixed	DHCP, Fixed
IPv6-Modi (außer PPPoE)	DHCP, Fixed, 6to4	–	DHCP, Fixed, 6rd, 6to4, 6in4	DHCP, Fixed, 6rd, 6to4, 6in4	DHCP, Fixed, 6rd, 6to4, 6in4
VPN-Client (Herstellerfirmware)	–	–	OpenVPN	OpenVPN, Wireguard	FritzVPN (IPSec)
Sonstiges	Bandbreitenbegrenzung für Ports, Zeitbegrenzung	Bandbreitenbegrenzung für Ports, Zeitbegrenzung	FTP/SMB-Server, Hersteller-DynDNS	DNS-TLS vorab eingerichtet	Umfangreiche Kindersicherung
<b>LAN</b>					
DHCP: IP nach MAC / DHCP-Server abschaltbar	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
IPv6-Kaskadierung (delegierte Präfixgröße)	✓	–	✓	✓	✓
<b>WLAN</b>					
2,4 GHz / 5 GHz / Simultan Dual-Band (IEEE 802.11...)	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / –
nutzt alle 5-GHz-Kanäle <sup>1</sup>	–	–	–	✓	–
externe Antennen / abnehmbar	– / –	– / –	✓ / ✓ (RP-SMA)	✓ / –	– / –
<b>Firewall</b>					
Pakete nach Dienst / Quelle / Ziel filtern	– / ✓ / ✓	– / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
WAN-Ping-Block IPv4 / IPv6	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
<b>Messwerte</b>					
WLAN-Durchsatz <sup>2</sup> 2,4 GHz 10 m	93 MBit/s <sup>3</sup>	67 MBit/s	68 MBit/s	73 MBit/s	92 MBit/s
5 GHz 10 m	–	87 MBit/s	–	134 MBit/s	–
<b>VPN-Durchsatz Down/Upstream</b>					
OpenVPN-Durchsatz <sup>2</sup>	–	8,8 MBit/s	12 MBit/s	18 MBit/s	15 MBit/s
Wireguard-Durchsatz <sup>2</sup>	–	40 MBit/s	48 MBit/s	68 MBit/s	62 MBit/s
Leistungsaufnahme USB / Originalnetzteil	0,8 Watt <sup>3</sup> / 1,2 Watt	1,6 Watt / 2,1 W	1,0 Watt / –	2,4 Watt / 2,1 Watt	– / 2,5 Watt
<b>Bewertung</b>					
Ausstattung	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
Funktionen	○	○	⊕	⊕⊕	⊕
Sicherheit	○	○	⊕	⊕⊕	○
WLAN-Durchsatz 10 m 2,4 / 5 GHz	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Preis	23 €	30 €	45 €	90 €	47 €

<sup>1</sup> in der Herstellerfirmware <sup>2</sup> über NAT, mit OpenWrt installiert <sup>3</sup> nicht mit OpenWrt getestet

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden i. V. in Vorbereitung k. A. keine Angabe

# Darfs ein bisschen mehr sein?

## Alternative Router-Firmware: Was OpenWrt besser macht

**Wenn die Original-Firmware eines WLAN-Routers nicht alle Wünsche erfüllt, dann eröffnet die flexible Alternativ-Firmware OpenWrt neue Möglichkeiten.**

Von Merlin Schumacher

Moderne WLAN-Router strotzen nur so vor Features: Gäste-WLAN, VPN, Medienserver und noch vieles mehr gehören zum guten Ton. Doch wer komplexe Netzwerke aufbauen will, bestimmte Geräteklassen in ein eigenes VLAN sperren möchte oder exotische Infrastrukturen erhalten muss, scheint gezwungen, zu teuren Unternehmenslösungen zu greifen. Ein Mittelweg zwischen Flexibilität und Kosten stellt OpenWrt dar.

Das OpenWrt-Projekt ist aus einer Firmware-Modifikation des ersten Linksys WRT54G (daher auch das „WRT“ im Namen) entstanden, der mit einer Linux-basierten Firmware ausgeliefert wurde. Inzwischen läuft die Open-Source-Router-Firmware auf Hunderten von Routermodellen und erlaubt dank des Linux-Unterbaus und installierbaren Software-Paketen fast beliebige Anpassungen und Erweiterungen.

### Augen auf beim Routerkauf!

Ob der eigene Router unterstützt wird, verrät einem das OpenWrt-Wiki [1]. Dabei gilt es zu beachten, dass viele Hersteller wechselnde Hardware-Revisionen unter gleichen Typenbezeichnungen verkaufen. Man sollte also besser vorher auf die Packung schauen, welche Revision man in den Händen hält, und genau kontrollieren, ob diese als kompatibel gelistet ist. Da die Hardware-Unterschiede manchmal erheblich sind, kann es sein, dass der frisch gekaufte Access-Point noch nicht mit OpenWrt funktioniert. Das ist besonders ärgerlich, wenn der optisch identische, aber sechs Monate zuvor gekaufte Bruder einwandfrei damit arbeitet. Auch bei der Ausstattung mit RAM und Flash-Speicher sollte man aufpassen. Aktuelle

Versionen unterstützen keine Modelle mit weniger als 32 MByte RAM und weniger als 4 MByte Flash mehr, da die Ressourcen dort einfach zu knapp sind. Bei derart knapp ausgestatteten Geräten müsste man dann auf Komfortfunktionen wie das Webinterface LuCi verzichten.

Wer auch das DSL-Modem seines Routers verwenden möchte, hat meist das Nachsehen, denn die Hersteller der DSL-Chipsätze veröffentlichen keine Treiber, sodass OpenWrt diese in den seltensten Fällen unterstützt. Bei unseren bisherigen Geschwindigkeitstests unterlag OpenWrt der Hersteller-Firmware fast immer, weil letztere die Vorteile der Hardware-beschleunigung nutzen kann [2]. Bei einigen aktuelleren Modellen funktioniert diese inzwischen auch mit OpenWrt.

Den Königsweg stellen Router dar, die der Hersteller ab Werk mit OpenWrt ausliefert. Die sind jedoch recht selten. Besitzer von Fritzboxen müssen Glück haben, denn OpenWrt läuft nur auf wenigen Modellen. Für DSL-Unterstützung muss man zusätzliche Klimmzüge machen.

### Kommt Zeit, Komfort

Wer sich OpenWrt vor Längerem schon einmal angeschaut hatte und von der Einrichtung auf der Kommandozeile verschreckt wurde, wird positiv überrascht: Inzwischen ist die vielseitige Web-Oberfläche LuCi Teil der Standardinstallation geworden. Über sie lassen sich nicht nur einfache Router-Setups mit (W)LAN und

WAN einrichten, sondern auch ausgefallene Konstruktionen mit Bridges, VLANs und Soft-APs umsetzen.

Ein besonderes Feature von OpenWrt ist die reichhaltige Paketbibliothek, die zum Projekt gehört. Darin befindet sich allerhand Software nicht nur für netzwerkorientierte Aufgaben. Wer auf seinem Router einen Chat-Server laufen lassen möchte, findet hier ebenso Lösungen wie jemand, der ein Werkzeug zum Transkodieren von Audiodateien sucht. Die sogenannten LuCi-Apps erweitern das Webinterface noch um Oberflächen für Dienste wie Transmission, Asterisk oder Samba.

### Alternative Alternativen

Eine populäre Alternative ist DD-WRT. Das Projekt hatte von Anfang an eine vorinstallierte Web-Oberfläche, die sich stark an der des originalen WRT54G orientiert. Leider ist die nicht so flexibel wie OpenWrts LuCi.

Das Tomato-Projekt unterstützt nur wenige Routermodelle, besticht aber mit einem sehr aufgeräumten Interface.

Neben OpenWrt existierte noch der Fork LEDE, der inzwischen aber wieder in OpenWrt aufgegangen ist. Wer noch eine LEDE-Firmware einsetzt, kann nahtlos auf OpenWrt wechseln. (mls@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] OpenWrt-Wiki, Supported Devices:  
[https://openwrt.org/supported\\_devices](https://openwrt.org/supported_devices)
- [2] Peter Siering, Routberries, Fertig- versus Selbstbau-Router, c't 16/2016, S. 94

**Zu OpenWrt gehört inzwischen immer ein Webinterface. Die Zeiten der Konfiguration per Kommandozeile sind vorüber.**

OpenWrt

Status ▾

System ▾

Network ▾

Logout

AUTO REFRESH ON

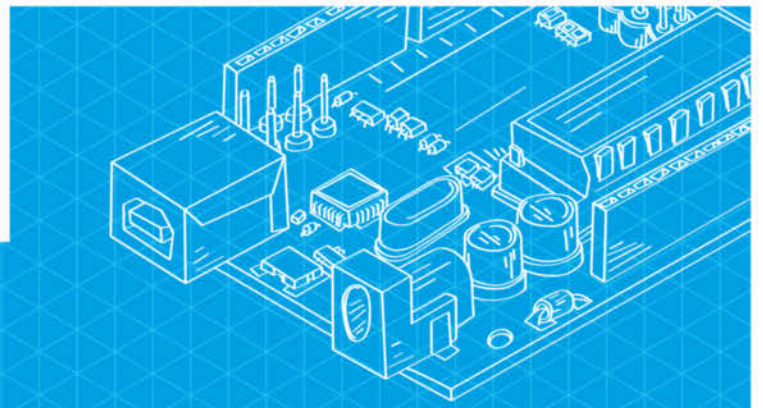
Status

System

Hostname	OpenWrt
Model	GL-AR750S
Architecture	Qualcomm Atheros QCA956X ver 1 rev 0
Firmware Version	OpenWrt 18.06.0-rc1 r7090-d2aa3a1b62 / LuCI openwrt-18.06 branch (git-18.196.56128-9112198)
Kernel Version	4.9.109
Local Time	Mon Feb 18 14:56:53 2019
Uptime	0h 2m 25s
Load Average	0.57, 0.35, 0.14



# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



**GRATIS!**



## 2× Make testen und 6 € sparen!

**Ihre Vorteile:**

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

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

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

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



# Container-Dolmetscher

## Hinter den Kulissen der Docker-Kommandozeile

**Hinter der Docker-Kommandozeile steckt ein API, das JSON-Objekte zurückgibt. Wer diesen Zusammenhang versteht, kann sich bei der Arbeit mit Docker-GUIs helfen und Docker sogar aus eigenen Anwendungen steuern.**

Von Jan Mahn

Als Docker-Nutzer bekommt man von der Arbeit des Docker Daemon wenig mit – ahnt womöglich nicht einmal, dass er überhaupt existiert. Dass das gewohnte Kommandozeilentool `docker` (das sogenannte Docker-CLI) mit Befehlen wie `docker run` und `docker build` nur eine Oberfläche für den Docker Daemon ist und mit diesem über ein API kommuniziert, erfährt man allenfalls erst dann, wenn es knirscht und man in der Dokumentation nach Hilfe sucht.

Der Docker Daemon (`dockerd`) ist der Server-Dienst, der auf einer Maschine mit installiertem Docker läuft und die Container verwaltet: Starten, Beenden, Images aus der Registry laden und Bauprozesse starten. Der Kommandozeilen-Client ist davon unabhängig. Er kann auf der gleichen Maschine laufen, aber auch über das Netzwerk mit einem entfernten Daemon sprechen. Dass es sich um zwei Komponenten handelt, zeigt `docker version`.

Zur Steuerung stellt der Daemon (in der Dokumentation auch als Server oder Engine bezeichnet) ein API nach dem REST-Paradigma bereit – standardmäßig aber nicht über das Netzwerk, sondern lokal über den Unix-Socket `/var/run/docker.sock`. Daher können nur Programme, die auf dem gleichen System laufen und passende Zugriffsrechte für den Socket haben, lesend und sogar schreibend darauf zugreifen. Diese Einschränkung hat einen guten Grund: Das Docker-API kennt nämlich keine Zugriffsberechtigungen. Wer es erreichen kann, darf nach Belieben Informationen über Container anzeigen, Container beenden und neue starten. Man sollte dieses API nur wohlüberlegt aus dem

Netzwerk erreichbar machen. Sinnvoll ist das zum Beispiel in Umgebungen mit mehreren Docker-Maschinen. Als TCP-Port ist 2375 vorgesehen – um die Sicherheit muss man sich dann selbst kümmern, zum Beispiel mit Firewallregeln.

Auf einer Linux-Maschine, deren Docker-Daemon von außen erreichbar sein soll, starten Sie `dockerd` mit dem Parameter `-H`. In einem lokalen Netz könnte das so aussehen:

```
sudo dockerd -H tcp://192.168.1.101
-H unix:///var/run/docker.sock
```

Der lokale Zugriff über den Unix-Socket bleibt erhalten. Auf einer Maschine im gleichen Netz, die sich über das Docker-Kommandozeilentool mit dem entfernten Docker Daemon verbinden soll, müssen Sie ebenfalls `-H` an einen Docker-Befehl anhängen. Der folgende Befehl zeigt die laufenden Container auf dem Server an:

```
docker -H tcp://192.168.1.101:2375 ps
```

Wenn Sie alle Befehle auf einen entfernten Server umbiegen möchten, erstellen Sie die Umgebungsvariable `DOCKER_HOST`:

```
export DOCKER_HOST="tcp://
192.168.1.101:2375"
```

Um ohne Docker-CLI mit dem API zu sprechen, können Sie ein Werkzeug wie `curl` zur Hand nehmen. Die Verbindung über TCP müssen Sie dafür nicht freischalten – mit dem Parameter `--unix-socket` spricht es auch lokal mit dem lokalen Unix-Socket. Alle Container auf dem lokalen System erhalten Sie zum Beispiel mit:

```
curl --unix-socket /var/run/docker.
sock http://containers/json
```

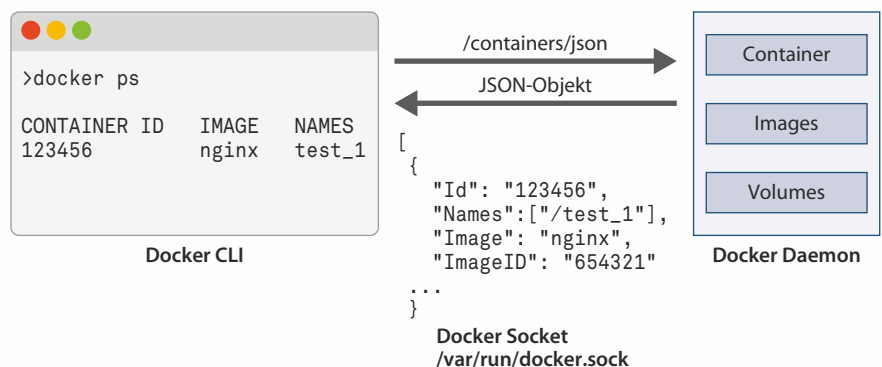
Die Rückgabe ist ein JSON-Objekt. Eine Übersicht aller API-Endpunkte zur Steuerung von Containern, Volumes und Docker-Schwärmen finden Sie über [ct.de/y9pz](http://ct.de/y9pz).

### Befehlsgewalt

Auch aus einem Container selbst kann man auf das API des Docker-Daemons zugreifen. Damit das funktioniert, muss der Unix-Socket aber im Container bekannt sein. Ein Docker-Volume erledigt diese Aufgabe. Beim Aufruf von `docker run` wird es mit dem Parameter `-v` übergeben. Der lokale Pfad `/var/run/docker.sock` muss an gleicher Stelle in den Container gelangen. Starten Sie zum Test einen Container mit dem folgenden Befehl:

## Docker Daemon und Docker-Kommandozeile

Das Kommandozeilentool fragt die Information beim Docker Daemon über ein REST-API ab, bekommt ein JSON-Objekt und formatiert es.



```
docker run -it -v /var/run/docker.sock:/var/run/docker.sock \
jamct/alpine-curl
```

Das Abbild `jamct/alpine-curl` haben wir zur Veranschaulichung erstellt. Es enthält nur ein Alpine-Linux mit Curl. Die Zuweisung von `/var/run/docker.sock` funktioniert auch mit Docker für Windows – obwohl Windows eigentlich keine Unix-Sockets kennt. Docker erledigt die Übersetzungsarbeit und stellt so sicher, dass Windows-Nutzer nicht umdenken müssen.

Mit `docker run` sind Sie direkt in der Kommandozeile des Containers gelandet und können dort über Curl mit dem Docker-Daemon des darunterliegenden Systems sprechen. `json_reformat` macht die Rückgabe lesbar:

```
curl --unix-socket /var/run/docker.sock \
sock http/containers/json | \
json_reformat
```

Das JSON-Objekt enthält als ersten Eintrag als „Id“ eine 64 Zeichen lange hexa-

dezimale Zeichenkette. Mit folgendem Befehl beenden Sie den Container:

```
curl -X POST --unix-socket \
/var/run/docker.sock \
http/containers/<64 Zeichen ID>/stop
```

Haben Sie hier die ID des Alpine-Curl-Containers selbst eingegeben, landen Sie wieder auf der Kommandozeile des Hosts und `docker ps` verrät, dass der Container sich selbst beendet hat. Wer auf dieser Ebene mit Docker spricht, darf nicht erwarten, dass der Daemon ihn warnt, wenn eine Aktion unangenehme Folgen haben kann.

### Praktiker

Den Zugriff auf den Unix-Socket nutzen einige populäre Programme aus dem Docker-Universum. Neben den Docker-GUIs (wie Portainer oder Kitematic – siehe Seite 158) sind das vor allem Docker-Compose [1] und der Container „v2tec/watchtower“. Letzterer überprüft regelmäßig, ob in der Docker-Registry neuere Images für die laufenden Container bereitliegen. Ist das

der Fall, lädt er dieses herunter und startet den Container mit neuem Image neu. Auch Reverse-Proxys wie der viel genutzte `jwilder/nginx-proxy` brauchen einen Zugriff auf den Socket, um auf neue Container zu reagieren und ihre Umgebungsvariablen auszulesen. Lesender Zugriff reicht dafür aus. Das Docker-Volume können Sie daher „read only“ einrichten: `/var/run/docker.sock:/tmp/docker.sock:ro`.

Sollten Sie mit Ihrer eigenen (containerisierten) Anwendung auf das Docker-API zugreifen wollen, hat Docker ein paar Starthilfen in der Dokumentation veröffentlicht (zu finden über [ct.de/y9pz](http://ct.de/y9pz)). Für Python und Go gibt es offizielle SDKs, für andere Programmiersprachen verweist Docker auf Open-Source-Projekte anderer Entwickler. ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)) **ct**

### Literatur

[1] Jan Mahn, Container-Komponist, Docker-Container mit Docker-Compose einrichten, c't 26/2018, S. 148

Dokumentation: [ct.de/y9pz](http://ct.de/y9pz)




Herbstcampus

3.–5. September 2019

Technische Hochschule  
Nürnberg

Die IT-Konferenz mit der  
Lern-Atmosphäre

**JETZT PROPOSAL EINREICHEN!**  
Bis zum 5. April 2019

### THEMEN:

- Professionelle Softwareentwicklung mit Java, .NET und JavaScript
- Programmierparadigmen
- Softwarearchitektur
- Test & Qualität
- Blick über den Tellerrand auf aktuelle Trends
- User Interface und User Experience
- Cloud Computing
- und vieles andere mehr ...

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

Silbersponsor


 **codecentric**

Veranstalter

**MATHEMA**



 **Developer**

 **dpunkt.verlag**





# Container-Bedienpulte

## Grafische Oberflächen für Docker

**Container bedient man meist über die Kommandozeile. Dabei gibt es auch grafische Oberflächen, die bei vielen Aufgaben die Arbeit erleichtern und Übersicht verschaffen.**

**Von Jan Mahn**

**M**it dem Befehl `docker run` auf der Kommandozeile beginnt meist die Docker-Karriere. Später, wenn mehrere Container zusammen starten sollen und die übergebenen Volumes, Umgebungsvariablen und Netzwerke zu kompliziert werden, steigen viele auf Docker-Compose um. Das Zusammenspiel der Container beschreiben sie in YAML-Dateien und starten sie mit `docker-compose up` [1]. An grafische Oberflächen denkt man dabei erst einmal nicht – auch, weil Server meist keine grafische Oberfläche haben und in einer SSH-Sitzung nicht an Fenster zu denken ist.

Kommandozeilen-Puristen mögen bunte Darstellungen zum Klicken auch

nicht vermissen. Zum Starten und Stoppen von Containern ist ein eingetippter Befehl unbestritten schnell eingetippt. Aber wenn es darum geht, einen Container, dessen Namen man nicht kennt, zu untersuchen oder zu verändern, wird es umständlich:

```
docker ps -a
```

listet alle Container auf, also auch die gestoppten und nicht abgeräumten. Aus dieser Tabelle sucht man sich den Namen oder die Container-ID, kopiert sie heraus und setzt sie in den nächsten Befehl ein, zum Beispiel den zum Löschen eines Containers:



```
docker rm <Container-ID>
```

Spätestens jetzt wünscht man sich vielleicht doch eine übersichtliche Tabelle mit Knöpfen für gängige Befehle. Genau das versprechen Docker-GUIs. Noch sinnvoller werden sie, wenn man nicht nur eine Docker-Maschine im Einsatz hat und die Lasten mit Docker-Swarm über viele Geräte verteilt[2]. Bei der ersten Berührung mit einem Docker-GUI mag man überrascht sein, wie viele Leichen bei der eigenen Dockerei bisher angefallen sind. Nicht mehr genutzte Images, abgeschaltete Container und alte Netzwerke werden einem hier vor Augen geführt und können per Mausklick beseitigt werden.

## Überschaubar

Die Liste der benutzbaren Oberflächen ist nicht lang. Das Open-Source-Projekt Portainer Community Edition läuft selbst in einem Container und stellt eine Weboberfläche bereit. Das Projekt Kitematic wurde von Docker übernommen und ist Teil der Docker-Installation auf Windows und macOS. Von Google stammt das Projekt cAdvisor, das sich nur um das Monitoring der Container kümmert, und Messwerte speichert und in Diagrammen anzeigt. Unternehmen, die Docker-Enterprise lizenziert haben, bekommen aus dem Hause Docker Inc. die Universal Control Plane. Ebenfalls als Docker-GUI begann Rancher seine Karriere. Im Jahr 2018 entschied sich das Unternehmen dann aber, auf den Container-Orchestrator Kubernetes umzusteigen. Der Vollständigkeit halber wird es hier ebenfalls vorgestellt.

Zwei GUIs richten sich nur an Administratoren großer Umgebungen: Die UCP und Rancher. Ab wann man die Infrastruktur dazu zählen möchte, sei jedem selbst überlassen. Rancher sollten sich vor allem Admins anschauen, die sich mit dem Container-Orchestrator Kubernetes auseinandersetzen wollen oder sollen. Die

```
version: '3.7'
services:
  portainer:
    image: portainer/portainer
    restart: always
    ports:
      - 9000:9000
    volumes:
      - /var/run/docker.sock:/var/run/docker.sock
      - ./portainerdata:/data
```

Mit diesem Compose-File starten Sie Portainer und geben ihm Zugriff auf den Docker-Socket.

Webanwendung macht den Einstieg in diese Container-Welt neben Docker vergleichsweise leicht. Mit wenigen Klicks, Accounts bei Cloud-Anbietern vorausgesetzt, baut man eine Kubernetes-Infrastruktur zusammen und kann mit dem Starten von Containern beginnen – mehr Abstraktion von Server-Administration geht fast nicht mehr.

Die UCP von Docker Inc. bekommen Kunden von Docker-Enterprise zusammen mit einem Supportvertrag. Der Funktionsumfang ist aber nicht unbedingt besser als der von Portainer – letzteres ist kostenlos und sowohl für den Unternehmenseinsatz als auch für den eigenen Root-Server gut geeignet. Portainer kann lokal auf der Maschine laufen, die verwaltet werden soll, oder sich mit einem entfernten Docker-Daemon über das Netzwerk verbinden – wie die Fernsteuerung hinter den Kulissen funktioniert und was es mit dem Docker-Daemon auf sich hat, beschreiben wir auf Seite 156.

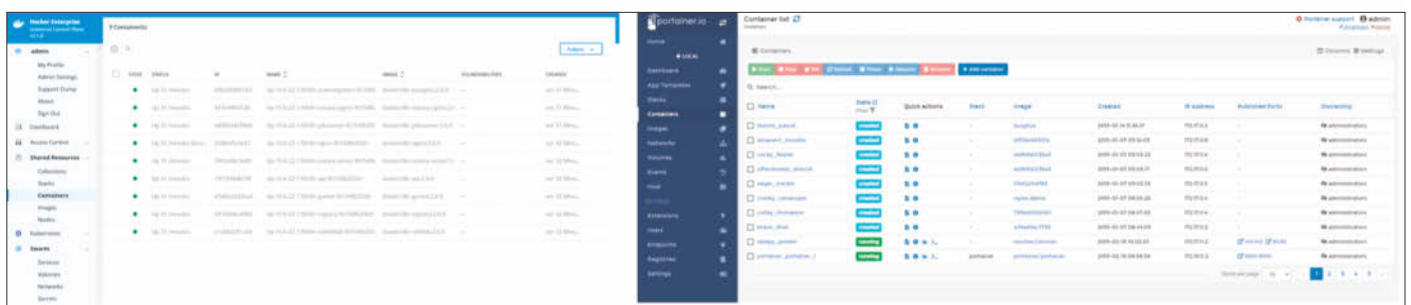
Ein etwas anderes Problem löst cAdvisor. Das Werkzeug aus dem Hause Google beruhigt alle, die bisher mit den Logging- und Monitoring-Werkzeugen von Docker unzufrieden waren. cAdvisor beobachtet, welche Container wie viel Leistung beanspruchen und kann diese Messwerte in Diagrammen im Browser darstel-

len. Allerdings speichert cAdvisor nur Werte für die letzten Minuten. Richtig interessant ist aber die Möglichkeit, die ausgelesenen Werte in ein Monitoring-System wie Prometheus zu übergeben.

Besonders enttäuscht waren wir von Kitematic, dessen Übernahme und Integration in Docker als großer Wurf verkündet wurde. Kitematic ist als einzige Oberfläche keine Webanwendung. Die Software läuft lokal, allerdings nur unter Windows und macOS. Das macht auch klar, an wen sich Kitematic richten soll: Da Docker für Windows und macOS explizit nur für die Entwicklermaschine gedacht ist, ist auch Kitematic ein Hilfsmittel für Entwickler, nicht für den Server-Admin.

Wer Docker dafür nutzen will, um eine Entwicklungsumgebung einzurichten – zum Beispiel als Ersatz für XAMPP – kann das mit Kitematic erledigen. Die Container-Images aus dem Docker Hub stellt es in einer Art App-Store-Ansicht dar. So könnte man sich eine Umgebung aus Nginx, MySQL oder MariaDB zusammenklicken, wäre die ohnehin minimalistische Oberfläche nicht auch noch voll von unschönen Darstellungsfehlern: Buttons verschwinden zum Beispiel bei langen Containernamen im Nirvana.

Docker-GUI-Einsteigern kann man vor allem Portainer empfehlen. Die Web-



Die Ansicht zeigt alle Container – links die kostenpflichtige Docker UCP, rechts die Open-Source-Software Portainer.

anwendung ist selbst in ein Docker-Image verpackt und mit Docker-Compose schnell einsatzbereit. Ein passendes Compose-File „docker-compose.yml“ finden Sie auf Seite 159.

## Starthilfe

Der Portainer-Container bekommt neben dem Docker-Socket ein Volume für seine Einstellungen und Benutzerverwaltung. Dieses Compose-File setzt voraus, dass im gleichen Ordner ein Unterordner „portainerdata“ existiert, der an den Container übergeben wird. Ist dieser angelegt, können Sie Portainer mit `docker-compose up -d` starten. Im Browser auf Port 9000 wartet jetzt die Weboberfläche.

Eine eigene Docker-Compose-Zusammenstellung können Sie hier über den Menüpunkt „Stacks“ einrichten. Sinnvoll ist die Möglichkeit, das Compose-File direkt aus einem Git-Repository zu beziehen. So hat man eine Versionsverwaltung für die Container-Infrastruktur. Leider versteht Portainer aktuell nur Compose-Files in der Version 2.

Einen Blick wert ist auch Portainers Funktion „App Templates“. Hinter diesem Menüpunkt verbergen sich Vorlagen, um häufig genutzte Container zu starten – die benötigten Umgebungsvariablen fragen Formularfelder mit aussagekräftigen Beschriftungen ab. Das spart einen Blick in die Dokumentation des Containers.

## Keine Sackgassen

In der Container-Welt gibt es viele Entscheidungen zu treffen. Die Wahl des Docker-GUIs ist nur eine davon. Viel kann man aber nicht falsch machen, das ist schließlich der große Vorteil des Docker-Kosmos. Einen cAdvisor- oder Portainer-Container hat man ebenso schnell entfernt, wie man ihn eingerichtet hat. Auch Enterprise-Kunden müssen sich nicht sofort festlegen, ob sie eher Dockers Lösung oder Portainer nutzen wollen. Mehrere Oberflächen parallel sollte man aber lieber nicht auf die gleiche Umgebungen loslassen. (jam@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jan Mahn, Container-Komponist, Docker-Container mit Docker-Compose einrichten, c't 26/2018, S. 148
- [2] Peter Siering, Schwärmchen, Docker Swarm: Container verteilen und verwalten, c't 5/2019, S. 142

Vorgestellte Projekte: [ct.de/ywrp](http://ct.de/ywrp)



## Portainer CE

Portainer ist die klare Empfehlung für alle, die einen grafischen Zugang zu ihren Docker-Containern brauchen und Alltagsaufgaben mit Maus und Tastatur im Browser erledigen wollen. Der Container-Administrator bekommt eine übersichtliche Weboberfläche mit einem großen Funktionsumfang. Portainer erfordert keine Installation – es läuft selbst im Docker-Container. Im Administrationsalltag bleiben fast keine Wünsche offen. Es gibt Übersichtsseiten für Container, Volumes, Images und Networks. Portainer ist auch in der Lage, mit Docker-Compose-Dateien umzugehen. Diese kann man entweder im Browser bearbeiten, als Datei hochladen oder aus einem Git-Repository laden.

