



# Windows 7: Das war's!

Support-Ende im Januar: Noch klappt der Gratis-Umstieg

IM  
TEST

- Surface Pro X & MacBook Pro 16"
- AMD Threadripper 3000 vs. Intel Core X
- Schnelle USB-Sticks ab 20 Euro
- Überregionale Fahrplan-Apps
- Raspi 4: Die besten Kühler

Cloud-Gaming-Dienste im Test

## Google Stadia & Co.

Lohnende Jobs in der IT-Branche

Smart Farming: Bauer sucht Drohne

Android-Alternative Sailfish getestet

c't deckt auf: DECT-Telefon lauscht mit

Schnelleres RAM mit Subtimming-Tuning

Patientendaten akut in Gefahr

## Arztpraxen ohne Datenschutz

7 TVs mit 4K, HDR, Triple-Tuner und Streaming

## Smart-TVs im Härtetest

Die 55-Zoll-Mittelklasse ab 390 Euro : Zwei sind spitze



€ 5,20

AT € 5,70 | LUX, BE € 6,00

NL € 6,30 | IT, ES € 6,50

CHF 7,60 | DKK 57,00



# 91-Stunden-Woche und immer topfit: unser Support.



**089 998 288 026**

Mo-Fr 07-22h, Sa+So 09-17h

**Unser Experten-Team ist 365 Tage im Jahr für Sie da.**

Je professioneller Sie online unterwegs sind, desto unverzichtbarer ist im Falle einer Frage die schnelle, kompetente Antwort. Rund 220.000 Kunden verlassen sich dabei schon auf DomainFactory, und 88% von ihnen bewerten uns bei TrustPilot mit allen 5 Sternen.

Wenn es um Domains, Webhosting, Web-Sicherheit, E-Mail oder Server geht:

Wir geben alles für Ihren Web-Erfolg.

**Domains, Webhosting, E-Mail, Server, Reseller-Services: [www.df.eu](http://www.df.eu)**



## Actioncams: Diagnose Funktionsverfettung

Zu dritt saßen wir im Labor vor einem kleinen Würfel namens Actioncam und rätselten: "Was, zum Henker, bedeutet LDC?" Dass man mit "FOV" den Bildwinkel zwischen weit und schmal verstellt, war noch leicht zu erraten. Dass GoPro einen Zeitraffer hinter dem Wort Timewarp versteckt - geschenkt. Actioncams haben sich meilenweit von der genialen Einfachheit der ersten Filmschachteln entfernt.

Meine Diagnose: Actioncams sind nun auch mit einer Funktionsverfettung infiziert, also dem Aufpumpen mit Features, die teils weitab vom ursprünglichen Zweck liegen: Mit dem Fernseher nur fernsehen? Um Gottes willen! Angeblich wollen Kunden doch Internetfunktionen, Apps, personalisierte Werbung und Alexa im TV. Schon Auto-Navis blies man durch Medienabspieler, Freisprechanlage und mehr auf, sodass die Routenberechnung Nebensache wurde. Navis verschwinden nun, weil Smartphones auch das Navigieren gelernt haben. Das Fotografieren übrigens auch, weshalb die Fotoapparate ihrerseits mit Video-Funktionen gepimpt werden und im Actioncam-Revier wildern.

Das spart zwar den Kauf einiger Spezialgeräte - dennoch läuft was falsch: Zunehmend wird es mühsamer, in Geräten und Software die Kernfunktionen zu finden und sie ohne große Einarbeitung zu nutzen. Unverständliche Menüpunkte, Menü-Irrgärten und User-Interfaces mit

übertriebenem Mitteilungsbedürfnis nerven und überfordern viele Nutzer. Dabei haben unter anderem Kamerahersteller mit ihren Programmatiken vorgemacht, wie man auch unbedarften Nutzern die Basisfunktion eines Gerätes leicht zugänglich macht, hier das Fotografieren. Ähnliches fehlt aber bei etlichen Produkten.

So treibt in der Kantine eine Kaffeemaschine die Leute in den Wahnsinn: Dreizehn Knöpfe, rätselhafte Piktogramme sowie zwei Hebel geben Rätsel auf statt Kaffee aus - mancher konvertierte schon zum Teetrinker, der nur einen einzigen Taster für heißes Wasser drücken muss.

Zur Weihnachtszeit werden nicht wenige von uns wieder ihren Lieben beibringen, wie man mit dem neuen Smartphone denn, bitte schön, telefoniert. Oder herausfinden, wie man mit der Actioncam einen Clip über die Inbetriebnahme der neuen Kaffeemaschine machen kann. LDC ("Lens Distortion Correction") macht dabei übrigens aus krummen Linien im Bild einigermaßen gerade.



*Michael Link*

Michael Link

# secIT

by Heise

HANNOVER 2020

Seien Sie dabei und profitieren Sie als Besucher von neuesten IT-Security Trends, Produkten oder Software-Lösungen.

Fachvorträge auf  
2 Bühnen

Ausstellungsfläche auf rund  
3.400 m<sup>2</sup>

bereits am Vortag  
Schulungsseminare

kostenfrei und fachbezogen  
Partner-Workshops

kostenfrei und informativ  
Partner-Expert-Talks

unabhängige  
redaktionelle Workshops

**HIGHLIGHT:**  
Krypto-Experte  
aus den USA

**Bruce Schneier**  
Workshop  
und  
Keynote

Die Partner der secIT Hannover



**AKARION**  
Innovating Trust

**ALLGEIER CORE**  
Comprehensive IT Security



**PSW GROUP**



Weitere Informationen und Anmeldung unter

**sec-it.heise.de**

# Der Treffpunkt für Security-Anwender und -Anbieter!



25. – 26. März 2020  
Hannover

## PROGRAMM-HIGHLIGHTS:

### Podiumsdiskussion:

Offensive Cyberverteidigung alias „Hackback“ mit: Andreas Können (BMI), Manuel Atug (HiSolutions), Ninja Marnau (CISPA Saarland), Tobias Haar (LL. M, MBA Rechtsanwalt)

### Comedy-Hacker Tobias Schrödel:

Was bei stern TV nicht gezeigt werden durfte.

### Prof. Dr. Gina Wollinger

(Kriminologisches Forschungsinstitut Niedersachsen e.V.) zeigt die Ergebnisse der repräsentativen KFN-Sicherheitsstudie aus 5.000 befragten Unternehmen.

### Cyber Risk Perception & Resilience –

Wie wir Risiken wahrnehmen und welche Risiken tatsächlich bestehen  
// Volker Kozok (Referent BMVg - Bundeswehr)

### Hack'n Secure – Wie hackt man IoT-Geräte?

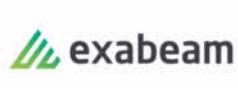
// Sascha Herzog (Technischer Geschäftsführer CEO & CTO Nside) und Mirko Ross (Gründungsgesellschafter und CEO der digital worx GmbH)

### Abschluss-Keynote:

Bruce Schneier, Krypto-Experte aus den USA

© AdobeStock-kras99

 CERTIX  codecentric  CONET  ConSecur  

  TRUST IN GERMAN SICHERHEIT     

  Cybersecurity evolved.     