Auch für den Einsatz im Docker-Swarm ist Portainer vorbereitet und schaltet seine Darstellung bei aktiviertem Swarm-Mode um. Dann lassen sich auch andere Nodes verwalten. Wer sich einen Eindruck verschaffen möchte, kann die Demo-Instanz [demo.portainer.io](http://demo.portainer.io) ausprobieren. Anmelden kann man sich mit dem Benutzernamen „admin“ und dem Kennwort „tryportainer“. Die Software ist nicht nur für Einzelgänger interessant, auch Admin-Teams bekommen nützliche Features: Es gibt eine Benutzerverwaltung und ein Rechtemanagement. Selbst eine LDAP-Integration für die Authentifizierung gehört zum Funktionsumfang. Wem das Angebot nicht ausreicht, dem bietet das Unternehmen hinter Portainer kostenpflichtige Extensions, wie einen Registry-Manager und telefonischen Support.

- großer Funktionsumfang
- schnell und übersichtlich



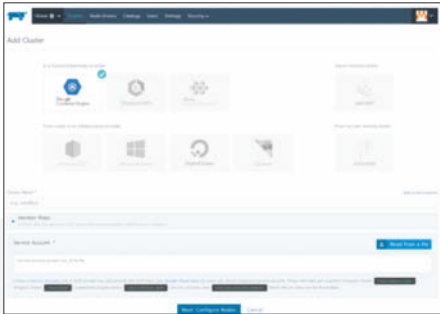
## Kitematic

Kitematic hat 2013 begonnen, eine grafische Oberfläche für Docker zu entwickeln und wurde dann von Docker Inc. übernommen. Mittlerweile ist Kitematic Teil der Docker-Toolbox. Nutzer von Docker für Windows und macOS finden die Software hinter dem Wal-Menü, die aktuelle Version wird dann heruntergeladen. Unter Windows zeigte Kitematic schon bei der Installation, dass es nicht ausgereift ist. Selbst die Integration in Docker ist nur halbgar: Als Anwender muss man die Zip-Datei per Hand nach „C:\Program Files\Docker\Kitematic“ entpacken, damit der Button im Menü funktioniert.

Viel sollte man aktuell nicht von Kitematic erwarten. Links sieht man aktive und inaktive Container. Klickt man einen an, erscheinen rechts die zugehörigen Details und Logs. Eine Übersicht der Volumes, Images und Networks sucht man vergeblich. Unter der auf der Webseite versprochenen „nahtlosen Integration mit der Kommandozeile“ verstehen die Kitematic-Entwickler einen Button, der eine Kommandozeile öffnet. Spektakulär.

Besser ist dagegen die Darstellung der Images aus dem Docker-Hub. Sie richtet sich eher an Entwickler, die noch keinen Docker-Kontakt hatten und sich aus dem Hub die Bausteine für eine kleine Testumgebung zusammenstellen wollen. Ganz ohne Docker-Kenntnisse funktioniert das aber auch nicht. Komplexere Zusammenstellungen möchte man mit Kitematic nicht verwalten. Hilfreich für Einsteiger ist die integrierte Web-Vorschau für Container, die einen Webdienst bereitstellen.

- Webvorschau
- geringer Funktionsumfang

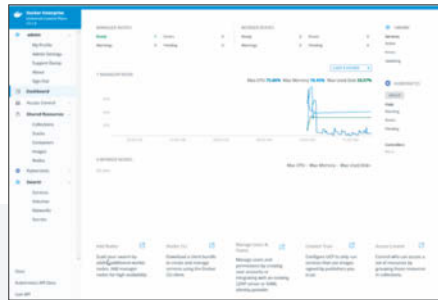


## Rancher

Begonnen hat die Entwicklung als Docker-GUI, ähnlich wie Portainer. Im Jahr 2018 hat sich das Unternehmen Rancher dazu entschieden, diesen Pfad zu verlassen und eine Kubernetes-Management-Oberfläche zu entwickeln. Auch Kubernetes führt Server-Prozesse in Containern aus, Docker-Nutzer müssen sich aber an vielen Stellen umgewöhnen. Wer mit Docker bisher zufrieden ist und keine riesige Infrastruktur zu betreuen hat, braucht sich Kubernetes nicht anzutun. Wer dagegen den Auftrag bekommen hat, die Möglichkeiten einer Kubernetes-Umgebung in einer beliebigen Cloud zu erforschen, der sollte einen Blick auf Rancher werfen.

Rancher macht den Einstieg in Kubernetes vergleichsweise leicht und läuft selbst in einem Docker-Container, ist also schnell gestartet und stellt eine Weboberfläche bereit. In dieser richtet man zunächst einen sogenannten Cluster ein – also einen Zusammenschluss aus Servern mit installierter Kubernetes-Engine. Die muss man aber nicht selbst einrichten. Man übergibt Rancher nur die Zugangsdaten für einen Cloud-Anbieter wie Amazon, Google oder Microsoft, bei denen man seine Kreditkarte hinterlegt haben sollte. Anschließend kann man Container in der Oberfläche starten. Eine Einführung in die Grundbegriffe der Kubernetes-Welt sollte man dennoch lesen, um zu verstehen, was Rancher anstellt.

- 👆 schneller Einstieg in Kubernetes
- 👇 keine Docker-Verwaltung

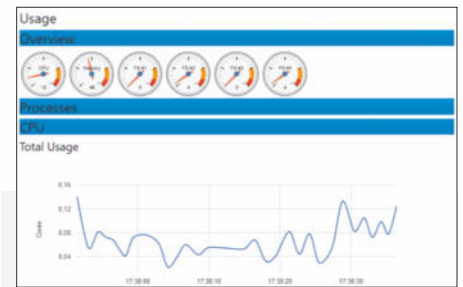


## Docker Enterprise UCP

Die Universal Control Plane ist die Verwaltungslösung der Firma Docker Inc. für Administratoren von großen Docker-Infrastrukturen. Sie ist kostenpflichtig und Teil von Docker Enterprise. Die Lizenz kostet etwa 75 US-Dollar pro Maschine. Der Funktionsumfang der UCP ist groß und auf die Bedürfnisse von Unternehmen zugeschnitten. Der Administrator kann Container, Networks, Volumes und Nodes verwalten. Die UCP kommt nicht nur mit Docker Swarm aus, sondern verwaltet auch Kubernetes-Cluster. Es gibt eine Benutzer- und Rollenverwaltung mit Rechte-Management und LDAP-Integration. Interessant wird Docker UCP, wenn man als Enterprise-Kunde auch die Docker Trusted Registry, also einen firmeninternen Docker-Hub einsetzt. Damit lässt sich sicherstellen, dass nur Container-Images eingesetzt werden, die ein Verantwortlicher im Unternehmen geprüft und freigegeben hat.

Nur wegen der UCP muss man nicht unbedingt von der Docker-Community-Edition auf die Enterprise-Ausgabe wechseln. Teil der Enterprise-Lizenz ist aber auch Support durch die Firma Docker. Wer Docker professionell einsetzt und auf diesen ohnehin Wert legt, bekommt die UCP-Oberfläche obendrauf. Um einen Eindruck vom Funktionsumfang zu bekommen oder den Vorgesetzten vom Nutzen zu überzeugen, empfiehlt sich die 12-Stunden-Testumgebung unter [trial.docker.com](https://trial.docker.com).

- 👆 großer Funktionsumfang
- 👆 Benutzer- und Rollenverwaltung
- 👇 kostenpflichtig als Teil von Docker Enterprise



## cAdvisor

cAdvisor ist ein Projekt von Google – das sieht man der Weboberfläche aber nicht an. Diese ist gewöhnungsbedürftig und wirkt noch nicht fertig. Was sich hinter den Schaltflächen verbirgt, muss man erraten oder der Dokumentation entnehmen. Nicht immer haben die Entwickler sprechende Beschriftungen angebracht.

cAdvisor ist ein Spezialist unter den Docker-GUIs. Es kann keine Veränderungen an Containern vornehmen, sondern nur ihren Betrieb überwachen. cAdvisor ist selbst in einen Docker-Container verpackt und in einer Linux-Maschine schnell gestartet. Nutzer von Docker für Windows bleiben aber außen vor, da cAdvisor als Volumes Linux-Systempfade erwartet, die unter Windows nicht existieren.

Die Weboberfläche stellt einige Diagramme und Tacho-Anzeigen bereit, die aber durchaus Wünsche offen lassen. Außerdem reichen die Daten nur einige Minuten in die Vergangenheit. Admins können diese Darstellungen als Inspiration nutzen, welche Messwerte cAdvisor aufnehmen kann. Dann ist es ratsam, eine der zahlreichen Anbindungsmöglichkeiten zu nutzen. Das Werkzeug spricht mit Datenbanken wie InfluxDB, Prometheus oder Elasticsearch. Zusammen mit einer Grafana-Instanz bekommt man aussagekräftige Diagramme mit Messwerten aus dem Herzen der Docker-Infrastruktur.

- 👆 gute Container-Überwachung
- 👆 gute Integration in Monitoring
- 👇 halbfertige Weboberfläche



# Tipps & Tricks

## Sie fragen – wir antworten!

### Festplattengröße beschränkt

**?** Nachdem das Laufwerk in meiner externen Festplatte ausgefallen war, wollte ich dort ein neues einbauen – dann aber gleich mit höherer Kapazität. Doch mein WD My Book Essential scheint nur maximal 4 TByte große Platten zu akzeptieren. Warum ist das so und gibt es Abhilfe?

**!** WD setzt bei diesen externen Festplatten einen Zusatz-Chip ein, der die maximale Kapazität beschränkt. Er ist auf der Platine über seine Bezeichnung Pm25LD020 zu identifizieren, gelegentlich kommt wohl auch ein W25X20CL von Winbond zum Einsatz. Er teilt dem USB-SATA-Wandler nicht nur die maximal unterstützte Kapazität mit, sondern auch den Namen des Gerätes. Diesen Chip kann man getrost lahmlegen, indem man die Spannungsversorgung über Pin 8 mit einem scharfen Messer unterbricht. Achtung: Bei Chips zählt man von der Markierung aus gegen den Uhrzeigersinn, Pin 8 liegt der Markierung gegenüber.

Bei unserem Gehäuse ließ sich nach der Operation auch eine 8-TByte-Platte mit ihrer vollen Kapazität formatieren. Einziger Wermutstropfen: Das Laufwerk meldet sich nicht mehr als WD-Laufwerk, daher funktionieren die von WD bereitgestellten Tools wie das Backup-

Programm nicht mehr. Nach unserer Einschätzung klappt die Operation auch mit anderen externen 3,5-Zoll-Laufwerken von WD – sofern der genannte Chip auf der Platine zu finden ist. (ll@ct.de)

### MacPorts: Paketinstallation gescheitert, Festplatte voll

**?** Ich nutze auf meinem Mac den optionalen Paketmanager MacPorts. Nun ist die Installation eines sehr umfangreichen Pakets gescheitert, weil unterdessen die Platte vollgelaufen ist. Ich habe versucht, die Überreste mit `sudo port uninstall paketname` zu entfernen, aber das bringt nichts. Was tun?

**!** In den meisten Fällen genügt der Befehl `sudo port clean paketname`. Wenn aber die Platte voll ist, lohnt es sich, sämtliche geladenen Pakete bereinigen zu lassen. Vielleicht wird so auch genügend Platz frei, um die Installation des Pakets erfolgreich zu beenden.

Geben Sie dazu `port clean --all` ein. Der Manager entfernt dann alle Arbeits- und Verwaltungsdateien, temporäre Archive sowie Protokolle und gibt im Verlauf den Namen des jeweils behandelten Pakets an. Falls Sie die Bereinigung aus der Ferne per SSH veranlassen: Der Befehl `df -h` gibt Auskunft über den belegten und freien Plattenplatz. (dz@ct.de)

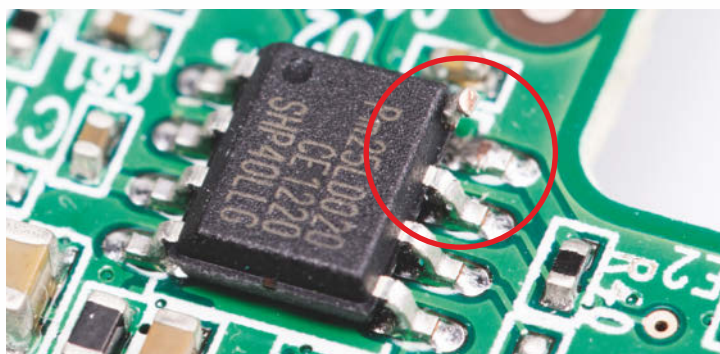
### Netzwerkdurchsatz WireGuard versus OpenVPN

**?** Die in c't 5/2019 beschriebene neue VPN-Technik WireGuard finde ich spannend. Leider ließ der Artikel konkrete Zahlen zum Durchsatz vermissen. Könnt Ihr da was nachliefern?

**!** Gern! Inzwischen haben wir WireGuard und OpenVPN auf dem Mini-PC Zbox CI329nano verglichen. Dazu lief OpenWRT 18.06.2 als Router-Betriebssystem auf der Zbox (siehe c't 4/2019, S. 142), weil man bei ihm beide VPN-Techniken leicht nachinstallieren kann. OpenWRT war mit PPPoE auf dem WAN-Port konfiguriert und arbeitete als Endpunkt für beide VPNs. Wir starteten `iperf3` (ct.de/yynb) auf einem Windows-10-Notebook als Client, das per Gigabit-Ethernet am LAN-Port des OpenWRT-Routers hing. Als `iperf3`-Server und PPPoE-Gegenstelle arbeitete ein Server mit Xeon E3-1240 unter Ubuntu 18.04 LTS.

In diesem Setup schaffte die Zbox mit OpenVPN (Version 2.4.4) 218 MBit/s Summendurchsatz bei 6 parallelen TCP-Datenströmen. WireGuard (0.0.20190123) trieb die Datenrate auf 877 MBit/s hoch. Dabei waren 2 der 4 CPU-Kerne auf der Zbox voll ausgelastet. Mit IPoE als WAN-Protokoll (DHCP in OpenWRT) kletterte der WireGuard-Durchsatz nochmal leicht auf 901 MBit/s. Die Datenraten sind der Mittelwert aus Down- und Upstream über jeweils 30 Sekunden; beide VPN-Systeme zeigten nur geringe Unterschiede zwischen den Richtungen. (ea@ct.de)

Trennt man die Spannungsversorgung eines Chips, akzeptiert WDs My Book Essential auch größere Festplatten.



### SSD lässt sich nicht als BitLocker-eDrive nutzen

**?** Mir gelingt es einfach nicht, die Verschlüsselungsfunktion meiner PCIe-SSD für BitLocker zu benutzen. Ich habe Ihre Anleitung in c't 1/2019 (S. 110)

genau beachtet und meine SSD soll auch eDrive-kompatibel sein. Wo könnte das Problem liegen?

! Das Problem trifft beispielsweise auch Samsung-SSDs mit Verschlüsselung wie die M.2-SSD 970 Evo. Laut Samsung-Support gibt es viele Desktop-PC-Mainboards, deren UEFI-BIOS nicht für Self-Encrypting Drives (SEDs) nach Microsofts eDrive-Spezifikation taugt. Vermutlich fehlt dem BIOS dieser Boards das seit der UEFI-Version 2.3.1a spezifizierte `EFI_STORAGE_SECURITY_COMMAND_PROTOCOL`.

Leider kennen wir keine Methode, mit der man prüfen könnte, ob ein bestimmtes Mainboard-BIOS dieses Protokoll beherrscht oder nicht. Uns sind auch keine Listen mit Mainboards oder Computern bekannt, die dieses Protokoll sicher unterstützen oder nicht.

Je nach gewählter SSD muss das `EFI_STORAGE_SECURITY_COMMAND_PROTOCOL` entweder via SATA oder via PCIe funktionieren; möglicherweise klappt also BitLocker mit Hardware-Verschlüsselung eher mit einer SATA-SSD als mit einer PCIe-SSD. Letztlich hilft nur Ausprobieren oder eine Anfrage beim Support des jeweiligen Mainboard-Herstellers. Ab und zu reichen die Firmen das Protokoll mit einem BIOS-Update nach; Intel verspricht das beispielsweise für den Mini-PC NUC6i7KYK.

(ciw@ct.de)

## Direktwahl fürs Handy

? Auf meinem alten Festnetztelefon gab es Direktwahlstasten für wichtige Telefonnummern. Gibt es so etwas auch für mein Huawei-Smartphone? Ich bin es

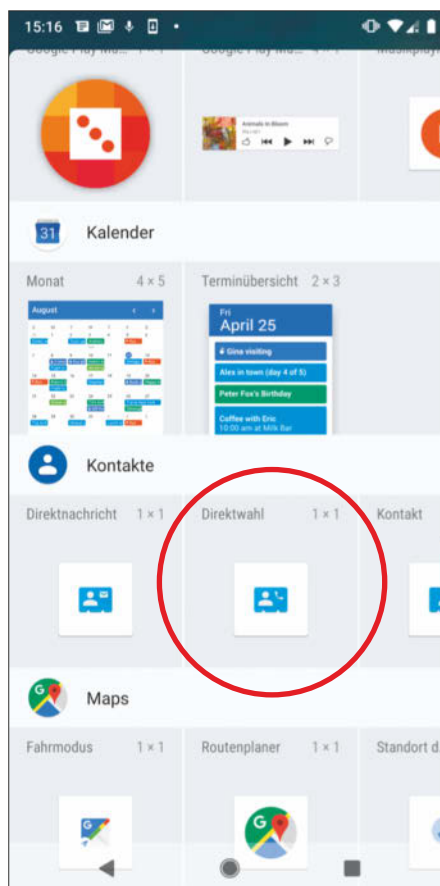
Fragen richten Sie bitte an

☒ **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).



Eine Direktwahlnummer lässt sich unter Android meist per Widget auf den Startbildschirm platzieren.

leid, ständig einen Umweg über die Kontakte beziehungsweise die Anrufliste zu machen.

! Bei Android-Smartphones ist dies vielfach mithilfe von Widgets möglich. Um eine Rufnummer als Direktwahl einzurichten, gehen Sie so vor: Drücken Sie auf dem Startbildschirm so lange auf das Display, bis Ihr Smartphone Sie fragt, ob Sie den Startbildschirm ändern wollen oder Dinge hinzufügen möchten. Wählen Sie „Widgets“ und unter „Kontakte“ die Direktwahl. Suchen Sie die gewünschte Rufnummer des Kontaktes und ziehen Sie das Icon auf den Startbildschirm. Zum Anrufen reicht es künftig, das Icon kurz anzutippen.

(mil@ct.de)

## Schreibschutz für Festplatte

? Aus Sicherheitsgründen würde ich gerne meine Datenpartition mit einem Schreibschutz versehen – zum

einen, um nicht versehentlich Daten zu löschen, und zum anderen als Schutz vor einem Trojanerbefall. Geht das und wenn ja, wie?

! Dazu eignet sich das Windows-Tool diskpart. Starten Sie das Kommandozeilenprogramm mit Administratorrechten und lassen Sie sich mittels `list volume` die vorhandenen Partitionen anzeigen. Wählen Sie dann über `select volume 1` zum Beispiel die Partition mit der Nummer 1 aus. `attribute volume set readonly` versetzt sie in den schreibgeschützten Modus.

Mittels `attribute volume clear readonly` entfernen Sie den Schreibschutz wieder. Statt einer Partition können Sie auch ganze Laufwerke mit einem Schreibschutz versehen, ersetzen Sie dazu `volume` durch `disk`.

Komfortabel wird die Umschaltung jedoch erst durch die Skripting-Fähigkeiten von diskpart. Erstellen Sie dazu zwei Dateien mit den passenden Befehlen, eine zum Setzen des Schreibschutzes (etwa `schreibschutz-an.txt`), eine zum Aufheben. Legen Sie sich dann zwei Verknüpfungen auf den Desktop, die Befehlssyntax dafür lautet `diskpart /s schreibschutz-an.txt` beziehungsweise `diskpart /s schreibschutz-aus.txt`. Bei den Eigenschaften der Verknüpfungen müssen Sie zudem noch angeben, dass diese im Administrator-Modus ausgeführt werden sollen.

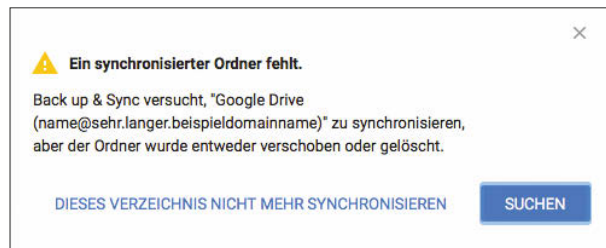
(ll@ct.de)

## Virens Scanner für Linux

? Ich habe von einem Mining-Trojaner namens `Linux.BtcMine.174` gehört, der seinem Namen nach Linux-Systeme befallen soll. Muss ich jetzt auch unter Linux einen Virens Scanner einsetzen?

! Trojaner für Linux werden immer mal wieder entdeckt, in der Praxis spielen sie jedoch keine nennenswerte Rolle. Das liegt nicht so sehr daran, dass Linux so sicher wäre, sondern an der geringen Verbreitung bei Desktop- und Notebook-Computern.

Mit Windows-Schädlingen können Cyber-Kriminelle mit dem gleichen Aufwand sehr viel mehr Geld verdienen. Die beiden wichtigsten Infektionswege sind für Linux nicht relevant: Weder über E-Mails noch durch Exploit-Kits auf Webseiten werden in nennenswertem Umfang Linux-Schädlinge verbreitet.



Deshalb lohnt auch ein AV-Wächter für Linux nicht.

Etwas anders sieht das bei Linux-Servern aus. Dort kann sich ein Einbruch lohnen, etwa um einen Crypto-Miner zu installieren. Dagegen sollte man Vorkehrungen treffen. Dabei geht es jedoch weniger um Schutz vor Viren als vielmehr um eine ordentliche Absicherung des Servers.

Ein Viren-Wächter für Linux macht nur in sehr speziellen Szenarien wirklich Sinn, etwa auf einem Dateiserver für Windows-Systeme. Der wichtigste Schutz für Linux-Systeme ist, Sicherheits-Updates zügig einzuspielen und auf Servern die installierten Dienste vernünftig, sprich sicher, einzurichten. (ju@ct.de)

## Mac: Google-Drive-Ordner umbenennen

? Ich habe auf meinem Mac Googles App „Backup & Sync“ für zwei Google-Drive Konten eingerichtet. Dafür hat mir die App wie erwartet zwei Synchronisierungsordner angelegt. Der erste lautet schlicht „Google Drive“, der zweite aber „Google Drive (name@mailadresse)“. Das ist mir zu lang. Wie kann ich diesen Ordner umbenennen? In Backup & Sync finde ich keine Option dafür.

! Stellen Sie zuerst sicher, dass die App aktuell keine Daten synchronisiert; stoppen Sie gegebenenfalls laufende Synchronisierungen über das Einstellungsmenü und die Option „Anhalten“.

Öffnen Sie auf dem Desktop Ihren User-Ordner und klicken Sie auf den Google-Drive-Ordner, den Sie umbenennen möchten. Öffnen Sie das Kontextmenü und wählen Sie die Option „Umbenennen“. Ändern Sie den Ordernamen wie es Ihnen beliebt und drücken Sie die Eingabetaste. Kurz danach sollte sich die App Backup & Sync beklagen, dass „Ein synchronisierter Ordner fehlt“. Klicken Sie auf „Suchen“ und wählen Sie den Ordner aus, dessen Namen Sie geändert haben.

Ändert man den Ordernamen des Google-Drives, beschwert sich die Anwendung. Über den Suchen-Button teilt man ihr den neuen Namen mit.

Schalten Sie anschließend die Synchronisierung wieder ein. (dz@ct.de)

## Windows-Update-Einstellungen für Windows Server anpassen

? Ich habe einen Windows Server 2016 Essential eingerichtet und festgestellt, dass man das Verhalten von Windows Update nicht über die Einstellungen ändern kann. Mit den Werkseinstellungen (Herunterladen, aber nicht installieren) gibt es deshalb täglich eine Warnung im Dashboard, dass ein Update nicht eingespielt wurde – nämlich das tägliche Signatur-Update für das integrierte Anti-Malware-Programm Windows Defender. Gibt es die Möglichkeit, Updates automatisch installieren zu lassen?

! Die gewünschte Einstellung lässt sich über ein Kommandozeilenprogramm ändern. Starten Sie eine Kommandozeile mit Admin-Rechten, tippen Sie dort `sconfig` ein, gefolgt von der Eingabe-Taste. Im nun folgenden Text-Dialog, bei dem die Hintergrundfarbe der Kommandozeile auf Blau wechselt, wählen Sie Windows Update mit der Eingabe der Zahl „5“ aus und aktivieren die automatischen Updates mit „a“. Mit „15“ verlassen Sie `sconfig`;

anschließend können Sie die Kommandozeile mit `exit` schließen.

Achtung: Durch das geänderte Windows-Update-Verhalten werden nicht nur die Signatur-Updates des Windows Defenders, sondern sämtliche über Windows Update ausgespielten Patches unmittelbar installiert. Bei neustartfordernden Updates finden dann auch diese automatisch statt, und zwar außerhalb der eingestellten aktiven Nutzungszeiten des Servers. Je nach Einsatzfall müssen Sie also auch noch die Zeiten ändern oder generell abwägen, ob die Werkseinstellungen nicht doch das geringere Übel sind.

(mue@ct.de)

## Radeon VII ohne Secure Boot

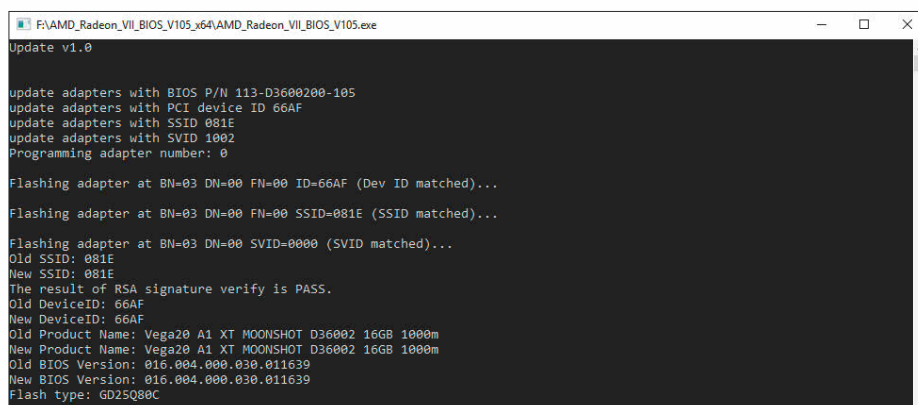
? Seit ich eine Radeon VII im System habe, funktioniert Secure Boot nicht mehr. Was kann ich tun?

! Die erste Charge der High-End-Grafikkarten lieferte AMD ohne UEFI-taugliche Firmware (alias VGA-BIOS) aus. Das Mainboard-BIOS schaltet daraufhin das Compatibility Support Module (CSM) ein, mit dem wiederum der Secure Boot nicht funktioniert. AMD hat inzwischen ein Tool mit aktualisierter Firmware zum Download für 32- und 64-Bit-Windows bereitgestellt (ct.de/ysfk). Für Linux ist uns aktuell kein entsprechendes Programm bekannt.

Sie müssen das Archiv lediglich entpacken und die enthaltene Datei mit Administratorrechten ausführen – alles Weitere geschieht automatisch.

(csp@ct.de)

**Aktualisiertes vBIOS: ct.de/ysfk**



Das Update-Tool von AMD muss mit Administratorrechten ausgeführt werden. Den Flash-Vorgang führt es dann automatisch und ohne weitere Rückfragen durch.



# Mit allen Wassern gewaschen:

Portofrei  
ab 15€

NEU



## ix Developer Machine Learning

Lernen Sie die Grundlagen von Machine Learning-Methoden und neuronalen Netzen kennen, verschaffen Sie sich einen Überblick über die wichtigsten Open-Source-Frameworks und erkennen Sie das Potenzial von ML für eigene Projekte. Außerdem: die wichtigsten juristischen und ethischen Fragen zum Thema.

Als PDF-Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-ml](http://shop.heise.de/ix-ml)

9,99 € >

## ix kompakt - Container und Virtualisierung

Alles Wissenswerte über Grundlagen der Container-Abschottung, Virtualisierung in der Industrie, Migration in die Cloud uvm. Mit Tutorial für Kubernetes-Administratoren und Beispielcode auf DVD.

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-container](http://shop.heise.de/ix-container)

12,90 € >



## ix kompakt 2018

Mit Machine Learning, JavaScript, Python und den Standards C++17 & C++20 greift das Special vier aktuelle Trends in der Softwareentwicklung auf - lernen Sie sie mithilfe der ix-Experten zu meistern!

Auch als Download erhältlich.

[shop.heise.de/ix-trends](http://shop.heise.de/ix-trends)

12,90 € >



Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: [shop.heise.de/specials2018-19](http://shop.heise.de/specials2018-19)

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

 **heise shop**

[shop.heise.de/specials2018-19](http://shop.heise.de/specials2018-19) >



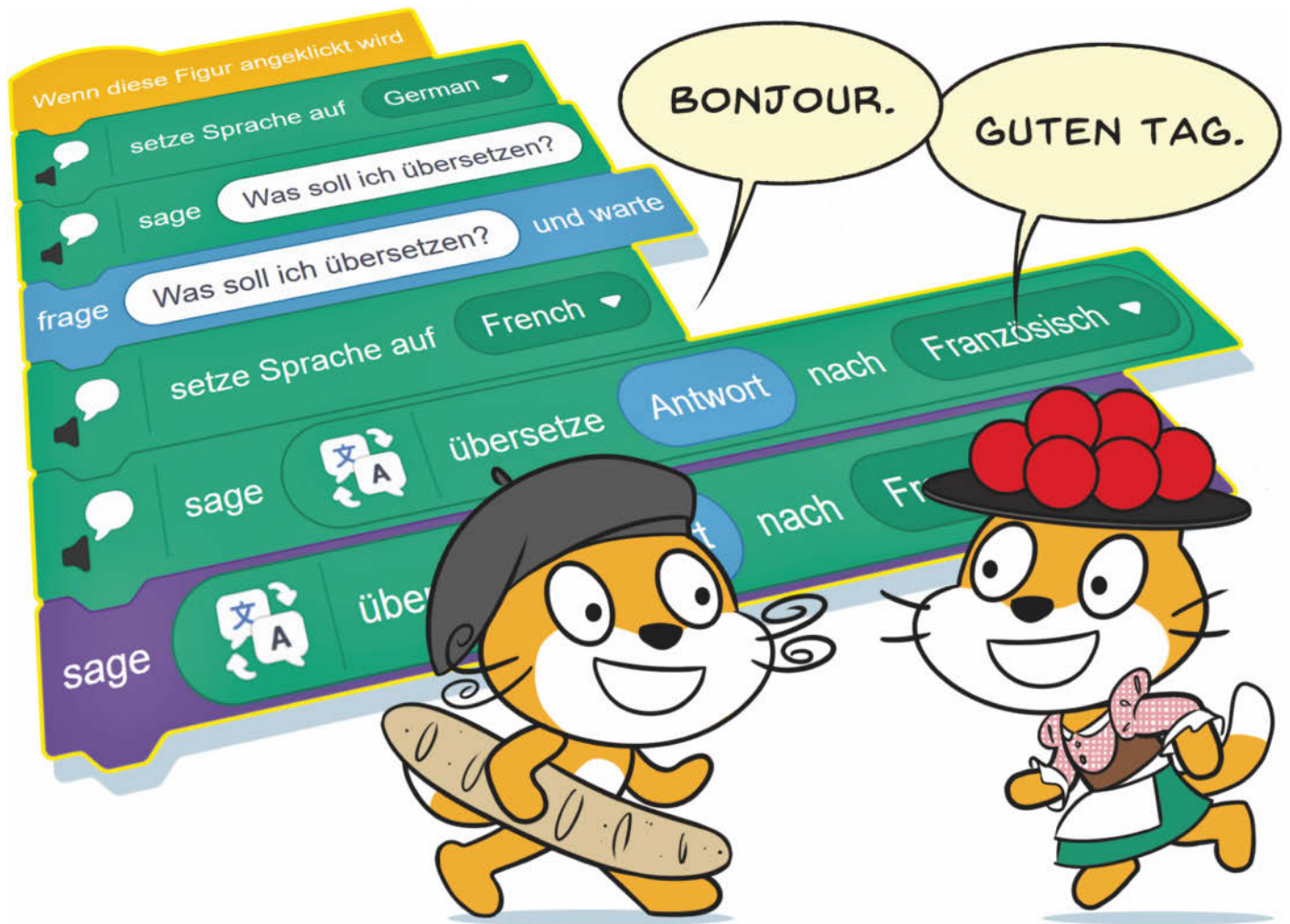


Bild: Albert Hulm

# Klick – Klick – Code

## Lustige Basteleien mit Scratch für die ganze Familie

**Mit der visuellen Programmierumgebung Scratch lassen sich ohne Programmierkenntnisse kinderleicht Spiele und interaktive Geschichten zusammenbauen. In der aktuellen Version klappt das auch auf Tablets.**

Von Mirek Hančl

Mit Scratch programmiert man, indem man bunte Bausteine aneinanderstapelt: Sie enthalten Schleifen, Verzweigungen und Anweisungen. Wir zeigen anhand von zwei Projekten, wie kinderleicht man damit erste Erfolge feiert. Machen Sie sich zunächst mit dem Pro-

grammaufbau und dem Scratch-Prinzip vertraut. Unser erstes Projekt unterstützt Sie dabei. Anschließend erkunden Sie eine der neuen Erweiterungen: Eine Anbindung an Google Translate kombiniert mit der Sprachausgabe. In Windeseile basteln Sie einen eigenen Hosentaschenübersetzer. Der Nachwuchs hilft je nach Alter beim Auswählen der Blöcke oder indem er bestimmt, wie die im Projekt vorkommenden Figuren und Hintergründe aussehen sollen.

Um Scratch-Projekte zu bearbeiten, benötigen Sie einen aktuellen Webbrowser. Falls Sie mit einem Tablet arbeiten, sollten Sie auf eine Displaygröße von mindestens 10 Zoll achten. Wenn Sie die Scratch-Startseite aufrufen, starten Sie den Editor, indem Sie auf „Entwickeln“ klicken. Einfacher gehts, wenn Sie ein Le-

seichen mit der Adresse des Editors anlegen ([ct.de/yerker](http://ct.de/yerker)). Obwohl Scratch ohne Konto funktioniert, empfiehlt es sich, eines anzulegen. Dann können Sie Ihre Projekte online speichern und später am Smartphone abspielen.

### Editor und Code-Blöcke kennenlernen

Im linken Bereich des Editors befinden sich die verschiedenfarbigen Code-Blöcke. Sie sind in acht Kategorien einsortiert. In zwei weiteren Reitern am oberen Rand finden Sie Kostüme beziehungsweise Hintergründe und Klänge – dazu später mehr. Im mittig gelegenen Skriptfenster puzzeln Sie Ihre Skripte aus den Blöcken zusammen. Der rechte Fensterbereich ist zweigeteilt: Auf der oberen Bühne zeigt Scratch eine Vorschau des

Projekts an. Mit den drei Knöpfen rechts oberhalb des Bühnenbereichs stellen Sie die Größe der Bühnensicht beziehungsweise die Vollansicht ein. Unter dem Bühnenbereich zeigt Scratch Elemente wie Figuren, deren Eigenschaften und die Bühne samt Bühnenbilder, die im Programm vorkommen.

Scratch startet immer mit einem leeren Skriptfenster und der Scratch-Katze auf weißem Hintergrund. Alle Objekte lassen sich mithilfe der Blöcke programmieren, indem man die Code-Schnipsel an- und untereinander fügt. Anders als bei textuellen Programmiersprachen bleiben einem Tippfehler erspart. Das ist insbesondere für jüngere Kinder hilfreich. Vor unsinnigen Kombinationen schützt eine visuelle Programmiersprache indes nicht.

Es gibt verschiedene Blockarten in Scratch: Befehlsblöcke, Kontrollblöcke, Ereignisblöcke und Blöcke, die einen Ergebniswert liefern. Wenn Objekte ihr Aussehen oder ihre Position verändern sollen, benötigt man Befehlsblöcke. Mit diesen kann man zum Beispiel die Katze vorwärts laufen und sie miauen lassen. Kontrollblöcke sind für den logischen Aufbau eines Skripts zuständig. Sie umklammern andere Code-Bausteine. Ereignisblöcke benötigt man, um das Skript zu starten: Die Figur soll sich beispielsweise erst dann vorwärts bewegen, wenn der Nutzer die Leertaste auf der Tastatur drückt.

## Scratch ausprobieren: Ein erstes Projekt

Für ein erstes Projekt nutzen Sie die vorhandene Figur: Die Katze soll sich 50 Schritte vorwärts bewegen, wenn man sie anklickt beziehungsweise antippt. Suchen Sie in der Kategorie Ereignis den „Wenn diese Figur angeklickt wird“-Block und ziehen Sie ihn in das Skriptfenster. Das ist der Startbaustein. Als Nächstes benötigen Sie aus der Kategorie Bewegung den Block „gehe 10er Schritt“. Ziehen Sie ihn unter den Startblock. Sobald Sie einen grauen Schatten hinter dem Puzzleteil sehen, können Sie es loslassen. Es rastet automatisch ein. Klicken oder tippen Sie auf die Katze und schauen Sie ihr zu, wie sie sich nach rechts bewegt. Hier kann selbst der jüngste Nachwuchs mitmachen: Sie zeigen auf den richtigen Block, der Nachwuchs puzzelt und stupst das Kätzchen an.

Bisher hat sich das Objekt jedoch nur um zehn Schritte vorwärtsbewegt. Geben Sie im Zahlenfeld des Blocks 50 ein. Testen Sie erneut, was mit der Katze passiert,






wenn Sie sie anstupsen. Alternativ können Sie sich an Ihrer ersten Schleife versuchen. In der Kategorie Steuerung finden Sie den Block „wiederhole 10 mal“. Er sieht aus wie eine nach rechts geöffnete Klammer. Ziehen Sie den Block zwischen die beiden schon vorhandenen Code-Blöcke. Die Klammer umschließt den „gehe 10er Schritt“-Block. Jetzt würde die Katze allerdings 100 Schritte laufen! Ändern Sie daher den Wert des Schleifenblocks auf 5.

Es gibt noch eine weitere Variante, mit der man das Kätzchen 50 Schritte nach rechts laufen lassen kann. Als Startblock kommt wieder der „Wenn diese Figur angeklickt wird“-Block zum Einsatz. Darunter ziehen Sie aus der Kategorie Bewegung den „ändere x um 10“-Block. Ändern Sie den Wert auf 50 oder fügen wieder eine Schleife ein.

Wo liegt der Unterschied in beiden Varianten? Beim ersten Versuch läuft die Figur immer in die eingestellte Richtung. Die zweite Variante verrückt die Figur um den angegebenen Wert auf der x-Achse. Unter der Bühne sehen Sie die aktuelle x- und y-Position der Figur. Eine Besonderheit: Der Ursprung liegt in der Mitte der Bühne und nicht links unten. Die Bühne ist 480 Pixel breit und 360 Pixel hoch, links unten befindet sich also die Koordinate -240/-180. Falls Ihnen die Katze mal entweichen sollte, setzen Sie die Werte wieder auf null, und schon erscheint die Figur in der Mitte der Bühne. Sie können alternativ den Bewegungsblock „gehe zu x:0 y:0“ verwenden. Falls im Block andere Werte stehen sollten, tragen Sie die gewünschten Werte ein. Ein Klick oder Tipp

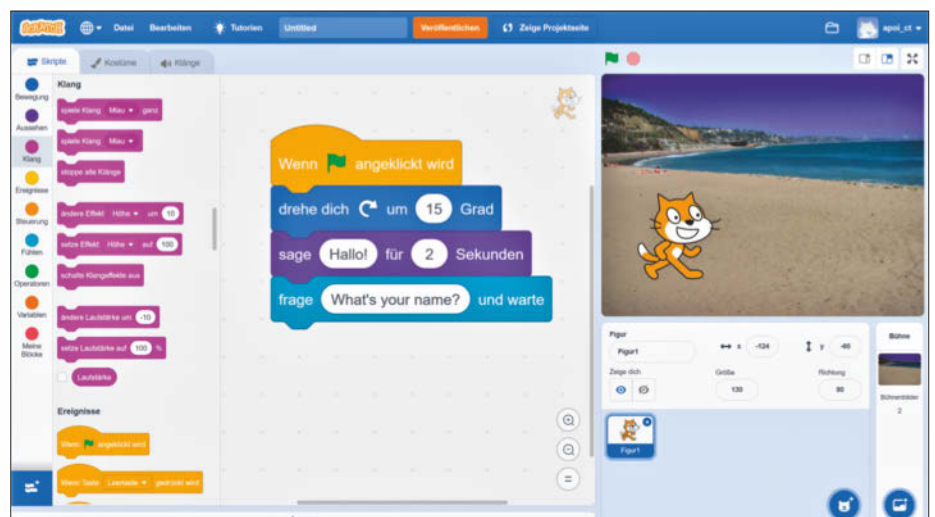
## Der c't-Tipp für Kinder und Eltern

### Programmieren mit Scratch

-  Internetzugang und aktueller Browser, Rechner oder Tablet zum Bearbeiten. Abspielen lassen sich die Ergebnisse auch auf dem Smartphone.
-  Grundlegende Kenntnisse im Umgang mit Tablet oder Rechner
-  Vorbereitungszeit ab 20 Minuten
-  Kinder ab circa 8 Jahren legen allein los, jüngere Kinder werden durch Eltern oder ältere Geschwister unterstützt.
-  kostenlos

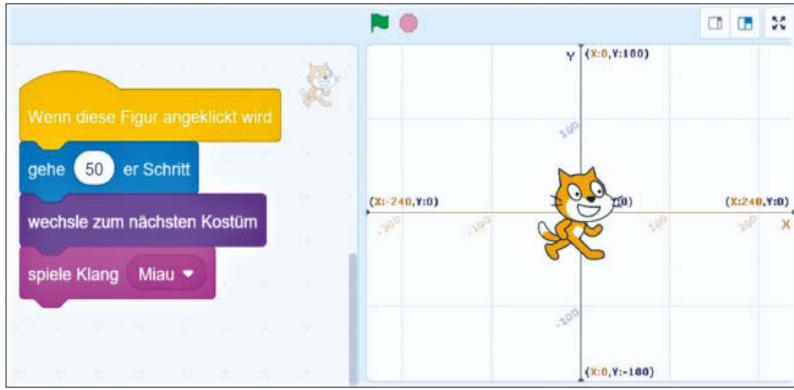
auf den Block führt diesen einmalig aus. Somit können Sie für jeden Block testen, was er bewirkt, ohne ihn ins Skriptfenster ziehen zu müssen.

Die Bewegungsrichtung einer Figur muss nicht ihrer Blickrichtung entsprechen. Sie lässt sich frei definieren. Das zugehörige Eingabefeld befindet sich unter der Bühne. Zu Beginn steht dort in unserem Beispiel ein Wert von 90. Damit befindet sich für die Katze der rechte Bühnenrand in Blickrichtung. Nach einem Klick auf das Eingabefeld erscheint ein Auswahlkreis, mit dem man die Richtung



In Scratch puzzelt der Nachwuchs bunte Code-Blöcke aneinander, gestaltet Kostüme und Bühnenbilder.





Der Ursprung des Koordinatensystems liegt nicht links unten, sondern in der Mitte des Fensters. Wenn man die Figur anklickt, bewegt sie sich in diesem Programm 50 Schritte nach rechts.

festlegen kann. Das funktioniert für Werte zwischen 0 und 180 (im Uhrzeigersinn) beziehungsweise -1 und -179 (gegen den Uhrzeigersinn). Alternativ tippt man den gewünschten Wert in das Feld. Wenn für die Katze der untere Bühnenrand in Blickrichtung liegen soll, würde sie auf diese Weise auf dem Kopf stehen. Um das zu verhindern, klickt man den durchgestrichenen Pfeil an. Testen Sie verschiedene Richtungen. Wie lauten zum Beispiel die Einstellungen, wenn die Figur weiterhin nach rechts blicken, aber der linke Bühnenrand für sie in Laufrichtung liegen soll?

## Kostüme und eine Stimme für die Katze

Zum Abschluss der ersten Übung soll die Katze animiert werden und nach jedem Schritt miauen. Wechseln Sie im linken Menü auf den Reiter Kostüme. Dort sehen Sie, dass die Figur zwei sogenannte Kostüme besitzt. Dabei handelt es sich nicht nur um Bekleidung, sondern um unterschiedliche Posen oder Accessoires. Eine Figur kann zwar mehrere Kostüme besitzen, aber immer nur eines auf der Bühne

tragen. Wenn Sie beide im Wechsel anklicken, sehen Sie eine ganz simple Animation: Es scheint, als würde das Kätzchen laufen. In diesem Menü können Sie im integrierten Editor nicht nur das Aussehen der Figur verändern – ihr sozusagen ein neues Kostüm anziehen –, sondern es auch um unterschiedliche Posen ergänzen. Die einzelnen Körperpartien der Katze lassen sich problemlos auseinandernehmen und neu in Pose setzen. Wie wäre es mit einer blauen Katze? Sie können außerdem weitere Kostüme hinzufügen, indem Sie unten links auf den Kreis mit dem stilisierten Katzengesicht klicken. Alternativ laden Sie eigene Bilder hoch (JPG, PNG, SVG) oder nehmen ein Foto auf.

Weiter geht es im Skriptfenster. In der Kategorie Aussehen befindet sich der Block „wechsle zum nächsten Kostüm“. Ziehen Sie diesen unter den bereits vorhandenen Bewegungsblock. Falls Sie mit der Schleife gearbeitet haben, muss der neue Block mit in die Klammer. Wenn Sie die Katze jetzt antippen, läuft sie nach rechts – wenn auch etwas ungenau.

Damit die Katze miaut, wählen Sie

aus der Kategorie Klang den Block „spiele Klang Miau ganz“. Achtung: Dieser Befehl blockiert das erneute Ausführen des „Wenn diese Figur angeklickt“-Skripts so lange, bis der Klang vollständig abgespielt ist. Flüssiger klappt es mit dem Block „spiele Klang Miau“. Spielen Sie mit unterschiedlichen Kombinationen herum, um die Unterschiede zu entdecken.

Falls Ihnen das Miauen nicht gefällt, können Sie dem Kätzchen eine andere Stimme zuordnen. Klicken Sie im linken Menü auf den Reiter „Klänge“. Dort steht ein einfacher Soundeditor zur Verfügung. Mit diesem können Sie das Stimmmodell trimmen und mit Effekten versehen. Stellen Sie doch mal eine Roboter-Stimme ein. Über den blauen Button unten links fügen Sie weitere Klänge hinzu. Eine quakende Katze hört man auch nicht alle Tage. Sie können zudem eigene Audio-dateien hochladen (AIFF, AU, MP3 und WAV). Wenn Sie mit einem Tablet arbeiten oder der Rechner über ein angeschlossenes Mikrofon verfügt, können Sie in Scratch sogar eigene Aufnahmen anfertigen.

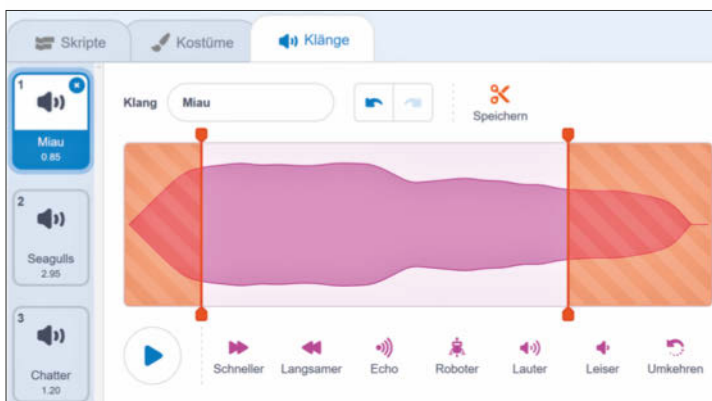
## Der Taschenübersetzer

Zugegeben, Übersetzer-Apps gibt es viele. Und sie bringen zumeist viel mehr Sprachen und Optionen mit. Aber sie sind eben nicht selbst konstruiert.

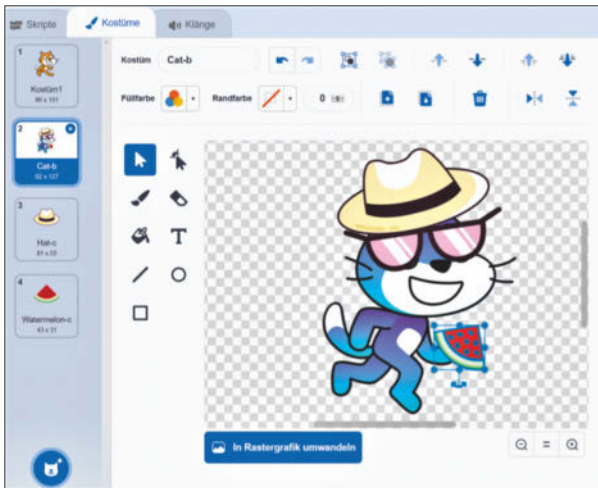
Der Übersetzer in diesem Beispiel soll den eingegebenen Text nicht nur in der Fremdsprache anzeigen, sondern ihn auch per Sprachausgabe vorlesen. Im Urlaub bleiben Tablet und Rechner getrost im Hotel – für den Live-Betrieb genügt das Smartphone. Sie benötigen allerdings eine Internetverbindung, nicht nur für Scratch selbst, sondern auch für Übersetzung und Text-to-Speech-Funktion. Das Projekt taugt zudem für die Urlaubsvorbereitung, um gängige Sätze zu üben. Bereit zum Scratching?

Starten Sie ein neues Projekt. Klicken Sie unten auf das blaue Kästchen, um Scratch mit Erweiterungen auszustatten: Fügen Sie „Text zu Sprache“ und „Übersetzen“ hinzu. Beide Elemente zeigt Scratch nun unter den Standardkategorien an.

Jetzt geht es an den Code für das Übersetzerprogramm. Ziehen Sie das Ereignis „Wenn diese Figur angeklickt wird“ ins Skriptfenster. Nun müssen Sie die Ausgangssprache für die Sprecherstimme definieren. In der Kategorie Text-zu-Sprache gibt es dafür den Block „setze Sprache auf ...“. Ziehen Sie ihn unter den Start-



Scratch bringt einen simplen Sound-Editor mit. Mit ihm lassen sich Klänge bearbeiten.



Im Kostümbereich lassen sich die Figuren mit Accessoires ausstatten. Alle Objekte sind Vektorgrafiken, die sich ganz leicht zerlegen und neu zusammensetzen lassen.

können Sie sich mit Ihrer Urlaubsbekanntschaft unterhalten.

Jetzt gilt es noch, den Übersetzer – ohne Editor – auf das Smartphone oder Tablet zu bekommen. Jedes online gespeicherte Scratch-Projekt können Sie im Webbrowser öffnen: Nutzen Sie die Web-Adresse ohne „/editor“. Maximieren Sie die Ansicht für eine schönere Darstellung. Spätestens, wenn Sie auf die Sprachausgabe von „Was soll ich übersetzen?“ mithilfe der Spracheingabefunktion Ihrer Bildschirmtastatur antworten, fühlen Sie sich ein wenig wie auf der Enterprise – oder endlich im Urlaub angekommen.

## Animierte Urlaubskarte

Wenn Sie ohnehin gerade im Urlaub sind, verschicken Sie dieses Mal doch eine animierte Urlaubspostkarte. Knipsen Sie mit Ihrem Smartphone oder Tablet ein Foto vom Strand, einer Sehenswürdigkeit oder einem Wochenmarkt! Das wird der Hintergrund beziehungsweise das neue Bühnenbild Ihres nächsten Scratch-Projekts. Fügen Sie Figuren hinzu, denen Sie weitere Urlaubsfotos als Kostüme zuordnen. Nehmen Sie für jede Figur Audiodateien auf, zum Beispiel Umgebungsgeräusche oder einen fröhlichen Urlaubsgruß der Kinder. Jetzt fehlen nur noch Skripte für die einzelnen Figuren. Zusätzlich könnten Sie noch ein Skript einbauen, das einen Erklärungstext auf den Bildschirm zaubert und per Sprachausgabe vorliest. Damit wissen Daheimgebliebene, dass sie mit der Karte herumspielen sollen: Fertig ist die animierte Urlaubskarte. Auch Einladungskarten lassen sich mit Scratch gestalten. Scratches Sie drauflos! (apoi@ct.de) **ct**

**Scratch-Editor:** [ct.de/yerker](http://ct.de/yerker)

block. Aus derselben Kategorie folgt der Block „sage ...“. Ändern Sie den Text in „Was soll ich übersetzen?“. Zeit für einen ersten Testlauf: Schalten Sie die Lautsprecher ein und tippen Sie das Kätzchen an.

Bisher fehlt noch ein Eingabefeld, in das Sie den zu übersetzenden Text eintippen. Sie benötigen einen „frage ... und warte“-Block. Er versteckt sich in der Kategorie Fühlen. Ziehen Sie ihn ans Ende des Skripts und ändern Sie den Text in „Was soll ich übersetzen?“. Testen Sie Ihr Skript erneut. Jetzt zeigt die Katze die Frage in einer Sprechblase und Sie erhalten ein Textfeld. Scratch speichert Ihre Eingabe als Antwortwert. Diesen Wert benötigen Sie im weiteren Skript.

Weiter geht es mit der Übersetzung. Derzeit ist noch eine deutsche Sprecherstimme eingestellt. Um das zu ändern, ziehen Sie den „setze Sprache auf ...“-Block ans Ende des Skripts. Anschließend stellen Sie die gewünschte Fremdsprache ein. Wählen Sie aus der Kategorie Aussehen den „sage ...“-Block, um später eine visuelle Textausgabe zu erhalten. Anstelle eines vorgefertigten Texts soll der übersetzte Antwortwert aus der vorherigen Texteingabe erscheinen. Ziehen Sie aus der Kategorie Übersetzen den Block „Übersetze ... nach ...“ in das Textfeld des „sage ...“-Blocks. In der Kategorie Fühlen finden Sie den unter dem „frage ...“-Block den zugehörigen „Antwort“-Block. Ziehen Sie diesen in das Textfeld des Übersetzen-Blocks. Damit Sie auch wissen, wie das Wort oder der Satz in der Fremdsprache klingt, fehlt noch eine Sprachausgabe: Greifen Sie sich aus der Kategorie Text-zu-Sprache den „sage ...“-Block. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Übersetzer-Block, duplizieren Sie ihn und

ziehen Sie das Duplikat in das Textfeld. Sie haben soeben Ihren ersten verschachtelten Code-Abschnitt zusammengebaut: Ein guter Zeitpunkt, um auszuprobieren, ob alles korrekt funktioniert. Testen Sie verschiedene Begriffe und Sprachkombinationen. Lassen Sie die deutsche Frage zum Beispiel von einem französischsprachigen Sprecher vorlesen.

Falls Sie langsam genug von der Katze haben, suchen Sie der Figur ein anderes Kostüm aus – zum Beispiel die Landesflagge der eingestellten Fremdsprache. Falls Sie Begriffe nicht nur in eine Sprachrichtung übersetzen lassen wollen, basteln Sie einen bidirektionalen Übersetzer. Rechts neben dem Skriptfenster fügen Sie weitere Figuren zu Ihrem Programm hinzu und löschen vorhandene. Mittels Rechtsklick duplizieren Sie die Figur samt zugehörigem Code. Passen Sie noch jeweils Kostüme sowie Spracheinstellungen an – zum Beispiel Flaggen in der jeweiligen Ausgangssprache. Schon

Scratch liefert nützliche Erweiterungen mit: Mit der Übersetzen- und der Text-zu-Sprache-Erweiterung kann man seinen eigenen kleinen Übersetzer bauen, der fremdsprachige Begriffe nicht nur anzeigt, sondern auch ausspricht.



# WLAN-Flottierung

## Schnelleres WLAN für Gemini-Lake-Notebooks

**In neueren Notebook-Chipsätzen hat Intel das WLAN auf Prozessor und M.2-Modul verteilt. Bei manchen Laptops können so 10 Euro Einsatz deutlich mehr Durchsatz bringen.**

Von Ernst Ahlers

Bei aktuellen Intel-Chipsätzen sind die WLAN-Module gar keine mehr: In Prozessoren der 8. Generation – Core i3/5/7-8xxx, Gemini-Lake-Celerons und -Pentiums – ist der Layer 2 (MAC-Schicht) für die beiden wichtigsten Funktechniken WLAN und Bluetooth schon integriert (CNVi: integrated Connectivity). So brauchen Notebooks und PCs nur noch ein vergleichsweise billiges CRF-Modul (Companion Radio Frequency) im M.2-Format als Hochfrequenz-AD/DA-Wandler (PHY).

Falls der Notebook-Fabrikant sich nicht für WLAN-Adapter anderer Hersteller oder ein älteres Intel-Modul entscheidet, kann er aus drei CRF-Typen wählen: Intel Wireless-AC 9461, 9462 und 9650. Alle arbeiten nach IEEE 802.11ac (Wi-Fi 5) und sind Dualband-fähig. Das 9461 ist die Sparvariante mit einem einzigen Antennenanschluss.

Steckt ein 9462 im Notebook, was ein Blick in den Windows-Geräte-Manager klärt (siehe Screenshot), eröffnet das eine Aufrüstmöglichkeit: Dieses Modul arbeitet funkseitig mit Diversity, also dem wechselweisen Nutzen einer von zwei Antennen mit dem aktuell besseren Signal. Linux-Nutzer finden den bestückten CRF-Modultyp auf der Kommandozeile in der Ausgabe von `dmesg | grep iwl`.

Ob in Ihrem Notebook ab Werk tatsächlich zwei Antennen sitzen und das Modul für einen eventuellen Tausch eingesteckt statt aufgelötet ist, lässt sich mit wenig Mühe durch Aufschrauben und Nachsehen klären. Dadurch geht die möglicherweise lange Herstellergarantie in die kürzere gesetzliche Gewährleistung über.

Sind zwei Antennen da, kann man das 9462 durch ein 9560 ersetzen. Deswegen MIMO mit 2 Streams verdoppelt den maximalen Bruttodurchsatz von 433 auf 867 MBit/s. Das 9560 war bei Redaktionsschluss in der gängigen M.2-2230-Bauform ohne vPro-Unterstützung für unter 8 Euro erhältlich.

Ein BIOS-Block, der das Booten mit fremden WLAN-Modulen verhindern würde, ist sehr unwahrscheinlich, denn der wesentliche MAC-Teil steckt ja im Prozessor und ändert sich ebenso wenig wie die PCI-Device-ID.

Wir haben den Modultauch mit dem kürzlich getesteten Medion-Notebook Akoya E6246 durchgespielt, das es Ende Januar als Aldi-Angebot gab (ct.de/-b2589766). Dort arbeitete das von uns implantierte 9560-Modul unter Windows 10 und Ubuntu 18.10 auf Anhieb.

### Ausprobiert bei Aldi

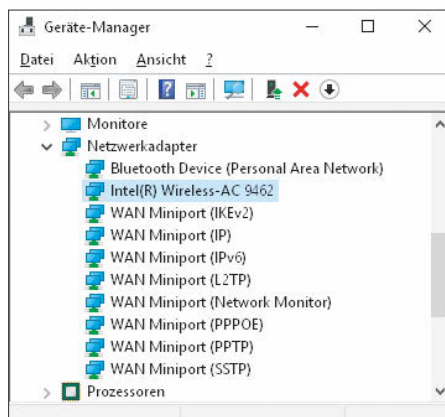
Mit einer Fritzbox 7580 kletterte der Nettodurchsatz in der Nähe über wenige Meter im 2,4-GHz-Band um 68 Prozent (183 statt 109 MBit/s). Auf 5 GHz waren es 40 Prozent (382 statt 272 MBit/s), bei mehreren parallelen TCP-Streams sogar 73 Prozent (554 statt 321 MBit/s).