Veranstalter

 Heise Medien

organisiert von

 heise  
Events  
Conferences, Seminars, Workshops

Eventpartner

 itsa 2019  
Die IT-Security Messe und Kongress

# Inhalt c't 26/2019

## Titelthemen

### Windows 7: Das war's!

- 14 **Optionen** für Privatleute und Unternehmen
- 18 **FAQ** Das bedeutet das Support-Ende
- 20 **Gratis umsteigen** auf Windows 10
- 26 **Nach dem Umstieg** Die Privacy-Checkliste

### Smart-TVs im Härtetest

- 60 7 günstige 4K-TVs mit 55 Zoll und HDR

### Google-Stadia & Co.

- 100 Cloud-Gaming-Dienste im Test

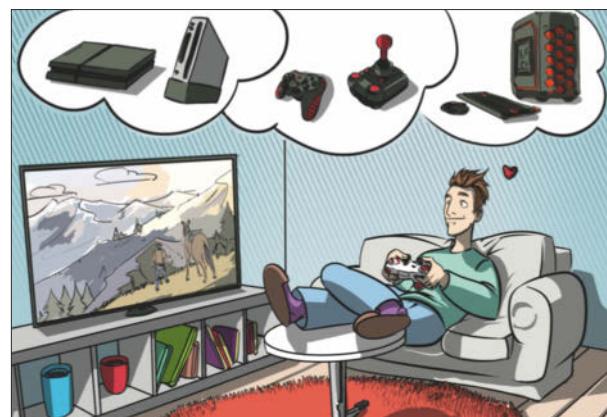
## Aktuell

- 12 **c't deckt auf: DECT-Telefon lauscht mit**
- 28 **Leak von Adressdaten** bei 1000PS
- 29 **Datenschutz** E-Health-App Ada nachgebessert
- 30 **Apple Pay** Apple muss NFC-Schnittstelle öffnen
- 31 **Krypto-Währungen** Ende der Anonymität
- 32 **Nach der Cebit** Neue IT-Messen
- 33 **VR-Brille** Oculus Quest wird zum PC-Headset
- 34 **Internet** Recht auf Vergessen, KI-Richtlinien
- 36 **Soziale Medien** für Hongkongs Protestbewegung
- 38 **Sicherheit von Arztpraxen** Viel Nachholbedarf
- 40 **Sensoren** für Blutdruck, Gaszähler, Temperatur
- 41 **Anwendungen** Updates für Blender und Steam
- 42 **Bit-Rauschen** VIA-Chip mit KI-Erweiterung
- 48 **Hardware** Lieferprobleme, SSDs, G-Sync
- 49 **Embedded Systems** Auto-Server, Bluetooth 5.1
- 50 **Netze** WPA3 für Fritzbox, IPv4 ausverkauft
- 51 **Digitalministerium** für Deutschland?
- 52 **Web-Tipps** Weiterbildung, SQL, Singen, Katzen

## Test & Beratung

- 68 **Surface Pro X**
- 72 **MacBook Pro 16"**
- 74 **14-Zoll-Notebook** Lenovo ThinkPad X1 Yoga
- 76 **Übertaktbare Billig-CPU** AMD Athlon 3000G
- 76 **Bluetooth-Headset** WirelessConcert One
- 80 **Kabellose Ohrhörer mit ANC** Huawei FreeBuds 3
- 80 **Bausätze mit AR** Lego Hidden Side
- 82 **Smarte Lautsprecher** Amazon Echo Dot
- 84 **Doodle-Ersatz** von digitalcourage.de
- 85 **Musikdateien in Spuren trennen** mit Spleeter
- 85 **Font-Paket mit 7500 Schriften** Megafont Now
- 86 **AMD Threadripper 3000 vs. Intel Core X**
- 90 **Core-X-Prozessor** Intel Core i9-10980XE
- 92 **Schnelle USB-Sticks ab 20 Euro**
- 96 **Raspi 4: Die besten Kübler**
- 104 **10 Actioncams im Test**
- 112 **Überregionale Fahrplan-Apps**
- 160 **Android-Alternative Sailfish getestet**
- 164 **Adventure-Spiel** Blacksad: Under the Skin
- 180 **Bücher** Marketing mit Instagram, Mindf\*ck

## 100 Google Stadia & Co.



Ohne Installation einfach loszocken, ganz ohne laute Lüfter oder teure Hardware – willkommen bei den Cloud-Gaming-Diensten! Wie gut Google Stadia, Playstation Now, Shadow und GeForce Now in der Praxis funktionieren.