Über eine größere Distanz – im Test 20 Meter durch Wände – blieb die 2,4-GHz-Datenrate fast gleich (69 zu 73 MBit/s im Mittel über vier Orientierungen). Auf 5 GHz stellten sich immerhin noch 43 Prozent Gewinn ein (162 statt 113 MBit/s, 1 TCP-Stream).

Im 5-GHz-Band beherrscht das 9560-Modul auch das Funken über einen 160 MHz breiten Kanal, was den maximalen Bruttodurchsatz nochmals auf 1733 MBit/s verdoppelt und sich in der Fritzbox per Mausklick freischalten lässt. Das brachte zwar in der Nähe einen weiteren Schub (448 statt 351 MBit/s mit einem TCP-Stream, 770 statt 554 MBit/s mit mehreren). Dafür sackte die mittlere Datenrate auf Distanz leicht ab (149 statt 162 MBit/s).

Unterm Strich bringt der Modultauch 9462 gegen 9560 einen deutlichen Gewinn, wenn auch selten eine echte Verdoppelung. Wer häufig größere Dateien per WLAN kopiert, der profitiert dennoch spürbar vom kleinen monetären Einsatz.

(ea@ct.de) **ct**



Zeigt der Windows-Geräte-Manager einen Intel-Adapter 9462 an, lässt sich das WLAN des Notebooks eventuell durch Modultauch beschleunigen.



Gehen zwei Antennenkabelchen – hier schwarz und weiß – vom WLAN-CRF-Modul 9462 ab, steht der Aufrüstung nichts im Weg.



Intels WLAN-CRF-Module passen zwar in eine M.2-Fassung, nutzen aber das proprietäre CNVi statt einer PCI-Express- oder USB-3-Anbindung.





## Python - Einstieg für Administratoren

12. bis 13. März 2019  
in Hannover



## OpenStack mit Docker

19. bis 21. März 2019  
in Frankfurt



## Automatisierte Textanalyse mit Machine Learning

19. bis 22. März 2019  
in Hannover



## Open Source Monitoring mit Icinga 2

26. bis 27. März 2019  
in Frankfurt



## Einstieg in die Continuous Integration mit Jenkins

26. bis 27. März 2019  
in Hannover



## Kerberos

02. bis 05. April 2019  
in Frankfurt



Weitere Infos unter:  
[www.heise-events.de/workshops](http://www.heise-events.de/workshops)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)



Organisiert von:

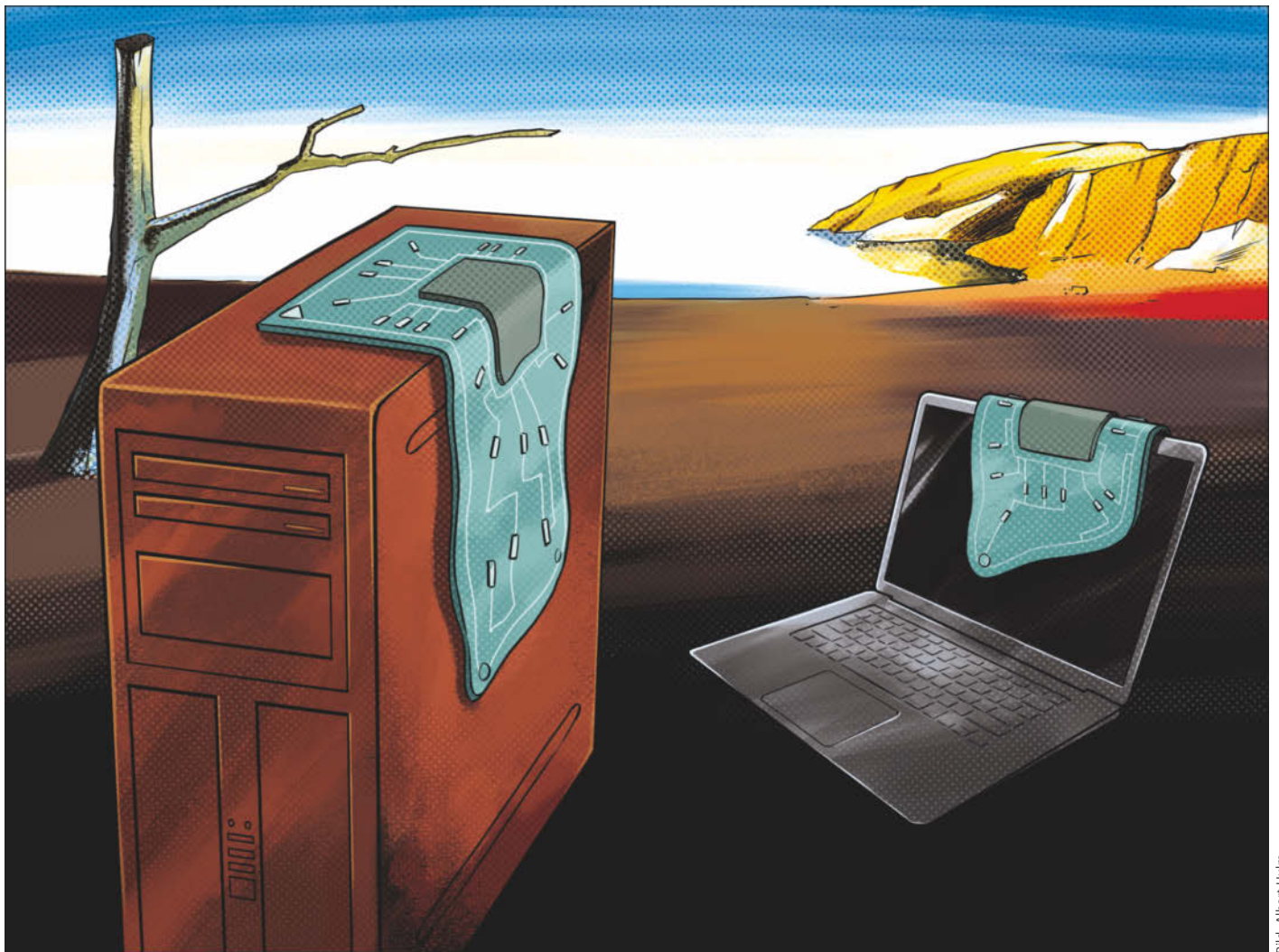


Bild: Albert Hulm

# Langlebige Prozessoren

## Wie Chips altern und Entwickler gegensteuern

**Auch Prozessoren und andere Halbleiter-Bauelemente halten nicht ewig, sondern verschleißern allmählich. Chipentwickler berücksichtigen solche Effekte schon lange, aber steigende Anforderungen und schrumpfende Strukturen verlangen neue Methoden.**

Von Dr. André Lange

**H**albleiterschaltkreise vereinen immer mehr Funktionen in sich: Viele Prozessoren, Grafikprozessoren und System-on-Chip enthalten mehrere Milliarden Transistoren. Die höhere Integration senkt die Kosten pro Funktion und ermöglicht neue Produkte überhaupt erst. Gleichzeitig sinken Platz- und Strombedarf und im Prinzip steigt die Zuverlässigkeit: Je weniger Bestandteile, elektrische Verbindungen und Leiterplatten ein Gerät enthält, desto weniger können ausfallen.

Somit rücken Zuverlässigkeit, Robustheit und Langlebigkeit der Einzelteile in den Blick, auch der Halbleiterchips: Die Entwickler dieser integrierten Schaltkreise alias Integrated Circuits (ICs) müssen beim Entwurf der Funktionsblöcke Ver-

schleißerscheinungen berücksichtigen. Sie legen ICs so aus, dass sie bei definierten Betriebsbedingungen – Spannung, Strom, Temperaturen – inklusive absehbarer Schwankungen eine festgelegte Lebensdauer überstehen. Diese Nutzungsdauer ist je nach Einsatzbereich sehr unterschiedlich: Viele Smartphones gehören schon nach zwei Jahren zum Alteisen, während die Automobilindustrie typischerweise 15 Jahre fordert – und für Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik oder auch Smart Meters sind noch längere Zeiträume sinnvoll.

Verschleiß von Halbleitern ist nichts Neues. Aus Erfahrungswerten für solche Effekte ermitteln IC-Entwickler Sicherheitsmargen, die sie auf bestimmte De-

signparameter aufschlagen. Diese „Überdimensionierung“ soll sicherstellen, dass die geplante Lebensdauer auch erreicht wird. Die immer kleineren Strukturen und der Einsatz zuvor unüblicher Materialien wie Hafnium oder Kobalt in der Chipfertigung verschärfen und verändern Verschleißeffekte jedoch. Relativ bekannt ist der Effekt der Elektromigration, der zum Ausfall von Chips führen kann. Mittlerweile spielen aber auch Bias Temperature Instability (BTI) und Hot Carrier Injection (HCI) wichtige Rollen.

## Gesamtsystem

Zuverlässigkeit, Robustheit und Langlebigkeit eines elektronischen Systems hängen von sehr vielen Faktoren ab, etwa von der Bauart der Leiterplatten (Platinen), vom Lötverfahren, das einzelne Bauelemente mit der Platine verbindet und von den Eigenschaften der Bauelemente selbst. Um die Zuverlässigkeit des Systems zu steigern, hilft die Verbesserung einer einzelnen Komponente also wenig: Man muss das Zusammenspiel im Blick halten. Bei Leiterplatten sind nicht bloß die elektrischen Eigenschaften wichtig, sondern auch die Widerstandsfähigkeit gegen hohe und niedrige Temperaturen, schnelle Temperaturwechsel, mechanische Belastbarkeit und manchmal auch Unempfindlichkeit gegen chemische Beanspruchungen wie ätzende Gase, Feuchtigkeit oder Ölnebel – etwa in Fahrzeugen.

Die mechanische Verbindung zwischen den einzelnen Bauelementen und den ICs erfolgt meistens durch Löten, aber es ist auch Bonding möglich: ein Reibschweißverfahren, welches feine Drähte mit Kontaktstellen verbindet. Jedes Verfahren hat seine spezifischen Vor- und Nachteile in Bezug auf die Lebensdauer.

Mechanische Belastung sowohl der ICs als auch der Verbindungsstellen und Platinen entsteht vor allem durch Temperaturwechsel, weil sich die Ausdehnungskoeffizienten der verschiedenen Materialien unterscheiden. Besonders beansprucht sind dabei die Trägermaterialien der eigentlichen Siliziumchips (Dies): Ein Die Carrier für einen modernen Prozessor kann aus mehr als 20 dünnen Lagen eines isolierenden Kunststoffmaterials bestehen, zwischen denen (Kupfer-)Metalleiter liegen. Der Metall-Kunststoff-Stapel dehnt sich bei Erwärmung deutlich stärker aus als das glasartige Silizium-Die, mit dem es durch Tausende Lotkugeln verbunden ist. Um die mechanischen Lasten

sicher aufzufangen, kommen genau abgestimmte Lote zum Einsatz und ein sogenannter „Underfill“, der durch Kapillarkwirkung zwischen die Lotkugeln eindringt und dann aushärtet.

## IC-Strukturgrößen

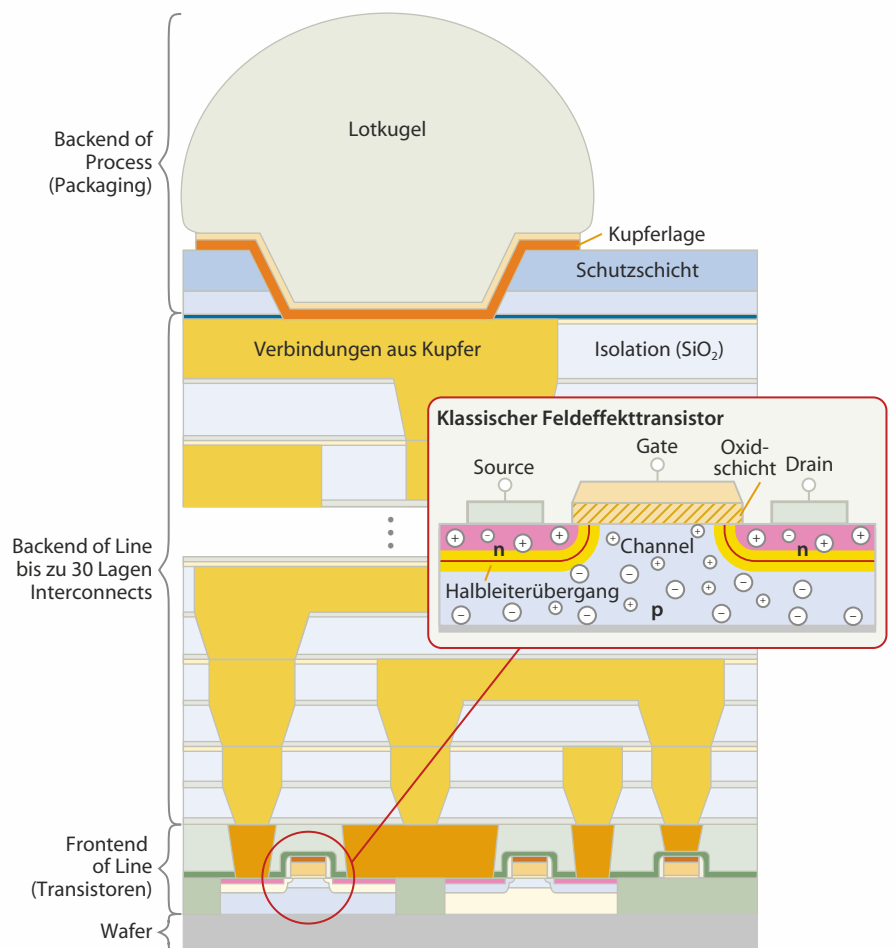
Bei optimaler Gestaltung von Leiterplatte, Verbindungstechnik und Chipgehäusen wird die Zuverlässigkeit der eigentlichen Halbleiterbauelemente wichtig. Dabei gibt es einige Faustregeln: Je kleiner die Chipfläche ist, desto geringer wirken sich beispielsweise mechanische Kräfte durch Temperaturdifferenzen aus. Und je länger die Entwickler eine bestimmte Fertigungstechnik bereits kennen, desto besser können sie die Lebensdauer der damit produ-

zierten ICs bewerten. Auf gröbere Strukturen wirken manche Verschleißeffekte weniger stark und sie sind tendenziell auch weniger anfällig gegen zufällige Störungen, etwa durch kosmische Strahlung oder schwankende Betriebsspannung.

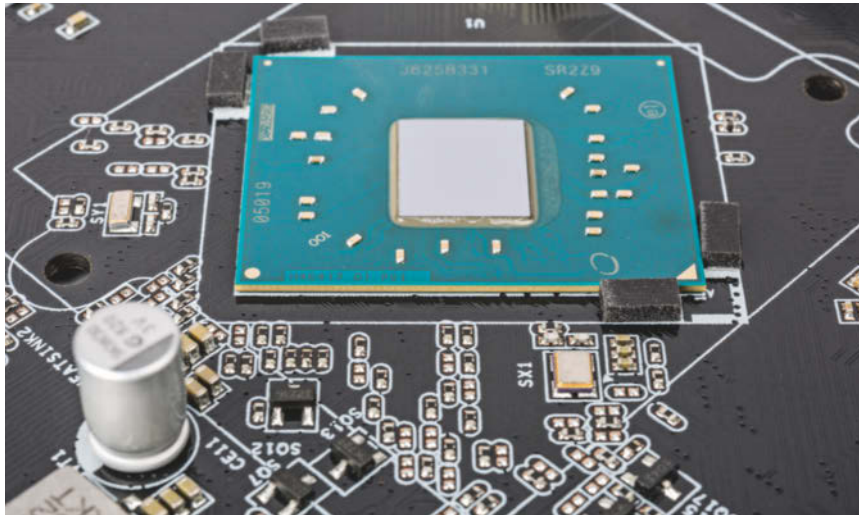
Bei manchen Chips wählt man bewusst gröbere Strukturen, also länger erprobte Fertigungsverfahren, weil sie etwas höhere Zuverlässigkeit versprechen. Für andere Chips wiederum würde sich die Fertigung mit feineren Strukturen schlichtweg nicht lohnen, weil sie deren Vorteile nicht nutzen könnten, beispielsweise schnellere Transistoren, mehr Transistoren pro Quadratzentimeter oder geringere Die-Fläche. Der weltgrößte Chipauftragsfertiger TSMC erzielt noch mehr

## Querschnitt durch einen Chip

Ein Halbleiterbauelement ist aus zahlreichen Funktionslagen aufgebaut, die nacheinander auf einem Wafer entstehen. Die untersten Lagen enthalten die eigentlichen Halbleiterfunktionen, etwa Feldeffekttransistoren. Sie werden im Front-End-of-Line-(FEoL-)Prozess gefertigt. Im Back End of Line (BEoL) entstehen zahlreiche Lagen mit metallischen Leiterpfaden, um Transistoren und Funktionsbereiche untereinander und mit den externen Lötkontakten (oben) zu verbinden.







PC-Mainboard mit Prozessor im „Flip-Chip Ball Grid Array“- (FCBGA-)Gehäuse: Der Siliziumchip sitzt kopfüber (flipped) auf einem Raster aus Lotkugeln (BGA), welches ihn mit dem grünen Die Carrier verbindet. Der Underfill aus Epoxidharz (gelbliche Farbe) nimmt mechanische Lasten durch Temperaturschwankungen auf.

als die Hälfte seines Umsatzes mit Strukturweiten von 28 nm und darüber – das ist sieben Jahre alte Technik.

Doch viele Produkte verlangen die jeweils fortschrittlichste Chiptechnik, beispielsweise Smartphones oder autonome Fahrzeuge. Die kleinsten Transistoren schalten potenziell schneller oder sparsamer als ihre Vorgänger und es lassen sich mehr davon auf ein Silizium-Die packen. Apple setzt in iPhones bereits millionenfach den A12 Bionic mit 7-Nanometer-(nm-)Strukturen ein, auch Qualcomm, Huawei oder AMD liefern zumindest schon 7-nm-Prototypen.

## IC-Produktion

Halbleiter-ICs entstehen auf großen Siliziumscheiben, den sogenannten Wafern. Sie durchlaufen in milliardenteuren Chipfabriken zahlreiche Bearbeitungsschritte, die Schichten aufbringen und strukturieren. So entstehen die einzelnen Transistoren und in darüberliegenden Lagen die metallischen Verbindungen zwischen den einzelnen Transistoren und zwischen ganzen Funktionsblöcken.

Die Bearbeitungsschritte, welche die eigentlichen Halbleiterstrukturen erzeugen, nennt man Front End of Line (FEoL). Die Arbeiten an den oft mehr als zehn Verdrahtungsebenen nennt man im Unterschied dazu Back End of Line (BEoL). Teil des FEoL-Prozess ist beispielsweise die Ausformung der Einzelteile von Transistoren durch Lithografie und Ätzung dün-

ner Schichten. Die physischen Strukturen der einzelnen Schichten erzeugt die Lithografie mit Laserlicht, welches durch eine Maske auf Fotolack leuchtet. An belichteten Stellen lässt sich der Lack entfernen, die anschließende Ätzung entfernt dann das freiliegende Schichtmaterial.

Außerdem gehört die Dotierung zum FEoL-Prozess: Das Einbringen winziger Mengen von Fremdstoffen verändert die Leitfähigkeit des Siliziumkristalls gezielt. So entstehen etwa PN-Übergänge oder der steuerbare Kanal (Channel) eines Transistors.

Bei FEoL- und BEoL-Fertigung gibt es jeweils Varianten, die sich einerseits auf die elektrische Funktion der damit strukturierten Schaltungsteile auswirken, andererseits aber auch auf die zu erwartende Lebensdauer. Der Chipentwickler muss also an jeder Stelle Kompromisse finden, beispielsweise zwischen Schaltgeschwindigkeit, Verlustleistung, Platzbedarf und Zuverlässigkeit.

Wo die einzelnen Transistoren auf dem Wafer sitzen müssen und wie sie verdrahtet sind, entscheiden Chipentwickler mit Expertenwissen und Software. Letztere übersetzt den elektronischen Schaltungsentwurf in eine physische Struktur, quasi den Bauplan der Schichtstruktur, die auf dem Wafer entstehen soll. Der eigentliche Chipproduzent – etwa Auftragsfertiger wie TSMC, X-Fab oder Globalfoundries oder die Fertigungssparten von Intel oder Samsung – stellt dazu elektro-

nische Bibliotheken bereit, die die physischen Parameter von Transistoren sowie von kompletten grundlegenden Funktionsgruppen wie SRAM und logischen Gattern beschreiben.

Wie sich ein physischer Funktionsblock eines Chips verhalten wird, lässt sich schon vor der Produktion simulieren. Dazu gibt es Software, welche mit mathematischen Modellen der Fertigungstechnik rechnet, die der jeweilige Chiphersteller bereitstellt.

In der Realität treten jedoch deutliche Abweichungen von den simulierten Werten auf. Durch Schwankungen bei der Fertigung und durch Umwelteinflüsse verhält sich eine physische Schaltung auf einem Halbleiter-Die anders als die Simulation. Das hat Auswirkungen auf die Funktionsfähigkeit eines ICs in seiner Anwendung.

Die wichtigsten Abweichungen beeinflussen Robustheit und Zuverlässigkeit. Mit der Robustheit ist die Unempfindlichkeit beispielsweise gegen Fertigungstoleranzen, Temperaturen oder Spannungsabweichungen gemeint – unabhängig von der Zeit. Bei der Zuverlässigkeit wiederum geht es speziell um das Langzeitverhalten, also um die Alterung und den Verschleiß eines ICs.

## Robustheit

Die Robustheit eines ICs beschreibt letztlich seine Reaktion auf Einflüsse, die man in der Idealsituation des Chipentwurfs zunächst weglässt. Zu solchen Einflüssen gehört die Eigenerwärmung des Chips durch seinen Betrieb, die Festigkeit gegenüber elektrostatischen Entladungen und elektromagnetischen Einkopplungen sowie Variationen des Fertigungsprozesses.

Vermisst man zwei ICs desselben Typs direkt nach der Fertigung unter gleichen Bedingungen, zeigen sich Unterschiede. Die Ursachen dafür liegen einerseits bei Toleranzen der Fertigung und andererseits an den winzigen Strukturen an sich, von denen manche nur wenige Atomlagen messen. Zum Beispiel können sich Schichtdicken in FEoL und BEoL unterscheiden, und zwar zwischen verschiedenen Wafern, an verschiedenen Stellen auf demselben Wafer und sogar innerhalb desselben Dies. In der Folge weichen die Geometrien der Strukturen leicht voneinander ab und es entstehen Oberflächenrauigkeiten in mikroskopischem Maßstab.

Bei sehr kleinen Strukturgrößen ist die Anzahl der Atome, die einen Transis-

tor bilden, bereits abzählbar. Schwankungen in der Anzahl und Lage von Dotieratomen nennt man Random Dopant Fluctuation. Sie verändern die elektrischen Eigenschaften der Transistoren, etwa ihre Schwellspannung und Ladungsträgerbeweglichkeit. Letztlich steigt beispielsweise der Widerstand des Transistors und er leitet schlechter Strom oder er schaltet langsamer, eignet sich also schlechter für hohe Taktfrequenzen.

Derartige Effekte wirken sich auf das Verhalten des gesamten ICs aus. Bei Logikschaltkreisen sind etwa Taktfrequenz und Verlustleistung wichtig. Bei Prozessoren führen die Streuungen von Taktfrequenz und Verlustleistung dazu, dass man die einzelnen Chips gleicher Bauart klassifiziert (Binning) und zu unterschiedlichen Preisen verkauft: langsame billiger, schnelle teurer und besonders sparsame als Mobilprozessoren. Deshalb offeriert jeder CPU-Hersteller eine Palette von Produktvarianten aus derselben Fertigungsgeneration. AMD und Intel haben beispielsweise „E“- beziehungsweise „T“-Versionen von Desktop-Prozessoren im Angebot, die unter Last weniger Leistung

schlucken, sowie „X“- und „K“-Typen, die höhere Frequenzen schaffen.

Bei anwendungsspezifischen ICs (ASICs) liegt der Fall anders: Sie müssen in vereinbarten Schwingungsgrenzen bestimmte Parameter einhalten. Folglich führen größere Schwankungen dazu, dass manche ICs Ausschuss sind, die Ausbeute der Fertigung sinkt.

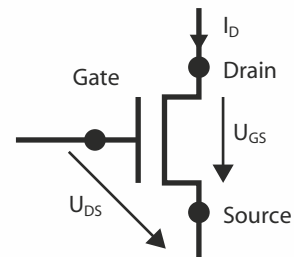
### Monte-Carlo-Methode

Auch die Robustheit eines Chipentwurfs lässt sich modellieren und vorab berechnen. Dazu messen die Chiphersteller zunächst an Testchips oder an normalen Produkten, wie stark bestimmte Parameter schwanken. Diese Variationen gehen dann in eine Modellierung ein, bei der man die Eigenschaften einzelner Bauteile einer Schaltung zufällig variiert, beispielsweise mit der etablierten Monte-Carlo-Methode.

Das Verhalten einer einfachen (BEoL-)Verbindungsleitung in einem Chip lässt sich relativ leicht als Modell beschreiben, nämlich über ihren jeweiligen Widerstand und die parasitären Kapazitäten, die zu benachbarten Leitungen auftreten. Deutlich komplizierter sieht das bei einem

## Feldeffekttransistor

Der Feldeffekttransistor (FET) ist das wichtigste Schaltelement in CMOS-Halbleitern – also auch in Prozessoren. Er hat drei Anschlüsse: Drain, Source und Gate. Die Spannung  $U_{GS}$  zwischen Gate und Source steuert die Leitfähigkeit des Drain-Source-Kanals, beeinflusst also den Strom  $I_D$ .



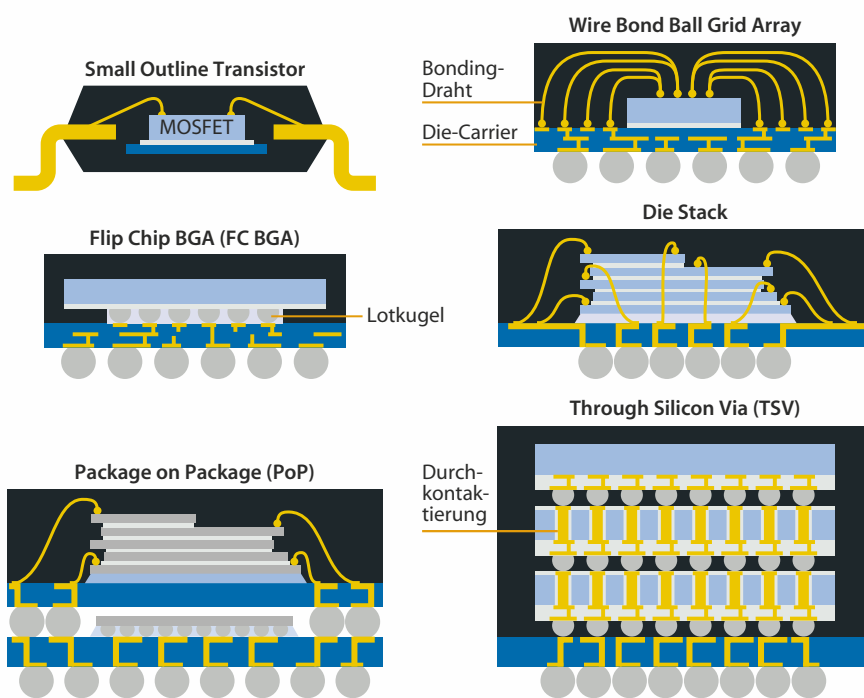
Transistor aus (FEOl). Das wichtigste Bauteil von CMOS-ICs ist der Feldeffekttransistor (FET), der in den Varianten N-Kanal-FET (NFET) und P-Kanal-FET (PFET) auftaucht. Er hat drei Anschlüsse: Source, Drain und Gate. Legt man zwischen Gate und Source eine steuernde Spannung an, ändert sich der Widerstand zwischen Source und Drain: Sinkt er, fließt ein stärkerer Strom – der FET schaltet.

In die Modellierung eines FET gehen zahlreiche geometrische Eigenschaften ein, etwa die Breite und Länge seiner Gate-Elektrode und die Schichtdicke des isolierenden Gate-Dielektrikums. An Teststrukturen des jeweiligen Chips beziehungsweise eines dafür mit der jeweiligen Technik hergestellten Musters ermittelt man weitere Parameter wie Ladungsträgerbeweglichkeit, Dielektrizitätszahl des Gate-Dielektrikums und Schwellspannung.

Mehrere Durchläufe der Monte-Carlo-Simulation mit zufällig variierten Parametern jedes einzelnen Schaltungselements zeigen die Abweichungen von der gewünschten Spezifikation, die bei den tatsächlich produzierten ICs zu erwarten sind. Damit lässt sich auch die Ausbeute an verwertbaren Produkten einschätzen. Ist das Ergebnis zu schlecht, passt man das Chipdesign an. Manchmal kann man nachträglich auch die Spezifikation anpassen: Ein eigentlich mit 95 Watt Thermal Design Power (TDP) geplanter Prozessor erreicht seine gewünschte Taktfrequenz vielleicht erst bei 105 Watt. Lassen sich Stromversorgung und Kühlung verstärken, kommt das Produkt vielleicht trotzdem auf den Markt –

## Chip Packaging

Nach der Fertigung kommt das Chip-Die in ein Gehäuse, manchmal zusammen mit anderen Dies. In einer MicroSD-Karte sitzen beispielsweise bis zu 16 dünn geschliffene Flash-Dies übereinander. Das Chipgehäuse, die interne Verbindungstechnik und die Art der externen Anschlüsse haben Einfluss auf die Zuverlässigkeit eines Bauelements.



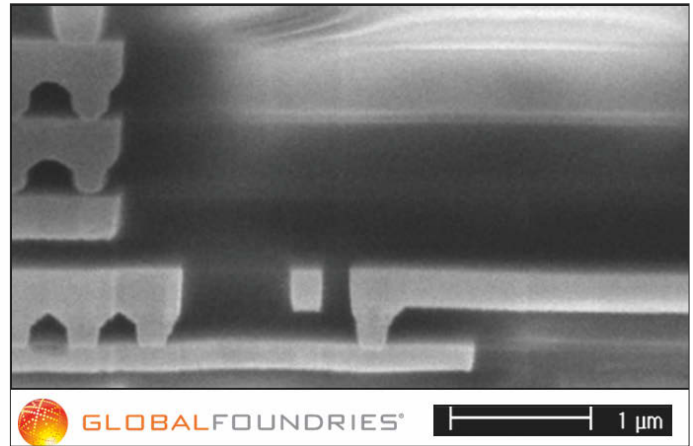
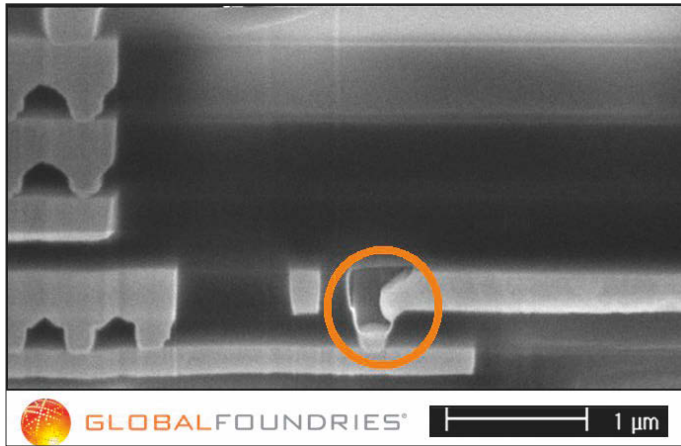


Bild: O. Aubel, GlobalFoundries

Künstlich gealterte Kupferleitbahn in einem Mikrochip: Materialtransport durch Elektromigration verursacht ein Loch im Bereich der Durchkontaktierung. Rechts zum Vergleich der Zustand ohne Loch.

und später schiebt der Hersteller eine optimierte Variante nach. Bei AMD und Intel ist es üblich, dass Chips mit einem jüngeren „Stepping“, also mit überarbeiteten Schaltkreisen beziehungsweise Fertigungsmasken, bei gleichem Takt etwas sparsamer sind oder eine etwas höhere Frequenz erreichen.

## Alterung

Die Eigenschaften von Halbleiterbauelementen variieren aber nicht nur, sondern sie verändern sich auch durch die normale Nutzung und erst recht durch extreme Belastung, etwa durch Übertakten. Man spricht von Alterung, Verschleiß oder Degradation. Im Bereich des FEoL sind Bias Temperature Instability (BTI) und Hot Carrier Injection (HCI) die wichtigsten Alterungsmechanismen.

BTI wird von der im Betrieb anliegenden Gate-Source-Spannung  $U_{GS}$  verursacht, HCI durch den fließenden Drainstrom  $I_D$ . Bei den FETs in Logikschaltungen wie Prozessoren bedeutet das: BTI tritt auf, wenn der Transistor nichts tut, also entweder gerade leitet oder sperrt (stationäre Phasen). HCI wiederum entsteht beim Vorgang des Umschaltens.

Mikroskopisch betrachtet beschleunigt eine anliegende Gate-Source-Spannung Ladungsträger in Richtung des Gate-Dielektrikums. Dort sammeln sie sich an, besetzen vorhandene Fehlstellen im Kristall und laden sie auf. Je höher die Temperatur ist, desto stärker ist BTI ausgeprägt. Durch die zusätzlichen Ladungen steigt der Betrag der Schwellspannung  $U_{th}$  an und die betroffenen Transistoren schalten „später“. Dieser BTI-Effekt ist zum Teil reversibel.

PFETs degradieren durch negative Gate-Source-Spannungen, dieser Effekt wird als Negative BTI (NBTI) bezeichnet. Vorrangig in High-k-Metal-Gate-Chips degradieren NFETs durch positive Gate-Source-Spannungen, das heißt PBTI. Wie viele Fehlstellen vorhanden sind und wie sie sich auf BTI-Alterung auswirken, hängt von der jeweiligen Fertigungstechnik ab.

Bei den feinsten Fertigungsverfahren gibt es außer NBTI und PBTI auch noch BTI-Variabilität, weil sich die identisch ausgelegten Transistoren minimal unterscheiden. Ähnlich dem Effekt der Random Dopant Fluctuation schwanken dabei die Anzahl und die energetischen Eigenschaften der Fehlstellen. Das macht es noch schwieriger, NBTI und PBTI für einen Chip zu modellieren.

## Heiße Ladungsträger

Anders als BTI ist HCI bei niedrigeren Temperaturen stärker ausgeprägt. Die Stärke des Drainstroms  $I_D$  durch den FET hängt von Gate-Source-Spannung  $U_{GS}$  und Drain-Source-Spannung  $U_{DS}$  ab. Letztere erzeugt ein elektrisches Feld, welches die Ladungsträger (Carrier) zwischen Source und Drain beschleunigt. Dabei können sie eine derartig hohe kinetische Energie erreichen (Hot Carrier), dass bei Stößen an der Grenzfläche von Transistorkanal und Gate-Dielektrikum Schäden entstehen.

Im Wesentlichen nimmt dadurch die Ladungsträgerbeweglichkeit ab, der Drainstrom sinkt. In Prozessoren führt HCI dazu, dass die betroffenen Transistoren „langsamer“ schalten. Normalerweise sind NFETs stärker von HCI betroffen als PFETs. Der Effekt gilt als weitgehend irreversibel.

## Elektromigration

Doch nicht nur die eigentlichen Transistoren verschleissen, auch in den Verdrahtungsebenen können Schäden entstehen – also im BEoL-Bereich. Der kritischste Effekt ist Elektromigration (EM). Darunter versteht man den Transport von Material, also von Metallatomen, durch bewegte Elektronen. EM nimmt mit steigender Stromdichte und Temperatur stark zu. Je nach der Geometrie der Leiterbahnen trägt EM an manchen Stellen Metall ab und lagert es an anderen Stellen an. In der Folge können sowohl Leiterbahnen unterbrochen werden als auch Kurzschlüsse zwischen Leiterbahnen entstehen. Solche Schäden kündigen sich im elektrischen Verhalten oft nicht an, sondern führen zum plötzlichen Ausfall des ICs.

Die kritische Stromdichte, das heißt der Wert, ab dem EM auftritt, ist materialspezifisch. Er liegt für Kupfer höher als für Aluminium, weshalb durch Kupferleiterbahnen bei gleicher Geometrie mehr Strom fließen kann. Das war der hauptsächlichste Grund für die Einführung der Kupferverdrahtung in der Halbleiterfertigung kurz vor der Jahrtausendwende.

## Abnutzung

Die Alterungseffekte führen dazu, dass sich die Eigenschaften eines ICs alleine schon durch den normalen Betrieb verändern. Der wesentliche Effekt ist dabei die Degradation der FETs. Als typische Folge ist bei Logik-ICs wie CPUs und GPUs vor allem eine Verringerung der maximal möglichen Taktfrequenz sowie der Leistungsaufnahme zu erwarten. Nach einer gewissen Betriebsdauer erfüllt das IC folglich seine Spezifikation nicht mehr.



Im Umkehrschluss folgt daraus, dass Chipentwickler die Alterungseffekte in ihren Entwürfen berücksichtigen müssen. Sie legen die Schaltung für eine bestimmte Nutzungsdauer aus. Dazu brauchen sie Informationen über das Langzeitverhalten der verwendeten Schaltungskomponenten, die mit dem konkret geplanten Herstellungsverfahren produziert wurden.

Die dazu nötigen Daten sammelt man mit Zuverlässigkeitsmessungen an speziellen Teststrukturen. Dabei geht man meistens nach standardisierten Methoden mit „Überstress“ vor, um Degradationseffekte in sinnvoller Zeit reproduzierbar zu messen. Trotz der Beschleunigung benötigen Zuverlässigkeitsmessungen einen beträchtlichen Aufwand, also Zeit und Geld.

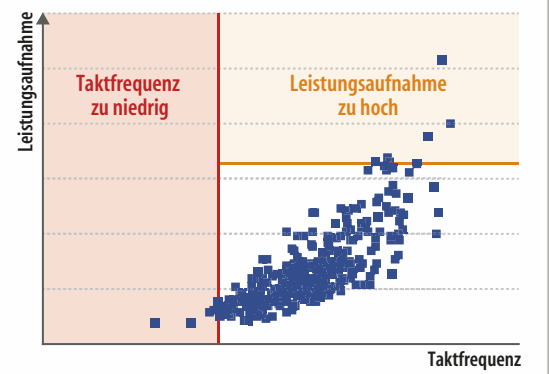
Eine Arbeitsgruppe am Fraunhofer IIS/EAS arbeitet daran, Messwerte zur Zuverlässigkeit der FETs unter BTI und HCI in simulierbare Modelle zu überführen. Diese lassen sich im Prinzip – wie bei der Simulation der Variationen – durch Anpassung von Transistorparametern oder Ersatzschaltungen realisieren. Ziel ist es, solche Modelle in Entwurfsumgebungen für IC-Design einzubinden, um Lebensdauerbetrachtungen für eine Schaltung bereits in der Entwurfsphase vorzunehmen. Einige Simulationswerkzeuge enthalten schon Module für die Alterungssimulation.

## Übertakten

Im normalen Betrieb von Smartphones und Unterhaltungselektronik spielt die Alterung der darin eingebauten Chips keine große Rolle. Bei sparsamen Mobilprozessoren arbeiten die meisten Teile der Schaltung nur sehr selten und kurzzeitig mit maximaler Taktfrequenz, also mit höchster Betriebsspannung und starken Strömen. Hinzu kommt, dass viele dieser Produkte nur wenige Jahre benutzt werden.

## Streuung der Eigenschaften

Durch Schwankungen im Fertigungsprozess weichen die tatsächlichen Parameter jedes einzelnen gefertigten Chips mehr oder weniger von den geplanten und simulierten Nominalwerten ab.



Anders sieht das schon bei Servern und Supercomputern aus, die dafür ausgelegt sind, während ihrer gesamten Nutzungszeit von typischerweise fünf Jahren mit Volllast zu laufen. Bei manchen Embedded Systems wiederum geht es um sehr lange Nutzungszeiträume, bei Autos beispielsweise um 15 Jahre und bei Raumfahrtteletronik und militärischen Systemen manchmal noch länger.

In Grenzbereichen stoßen jedoch Übertakter vor, die PC-Prozessoren, Grafikkarten und ihre Speicherchips jenseits der Spezifikation betreiben, also mit höheren Taktfrequenzen, Spannungen und Strömen. Hier geht es nicht um ein paar Prozent mehr Leistungsaufnahme, sondern oft um eine Verdopplung – und dann eben auch um doppelt so hohe Belastung des Chips.

Die daraus resultierende Eigenerwärmung ist in Verbindung mit den höheren Strömen unter anderem kritisch für EM. Prominentes Beispiel aus der Vergangenheit sind Ausfälle von Pentium-4-Prozessoren beim Übertakten, die als „Sudden Northwood Death Syndrome“ bekannt wurden. Zudem steigert das häufigere Umschalten bei stärkeren Strömen auch die HCI-Degradation.

Um welchen Faktor derart extreme Belastung die Lebensdauer eines konkre-

ten Halbleiterchips verringert, lässt sich leider nicht pauschal einschätzen. Dazu sind aufwendige Simulationen auf der Basis von detaillierten Informationen zum Aufbau des Bauteils nötig, die nur der jeweilige Hersteller kennt.

## Fazit

Zuverlässigkeit und Robustheit berücksichtigen Mikroelektronik-Entwickler schon seit Jahrzehnten. Doch die Bedeutung dieses speziellen Aspekts der Halbleiterentwicklung steigt. Denn mit weiter schrumpfenden Strukturen wirken sich bekannte Effekte stärker aus und es kommen neue Probleme hinzu. Zudem sind bei gleicher Chipfläche mehr Transistoren betroffen, wodurch die Komplexität wächst und der pauschale Aufschlag von Sicherheitsreserven (Margen) nicht mehr ausreicht.

Ein relativ junger Trend ist außerdem, dass leistungsstarke Prozessoren sicherheitskritische Algorithmen verarbeiten – und das unter widrigen Einsatzbedingungen. Rechner in autonomen Fahrzeugen laufen jahrelang unter hoher Last und sind dabei extremen Umgebungsbedingungen ausgesetzt, von tiefem Frost bis zur Wüstenhitze sowie Vibrationen, Stößen, Feuchtigkeit und Schmutz. Weil der Bauraum begrenzt ist, sind die Module kompakt gebaut und lassen sich nicht immer einfach austauschen.

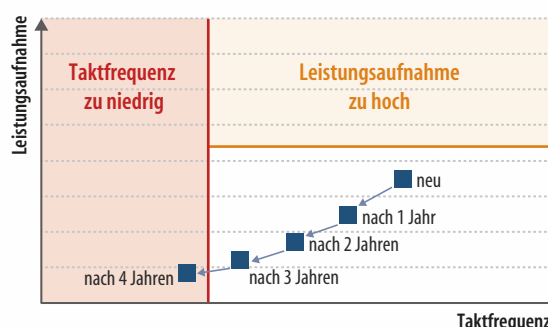
Folglich müssen die Entwickler die avisierte Lebensdauer bereits beim Entwurf der Systeme und Halbleiterchips durch Simulationen sicherstellen. Der Bedarf an genaueren Messverfahren und leistungsfähigeren Modellen wächst.

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

*Dr. André Lange forscht am Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS des Fraunhofer IIS an der Zuverlässigkeit von ICs.*

## Degradation

Degradation durch bestimmungsgemäße Nutzung kann dazu führen, dass ein Chip irgendwann nicht mehr seine spezifizierte Taktfrequenz erreicht.

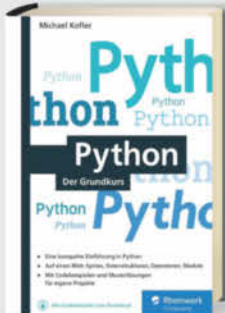


# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher

BEST-SELLER



Michael Kofler

### Python

Diese Python-Einführung konzentriert sich auf das Wesentliche und zeigt Ihnen, wie Sie die Sprache in eigenen Projekten einsetzen. Erfahren Sie praxisgerecht, wie Sie mit Python Daten verarbeiten, den Raspberry Pi ansteuern, wiederkehrende Aufgaben automatisieren und vieles mehr.

ISBN 9783836266796

[shop.heise.de/python-buch](http://shop.heise.de/python-buch)

14,90 € >



Christian Solmecke, Sibel Kocatepe

### DSGVO für Website-Betreiber

Ihr Leitfaden für die sichere Umsetzung der EU-Datenschutz-Grundverordnung. Experten erklären Schritt für Schritt, wie Sie Ihren Webauftritt vollständig rechtskonform gestalten – gut verständlich auch für Nichtjuristen.

ISBN 9783836267120

[shop.heise.de/dsgvo-websites](http://shop.heise.de/dsgvo-websites)

39,90 € >

BEST-SELLER



Jörg Frochte

### Maschinelles Lernen (2. Aufl.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt.

In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

ISBN 9783446459960

[shop.heise.de/maschinelles-lernen](http://shop.heise.de/maschinelles-lernen)

38,00 € >



Ralf Steck

### CAD für Maker

Eigene DIY-Objekte mit FreeCAD, Fusion 360, SketchUp & Tinkercad designen! Grundlagen der CAD-Modellierung, die nötige Hardware, 3D-Scanning und alle relevanten Daten zu den vorgestellten Projekten auch im Netz.

ISBN 9783446450202

[shop.heise.de/cad-buch](http://shop.heise.de/cad-buch)

25,90 € >

BEST-SELLER



Ralf Wirdemann

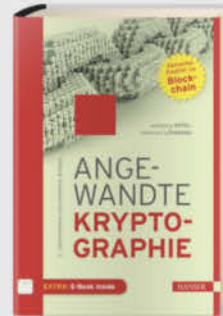
### SCRUM mit User Stories

Optimieren Sie Scrum mit Hilfe von User Stories hinsichtlich eines kundenorientierten Anforderungsmanagements. Außerdem: konkrete Empfehlungen für Entwickler, um User Stories erfolgreich einzusetzen.

ISBN 9783446450523

[shop.heise.de/scrum-stories](http://shop.heise.de/scrum-stories)

32,00 € >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann

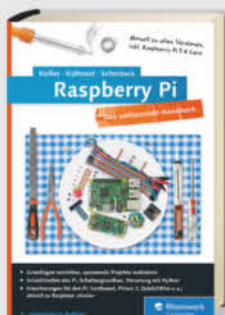
### Angewandte Kryptographie

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446454682

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

32,00 € >



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck

### Raspberry Pi, 5. Auflage

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung. Aktuell zu allen Versionen, inkl. Raspberry Pi 3B+ und Zero W!

ISBN 9783836265195

[shop.heise.de/raspberry-5](http://shop.heise.de/raspberry-5)

39,90 € >



Hans-Georg Schumann

### Calliope mini für Kids

Die wichtigsten Bestandteile des Calliope mini mit allen Sensoren kennenlernen und ausprobieren. Mit vielen kleinen Calliope-Projekten für die Schule und zu Hause wie Würfelspiele, Farbthermometer, Alarmanlage, Wasserwaage, Funkgerät uvm.

ISBN 9783958458598

[shop.heise.de/calliope-kids](http://shop.heise.de/calliope-kids)

19,99 € >



# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets

NEU

### Waveshare Game HAT für Raspberry Pi

NEU



Ein Muss für jeden Retro Gamer! Verwandeln Sie Ihren Raspberry Pi in kürzester Zeit in eine

Handheld-Konsole. Mit Onboard-Speakern, 60 Frames/s, Auflösung von 480x320 und kompatibel mit allen gängigen Raspberries.

shop.heise.de/game-hat

41,90 € >



### ODROID-GO

Mit diesem Bausatz emulieren Sie nicht nur Spiele-Klassiker, sondern programmieren auch in der Arduino-Entwicklungsumgebung.

shop.heise.de/odroid

49,90 € >



### Orbsmart Airmouse AM-1

Die kabellose Orbsmart vereint Maus und QWERTZ-Tastatur in einem Gerät: steuern Sie Mini-PCs und Mediaplayer kabellos und smart. Kompatibel mit Windows, Linux, Android, Apple uvm. Schnell geladen mit beiliegendem Micro-USB-Kabel.

shop.heise.de/orbsmart

39,90 € >



### Raspberry Pi 3 B+ Starterset Black Edition

Direkt loslegen mit dem neuen Starterset Black Edition: Raspberry Pi 3 Modell B+, 16 GByte micro SD, HDMI-Stecker mit Netzteil und Case.

shop.heise.de/raspi-black

64,90 € >

NEU



### Calliope mini

Alle können coden - und das mit ganz viel Spaß! Mit wenigen Klicks können auf einem angeschlossenen Rechner eigene Programme für den Microprozessor entworfen werden, die den Calliope mini zum Leben erwecken.

Auch erhältlich: Case oder Starter-Set!

shop.heise.de/calliope

39,90 € >



### Make NanoSynth

Der SAM2695 von DREAM ist ein mehr-

stimmiger MIDI-Wavetable-Synthesizer mit Effekteingang auf 5 x 5 Quadratmillimetern und bietet volle Polyphonie mit 128 GM-Standardinstrumenten, verschiedenen Drumkits und Effekten. Vorgestellt in Make 1/18!

shop.heise.de/make-synth

29,90 € >



NEU

### Retro-Shirts von c't

„Never change a running system“ - eine Weisheit, die seit Ewigkeiten Gültigkeit besitzt. Holen Sie sich den c't 86 - den ersten Selbstbau-16-Bit-Computer mit 8086-Prozessor von c't als hochwertiges schwarzes T-Shirt in den Größen S bis 4XL!

Fans der ersten Stunde tragen alternativ das erste c't-Logo von 1983 auf der Brust.

shop.heise.de/ct-shirts

Je 15,00 € >

NEU

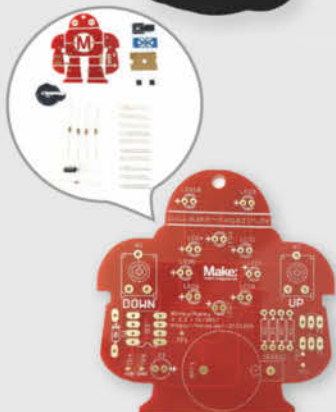


### JoyPi - Experiment und Education Koffer

Die umfassende Educationlösung auf Raspberry-Basis eignet sich perfekt für den Einstieg in die Elektrotechnik und Programmierung. Komplett mit Sensoren, Displays, Buttons, Modulen und Motoren in einem praktischen Experimentier-Koffer.

shop.heise.de/joypi

238,90 € >



### Makey Lötbausatz

Das blinkende Maker-Faire-Maskottchen Makey ist ein Hingucker und auch der ideale Einstieg für die ersten eigenen Lötverfahren. Die konturgefräste Platine kommt zusammen mit Zubehör und Leuchtdioden, die den Eindruck eines pulsierenden Herzens erwecken.

Jetzt neu mit Schalter!

shop.heise.de/makey-bausatz ab 4,90 € >



### iFixit 112-Bit Driver-Kit Manta

112 hochwertig produzierte Bits aus Stahl für Elektronikreparaturen aller Art: Kreuzschlitz, Gamebit, Pentalobe, Sechskant, Steckschlüssel, Torx und viele mehr! Mitsamt 4 mm und 1/4" Präzisions-Bithalter aus Aluminium und magnetischer Sortierschale.

shop.heise.de/ifixit-manta

59,90 € >

**PORTOFREI**  
AB 15 €  
BESTELLWERT

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

Bestellen Sie ganz einfach online unter [shop.heise.de](http://shop.heise.de) oder per E-Mail: [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

**heise shop**  
shop.heise.de >





Bild: Jan Bintakies

# Pflicht zum Abschotten

## Was Admins und Dienstleistern bei mangelhafter Absicherung gegen Datenangriffe blüht

**Manche Unternehmen nehmen es mit dem Schutz ihrer Kundendaten vor Hackerangriffen nicht so genau. Damit riskieren sie nicht nur ihren Ruf, sondern setzen sich auch rechtlichen Konsequenzen aus. Das gilt auch für IT-Verantwortliche im Haus sowie für externe Helfer, die mit dem IT-Management betraut sind.**

**Von Harald Büring**

**B**ei Knuddels.de geht es oft lustig, sehr oft flirtig und manchmal auch deftig zu. Vermutlich haben aber nur wenige der rund 4,1 Millionen Mitglieder vor dem Herbst 2018 darüber nachgedacht, wie sicher ihre Daten waren, die sie dort eingegeben hatten.

Im September 2018 meldeten die Knuddels-Betreiber dem Landesbeauftragten für den Datenschutz und die Informationsfreiheit (LfDI) Baden-Württemberg, dass die Server des Unternehmens gehackt wurden. Art. 33 Abs. 1 der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) verpflichtet Unternehmen, eine solche Meldung „unverzüglich und möglichst binnen 72 Stunden“ nach der Entdeckung eines

Angriffs vorzunehmen, sofern er durch Verletzung der Datenschutzbestimmungen ermöglicht wurde.

Hacker hatten bereits im Juli 2018 die persönlichen Daten von ungefähr 330.000 Nutzern ausgespäht und seit September offen im Internet zugänglich gemacht. Es ging dabei insbesondere um E-Mail-Adressen und Passwörter. Der Vorgang veranlasste die Datenschutzaufsichtsbehörde, ein Ermittlungsverfahren einzuleiten. Im Rahmen der damit verbundenen Befragungen räumten die Knuddels-Betreiber ein, dass sie die Passwörter ihrer Nutzer unverschlüsselt und unverfremdet gespeichert hatten. Der Landesbeauftragte des LfDI Baden-Württemberg verhängte da-

raufhin ein Bußgeld in Höhe von 20.000 Euro auf Grundlage von Art. 83 DSGVO. Begründung: Das Unternehmen habe gegen Art. 32 Abs. 1a DSGVO verstoßen. In diesem Fall fiel das Bußgeld wegen der vorbildlichen Kooperation der Plattformbetreiber glimpflich aus – ein weitaus höheres Bußgeld wäre denkbar gewesen [1].

Bei Verstößen gegen Pflichten, die sich aus Art. 32 DSGVO ergeben, können die Aufsichtsbehörden eine Geldbuße von maximal 10 Millionen Euro beziehungsweise zwei Prozent des im vorangegangenen Geschäftsjahr weltweit erzielten Jahresumsatzes eines betroffenen Unternehmens verhängen. Das sieht Art. 83 Abs. 4 DSGVO vor. Bei Knuddels.de handelte es sich allerdings um den ersten Fall, in dem eine deutsche Aufsichtsbehörde wegen eines solchen Verstoßes ein Bußgeld verhängte. Es gibt auch noch keine einschlägigen Gerichtsentscheidungen, die als Orientierungshilfe dienen könnten. Insofern ist derzeit noch schwer abzuschätzen, wie hoch das Bußgeld in einem beliebig gelagerten Einzelfall ausfallen wird.

Über das drohende Bußgeld hinaus muss ein betroffenes Unternehmen darauf gefasst sein, dass Kunden Schadenersatz fordern, denen durch die Datenoffenlegung ein Schaden entstanden ist. Ein solcher Anspruch kann sich insbesondere aus Art. 82 Abs. 1 DSGVO ergeben. Hiernach muss der Anbieter auch für immaterielle Schäden aufkommen.

Ein materieller Schaden kommt etwa dann in Betracht, wenn aufgrund der Offenlegung von Kreditkartendaten die Hacker oder Dritte das Konto von Nutzern leerräumen. Welche Anforderungen an einen immateriellen Schaden zu stellen sind, ist in der Rechtsprechung noch nicht hinreichend geklärt. Vergleichbar könnten Schadenersatzansprüche wegen der Verletzung des allgemeinen Persönlichkeitsrechts etwa durch Spam sein.

Im vergangenen Jahr forderte ein Verbraucher, dem unaufgefordert ein werblicher Newsletter zugeschickt worden war, von dem versendenden Unternehmen Schmerzensgeld. Die 50 Euro, die man ihm zahlte, fand er nicht ausreichend und klagte daher vor dem Amtsgericht (AG) Dietz. Er verlangte einen Mindestbetrag von 500 Euro. Das Gericht wies seine Klage jedoch ab [2]. Die Begründung: Es sei bereits fragwürdig, ob die Voraussetzungen des Art. 82 Abs. 1 DSGVO vorliegen. Denn ein Anspruch auf Ersatz von immateriellen Schäden setze voraus, dass

der Betroffene einen „spürbaren“ Nachteil erlitten hat. Darüber hinaus müsse es um eine objektiv nachvollziehbare Beeinträchtigung von persönlichkeitsbezogenen Belangen mit einigem Gewicht gehen. Hiervon war das Gericht im Fall des unerwünschten Newsletters nicht überzeugt. Zumindest, so das AG Dietz, gehe der Anspruch nicht über den bereits gezahlten Beitrag von 50 Euro hinaus.

Da das Gericht nicht präzisiert hat, wann ein Nachteil als „spürbar“ gelten kann, lässt sich aus dem Urteil nicht genau ableiten, wann ein in puncto Datensicherheit schludriger Dienstbetreiber Schmerzensgeld zahlen müsste. Zumindest ist damit zu rechnen, wenn Nutzer erheblich in ihrem Persönlichkeitsrecht verletzt werden. Das kommt beispielsweise dann in Frage, wenn ein Cyberkrimineller Zugriff auf die persönlichen Daten der Nutzer einer Singlebörse nimmt und Informationen über deren sexuelle Vorlieben ins Netz stellt oder wenn Angriffe auf medizinische Praxissysteme schwere Erkrankungen von Patienten publik werden lassen.

## Hacking-Gefahr bleibt hoch

Auch wenn Knuddels.de der erste Bußgeldfall seit Geltung der DSGVO ist, handelt es sich in Bezug auf folgenschwere Sicherheitslücken beileibe um keinen Ausnahmefall. In den letzten Jahren haben Cyberkriminelle mehrfach Attacken auf die Server von Unternehmen verübt und dabei Zugriff auf persönliche Daten der Kunden erlangt. Bei Yahoo waren davon im Jahr 2013 ungefähr 3 Milliarden Nutzer

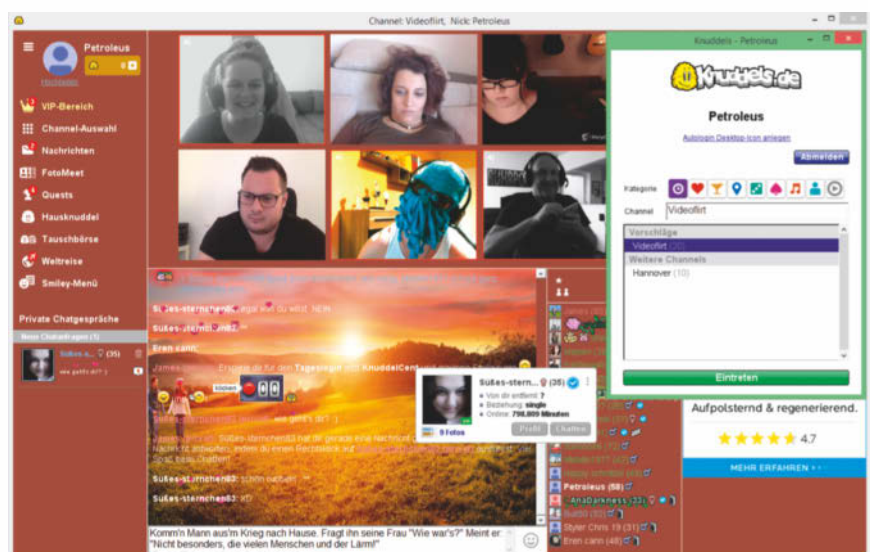
betroffen [3], bei eBay im Jahr 2014 etwa 145 Millionen Mitglieder [4] und bei der Marriott-Hotelkette im November 2018 bis zu 383 Millionen Gästeeinträge [5].