## Wissen

- 44 Superrechner** Die 54. Top500-Liste
- 56 Lohnende Jobs in der IT-Branche**
- 78 Streamingdienste** Immer mehr HDR-Videos
- 118 Zahlen, Daten, Fakten** Internetkriminalität
- 120 Smart Farming: Bauer sucht Drohne**
- 124 Dynamische Baumstrukturen** mit PostgreSQL
- 128 Markdown** in JSON konvertieren
- 166 Arztpraxen ohne Datenschutz**
- 172 Gesundheitsdaten** Wie die DSGVO sie schützt

## Praxis

- 132 Blender-Workshop** 3D-Modelle schön rendern
- 138 Word** mit Tablet und Stift bedienen
- 140 Verteilte Datenbanken** mit CockroachDB
- 144 Schnelleres RAM mit Subtiming-Tuning**
- 148 Spiele** Grafikeinstellungen optimieren
- 152 Durchsuchbare PDFs** mit OCRmyPDF
- 156 Videos und Streams** auf 60 fps umstellen

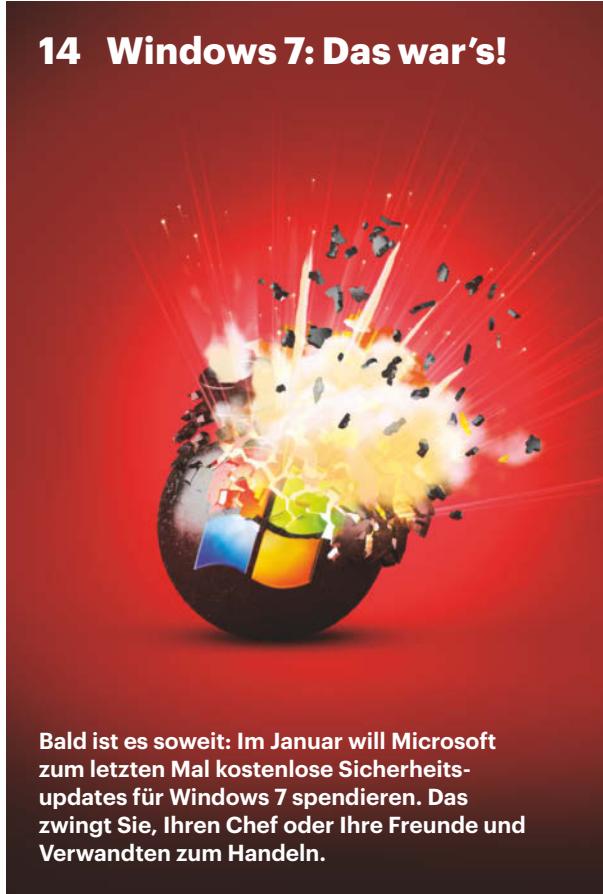
## Immer in c't

- 3 Auf den Punkt** Actioncams zu kompliziert
- 8 Leserforum**
- 11 Schlagseite**
- 54 Vorsicht, Kunde** Falscher Notebook-Panel-Typ
- 176 Tipps & Tricks**
- 182 Story** Tannenbaum-Terminator
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau**



*c't Hardcore kennzeichnet besonders anspruchsvolle Artikel.*

## 14 Windows 7: Das war's!



Bald ist es soweit: Im Januar will Microsoft zum letzten Mal kostenlose Sicherheits-updates für Windows 7 spendieren. Das zwingt Sie, Ihren Chef oder Ihre Freunde und Verwandten zum Handeln.

## 60 Smart-TVs im Härtetest



Ein Fernseher der 55"-Klasse muss nicht teuer sein, um 4K, HDR, Streaming, DVB-S/C/T und Festplatten-Recording zu können. Wir haben sieben TVs von 390 bis 800 Euro auf Farbtreue, Audiomoderation, Funktionsumfang, Anschlussvielfalt und Bedienbarkeit getestet.