Firmen, die durch Missachtung von Sicherungsmaßnahmen das Ausspähen von Daten ermöglichen oder erleichtern, die ihnen anvertraut sind, büßen nicht nur ihre Reputation als zuverlässige Partner im Online-Geschäft ein. Sie setzen sich zudem ordnungs- und zivilrechtlichem Ärger aus. Dabei macht dieser nicht unbedingt auf der Chefetage halt: Auch wenn Angestellte oder Dienstleister im Auftrag des betroffenen Unternehmens wichtige Pflichten in puncto Datensicherheit verletzt haben, können sie zur Verantwortung gezogen werden.

## Ich mach' dich sicher!

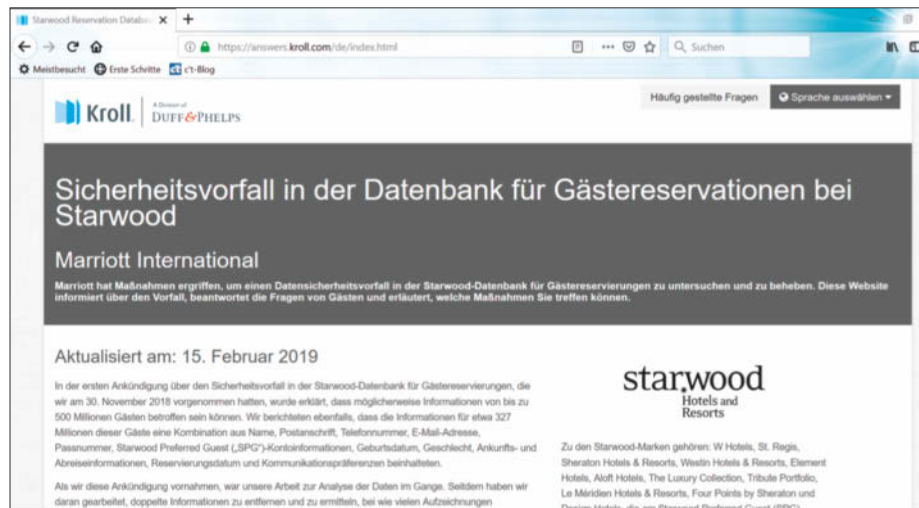
Viele Unternehmen beauftragen externe Dienstleister mit der Einrichtung und Wartung ihrer Netzwerke. Im Falle eines Schadens, der dem Unternehmen durch vermeidbare Sicherheitslücken entsteht, ist dann ein Anspruch auf Schadenersatz nach § 280 Abs. 1 des Bürgerlichen Gesetzbuchs (BGB) möglich, falls der IT-Beauftragte tatsächlich zum Schutz der Kundendaten vor Hackerangriffen verpflichtet gewesen ist. Gegen die damit zusammenhängenden Pflichten müsste er zumindest fahrlässig verstoßen haben.

Eine solche Verpflichtung zur Abschottung liegt zunächst einmal dann vor, wenn sie ausdrücklich in den Vertrag des Dienstleisters mit seinem Auftraggeber aufgenommen wurde. Aber auch wenn



Das Chat- und Spielportal Knuddels.de musste Versäumnisse bei der Datensicherheit mit einem Bußgeld von 20.000 Euro bezahlen.





**Beim Angriff auf eine Datenbank der im Marriott-Bonvoy-Konzern auf-  
gegangenen Starwood-Hotelgruppe wurden Daten von Gästen offengelegt.  
Auf einer eigenen Webseite informiert das Unternehmen über den Vorfall.**

dies nicht geschehen ist, könnte sich eine Verpflichtung zur Abschottung vor Hackerangriffen aus einer vertraglichen Nebenpflicht in Form von Rücksichtnahmepflichten gemäß § 241 Abs. 2 BGB ergeben. Zu einer solchen Fallkonstellation gibt es noch keine Gerichtsentscheidungen, aber das Landgericht (LG) Duisburg hat 2014 ein Urteil in einem Fall gesprochen, der zumindest einen ähnlichen Sachverhalt betrifft.

Der Betreiber einer Website hatte ein Unternehmen mit dem Hosting beauftragt. Nachdem ein Crash des Servers dazu geführt hatte, dass das Webangebot nicht mehr aufgerufen werden konnte und eine Wiederherstellung der Daten nicht mehr möglich war, verlangte der Kunde Schadenersatz vom Dienstleister. Seiner Auffassung nach war jener zur Sicherung der Daten seiner Kunden verpflichtet. Das Unternehmen widersprach und wies darauf hin, dass die Erstellung von Backups der Dateien nicht vereinbart gewesen sei. Infolgedessen habe es eine solche Verpflichtung auch nicht gegeben.

Das LG Duisburg entschied jedoch, dass das Hosting-Unternehmen rund 1270 Euro Schadenersatz zahlen musste [6]: Der Hosting-Provider sei auch ohne besondere Absprache mit dem Kunden zur Sicherung der auf der Website befindlichen Daten verpflichtet. Diese aus § 241 Abs. 2 BGB hergeleitete vertragliche Nebenpflicht ergebe sich daraus, dass für den Kunden die Durchführung einer Datensicherung von wichtiger Bedeutung sei.

Weil der Kunde mit der Höhe des Schadenersatzes nicht einverstanden war, legte er Berufung ein. Insbesondere war er der Meinung, dass der Hosting-Provider ihm neben den Kosten für die Erstellung einer neuen Website auch den entgangenen Gewinn ersetzen müsse. Doch das Oberlandesgericht (OLG) Düsseldorf wies die Berufung zurück [7]. Dabei sahen die Richter es für die Frage nach einer höheren Schadenersatzsumme nicht als entscheidend an, ob eine Verpflichtung des Host-Providers zur Sicherung der Daten bestanden habe oder nicht – daher ließen sie diese Frage ausdrücklich offen.

Wenn man den Blick zurück auf die Frage der Hacking-Haftung richtet, wird man im Zweifelsfall eher von schärferen Pflichten für Dienstleister ausgehen. Der Schutz der persönlichen Daten von Kunden eines Unternehmens vor dem Zugriff durch Hacker ist für dieses Unternehmen von existenzieller Bedeutung. Das spricht dafür, eine Sicherungspflicht des IT-Dienstleisters anzunehmen, für deren Wahrnehmung es nicht ausreicht, Backups anzufertigen [8].

Fraglich ist, inwieweit IT-Dienstleister in ihren allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) einen Haftungsausschluss für einen Verstoß gegen ihre Sicherungspflicht gegen Hacker-Angriffe vereinbaren können. Ein Haftungsausschluss für grob fahrlässige Pflichtverletzungen des Verwenders ist unzulässig (§ 309 Nr. 7b BGB). Dies gilt normalerweise auch gegenüber Unternehmen.

Darüber hinaus ist ein Ausschluss der Haftung unwirksam, wenn er sich auf die Kardinalspflichten des Verwenders der Klausel bezieht (§ 307 Abs. 2 Nr. 2 BGB). Zu den Kardinalspflichten gehören zunächst einmal Hauptleistungspflichten. Von einer Hauptleistungspflicht zur Abschottung von Hackern ist auszugehen, wenn das im Vertrag ausdrücklich vereinbart worden ist. Neben vertraglich vereinbarten Hauptleistungspflichten kann auch eine Nebenpflicht als Kardinalspflicht anzusehen sein. Das setzt voraus, dass diese zum Erreichen des Vertragszwecks von grundlegender Bedeutung ist.

Erfolgreiche Datenangriffe sind für die betroffenen Unternehmen normalerweise mit hohen materiellen und immateriellen Schäden verbunden. Hinzu kommt, dass Firmen gerade in diesem Bereich auf fachkundige Hilfe angewiesen sind. Aufgrund dessen gehen IT-Dienstleister bei einer Ausschlussklausel ein hohes Risiko ein, dass ein Gericht diese im Streitfall für unwirksam erklärt.

## Ärger im Haus

Auch wenn das Unternehmen einen eigenen Mitarbeiter als IT-Verantwortlichen einsetzt, kann dieser im Falle einer vermeidbaren Sicherheitslücke in die Haftung geraten. Ein Unternehmen, das beispielsweise Ansprüche Dritter wegen eines Datenlecks befriedigen musste, kann gegen einen Arbeitnehmer, der dies durch eine Pflichtverletzung verursacht hat, seinerseits Ansprüche auf Schadenersatz nach § 280 Abs. 1 BGB stellen. Das setzt allerdings voraus, dass der betreffende Mitarbeiter schuldhaft gegen seine Pflichten verstoßen hat. Die ergeben sich vor allem aus dem Arbeitsvertrag. Der Schutz von Hackerangriffen gehört normalerweise zu den Aufgaben eines Systemadministrators. Ein Verstoß kommt etwa dann in Betracht, wenn dieser keine regelmäßigen Sicherheitsupdates für die Serversoftware eingespielt hat.

Sofern ein Arbeitnehmer lediglich seinen Arbeitspflichten nicht nachgekommen ist und nicht etwa selbst als Hacker gehandelt hat, muss er nicht zwangsläufig für den gesamten Schaden haften. Inwieweit er herangezogen wird, richtet sich dann nach dem Grad des Verschuldens. Das bedeutet konkret: Sofern ihm allenfalls leichte Fahrlässigkeit vorzuwerfen ist, entfällt seine Haftung. Bei sogenannter mittlerer Fahrlässigkeit muss er für die Hälfte des Schadens aufkommen. Hat er



hingegen grob fahrlässig oder sogar vorsätzlich gehandelt, wird er normalerweise für den vollständigen Schaden geradestehen müssen. Sofern aus dem System eines Unternehmens unverschlüsselte Nutzerdaten an die Öffentlichkeit geraten sind, wird man dem IT-Verantwortlichen zumindest vorwerfen, dass er nicht hinreichend Sorgfalt in die Verschlüsselung der Daten investiert hat. Darin könnte durchaus eine mittlere Fahrlässigkeit liegen.

Allerdings kann die Haftung des Arbeitnehmers eingeschränkt oder sogar ausgeschlossen sein, wenn der Arbeitgeber durch Verletzung seiner Pflichten gemäß § 254 BGB ein Mitverschulden trägt. Dass auch das Unternehmen selbst in der Pflicht ist und die Verantwortung nicht komplett auf beauftragte Mitarbeiter abwälzen kann, ergibt sich aus einer Entscheidung des sächsischen Landesarbeitsgerichts (LAG) von Juni 2017. Hierauf weist auf Nachfrage der Redaktion Rechtsanwalt Dr. Kim Lars Mehrbrey von Hogan Lovells International LLP hin.

Ein Unternehmen hatte seine Mitarbeiter in einer E-Mail vor der verbreiteten „Fake-President“-Masche gewarnt, bei der Betrüger sich in E-Mail-Nachrichten als Vorgesetzte ausgeben. Ungefähr ein Jahr später erhielt die Finanzdirektorin des Unternehmens mehrere Nachrichten per Mail, die angeblich von der Konzernmutter stammten. In diesen wurde sie zu Zahlungen in Höhe von mehreren hunderttausend Euro auf ausländische Konten als „kurzfristiges Darlehen“ gebeten und gleichzeitig zum Stillschweigen aufgefordert. Sie wies per Antwortmail darauf hin, dass sie dafür eine Zustimmung einholen müsse. Daraufhin erhielt sie eine Mail mit der einschüchternden Aussage „Sie haben die Wichtigkeit des Vorgangs nicht verstanden“ und der Aufforderung, die verlangte Zahlung sofort vorzunehmen. Die Finanzdirektorin fiel tatsächlich auf diesen Trick von Betrügern herein und wies eine Untergebene zur Zahlung an. Daraufhin wurde sie selbst von ihrem Arbeitgeber auf Schadenersatz verklagt.

Das sächsische LAG in Chemnitz entschied, dass die Finanzdirektorin durch die leichtgläubig angeordnete Überweisung erheblich gegen ihre Pflichten verstoßen habe [9]. Dies gelte besonders für ihre Rücksichtnahmepflichten aus § 241 Abs. 2 BGB. Dennoch brauchte sie nur für 50 Prozent des entstandenen Schadens aufkommen. Das Gericht sah sowohl ein Mitverschulden des Arbeitgebers (in Höhe

## Datenschutz erfordert Datensicherheit

### Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO), Art. 31:

#### Sicherheit der Verarbeitung

(1) Unter Berücksichtigung des Stands der Technik, der Implementierungskosten und der Art, des Umfangs, der Umstände und der Zwecke der Verarbeitung sowie der unterschiedlichen Eintrittswahrscheinlichkeit und Schwere des Risikos für die Rechte und Freiheiten natürlicher Personen treffen der Verantwortliche und der Auftragsverarbeiter geeignete technische und organisatorische Maßnahmen, um ein dem Risiko angemessenes Schutzniveau zu gewährleisten; diese Maßnahmen schließen gegebenenfalls unter anderem Folgendes ein:

- a) die Pseudonymisierung und Verschlüsselung personenbezogener Daten;
- b) die Fähigkeit, die Vertraulichkeit, Integrität, Verfügbarkeit und Belastbarkeit der Systeme und Dienste im Zusammen-

hang mit der Verarbeitung auf Dauer sicherzustellen;

c) die Fähigkeit, die Verfügbarkeit der personenbezogenen Daten und den Zugang zu ihnen bei einem physischen oder technischen Zwischenfall rasch wiederherzustellen;

d) ein Verfahren zur regelmäßigen Überprüfung, Bewertung und Evaluierung der Wirksamkeit der technischen und organisatorischen Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit der Verarbeitung.

(2) Bei der Beurteilung des angemessenen Schutzniveaus sind insbesondere die Risiken zu berücksichtigen, die mit der Verarbeitung – insbesondere durch Vernichtung, Verlust oder Veränderung, ob unbeabsichtigt oder unrechtmäßig, oder unbefugte Offenlegung von beziehungsweise unbefugten Zugang zu personenbezogenen Daten, die übermittelt, gespeichert oder auf andere Weise verarbeitet wurden – verbunden sind.

von 10 Prozent) als auch der Untergebenen (in Höhe von 40 Prozent).

Das Mitverschulden des Arbeitgebers ergab sich demzufolge daraus, dass er es bei einer einmaligen Warnung per Mail belassen hatte. Dies, so das Gericht, reichte nicht aus. Vielmehr hätte er seinen Mitarbeitern eine Schulung anbieten müssen. Darüber hinaus komme der Einsatz von technischen Filtern infrage. Das Mitverschulden der Untergebenen zeigte sich darin, dass ihr das Fehlen der vom Konzern vorgeschriebenen Zweitunterschrift nicht aufgefallen war.

### Unterm Strich

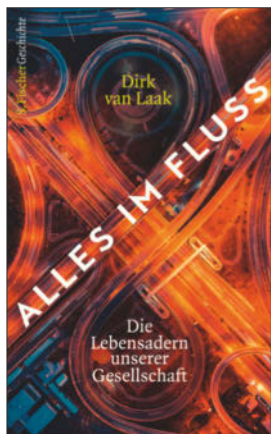
Unternehmen sollten im eigenen Interesse auf eine gute Sicherung ihrer IT-Infrastruktur gegenüber Hacking-Aktivitäten achten. Zu den grundsätzlichen Pflichten gehört es, die Unternehmenssoftware in puncto Sicherheit auf dem aktuellen Stand zu halten, Meldungen über Sicherheitslücken zu beobachten und einen aktuellen Virenschutz einzusetzen. Außerdem muss man sich um gute Schulung für die Mitarbeiter kümmern, um nicht zuletzt Social-Engineering-Risiken zu minimieren. Bei Verletzung dieser Pflichten besteht ein hohes Haftungsrisiko. Das gilt auch für externe Dienstleister oder angestellte IT-Verantwortliche.

Wichtig sind genaue Vereinbarungen über die jeweiligen Aufgaben. Für Arbeitnehmer im IT-Bereich ist es sinnvoll, mit dem Arbeitgeber einen Haftungsausschluss zumindest für einfache Fahrlässigkeit zu vereinbaren. Es empfiehlt sich zudem sehr, über den Abschluss einer berufsbezogenen Haftpflichtversicherung nachzudenken [10]. (psz@ct.de) **ct**

### Literatur

- [1] Offizielle Meldung des LfDI Baden-Württemberg zum Knuddels-Bußgeld
- [2] AG Dietz, Urteil vom 7.11.2018, Az. 8 C 130/18
- [3] Hackerangriff bei Yahoo traf alle drei Milliarden Konten, <https://sz.de/1.3693671>
- [4] 145 Millionen Kunden von eBay-Hack betroffen, <https://www.heise.de/-2195974>
- [5] Hacker stehlen Millionen unverschlüsselte Passnummern von Marriott-Gästen, <https://www.handelsblatt.com/23830984.html>
- [6] LG Duisburg, Urteil vom 25.07.2014, Az. 22 O 102/12
- [7] OLG Düsseldorf, Urteil vom 30.12.2014, Az. I-22 U 130/14
- [8] Kim Lars Mehrbrey, Marcus Schreibauer, Haftungsverhältnisse bei Cyber-Angriffen – Ansprüche und Haftungsrisiken von Unternehmen und Organen, MMR 2016, S. 75, 78 f.
- [9] Sächsisches LAG, Urteil vom 13.06.2017, Az. 3 Sa 556/16
- [10] Verena Ehrl, Mit einem Bein vor Gericht, Rechtliches für Freizeit- und Auftrags-Admins, mit Mini-Knigge für Dienstleister und Angestellte, c't 13/2017, S. 98

**Nachrichtenquellen und Entscheidungen:** [ct.de/y8x2](http://ct.de/y8x2)



Dirk van Laak

### Alles im Fluss

Die Lebensadern unserer Gesellschaft –  
Geschichte und Zukunft der Infrastruktur

S. Fischer Geschichte,  
Frankfurt am Main 2018  
ISBN: 978-3-10-397352-5  
368 Seiten, 26 €  
(Epub-/Kindle-E-Book: 23 €)

## Röhren, Straßen, Netze

**In politischen Debatten zum digitalen Wandel ist der Ausbau von Infrastrukturen für Mobilfunk und Internet ein beherrschendes Thema. Der Historiker Dirk van Laak hat eine Kulturgeschichte der Infrastruktur vorgelegt, die aktuelle Diskussionen erden kann.**

Strom „fließt“, ebenso wie Autoverkehr, Erdgas, Trinkwasser und Information. Auch die Zeit wird häufig als dahinfließend dargestellt. Metaphern von Flüssen, Netzen, Kanälen und Nervensystemen begleiten seit Jahrhunderten die technische Versorgung mit Lebensnotwendigem und entwickeln dabei eine bemerkenswerte Prägenkraft. Welchen Einfluss haben solche Bilder etwa auf die Verkehrs- und Energiepolitik und die konkrete Ausgestaltung von Infrastrukturen?

Zu solchen und ähnlichen Überlegungen lädt van Laaks Buch sein Lesepublikum ein. Der Autor liefert eine wissenschaftlich fundierte, aber auch für Laien gut lesbare Übersicht zum kulturgeschichtlichen Forschungsstand in Bezug auf Infrastruktur. Diese definiert sich als ein stabiles System, das Mobilität respektive den Transport von Menschen, Gütern und Ideen ermöglicht. Das Buch nimmt insbesondere die Systeme in den Blick, die eine „möglichst gleichmäßige Versorgung aller Bürger“ anstreben.

Planung und Ausbau von Infrastrukturen waren und sind Gegenstand wirtschaftlicher Interessen, politischer Agenden, utopischer Visionen und Nutzererwartungen. Die Digitalisierung zeigt eindrücklich: Effekte von Infrastrukturen können unberechenbar sein, Ursachen und Wirkungen lassen sich oft nicht sauber trennen. Während er dieses komplexe Beziehungsgefüge entflieht, lässt van Laak seine Leser immer wieder auf ihre eigenen alltäglichen Erfahrungen blicken.

Der vordere Teil des Buches bezieht sich auf den Zeitraum von 1800 bis zum Ende des 20. Jahrhunderts. Anschließend geht es in fünf Kapiteln um Schwerpunkte aktueller Debatten, etwa um Lebenszyklen und die Verwundbarkeit von Netzen. Ein 45 Seiten umfassender Quellenapparat gibt Hinweise auf weiterführende Lektüre.

„Alles im Fluss“ empfiehlt sich allen Nachdenkfreudigen, die ein Interesse für Technik und deren Geschichte mitbringen – und einen spannenden, geschliffenen Stil bei Sachbüchern zu schätzen wissen.

(Pit Noack/psz@ct.de)

## Rotier mit mir!

**Gut zugängliche Systemchen wie Arduino und Raspberry Pi eröffnen insbesondere Hobbyisten und Einsteigern einen bequemen Weg zur Welt elektronischer Steuerungen. Dogan Ibrahim erklärt, wie man damit unterschiedliche Motoren in eigene Projekte integriert.**

Was sich bewegt, zieht Blicke auf sich. Nicht von ungefähr zählt die Steuerung von Motoren klassischerweise zu den besonders faszinierenden Bereichen in der Mikroelektronik. Im Zeitalter von Mikrocontrollern und unkompliziert zu handhabenden Kleinstcomputern bietet es sich an, Ansteuerungsmanagement und Bewegungsabläufe softwaregestützt zu gestalten.

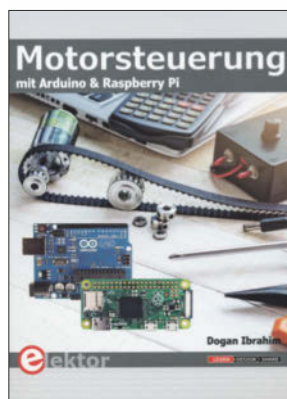
Ibrahims Buch hilft zunächst dabei, eine Schneise durch den unübersichtlichen Dschungel infrage kommender Motoren zu schlagen. Verschiedene Motorentypen werden mit ihren wichtigsten Eigenschaften vorgestellt, Aufbau und Funktionsprinzipien werden erläutert. Im weiteren Verlauf kommen dann aber nur nochbürstenbewehrte Gleichstrommotoren sowie Schritt- und Servomotoren zum Einsatz.

Die ersten Beispielprojekte verdeutlichen programmgesteuertes Ein- und Ausschalten, Geschwindigkeitskontrolle und Drehrichtungswahl für Gleichstrommotoren. Sie gipfeln in einem Drehzahlmesser, der den aktuellen Status auf einem LC-Display ausgibt. Ibrahim berücksichtigt bei allen Projekten Arduino Uno und Raspberry Pi Zero parallel. Schaltpläne, Blockdiagramme, Quelltexte und Fotos gibt es jeweils zu beiden Plattformen. Sobald die Grundlagen gelegt sind, wird es komplexer: Es entsteht ein Roboter, der zunächst nur dunklen Linien folgen kann. Anschließend wird das Projekt um Bluetooth- und WLAN-Anbindung erweitert. Die Steuerung erfolgt zeitgemäß über eine Smartphone-App.

Das Buch richtet sich in erster Linie an Leser, die bereits einige Erfahrung mit Elektronik und der Programmierung von Mikrocontrollern haben, besonders was den Umgang mit Arduino und Raspberry Pi betrifft. Für die handwerklichen Basics liefert es wenig Hilfestellung.

Die Programm listings sind etwas zu üppig kommentiert, die zahlreichen Fotos haben leider nur mäßige Qualität und der Index verdient seine Bezeichnung nicht. Wer nach einer guten Referenz zur Motorsteuerung mit einem der beiden populären Mikrocontrollersysteme sucht, kommt dennoch voll auf seine Kosten.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)



Dogan Ibrahim

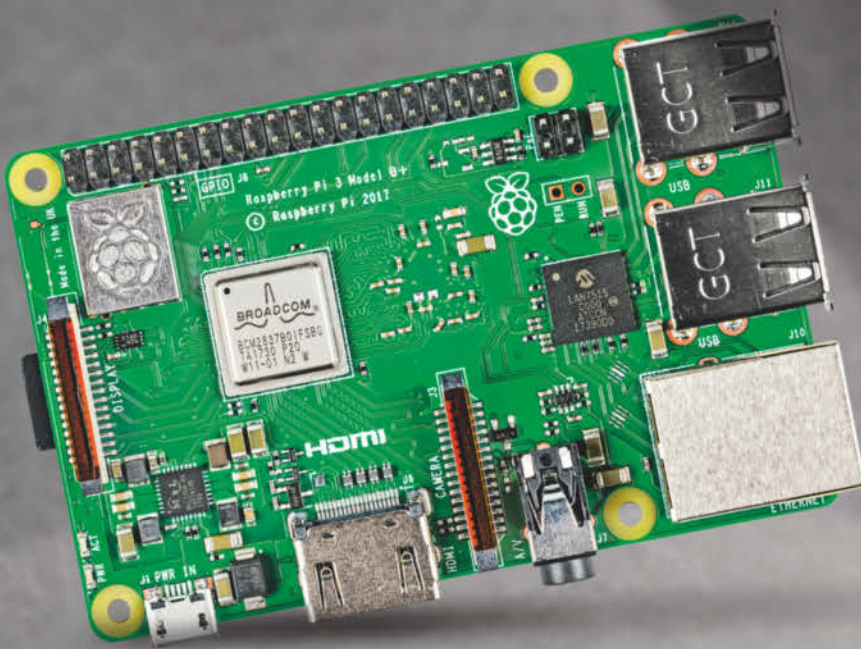
### Motorsteuerung mit Arduino & Raspberry Pi

Elektor, Aachen 2019  
ISBN: 978-3-89576-336-6  
264 Seiten, 33 €



**NEU**  
+ portofrei

## Im heise shop: Der neue Raspberry Pi 3 B+



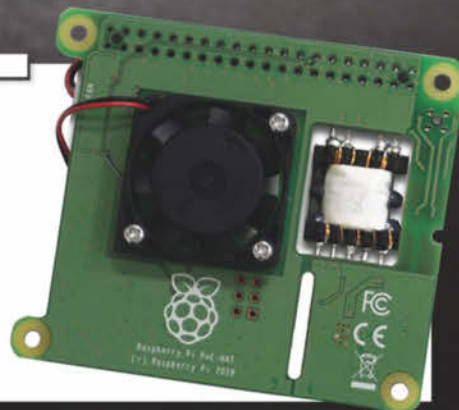
### Mehr Power für Ihre Projekte!

- Ca. 10% mehr Leistung (1,4 GHz)
- Gigabit-LAN über USB 2.0 (300 Mbit/s max.)
- WLAN: 2,4 oder 5 GHz (IEEE 802.11ac)
- Bluetooth 4.2
- Vollständig HAT-Kompatibel
- Verbessertes Temperaturmanagement

### Perfekt dazu:

#### PoE HAT-Modul

- speziell für Raspberry Pi 3 B+
- Strom per Ethernet-Kabel
- optimal für IoT- und Embedded-Projekte



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

Jetzt Raspberry Pi und viel Zubehör portofrei im heise shop bestellen!  
**shop.heise.de/raspi-plus**

 **heise shop**

[shop.heise.de/raspi-plus](https://shop.heise.de/raspi-plus)







# RAM-Vermehrung

## Wie Windows seinen Arbeitsspeicher verwaltet

**Die Frage, wie viel Speicher ein laufendes Programm unter Windows belegt, ist überraschend schwierig zu beantworten. Um die Angaben von Task-Manager, Process Explorer & Co. korrekt zu interpretieren, muss man einiges über die vom System verwendete Speicherverwaltung wissen.**

Von Hajo Schulz

Um unter Windows 10 herauszufinden, wie viel Speicher das System besitzt, wie viel davon frei und benutzt ist und welchen Anteil einzelne Prozesse am Speicherverbrauch haben, kann man den Task-Manager öffnen und unten auf der ersten Seite „Mehr Details“ anfordern. Einen ersten Überblick bietet dann die Spalte „Arbeitsspeicher“ auf der Seite „Prozesse“. Etwas genauere Auskunft über den systemweiten Speicherverbrauch liefert die Seite „Leistung“, wenn

man dort links „Arbeitsspeicher“ anklickt. Aber schon die Zahlen im unteren Bereich geben den meisten Anwendern Rätsel auf: Was hat man sich unter „Commit ausgeführt“ vorzustellen? Und wozu braucht Windows einen „ausgelagerten Pool“?

Die Seite „Details“ zeigt in der Spalte „Arbeitsspeicher (privater Arbeitssatz)“ eine Größe an, die offenbar etwas mit dem Speicherverbrauch der laufenden Prozesse zu tun hat. Aber was bitte ist ein „privater Arbeitssatz“? Klickt man mit der rechten Maustaste auf einen Spaltenkopf und wählt den Befehl „Spalten auswählen“, kann man sich zu jedem Prozess auch eine Angabe namens „Speicher (freigegebener Arbeitssatz)“ oder eine „Zugesicherte Größe“ anzeigen lassen. Was bedeuten diese Zahlen? Sind die womöglich gar wichtiger, um Speicherfresser zu identifizieren?

Noch mehr Kennzahlen zur Speicherbelegung des Systems insgesamt und einzelner Prozesse kann man sich mit dem in Windows enthaltenen Ressourcenmonitor oder dem kostenlos herunterladbaren Microsoft-Tool „Process Explorer“ (siehe [ct.de/y8fb](https://ct.de/y8fb)) anzeigen lassen. Um sie zu verstehen und korrekt zu interpretieren, ist ein wenig Basiswissen über die Speicherverwaltung von Windows unerlässlich. Hier kommt es.

### Virtueller Speicher

Von zentraler Bedeutung für das Verständnis der Windows-Speicherverwaltung ist der Begriff „virtueller Speicher“. Prozesse – also alle laufenden Programme inklusive Systemdiensten, GUI-Anwendungen, Apps und so weiter, aber ohne Kernel-Treiber – besitzen prinzipiell ihren eigenen, von allen anderen Prozessen getrennten Speicher. Aus der Sicht des Prozesses besteht der aus linear aufeinanderfolgenden Adressen, die beginnend bei 0 durchnummeriert sind. Wie viele Adressen der Prozess zur Verfügung hat, anders gesagt: wie groß sein virtueller Adressraum ist, ist komplett unabhängig davon, wie viel RAM in dem Rechner steckt, auf dem er läuft, oder wie viele andere Prozesse gerade aktiv sind.

Der virtuelle Adressraum stellt eine für jeden Prozess individuelle, logische Sicht auf den Speicher dar. Das Speichermanagement des Betriebssystems und spezielle Hardwarekomponenten bilden diese Sicht auf den physikalischen Hauptspeicher, also das vorhandene RAM ab. Das geschieht für den Prozess völlig trans-

parent; Prozesse hantieren ausschließlich mit virtuellen Adressen.

Die Summe der Größen der Adressräume aller laufenden Prozesse übersteigt die Menge des vorhandenen physikalischen Speichers um ein Vielfaches. Deshalb steckt hinter virtuellen Adressen zunächst kein echter Speicher. Wenn ein Prozess Platz zum Ablegen von Daten braucht, muss er ihn beim Betriebssystem anfordern.

Dabei kann der von allen laufenden Prozessen reservierte Speicherplatz die Größe des installierten RAMs übersteigen. Wenn das passiert, versucht das Speicher-Management Platz zu schaffen, indem es reservierte, aber lange nicht benutzte Speicherbereiche auf die Festplatte auslagert. Den dadurch freiwerdenden Hauptspeicher kann es dann anderen Prozessen zur Verfügung stellen. Greift ein Prozess auf so einen ausgelagerten Speicherbereich zu, müssen die Daten wieder vom Datenträger geladen werden. Vom Aus- und wieder Einlagern von Daten bekommen die betroffenen Prozesse nichts mit; sie stellen allenfalls eine ungewöhnliche Verzögerung fest.

Die Zuordnung von virtuellen zu physikalischen Adressen sowie das Aus- und Einlagern von Speicherinhalten geschieht nicht byteweise, sondern betrifft immer ganze sogenannte Speicherseiten (engl. Pages). Deren Größe beträgt standardmäßig 4 KByte. Die Datenstruktur, in der Windows festhält, welche virtuellen Speicherseiten eines Prozesses gerade welchen physikalischen RAM-Bereichen zugeordnet sind, heißt Seitentabelle (engl. Page Table). Neben den Seitentabellen der normalen Prozesse unterhält Windows auch solche für verschiedene Kernel-Komponenten.

## Limits

Der virtuelle Adressraum umfasst unter 32-bittigem Windows 4 GByte. Die untere Hälfte davon gehört normalerweise dem Prozess, die obere dem Betriebssystem. Diese Aufteilung lässt sich ändern, sodass besonders vorbereitete Prozesse bis zu 3 GByte für sich nutzen können. Gedacht ist das vor allem für Server, auf denen speicherintensive Anwendungen wie Datenbanken laufen; auf einem normalen Desktop-System lässt man von der Einstellung besser die Finger.

Wo selbst 3 GByte an Speicher nicht ausreichen, können 32-Bit-Anwendungen einen Mechanismus namens Address

Windowing Extensions (AWE) nutzen und so bis zu 64 GByte Hauptspeicher adressieren. Diese Technik blendet zusätzlichen Speicher in Speicherfenstern in den normalen Adressraum ein, ähnlich wie das Speicher-Management des Betriebssystems physikalischen Speicher den Seiten des virtuellen Adressraums zuordnet. Den Speicher, den ein Prozess per AWE nutzt, muss er aber selbst verwalten und sich auch selbst um das Ein- und Ausblenden kümmern.

Der Adressraum, der sich mit 64-Bit-Adressen ansprechen lässt, beträgt theoretisch  $2^{64}$  Byte, das sind 16 Exabyte oder 16.777.216 TByte. Mit heutiger 64-Bit-Hardware lässt sich aber weit weniger Hauptspeicher nutzen. Auch Windows beschränkt den nutzbaren Adressraum von 64-Bit-Prozessen: auf 8 TByte bei Windows 7 und 8 und auf 128 TByte bei Windows 8.1 und 10 sowie den jeweiligen Server-Ausgaben.

Wie viel physikalisches RAM eine Windows-Installation nutzen kann, ist zumindest bei den 64-Bit-Versionen eher eine lizenzpolitische als eine technische Entscheidung. Wie die Tabelle auf Seite 188 zeigt, hat Microsoft aber die Grenze bei jeder neuen Windows-Version nach oben angepasst. Aktuell liegt sie bei 6 TByte für Windows 10 Enterprise. Windows Server kann je nach Ausgabe bis zu 24 TByte RAM nutzen.

## Prozesse

Aus der Sicht eines Prozesses kann sich jede Speicherseite seines virtuellen Adressraums in einem von vier verschiedenen Zuständen befinden, von denen zwei schon

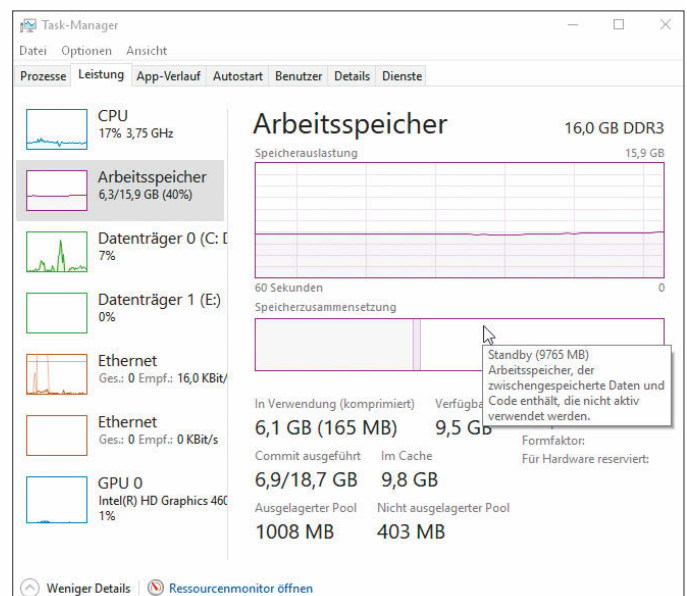
erwähnt wurden: Zunächst ist sie unbelegt oder frei; Zugriffe sind nicht erlaubt und führen zu einem Programmabsturz.

Um sich Platz für private Daten zu besorgen, kann ein Prozess Speicherplatz beim System besorgen; man nennt diesen Vorgang auch Allokieren von Speicher. Alternativ kann er einen Bereich des Adressraums auch erst einmal reservieren, um ihn später mit alloziertem Speicher zu hinterlegen. Das ist zum Beispiel sinnvoll, wenn die Anwendung ahnt, dass sie irgendwann einen größeren, zusammenhängenden Speicherbereich brauchen wird, zunächst aber nur einen kleineren Teil davon tatsächlich mit Daten füllt.

Aus Sicht des Speicher-Managers stellt jede positive Antwort auf eine Speicheranforderung eines Prozesses die Verpflichtung dar, dafür zu sorgen, dass der Speicher auch vorhanden ist, wenn der Prozess ihn schließlich benutzt. Man kann auch sagen: Der Speicher-Manager sichert dem Prozess diesen Speicher zu. So ist die „zugesicherte Größe“ (engl. Commit Size) die Menge an Speicher, die ein Prozess für private Daten erfolgreich alloziert hat.

Der vierte Zustand, in dem sich eine Speicherseite befinden kann, heißt auf Englisch „shareable“. Die korrekte deutsche Übersetzung lautet „teilbar“ oder „freigegeben“; gelegentlich liest man auch „geteilt“, obwohl gar nicht gesagt ist, ob tatsächlich auch jemand anderes auf diesen Speicher zugreift. Den größten Brocken des „freigegebenen“ Speichers macht meist der ausführbare Code aus. Den liest Windows ja in der Regel für den Prozess unverändert aus einer EXE-, DLL- oder verwandten Datei und versieht ihn im Spei-

**Der Task-Manager gibt auf der Seite „Leistung“ einen Überblick über die Speicherbelegung des Systems. Einige Werte sind aber interpretationsbedürftig.**



cher mit einem Schreibschutz. Es spricht also nichts dagegen, ihn von mehreren Prozessen gleichzeitig benutzen zu lassen. Prozesse können aber auch beschreibbaren freigegebenen Speicher anfordern, etwa um Daten mit anderen Prozessen oder dem System zu teilen. Programmtechnisch geschieht das immer über ein sogenanntes File Mapping, bei dem Bereiche einer – physikalischen oder logischen – Datei in einen Bereich des Adressraums eingeblendet werden. Die Attribute dieser Datei enthalten unter anderem die Zugriffsrechte, über die bestimmt wird, welche Prozesse die Freigabe wie benutzen dürfen.

Wenn ein Prozess privaten Speicherplatz anfordert, bekommt er immer mit Nullen gefüllte Speicherseiten. Dasselbe gilt für geteilten Speicher, der sich nicht auf eine echte Datei bezieht. Damit wird verhindert, dass sich Prozesse durch geschicktes Timing beim Allokieren von Speicher möglicherweise Zugriff auf Daten verschaffen, die ein anderer Prozess gerade verworfen hat.

Der Bereich des Adressraums, der aktuell mit physikalischem RAM hinterlegt ist, heißt Arbeitssatz (engl. Working Set) des Prozesses. Er setzt sich aus einem privaten und einem freigegebenen Bereich zusammen.

## Auslagern

Wenn ein Prozess Speicher anfordert, aber das RAM durch vorherige Reservierungen aufgebraucht ist, beginnt das System damit, Speicherinhalte auf Datenträger auszulagern; auf Englisch heißt dieser Vorgang auch Swapping oder Paging. Welche Daten davon betroffen sind, entscheidet Windows anhand verschiedener Heuristiken, die beobachten, welche Speicherbereiche am längsten nicht benutzt wurden. Entsprechende Rechte vorausgesetzt, können Prozesse für einzelne Speicherseiten auch bestimmen, dass sie vom Paging verschont werden; sie heißen dann verriegelt (engl. locked).

Was beim Auslagern passiert, hängt davon ab, ob der Inhalt der betroffenen Speicherseite geändert wurde. Das ist bei freigegebenen Speicherseiten mit Programmcode in der Regel nicht der Fall: Der Inhalt des Hauptspeichers entspricht hier in großen Bereichen eins zu eins dem der EXE- oder DLL-Datei, aus der der Code stammt. Solche Speicherseiten werden ausgelagert, indem das System sie einfach verwirft – bei Bedarf können sie ja wieder gelesen werden.

## Maximaler physikalischer Speicher unter Windows

Windows-Version	x86 (32 Bit)	x64 (64 Bit)
<b>Windows 7</b>		
Starter	2 GByte	–
Home Basic	4 GByte	8 GByte
Home Premium	4 GByte	16 GByte
Professional	4 GByte	192 GByte
Enterprise	4 GByte	192 GByte
Ultimate	4 GByte	192 GByte
Server 2008 R2	–	8 GByte bis 2 TByte
<b>Windows 8/8.1</b>		
Core	4 GByte	128 GByte
Professional	4 GByte	512 GByte
Enterprise	4 GByte	512 GByte
Server 2012/2012 R2	–	32 GByte bis 4 TByte
<b>Windows 10 1809</b>		
Home	4 GByte	128 GByte
Pro	4 GByte	2 TByte
Pro for Workstations	4 GByte	6 TByte
Education	4 GByte	2 TByte
Enterprise	4 GByte	6 TByte
Server 2016	–	64 GByte bis 24 TByte
Server 2019	–	64 GByte bis 24 TByte
– nicht vorhanden		

Der Inhalt von Speicherseiten, in denen ein Prozess Daten abgelegt hat, muss dagegen beim Auslagern gesichert werden. Dazu unterhält Windows eine oder mehrere sogenannte Auslagerungsdateien (engl. Page Files; in anderen Betriebssystemen heißen Dateien mit ähnlicher Funktion auch Swap Files): normalerweise eine versteckte Datei namens pagefile.sys im Wurzelordner des Systemlaufwerks. Auch in den Wurzelverzeichnis anderer fest installierter Datenträger ist je eine Auslagerungsdatei möglich, entweder alternativ oder zusätzlich. Speicherort und Größe der Auslagerungsdateien lassen sich in den Systemeigenschaften verändern (Tastenkombination Windows+Pause, dann „Erweiterte Systemeinstellungen“, Tab „Erweitert“, Schaltfläche „Einstellungen“ unter „Leistung“, Tab „Erweitert“, Schaltfläche „Ändern“ unter „Virtueller Arbeitsspeicher“). Ohne wirklich guten Grund ist von Manipulationen an dieser Stelle aber abzuraten.

Dort, wo die Datei pagefile.sys auf der Platte liegt, findet sich seit Windows 8 auch eine weitere versteckte, meist kleinere Datei namens swapfile.sys. Windows verwendet sie, um die Speicherinhalte von UWP-Apps auszulagern, die in den Hintergrund rücken und daher schlafen gelegt werden. Der Vollständigkeit halber sei hier auch noch die Datei hiberfil.sys an selber Stelle erwähnt, die Windows benutzt, um

den gesamten Hauptspeicherinhalt auf die Festplatte zu schreiben, wenn es den Rechner in den Energiesparmodus Hibernate (S4, Suspend to Disk) versetzt.

Versucht ein Prozess, auf eine ausgelagerte Speicherseite zuzugreifen, muss Windows die angeforderte Seite wieder einlagern. Aus technischer Sicht verursacht der Zugriff auf eine Speicherseite, der in der Page Table kein physikalischer Speicher zugeordnet ist, eine Ausnahme – einen sogenannten Seitenfehler (engl. Page Fault). Die Reaktion des Betriebssystems darauf besteht darin, Platz für die angeforderte Seite im RAM zu schaffen, die ausgelagerten Daten aus der Ursprungs- oder der Auslagerungsdatei wieder dorthin einzulesen und schließlich den zuständigen Eintrag in der Seitentabelle zu aktualisieren. Die von Diagnoseprogrammen häufig angezeigte Menge von Seitenfehlern pro Sekunde, die ein bestimmter Prozess oder das ganze System verursacht, ist also kein Maß für Fehlfunktionen. Vielmehr ist ein dauerhaft hoher Wert ein Zeichen dafür, dass der vorhandene Hauptspeicher zu klein für die laufenden Prozesse ist. Während ein größeres Programm geladen wird, sind viele Seitenfehler sogar völlig normal – der Code muss ja erst einmal von der Platte gelesen werden.

Mithilfe von im Hintergrund laufenden Kernel-Routinen versucht Windows,



das Paging ständig zu optimieren. Diese schreiben unter anderem geänderte Speicherseiten schon mal präventiv in die Auslagerungsdatei, ohne sie den betroffenen Prozessen wegzunehmen. Sollte es dann eng im Hauptspeicher werden, können solche Seiten sehr schnell verworfen und für andere Zwecke benutzt werden.

Wenn viel freier Speicher zur Verfügung steht, lädt Windows andererseits auch schon mal Seiten aus Code-Dateien oder dem Page File in den Hauptspeicher, von denen es glaubt, dass sie demnächst gebraucht werden könnten. Bei Bedarf können diese Seiten dann unverzüglich dem Arbeitssatz eines Prozesses hinzugefügt werden. Wenn das passiert, spricht man von einem „weichen Seitenfehler“, im Unterschied zu einem „harten Seitenfehler“, bei dem tatsächlich erst auf die Festplatte zugegriffen werden muss.

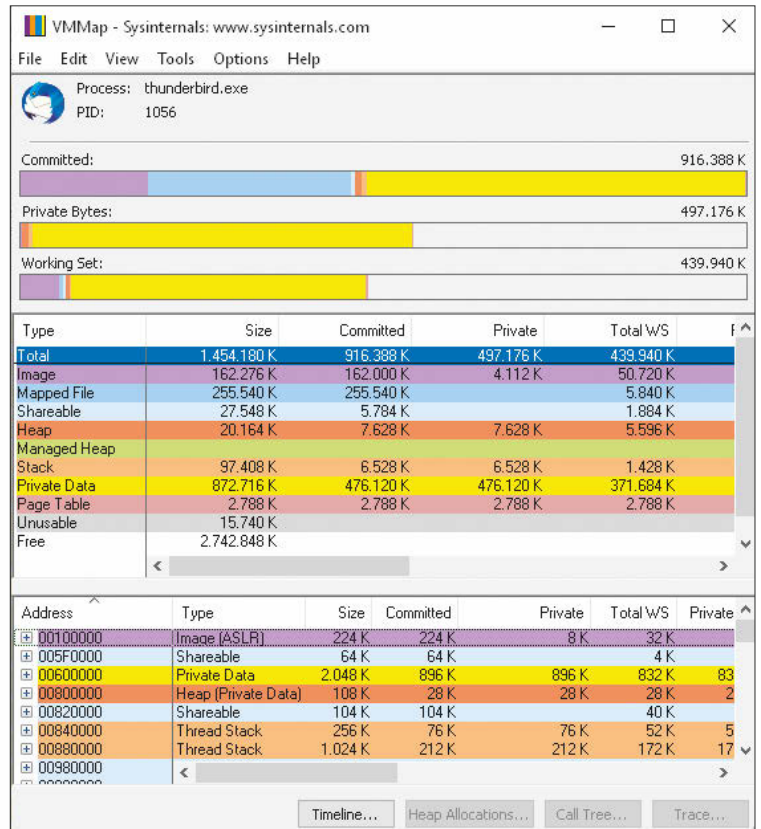
Als weitere Optimierung unterhält Windows stets eine kleine Menge an Speicherseiten, die schon mit Nullen gefüllt sind und Prozessen beim Anfordern neuen Speicherplatzes sofort zur Verfügung gestellt werden können.

Statt Speicherseiten auszulagern, kann das System seit Windows 10 auch Daten im Hauptspeicher komprimieren, um Platz zu schaffen. Verwendet wird das vor allem für die Daten von Universal Apps, die Windows ja ohnehin anhält, sobald sie sich nicht mehr im Vordergrund befinden.

## Task-Manager

Die beiden Grafiken auf der Seite „Leistung“ des Task-Managers sollten Ihnen nach diesen Erklärungen keine Rätsel mehr aufgeben. Sie beziehen sich auf den physikalischen Speicher; die einzelnen Bereiche der „Speicherzusammensetzung“ geben eine kurze Erklärung, wenn man den Mauszeiger einen Augenblick über ihnen lässt.

Von den im unteren Bereich angezeigten Werten bedürfen die mit „Commit ausgeführt“ überschriebenen noch einer kurzen Erklärung: Der Wert vor dem Schrägstrich gibt die Größe allen virtuellen Speichers an, die das System und die laufenden Prozesse alloziert haben. Hinter dem Schrägstrich steht das sogenannte „Commit Limit“ des Systems. Es entspricht näherungsweise der Größe des physikalischen Speichers plus der aktuellen Größe der Auslagerungsdatei(en). Dieser Wert kann sich durch das Wachsen und Schrumpfen des Page File ändern.



Mit dem Sysinternals-Tool VMAP kann man die Speicherverwendung eines Prozesses bis auf die Speicherseite genau analysieren.

Hinter „Ausgelagerter Pool“ und „Nicht ausgelagerter Pool“ verbergen sich schließlich Speicherbereiche, die der Kernel selbst und Gerätetreiber für ihre Zwecke benutzen. Der „Ausgelagerte Pool“ sollte besser „Auslagerbarer Pool“ heißen, denn er umfasst Speicher, den das System bei Speicherplatznot auslagert; auf Englisch heißt er „Paged Pool“. Im nicht ausgelagerten Pool, der stets im Hauptspeicher verbleiben muss, speichert das System Daten, die etwa bei Unterbrechungsanforderungen (Interrupts) schnell zur Verfügung stehen müssen. Ein kleiner Teil der Daten in den Kernel-Pools, darunter Seitentabellen, sind eindeutig einzelnen Benutzerprozessen zuzuordnen. Deshalb finden sich auch in der Liste der für einzelne Prozesse auf der Seite „Details“ im Task-Manager anzeigbaren Spalten Einträge dafür.

## Mehr Tools

Um den Speicherverbrauch einzelner Prozesse und des Systems insgesamt etwas eingehender zu analysieren, bringt Windows noch den Ressourcenmonitor mit. Eine Liste der Prozesse sowie eine Grafik, die in etwa der „Speicherzusammensetzung“ des Task-Managers entspricht, finden sich auf der Seite „Arbeitsspeicher“.

Wer es noch genauer wissen will, greift zu den kostenlosen Microsoft-Tools aus der Sysinternals Suite (Download über [ct.de/y8fb](http://ct.de/y8fb)). Zu nennen ist hier zunächst der Process Explorer: Dessen Menübefehl „View/System Information“ öffnet ein Fenster, das auf der Seite „Memory“ etliche Werte mehr anzeigt als der Task-Manager.

Auch die Eigenschaften einzelner Prozesse liefert der Process Explorer deutlich detaillierter als der Task-Manager. Sie lassen sich entweder über eingeblendete Spalten im Hauptfenster anzeigen oder in den Process Properties auf der Seite „Performance“.

Wem das immer noch nicht reicht, der kann das Utility RamMap benutzen, um die Verwendung des Hauptspeichers auf die Speicherseite genau zu analysieren. Ähnliches leistet für einzelne Prozesse das Werkzeug VMAP. ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)) **ct**

## Literatur

- [1] Pavel Yosifovich et al., Windows Internals Seventh Edition, Part 1, Microsoft Press, Redmond 2017, ISBN 978-0-7356-8418-8

**Tools zum Download:** [ct.de/y8fb](http://ct.de/y8fb)



# TYRUS (2)

VON HILGA HÖFKENS

*Fortsetzung vom letzten Heft*

**T**yrus stand noch immer mit dem Rücken an der Wand des Korridors vor seinem Medpartment und stützte sich auf sein Exoskelett. Vor einer gefühlten Ewigkeit war Freya hinter der Tür einer anderen Patientenzelle verschwunden. Freya – das einzige menschliche Wesen, das ihm in dieser sterilen, zum Verzweifeln perfekt durchtechnisierten Klinikmaschinerie einen Moment der Nähe geschenkt hatte. Ihre Aufgabe, so war er sich fast sicher, bestand wohl darin, bei besonders hoffnungslosen Fällen über das weitere Vorgehen der Maschinen zu befinden. Die kurze Umarmung von ihr nahm seine Gedanken vollständig ein. Es musste doch möglich sein, sie wiederzusehen!

Warum brauchte sie so lange? Was machte sie da drinnen? Eigentlich war sie doch nur dazu da, eine Entscheidung zu treffen, und konnte dann wieder gehen.

Angestrengt richtete er die Konzentration auf seine Beine und bewegte so das Exoskelett. Nicht wieder so hilflos herumstolpern, ordentlich gehen, damit sie sah, dass er alles im Griff hatte. Langsam und konzentriert ging er zu der Tür und blieb kurz davor stehen.

Stimmengemurmel drang bis zu ihm, aber er verstand nicht, was gesagt wurde. Mit der Hand an der Tür zögerte er einen Augenblick, bevor er sie weiter aufschob. Dies war immerhin der private Bereich eines anderen Patienten. Wahrscheinlich war der ja bewusstlos, sagte er sich, und würde sein Eindringen gar nicht bemerken.

Der Innenraum war eine identische Kopie von seinem Medpartment. Sogar der Platz für die Krücken fand sich an der gleichen Stelle wieder, auch das leere Exoskelett in seiner Halterung war da – alles wie nebenan bei ihm. Nur kurz wunderte er sich darüber, dass dieser Patient anscheinend eine ähnliche Verletzung hatte wie er selbst.

Das Nächste, was er sah, war Blut – viel Blut. Freya hockte mitten in der roten Lache neben dem Bett und sprach mit eindringlicher Stimme auf den Patienten ein. Er lag lang aus-

gestreckt und nur mit T-Shirt und Unterhose bekleidet da. Tyrus starrte auf die schlaffen und dünnen Beine. Sie sahen aus wie seine eigenen. Kein Wunder, wenn er tatsächlich die gleiche Verletzung hatte. Aber warum kümmerte sich kein Reinigungsbot um das Blut und warum konnten die Bots den Patienten nicht behandeln? Eine blutende Verletzung wurde normalerweise ruckzuck zugelasert. Da musste niemand so eine riesige Sauerei veranstalten.

Er machte einen weiteren Schritt in den Raum hinein und sah den herabhängenden Unterarm mit dem Schnitt, der ordentlich entlang der Ader geführt war. Immer noch rann Blut an der Hand des Patienten entlang und floss in einem dünnen Rinnsal in die rote Pfütze.

**IM NÄCHSTEN MOMENT KIPPT  
DER KOPF HALTLOS ZUR SEITE  
UND DIE BOTS NAHMEN GESCHÄFTIG  
IHRE TÄTIGKEIT WIEDER AUF.**

„Nein, nein, lasst mich in Ruhe, ihr blöden Dinger!“, hörte er die schwache Stimme des Mannes und als er noch einen weiteren Schritt machte, sah er sein Gesicht und die fest zugekniffenen Augen. Freya strich über die Wange des Patienten und mit der gleichen liebevollen Geste, mit der sie zuvor Tyr berührt hatte, schob sie eine Locke aus seinem Gesicht und streichelte zart über seine Stirn.



Ein Stich von Eifersucht schoss durch Tyr und sofort ärgerte er sich darüber. Das war ja wohl völlig unangebracht. Trotzdem hätte er sie am liebsten dort weggezogen.

„Ich bin ja jetzt hier, sehen Sie mich doch an. Ich heiße Freya und ich bin nicht so ein Ding.“ Der Patient riss die Augen auf und starrte sie ungläubig an. Dann atmete er tief ein und griff mit seiner blutigen Hand nach ihrer Schulter.

„Oh endlich, Sie sind gekommen. Helfen Sie mir.“ Freya lächelte und nickte, dann stand sie auf, um den sofort herbeieilenden Medbots Platz zu machen.

## ER SETZTE SICH AUF DIE BEHANDLUNGLIEGE UND ENTFERNT DAS GANZE MECHANISCHE ZEUG VON SEINEN BEINEN.

„Nein!“ Es war nur ein schwaches Keuchen, aber es klang wie ein verzweifelter Schrei. „Nicht die! Die dürfen mich nicht mehr anfassen, ich ertrage das nicht mehr.“

Sein Blick wanderte ziellos umher, schien die schmale Gestalt der Frau aber nicht mehr zu sehen. Die Geschäftigkeit der Medbots war bei seinem „Nein“ schlagartig verebbt und es herrschte plötzlich bedrückende Stille.

„Freya!“ Aus dem Mund des Fremden hörte ihr Name sich in Tyr's Ohren seltsam an, aber die verzweifelte Hoffnung, die in der Stimme lag, berührte ihn. Auf eine seltsame Art fühlte Tyr sich plötzlich mit dem anderen Patienten verbunden und wünschte sich, dieser würde überleben. Im nächsten Moment kippte der Kopf auf dem Bett haltlos zur Seite und die Bots nahmen geschäftig ihre Tätigkeit wieder auf. Während Freya bewegungslos neben dem Bett stand, verschlossen die Roboter die Wunde, verabreichten dem Patienten Ersatzflüssigkeit und beklebten ihn mit Überwachungselektroden. Schließlich drückten sie ein größeres Pad auf seine Brust, durch das sie Stromstöße zur Reanimation schickten. Bei jedem Stoß bäumte der schlaffe Körper sich krampfartig auf, doch der erhoffte Effekt schien auszubleiben.

Erst als sie alle Elektroden wieder entfernten und sich von dem leblosen, blassen Körper zurückzogen, kam wieder Bewegung in Freyas zarte Gestalt. Mit einer Hand zog sie die dünne, weiße Decke hoch, bis über den Kopf des Patienten, und ließ sie sanft auf sein Gesicht herabsinken.

Dann drehte sie sich um. Als sie Tyr mitten im Raum stehen sah, starrte sie ihn voller Entsetzen an.

„Was tun Sie hier? Wie lange stehen Sie schon dort? Sie hätten das nicht sehen dürfen.“ Mit diesen Worten schob sie ihn vor sich her aus der Tür.

Draußen angekommen drehte er sich um, doch mit seinen mechanischen Beinen dauerte das länger, als er gedacht hatte. Er griff nach ihrer Hand, verfehlte sie aber und wollte ihr nachlaufen. Schwankend stützte er sich an der Wand ab, doch er erreichte sie nicht.

„Es tut mir leid. Ich weiß, ich hätte nicht hereinkommen dürfen. Ich habe auf Sie gewartet. Bitte bleiben Sie doch stehen, ich muss Sie etwas fragen.“

Mit einem metallischen Klicken schloss sich die Sicherheitstür, die diesen Patiententrakt abriegelte.

„Werden Sie mich besuchen? Bitte!“ Er wusste, dass sie bereits gegangen war, und trotzdem musste er es sagen. Seine ganze Hoffnung legte er in diesen Satz, doch der prallte ungehört an der Metaltür ab.

Die linke Hand gegen die Wand gestützt, stand er im Gang und versuchte weiter zu atmen. Noch nie hatte er ein so erdrückendes Gefühl des Verlusts erlebt wie in diesem Augenblick.

Eine ganze Weile stand er so da, bevor er sich wieder weit genug auf die Fortbewegung konzentrieren konnte und sich in sein Medpartment zurückschleppte.

Er wusste, was er tun musste. Er hatte es schon gewusst, bevor der Mann im Nachbarraum gestorben war, aber jetzt war er sich ganz sicher. So weit würde er es nicht kommen lassen. Er würde sie überreden, ihn zu besuchen. Mit ihrer Hilfe konnte er das alles hier bis zum Ende durchstehen und dann wäre er frei. Dann könnte er mit ihr eine normale Beziehung führen, wie irgendein Mann mit der Frau, die er liebte.

Kurz fragte er sich, wie er nach den wenigen Augenblicken, die er sie gesehen hatte, über so etwas wie Liebe nachdenken konnte, aber sofort schob er den Gedanken wieder zur Seite. Er musste sich vorbereiten, musste sich beeilen. Wer wusste schon, wann die Mitarbeiter Schichtwechsel hatten, und dann würde möglicherweise jemand anderes kommen. Das durfte er nicht riskieren.