# Leserforum



Über den sorglosen Umgang mit digitalen Patientendaten ärgern sich unsere Leser.

## Zugriffsrechte in Arztpraxis

Warum eine komplette Arztpraxis offen im Netz stand, c't 25/2019, S. 16

In diesem Fall zeigt sich mal wieder, dass zum letztendlichen Problem – offen über das Internet abrufbare Patientendaten – eine Fehlerkette geführt hat. Im Artikel wurde leider nur auf das erste Glied der Kette ausführlich eingegangen, den Telekom-Router mit fehlerhafter Firmware.

Das zweite Glied in der Kette, den Fileserver mit den Zugriffsrechten „Jeder“, halte ich jedoch für den weitaus größeren Skandal. Zumindest in einer Arztpraxis! Wären hier die Zugriffsrechte sauber gesetzt gewesen, dann wären die Daten nicht (so leicht) über das Internet zugänglich gewesen. In diesem konkreten Fall liegt die Vermutung nahe, dass in dieser Arztpraxis keinerlei Rechtemanage-

ment vorgesehen ist. Wenn auf einer Freigabe jeder auf wirklich alle Daten einer Arztpraxis zugreifen kann, ist das für mich der Daten-Super-GAU!

Thorsten Müll

## Praxis-Verwaltung

Als EDV-Leiter einer Klinik und Betreuer zweier Arztpraxen bin ich in dem Thema recht gut drin.

Hauptproblem sind meiner Meinung nach die absolut fahrlässigen Installations der Praxis-Verwaltungs-Systeme (PVS). So lautet die „Best Practice“-Installationsroutine:

- lokale Adminrechte für den User auf dem PC, zumindest um die Updates einzuspielen
- die lokale Firewall muss aus sein
- die Freigabe für die Software auf dem Datenbankserver muss auf „Jeder“ stehen
- In Word müssen für das Schreiben von Arztbriefen usw. alle Sicherheitseinstellungen abgeschaltet werden. Makros müssen „selbstverständlich“ aktiviert sein
- es lässt sich kein Zwang zur Passwort-Komplexität einstellen

Ich möchte fast wetten, dass dies in nahezu 90 Prozent aller Praxen genau so gehandhabt wird.

Christian Doerk

## Qualitätsjournalismus

Der schwere Kampf gegen Desinformation, c't 25/2019, S. 18

Fake News mit qualitativ hochstehender journalistischer Arbeit zu begegnen scheint mir der wirkungsvollste Zugang zu sein. Kontrolle und Überwachung in sozialen Medien sind weitaus weniger wirksam und bedrohen darüber hinaus wesentliche Rechtsgüter, die freie Meinungsäußerung sei beispielhaft genannt. Journalisten sind – zumindest hier in Österreich – eine hochbezahlte Elite mit weitgehenden Privilegien. Daher ist es nur recht und billig, wenn von den Kollegen (ich selbst war jahrelang auch in leitender Funktion journalistisch tätig) größte Anstrengung und Sorgfalt gefordert wird.

Check, Doublecheck und Recheck sind Garanten für faktenbasierte Nach-

## Wir freuen uns über Post

✉ redaktion@ct.de

✉ c't Forum

✉ c't magazin

✉ @ctmagazin

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

Antworten sind kursiv gesetzt.

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

## Fragen zu Artikeln

✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

richten, das unreflektierte Abschreiben von Pressetexten ist es ganz bestimmt nicht. Zurufe aus der Anzeigenabteilung trüben ebenfalls den journalistischen Scharfblick.