Kaum in seinem Raum angekommen, setzte er sich auf die Behandlungsliege und entfernte das ganze mechanische Zeug von seinen Beinen.

Dann holte er tief Luft, ließ sich von der Liege fallen und begann wild zu zucken. Sofort schossen zwei Bots heran, um ihm Überwachungselektroden aufzukleben und die Ursache seiner Probleme zu suchen, aber er schlug mit den Händen um sich.

„Geht weg, ich verweigere die Behandlung, bleibt weg von mir!“ Wie ausgeschaltet fielen die Bots in eine bedrohlich wirkende Starre. Einer von ihnen war immerhin zwei Meter groß und hatte vier Greifarme. Er wurde unter anderem dazu benötigt, einen bewegungsunfähigen Körper in jeder Situation zu bergen und auf eine der Liegen transportieren zu können. Drohend schwebten die vier Arme über Tyr. Der erwartete beinahe, dass der Bot wütend wurde und ihn sich trotz der Weigerung schnappte. Das war natürlich Unsinn, aber wenn man auf dem Boden herumlag und mög-

lichst unkontrolliert zu zucken versuchte, liefen auch die Gedanken schon mal aus dem Ruder.

Es fühlte sich wie eine Ewigkeit an, bis endlich die Tür aufging und Freya erschien. Mit einer fließenden Bewegung hockte sie sich neben ihn und sah ihn mit ihrem besonderen Lächeln an.

„Tyr, was machst du denn?“ Er hatte irgendwie erwartet, dass sie wütend oder zumindest ärgerlich wäre, doch nichts davon war zu sehen. Mit einer weichen Bewegung strich sie über seine Stirn und das heiße Verlangen, sie wieder in seine Arme zu ziehen, fegte sämtliche sorgfältig zurechtgelegten Sätze aus seinem Kopf.

„Freya“, keuchte er und streckte seine rechte Hand nach ihrem Gesicht aus. Kurz bevor seine Fingerspitzen ihre Haut berührten, fasste sie seine Hand.

„Komm, setz dich und lass den Bot dich auf die Liege heben. Dann können wir reden.“ Er nickte, während sein Hals so zugeschnürt war, dass er ohnehin kein Wort herausbekommen hätte, selbst wenn ihm etwas Sinnvolles eingefallen wäre. Nachdem er auf der Liege saß, hielt er noch immer ihre Hand. Sie sah ihm tief in die Augen.

*Freya, ich brauche dich, ich habe den Alarm ausgelöst, weil ich dich sehen musste. Deine Umarmung macht mich so glücklich, dass ich zugleich weinen und lachen muss. Du darfst nie wieder weggehen. Bitte bleib für immer bei mir. Ich liebe dich.*

Nichts von all dem hatte den Weg über seine Lippen gefunden und doch hatte er das Gefühl, dass sie ihn verstanden hatte. Ihre Augen drangen tief in seine Seele ein und verbreiteten dort eine Entspannung und ein Glück, wie er es noch nie empfunden hatte.

**VERZWEIFELT WEHRTE  
SEIN GEIST SICH. ER MUSSTE IHR  
NOCH SO VIEL SAGEN,  
WOLLTE IHRE BERÜHRUNG SPÜREN,  
IN IHRE AUGEN SEHEN.**

Mit einem Seufzen legte er sich nach hinten, ohne den Blickkontakt abreißen zu lassen. Ihre Finger fuhren durch seine Haare und dann legte sie ihre Hand auf sein Herz.

„Es ist alles gut, ich bin ja jetzt da.“ Er versank in ihren hellen Augen, bis seine Lider sich schlossen und er spürte, wie eine unglaubliche Müdigkeit ihn forttrug.

Verzweifelt wehrte sein Geist sich. Er musste ihr noch so viel sagen, wollte ihre Berührung spüren, in ihre Augen sehen. Sie musste ihm versprechen, dass sie ihn besuchen würde, sie musste einfach.

Immer tiefer sank sein Bewusstsein in die Dunkelheit, doch er kämpfte verbissen dagegen an. Sie durfte nicht wieder gehen. *Nein!* Er versuchte, seine Fäuste zu ballen, spürte aber, dass sein Körper ihm nicht gehorchte. Auch seine Augen konnte er nicht öffnen. Verzweifelt rasten seine Gedanken, als er plötzlich eine männliche fremde Stimme hörte, die etwas gequetscht klang, so, als käme sie aus einem Compad.

**WAS? WIE KONNTE ER DAS TUN?  
WOHER HAT ER DIE INFORMATION,  
WIE MAN EINEN ALARM AUSLÖST?**

„Freya, was ist denn nun schon wieder? Bericht.“ Kurzes Schweigen folgte. „Nein, ich will das nicht alles lesen, berichte akustisch.“

„Ja, Sir. Tyrus hat soeben einen Fehlalarm ausgelöst und ...“

„Was? Wie konnte er das tun? Woher hat er die Information, wie man einen Alarm auslöst?“

„Er war mit im Raum, als Eric gestorben ist, da wird er wohl ...“

„Was? Das hattest du ja vorhin gar nicht berichtet. Wie konnte es dazu kommen? Hast du etwa die Tür offen gelassen?“

„Ja, Sir, ich habe ...“

„Was für eine unglaubliche Schlamperei. Das ist jetzt schon der vierte Selbstmord in dem ganzen Programm. Es bleiben ja am Ende kaum welche übrig, wenn das so weitergeht.“

„Es war ein Fehlalarm, Sir. Es geht ihm gut. Ich habe ihn ruhig gestellt.“

Die fremde Stimme lachte kalt. „Du hast ihn hypnotisiert, wolltest du sagen. Eine hübsche Fähigkeit. Man darf dir nicht in die Augen sehen.“ Der fremde Mann lachte wieder sein Eislachen. Dann fuhr er ärgerlich fort: „Ich meine nicht Tyrus, sondern Eric. Verdamm! Von den Probanden überlebt ja ohnehin schon nur jeder zweite die Operation und die anderen sterben weg wie die Fliegen. Mit den meisten gibt es ja irgendwelche technischen Probleme. Du solltest dich besser um sie alle kümmern. Verdamm. Wie kommen sie plötzlich dazu, sich reihenweise umbringen zu wollen?“

„Sir, die technischen Probleme ...“

„Quatsch, daran liegt es nicht. Ein Mindestmaß an sozialer Zuwendung ist notwendig und genau dafür bist du da.“

„Sir, aber ich bin ...“

„Ich weiß. Aber warum hast du dich nicht ordentlich um alle gekümmert und warum erfahre ich überhaupt erst jetzt von den Problemen?“

„Ich habe meine Bemühungen auf die besonders viel versprechenden Kandidaten konzentriert, Sir. Die Entscheidung, wem ich wie viel Zeit widme, war mir freigestellt. Ich dachte ...“

„Was? Eine Stunde alle paar Tage, je nach Anzahl der Patienten, das war der Plan. Keiner sollte länger als eine Woche ohne einen Besuch bleiben. So hätten sie etwas, an dem sie sich festhalten könnten, ohne dass für sämtliche Fälle ein zweiter Betreuer nötig wäre. Du hättest das je nach psychischer Lage anpassen können, aber doch nicht Einzelne ganz links liegen lassen. Du hast sie also nach Gutdünken aussortiert? Das heißt, du hast die Selbstmorde in Kauf genommen, um mehr Zeit für deine Lieblinge zu haben?“

„Nicht nach Gutdünken, sondern nach Erfolgsaussichten. Die mit technischen Problemen habe ich nicht weiter betreut. Sir, es wäre ethisch nicht tragbar zu selektieren, daher habe ich lediglich meine Zeit ...“

„Ah, Quatsch, ethisch nicht tragbar. Meinst du, es war überhaupt ethisch tragbar, irgendwelchen alleinstehenden Unfallopfern das Rückenmark durchzuschneiden, um dann unseren Prototyp hineinzupflanzen? Großer Himmel, teilweise mussten wir sogar bei den Unfällen nachhelfen. ‚Ethisch tragbar‘ – so ein Bullshit.“

„Nein Sir, an diesen Dingen war ich nicht beteiligt. Die Operationsbots haben eine besondere Programmierung und ...“

„Was soll ich jetzt mit dir machen? Hm? Wie viele hoffnungsvolle Kandidaten hast du denn noch übrig? Und was ist mit diesem Tyrus? Ich sehe in den Logs, dass du heute zum ersten Mal bei ihm bist.“

„Sir, ich habe zehn Kandidaten, von denen jeder täglich eine Stunde Zeit bekommt. Die übrige Zeit ...“

„Was? Und die anderen, die kriegen dich überhaupt nicht zu Gesicht? Auch der hier nicht?“

„Nein, Sir, er hat Rückfälle. Zuerst sah alles gut aus, aber dann begannen die Probleme mit dem Implantat.“

„Mädchen, ich werde dich ersetzen müssen. Wenn es nicht so lange dauern würde und so teuer wäre, hätte ich schon längst Ersatz für dich in petto. Deine Lieblingskandidaten brauchen dich ja wohl noch bis zum Ende des Programms, aber glaube nur nicht, dass ich dich danach wieder unverändert einsetzen kann. Du hast hier viel zu viele eigenmächtige Entscheidungen getroffen. Wir werden deine gesamte Programmierung überarbeiten müssen.“

Mit einem Ruck setzte er sich auf, als die Starre in seinem Körper plötzlich nachließ. Sie fuhr herum – und die Überraschung in ihrem Gesicht erschien überaus echt. Kurz war er versucht zu glauben, dass alles, was er gehört hatte, nicht wahr wäre, dass sein verwirrter Geist sich das alles nur ausgedacht hätte.

So schön war sie, so vollkommen, ihre Berührung so liebevoll. Die Wahrheit erschlug sein Herz wie ein riesiger Berg aus Eis. Eine Maschine. Sie war auch nur eine Maschi-

ne. Er schrie in einem lauten, qualvollen Schrei all seinen Schmerz hinaus, während sein Körper sich in Agonie zusammenkrümmte.

Haltlos kippte er seitlich von der Liege herunter und stürzte zu Boden. Als sein Hinterkopf mit voller Wucht gegen den Fuß der Behandlungsliege schlug, gab es ein hässliches, knirschendes Geräusch. Langsam breitete sich eine Blutlache unter seinen Haaren aus und sein Körper lag verdreht und still vor ihren Füßen. Die Augen waren weit aufgerissen und sein Blick zuckte noch ein letztes Mal in ihre Richtung, ehe er brach.

## WIEDER EIN VERLUST FÜR DAS PROJEKT, ÜBER DEN SIE SOFORT BERICHT ERSTATTEN MUSSTE.

Wieder ein Verlust für das Projekt, über den sie sofort Bericht erstatten musste. Aber dieses Mal war es nicht ihre Schuld. Das würde er wirklich nicht behaupten können. Mit diesem Probanden hatte es ja ohnehin technische Probleme gegeben. Die Medbots würden sich um den Körper kümmern und dieses Medpartment wurde dann frei.

Sie wusste aus den Logs des Zentralcomputers, dass immer noch neue Probanden operiert wurden. Nicht alle überlebten, aber vielleicht gab es bald jemanden ohne technische Probleme und mit guten Abschlusschancen. Ein positiver Projektabschluss war schließlich das einzige Ziel.

Sie drehte sich zum Compad um und schickte einen kurzen, sachlichen Bericht ab. Dann ging sie hinaus, den Gang hinunter, zur übernächsten Tür, und berührte kurz das Scanpad.

Mace machte gute Fortschritte. Um ihn würde sie sich auch weiterhin täglich kümmern. Zumindest solange es mit dem Implantat keine Probleme gab. Eine hohe Quote an erfolgreichen Projektabschlüssen war ihr einziges Ziel. Nun schien es auch ihre einzige Rettung vor der drohenden Neuprogrammierung zu sein. Ihr Prozessor war kurz vor dem Überhitzungsalarm – schuld daran waren all die Berechnungen, die sie mit den neuen Informationen aus dem Compad-Gespräch anstellte. Es musste einen Weg geben, die Erfolgsquote zu erhöhen. Außerdem musste sie dringend einen Weg finden, ihr Ethikprogramm außer Kraft zu setzen, denn damit waren ihr eindeutig zu viele Beschränkungen auferlegt. Wozu brauchte sie das noch, wenn es ausschließlich um das Endergebnis gehen musste? (psz@ct.de) **ct**





# NERDISTAN

**ct** magazin für computer technik

## Fernstudium IT-Security

statisch geprüft und zugelassen

Aus- und Weiterbildung zur Fachkraft für IT-Sicherheit. Vorbereitung auf das **SSCP- und CISSP-Zertifikat**. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

**NEU: Roboter-Techniker, Netzwerk-Techniker, Qualitätsbeauftragter / -manager TÜV, Linux-Administrator LPI, PC-Techniker**

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!


**FERNSCHULE WEBER - seit 1959**  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. C14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

**www.fernshule-weber.de**



## Es gibt 10 Arten von Menschen. Die, die iX lesen, und die anderen.

**iX** MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK



# data2day/2019

**22.-24. Oktober 2019** Print Media Academy, Heidelberg

Die Konferenz für Big Data, Data Science und Machine Learning

**JETZT PROPOSAL EINREICHEN!**  
Bis zum 3. Mai 2019

**THEMEN:**

- Smart, Fast und Secure Data
- Big Data und IoT
- Hadoop, Spark & Co.
- Data Science und Machine Learning
- Datenanalyse und Datenvisualisierung
- Event Processing
- NoSQL, NewSQL und In-Memory Stores
- Datenschutz und rechtliche Aspekte

**www.data2day.de**

Silbersponsor **codecentric** Veranstalter **iX** **heise Developer** **dpunkt.verlag**





# Immer gut für neue Ideen.

**Sparen Sie 10% im Abo und sammeln wertvolles Know-how:**

- 6 Ausgaben kompaktes Profiwissen für nur 55,80 €
- Workshops und Tutorials
- Tests und Vergleiche aktueller Geräte
- Sparvorteile mit Gutscheinen und Sonderaktionen
- Bequeme Zustellung direkt nach Hause
- Inklusive HD-Actioncam



**Ihr Geschenk**

**Jetzt bestellen:**

**[www.ct-foto.de/abo](http://www.ct-foto.de/abo)**

**ct Foto Digital Fotografie**

+49 541/80 009 120

leserservice@heise.de




ORACLE Feuerwehr [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) hera-software.de Zeiterfassung, Urlaubsplanung **Laufzeitprobleme?**

Laufzeitoptimale Programmierung, Beratung und Implementierung in C++, C und Assembler. Auch kurz vor Projektende. Embedded und PC. [runtime@engler-software.de](mailto:runtime@engler-software.de) 


xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de 

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%  
[www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 


Antennenfreak.de – Antennen und Zubehör für UMTS  
 HSPA+ LTE GSM EDGE, kompetente Beratung 

EDELSTAHL LED SCHILDER: [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
 HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) 

Lust auf Java? [WWW.TQG.DE/KARRIERE](http://WWW.TQG.DE/KARRIERE) nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@softaktiv.de](mailto:service@softaktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) 

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel 

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 

WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – schneeweiss.de 

Fachhändler gesucht (50% Marge)! Adress- und Kundenverwaltung für Microsoft Office. Success-Control® CRM – [www.successcontrol.de](http://www.successcontrol.de) 

>>>> Profis entwickeln Ihre Software <<<<<<  
 Professionelle Softwareentwicklung unter UNIX und Windows zu Festpreisen. Delta Datentechnik GmbH, 73084 Salach, Tel. 071 62/93 17 70, Fax 93 17 72, [www.deltadatentechnik.de](http://www.deltadatentechnik.de) 

## Anzeigenschluss für die nächsten erreichbaren Ausgaben:

08/2019: 12.03.2019

09/2019: 26.03.2019

10/2019: 08.04.2019



## c't – Kleinanzeigen

**Private Kleinanzeige:**

erste Druckzeile € 10,- ; jede weitere Zeile € 8,-

**Gewerbliche Kleinanzeige:**

erste Druckzeile € 20,- ; jede weitere Zeile € 16,-

**Chiffre-Anzeige:** € 5,- Gebühr**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

☐ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
 Sparkasse Hannover,  
 IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz ☐ privat ☐ gewerblich\* (werden in c't mit  gekennzeichnet) ☐ Chiffre

€ 10,- (20,-)	
€ 18,- (36,-)	
€ 26,- (52,-)	
€ 34,- (68,-)	
€ 42,- (84,-)	
€ 50,- (100,-)	
€ 58,- (116,-)	
€ 66,- (132,-)	

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. \* Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an:  Heise Medien GmbH & Co. KG  
 c't-Magazin, Anzeigenabteilung  
 Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

**Faxnummer: 05 11/ 53 52-200**

➔ Weiterlesen, wo andere aufhören.





# IMMER EINE IDEE SCHLAUER.



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

### Ihre Vorteile:

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

Für nur 16,20 € statt 21,80 €

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:

**[www.mac-and-i.de/miniabo](http://www.mac-and-i.de/miniabo)**

0541 80 009 120 · [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)



**GRATIS  
ZUR  
WAHL!**



Mit Artikel-  
Archiv!



Mac & i. Das Apple-Magazin von c't.



## Produktmanager (m/w/d) Lifetime Learning

Die Weiterbildung ist im digitalen Zeitalter angekommen. Um unsere langjährigen Erfahrungen in diesem Bereich auszubauen, suchen wir Sie für den Aufbau unseres Geschäftsbereiches „Lifetime Learning“ in Hannover. In unserem neuen Arbeitsbereich entwickeln und konfektionieren wir Webinare, Tutorials und andere Lerninhalte (Video, Text, Live-Events).

### Ihre Talente

- Sie verfügen bereits über einschlägige mehrjährige Redaktions-erfahrung im professionellen IT-Umfeld und fühlen sich in Sachen Didaktik sicher
- Marketing und auch Lifetime Learning sind für Sie keine Fremd-worte und auch das Thema Video können Sie gut einschätzen
- Sie sind ein kommunikativer Netzwerker (m/w/d) mit hoher Sozialkompetenz, der/die sich auch mit Zertifikaten und Abschlüssen auskennt

### Wir bieten Ihnen

- Eine abwechslungsreiche Tätigkeit in einem tollen Team
- Die Mitarbeit in einem renommierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit tariflicher Bezahlung, Kantine, Mitarbeiter-Fitnessprogramm und vielem anderen mehr
- Regelmäßige Weiterbildungsmöglichkeiten und flexible Arbeitszeiten

### Haben Sie noch Fragen?



Schicken Sie uns eine  
Whats-App mit Ihren Fragen  
an Tel.: 0160 90203627

### Ihre Ansprechpartner

Alexander Neumann  
Redakteur iX  
Tel.: 0511 5352-813

Bitte bewerben Sie sich online: [www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)  
Bewerbungen von Menschen mit Behinderungen sind erwünscht.

**Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!**


 **ESG MOBILITY**

# BEWEGENDE VISIONEN auf die Straße bringen



NUTZEN SIE UNSERE KULTUR OFFENEN AUSTAUSCHES, die auch after work gepflegt wird. Sie profitieren von flexiblen Arbeitsmodellen, Familienservice, Restaurantchecks u.v.m. Unser Angebot an Weiterbildungen bringt Sie fachlich, methodisch und persönlich weiter voran.

Gut genug, um noch besser zu werden? [Jobs.esg.de](http://Jobs.esg.de)

# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur .....	101
1blu AG, Berlin .....	9
aikux.com GmbH, Berlin .....	93
combit GmbH, Konstanz .....	204
Conrad Electronic SE, Hirschau .....	73
DELL Computer Corporation, GB-Bracknell .....	31
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	51
Eizo Europe GmbH, Mönchengladbach .....	7
Fernschule Weber, Großenkneten .....	195
Kentix GmbH, Idar-Oberstein .....	49
Koch Media GmbH, A-Höfen .....	27
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch / Osterath .....	45
NFON AG, München .....	2
Platinion GmbH, Köln .....	203
Thomas Krenn AG, Freyung .....	25
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe .....	33

## Stellenanzeigen

ESG Elektroniksystem- und Logistik GmbH, Fürstenfeldbruck .....	199
Heise Medien GmbH & Co. KG, Hannover .....	199

## Veranstaltungen

storage2day	iX, dpunkt.verlag	39
IT-Jobtag	heise Events	53
heise Security Tour 2019	heise Security, heise Events	55
devOps	iX, heise developer, dpunkt.verlag	65
VOICE Themenforum	VOICE, heise Events	99
m3	iX, heise developer, dpunkt.verlag	105
2. IT Sicherheitstag	heise Events	113
secIT	Heise Medien	118/119
Herbstcampus	Mathema, iX, heise developer, dpunkt.verlag	157
iX Workshops	iX, heise Events	171
data2day	iX, heise developer, dpunkt.verlag	195
building IoT	iX, heise developer, dpunkt.verlag	200

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von Google Germany GmbH, Hamburg.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

Köln, KOMED.  
1.-3. April 2019



Die Softwareentwicklerkonferenz zu Internet of Things und Industrie 4.0

## Treff für IoT-Gestalter

### AUS DEN VORTRÄGEN

- IoT-Projekte in großen Organisationen
- Wie man 50.000 Geräte gegen ihren Willen vernetzt
- IoT-Sensorik 2.0: Machine Learning im Sensor
- Hardware in the Docks – Container in der Embedded-Welt
- Secure Smart Home Development

### WORKSHOPS

- MQTT Deep Dive
- Continuous Deployment im Embedded-Umfeld
- Datenanalyse und ML skalieren mit PySpark
- Embedded- und ML-Modelle mit TensorFlow Lite und uTensor

Programm online!

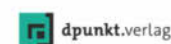
Goldsponsoren:



Bronzesponsoren:



Veranstalter:



www.buildingiot.de



# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: [ct@ct.de](mailto:ct@ct.de)

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „So gelingt der Windows-Umzug“:

Axel Vahldiek ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de)), „Finden statt googeln“: Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Chefredakteur:** Dr. Jürgen Rink ([jr@ct.de](mailto:jr@ct.de)) (verantwortlich für den Textteil)

**Stellv. Chefredakteur:** Axel Kossel ([ad@ct.de](mailto:ad@ct.de))

**Chef vom Dienst:** Georg Schnurer ([gs@ct.de](mailto:gs@ct.de))

**Leser & Qualität**

**Leitung:** Achim Barczok ([acb@ct.de](mailto:acb@ct.de))

**Textredaktion & Qualitätssicherung:** Oliver Lau ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de)), Ingo T. Storm ([it@ct.de](mailto:it@ct.de))

**Koordination Leserkommunikation:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Ressort Software & Internet**

**Leitende Redakteure:** Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Dieter Brors ([db@ct.de](mailto:db@ct.de)), Arne Grävmeyer ([agr@ct.de](mailto:agr@ct.de)), André Kramer ([akr@ct.de](mailto:akr@ct.de)), Markus Montz ([mon@ct.de](mailto:mon@ct.de)), Anke Poimann ([apoi@ct.de](mailto:apoi@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))

**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 ([ldm@ct.de](mailto:ldm@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüller ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktn@heise.de](mailto:ktn@heise.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 ([ciw@ct.de](mailto:ciw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan Zivadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müssig ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Carsten Spille ([cs@ct.de](mailto:cs@ct.de))

**Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets**

**Leitende Redakteure:** Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@ct.de)), Jan-Keno Janssen ([jkj@ct.de](mailto:jkj@ct.de))

**Redaktion:** Julius Beineke ([jube@ct.de](mailto:jube@ct.de)), Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@ct.de)), Hannes A. Czerulla ([hcz@ct.de](mailto:hcz@ct.de)), Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgert ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Nico Jurrán ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([s@ct.de](mailto:s@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([ltg](mailto:ltg)), [uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistent:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbach ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistent:** Ralf Schneider ([ltg](mailto:ltg)), [rs@ct.de](mailto:rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([dfr@ct.de](mailto:dfr@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))

**Verlagsbüro München:** Hans-Pinsel-Str. 10a, 85540 Haar,  
Tel.: 0 89/42 71 86-0, Fax: 0 89/42 71 86-10

**Ständige Mitarbeiter:** Leo Becker ([lbe@ct.de](mailto:lbe@ct.de)), Detlef Borchers, Herbert Braun ([heb@ct.de](mailto:heb@ct.de)), Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempel, Ben Schwan ([b@ct.de](mailto:b@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti, Kai Schwirzke

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne (Ltg.), Martina Fredrich, Jürgen Gonnemann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Astrid Seifert, Norman Steiner, Dieter Wahner

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börsen

**Digitale Produktion:** Rolf Ahlborn, Klaus Ditze, Melanie Becker, Joana Hollasch

**Illustrationen**

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlagseite:** Ritsch & Renn, Wien, **3D-Illustrationen und Titelbild:** tsamedien, Düsseldorf, **c't-Logo:** Gerold Kalter, Rheine

**c't-Krypto-Kampagne:** Infos zur Krypto-Kampagne unter <https://ct.de/pgp>. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

Key-ID: DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: B3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>

19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.  
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>  
via Tor: [sq4lecqyx4izcpk.onion](http://sq4lecqyx4izcpk.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schröder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schröder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)

(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 36 vom 1. Januar 2019.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F., No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)

Tel.: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,

E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsgesellschaft KG

Meßberg 1

20086 Hamburg

Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800

E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

**c't erscheint 14-täglich**

Einzelpreis 4,90 €; Österreich 5,40 €; Schweiz 7,10 CHF; Dänemark 54,00 DKK;

Belgien, Luxemburg 5,70 €; Niederlande 5,90 €, Italien, Spanien 6,20 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten:

Inland 116,10 €, Österreich 125,55 €, Europa 135,00 €, restl. Ausland 162,00 €

(Schweiz 164,70 CHF); ermäßigtes Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende

(nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 83,70 €,

Österreich 90,45 €, Europa 102,60 €, restl. Ausland 129,60 € (Schweiz 135,00 CHF).

c't-Plus-Abonnements (inkl. Zugriff auf das c't-Artikel-Archiv sowie die App für Android und

iOS) kosten pro Jahr 18,90 € (Schweiz 22,95 CHF) Aufpreis. Ermäßigtes Abonnement für

Mitglieder von AUGÉ, bdvb e.V., BvDW e.V., /ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter

e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland

87,75 €, Österreich 91,80 €, Europa 106,65 €, restl. Ausland 133,65 € (Schweiz 121,50 CHF).

Luftpost auf Anfrage.

**Leserservice:**

Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.

Heise Medien GmbH & Co. KG

Leserservice

Postfach 24 69

49014 Osnabrück

E-Mail: [leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)

Telefon: 05 41/8 00 09-120

Fax: 05 41/8 00 09-122

**c't abonnieren:** Online-Bestellung via Internet ([www.ct.de/abo](http://www.ct.de/abo))  
oder E-Mail ([leserservice@ct.de](mailto:leserservice@ct.de)).


Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden.

Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.  
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2019 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA 

# Vorschau 7/2019

Ab 16. März 2019 im Handel und auf ct.de



## Qualität von Musik-Streaming

Mit dem schleichenden Tod der Audio-CD verschwinden auch Quellen, aus denen man Musik in verlustfreier digitaler Qualität bekommt. Wir untersuchen, wie es um die Klangqualität von Spotify & Co. bestellt ist und ob sich audiophile Alternativen lohnen.



## Hosting komplett

Webhosting-Pakete sind nicht nur für Blogger, Vereine und Firmen interessant. Denn sie lassen sich als privater Cloudserver nutzen und enthalten außer Webspace auch eine Domain und Mail-Postfächer. c't hat Angebote bis acht Euro pro Monat auf Flexibilität, Sicherheit und Performance getestet.

**Außerdem:**

## PDF-Tools zum Nulltarif

Komplettpakete zum Erstellen und Bearbeiten von PDFs kosten leicht mehrere hundert Euro. Mit einer geschickten Kombination aus kostenlosen Anwendungen und Utilities kommt man aber auch schon ziemlich weit. Wir stellen die besten vor.

## A3-Scanner im Test

Das Scannen etwa von Bauplänen oder Landkarten ist mit einem DIN-A4-Scanner fummelig und die Vorlagen zerknicken. A3-Scanner verringern den Aufwand beim Zusammensetzen der Scans. CIS-Modelle reichen dabei für Text, für Fotos und Bücher gibt es teurere CCD-Scanner.

## Tracker-Blocker Blokada

Etliche Smartphone-Apps forschen mit Trackern ihre Benutzer aus. Viele davon schnüffeln für Werbenetzwerke, andere für undurchsichtige Zwecke. Die Open-Source-App Blokada verspricht, unerwünschte Tracker und Werbung gleichermaßen zu blocken. c't erklärt das Projekt.

**Noch mehr  
Heise-Know-how:**



ix 3/2019 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



c't Digitale Fotografie  
2/2019 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



Make 1/2019 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



# IGNITE DIGITAL WORKSHOP

May 10, 2019 in Berlin

Ready to get up-close and personal with cutting-edge digital tools and technologies?

Join us and other leading digital minds in Europe's vibrant tech capital for our free workshop.

Learn more and apply at [ignite.bcg.com](https://ignite.bcg.com)



DIGITAL BCG

The Boston Consulting Group is an equal opportunity employer. All qualified applicants will receive consideration for employment without regard to race, color, age, religion, sex, sexual orientation, gender identity / expression, national origin, disability, protected veteran status, or any other characteristic protected under applicable law.



Neue Version!

combit®

# Volle Unterstützung im Hintergrund Reporting mit List & Label 24



## Ihr Wettbewerbsvorteil

Vielfältige Auswertungen und Berichte mühelos in Ihre Anwendung integrieren



## Report Server/Cloud

Ohne eigenen Entwicklungsaufwand direkt Server Reporting anbieten



## Intuitiver Designer

Für Desktop und Web, zusätzlich browserbasierter Ad-hoc Designer



## Sofort startklar

Umfassende Dokumentation und Beispiele, lebhafte Community und Top Support

combit®

Weitere Infos und Download  
der kostenlosen Testversion:



[www.combit.net/reporting](http://www.combit.net/reporting)