Peter Jenik

## FIDO2 am Arbeitsplatz

FIDO2-Hardware einrichten, c't 25/2019, S. 74

Wie soll man diese Geräte an Systemen nutzen, an denen zum Beispiel der Arbeitgeber den Rechner verriegelt hat? Wenn er umsichtig war, hat er von allen erlaubten USB-Geräten für diesen Rechner die Seriennummer erfasst und lässt nur die Systeme zu, deren Seriennummer passt. Damit kann man an solchen Systemen FIDO2 nicht nutzen.

iMil

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Linux für 32-Bit-x86-Computer

Fedora 31: Wayland-Fortschritte und Abkehr von 32-Bit-x86-Varianten, c't 24/2019, S. 92

Debian ist nicht die letzte der bekannteren Distributionen mit 32-Bit-x86-Variante. Auch openSUSE Tumbleweed gibt es noch für diese Architektur.

### ANC und Transparenzmodus bei den AirPods Pro

AirPods Pro mit Geräuschunterdrückung im Test, c't 24/2019, S. 48

Anders als im Artikel beschrieben funktioniert das Umschalten von ANC und Transparenzmodus auch mit anderen Zubehörgeräten und mit Apple-Geräten, die nicht das neueste Betriebssystem installiert haben. Die neueste OS-Version ist lediglich für das Konfigurieren der Tastenbefehle nötig.

# Style.

Smartes Tool für Ihre perfekte  
Work-Life-Balance.

ThinkBook

# Security.

Intuitive Sicherheitsfunktionen  
schützen Ihre Daten.

Lenovo

# Service.

Genießen Sie den professionellen  
ThinkPad Support.



BUILT FOR BUSINESS.  
DESIGNED FOR YOU.  
[WWW.LENOVO.COM/THINKBOOK](http://WWW.LENOVO.COM/THINKBOOK)

Intel® Core™ i7 Prozessor der 10. Generation





[ct.de/schenken](http://ct.de/schenken)

Jetzt gleich bestellen:

[ct.de/schenken](http://ct.de/schenken)

+49 541/80 009 120

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

**ICH VERSCHENKE KEINE ZEITSCHRIFT.  
ICH VERSCHENKE EIN ABO.**

- ✓ 6 Monate als Heft oder digital in der App, als PDF und direkt im Browser lesen
- ✓ Inklusive Geschenkgutschein für Sie oder den Beschenkten
- ✓ Mit Geschenk: z.B. 133-tlg. Werkzeugset





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



# Ziemlich unheimlich

## Problematische Mithörfunktion bei Panasonics DECT-Telefonen

**Bei vielen DECT-Telefonen von Panasonic genügt es, an einem zweiten Mobilteil abzunehmen – schon können Oma und Opa gleichzeitig mit den Enkelkindern reden. Kritisch wird es jedoch, wenn sich beispielsweise der Ex-Partner heimlich einklinkt. Verhindern lässt sich das kaum.**

**Von Mirko Dölle**

**E**s ist ein Horrorszenario: Man hat nach einer enttäuschenden Beziehung endlich einen neuen Partner gefunden, da sickern intime Details aus den Telefonaten

an Bekannte und Nachbarn durch. Oder die Mutter ist plötzlich in der Leitung, als zwei Teenager ihre erste Romanze am Telefon haben. Bei Panasonics DECT-Telefonen muss man mit solchen und anderen Überraschungen rechnen.

Das Problem ist eine Komfortfunktion der Funktelefone, die sogenannte Konferenzfunktion: Sie erlaubt es, dass zwei Teilnehmer gleichzeitig mit einem externen Anrufer sprechen – indem der zweite Teilnehmer einfach an seinem Mobilteil auf „Abnehmen“ drückt. Dabei gibt es weder einen Warnton, dass nun jemand mithört, noch wird am Mobilteil darauf hingewiesen, dass ein Dritter die Konferenzfunktion aktiviert hat. Schaltet der Lauscher das zweite Mobilteil über die entsprechende Taste stumm, gibt es nicht

einmal verräterische Hintergrundgeräusche. Dass diese Funktion bei den meisten Modellen ab Werk aktiviert ist, steht sogar im Handbuch – genauso wie ein Verweis auf die Privatfunktion, mit der sich vertrauliche Gespräche führen lassen sollen.

Was dort nicht steht: Die Privatfunktion lässt sich zwar von jedem Mobilteil aus aktivieren, aber auch von jedem anderen Mobilteil aus wieder deaktivieren. Die Einstellung gilt also global für alle Mobilteile einer Basisstation. Der Hersteller hat die Privatfunktion nicht einmal als wichtig genug erachtet, um sie mit der PIN der Basisstation abzusichern, die bei anderen wichtigen Funktionen wie etwa beim Koppeln eines neuen Mobilteils abgefragt wird. Die Abfrage der Basis-PIN würde in der Praxis allerdings keinen nennenswerten Sicherheitsgewinn bedeuten, denn wie sich die PIN von jedem angemeldeten Mobilteil aus und ohne Zugriff auf die Basisstation zurücksetzen lässt, verrät das Handbuch auf Seite 41.

Man kann also nur hoffen, dass zwischen Einschalten der Privatfunktion und dem Telefonat niemand anderes die Privatfunktion wieder deaktiviert hat. Laut Panasonic soll das Telefon außerdem nach dem Ende des Gesprächs die Privatfunktion von selbst wieder ausschalten – bei dem von uns getesteten Telefon-Set KX-TGK220 haben wir das aber nicht beobachten können. Immerhin ist es nicht möglich, die Privatfunktion während eines laufenden Gesprächs abzuschalten.

### Geheimes Zweittelefon

Kritisch sind vor allem eingehende Anrufe, denn hier lässt sich nicht feststellen, ob der Privatmodus aktiv ist oder nicht. Eingehende Gespräche sind also grundsätzlich abhörgefährdet – wenn auch nur durch DECT-Telefone, die mit der eigenen Basisstation verbunden sind. Doch das müssen nicht zwangsläufig die Mitglieder des eigenen Haushalts sein: Wer für nur zehn Sekunden Zugriff auf die Basisstation hat, etwa bei einem Besuch, kann in dieser Zeit ein zusätzliches Mobilteil koppeln – auch bei DECT-Anlagen mit nur einem Mobiltelefon. Dank der im Handbuch dokumentierten und für alle betroffenen Basisstationen einheitlichen Funktion zum Zurücksetzen der Basis-PIN funktioniert das selbst dann, wenn jemand die werksseitige PIN der Basis geändert haben sollte. Wird dabei die PIN auf den Werkszustand zurückgesetzt, dürfte das auch kaum jemandem auffallen.

Ein heimlich gekoppeltes zusätzliches Mobilteil in Verbindung mit der Konferenzfunktion ist auch die größte Missbrauchsgefahr durch Stalker, denn je nach Basisstation erhält man gar keinen Hinweis darauf, wie viele Mobilteile überhaupt mit der Basisstation gekoppelt sind. Außerdem ist die Reichweite der DECT-Basisstationen häufig so groß, dass ein Täter auch vom Nachbargrundstück oder von der Straße aus mithören könnte. Er muss dafür nicht einmal ein Panasonic-Mobilteil benutzen, dank GAP-Standard lassen sich praktisch alle DECT-Telefone mit den Panasonic-Basisstationen koppeln und so zu Abhörgeräten umfunktionieren. Aufheben lässt sich die Kopplung nur, indem man die Basisstation in den Werkszustand zurückversetzt und alle Mobilteile neu anlert.

Betroffen sind nach unseren Recherchen die Panasonic-Modelle KX-TGC210, KX-TGC22x, KX-TGE210, KX-TGE22x, KX-TGH710, KX-TGH72x, KX-TGJ310, KX-TGJ32x, KX-TGK310, KX-TGK32x, KX-TG681x, KX-TG682x, KX-TG6881, KX-TG6891, KX-TG805x, KX-TG806x, KX-PRS1x0 und KX-PRW130 – das ist nahezu die gesamte Modellpalette des Herstellers aus den letzten drei Jahren. Bei den Modellen KX-TGE510 und KX-TGE52x hingegen hat Panasonic alles richtig gemacht, hier muss der erste Gesprächspartner einer Konferenz explizit zustimmen und erhält zusätzlich einen unmissverständlichen Hinweis im Display und einen Signalton, sobald sich eine dritte Person in das Gespräch einklinkt.

**Nützliche Informationen**

Problem	Ursache/Lösung
Ich kann kein Mobilteil an der Basisstation registrieren	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sie haben die falsche PIN eingegeben. Wenn Sie die PIN vergessen haben, siehe "Ich habe die PIN vergessen" (Seite 41)</li> </ul>
Ich habe die PIN vergessen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ändern Sie die PIN wie folgt.</li> </ul> <p>1 [■] 1 3 2 2 ✕ 7 0 0 0 3 Geben Sie die neue 4-stellige Basisstations-PIN ein. → [OK] 4 [↑]: "Ja" → [OK] → [OK]</p>

**Aufladen des Akkus**

Problem	Ursache/Lösung
Das Mobilteil gibt Signaltöne ab und/oder  blinks.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Der Akku ist fast leer. Laden Sie die Akkus vollständig auf (Seite 11).</li> </ul>

**Schon wenige Sekunden Zugriff auf die Basisstation genügen, um heimlich ein weiteres Mobilteil anzulernen. Davor schützt noch nicht einmal, die PIN der Basisstation zu ändern: Das Handbuch verrät, wie man die PIN kurzerhand zurücksetzt.**

### Kein Firmware-Upgrade

In einer Stellungnahme an c't schrieb Christian Gupta, Senior PR Specialist bei Panasonic, dass das von uns getestete KX-TGK220 als Telefon für Familien konzipiert sei und dass in Privathaushalten bei Telefongesprächen in der Regel keine Vertraulichkeit notwendig sei, sondern eher die Funktion des Einklinkens eines Familienmitglieds in ein Gespräch gewünscht wird. Außerdem verweist er auf die Möglichkeit, die Privatfunktion unmittelbar vor einem Telefonat zu aktivieren, sowie darauf, dass sie während

eines laufenden Gesprächs nicht deaktiviert werden kann. Daher sei eine Änderung der Konfiguration des Telefons, etwa über ein Firmware-Upgrade, nicht geplant.

Wer sicher sein will, dass seine Gespräche nicht unbemerkt belauscht werden, und außerdem eine Fritzbox mit DECT besitzt, kann die Mobilteile einfach mit der Fritzbox anstatt mit der Panasonic-Basisstation koppeln. Die Basisstation dient dann nur noch als weitere Ladeschale und man kann die Mobilteile bedenkenlos weiter benutzen. (mid@ct.de) **ct**



**heise**  
Investigativ

**Viele c't-Investigativ-Recherchen sind nur möglich dank**  
**anonymer Informationen von**  
**Hinweisgebern.**

Wenn Sie Kenntnis von einem Missstand haben, von dem die Öffentlichkeit erfahren sollte, können Sie uns Hinweise und Material zukommen lassen. Nutzen Sie dafür bitte unseren anonymen und sicheren Briefkasten.

<https://heise.de/investigativ>



**Dank Konferenzfunktion genügt es, am zweiten Mobilteil abzunehmen, um ein laufendes Gespräch heimlich zu belauschen. Die anderen Gesprächspartner werden weder um Erlaubnis gefragt noch akustisch gewarnt.**

# Zeitbombe

Planänderungen beim Support-Ende bei Windows 7



<b>Optionen für Privatnutzer und Unternehmen .....</b>	<b>Seite 14</b>
<b>FAQ: Was bedeutet das Support-Ende .....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>So gelingt der Gratis-Umstieg auf Windows 10 .....</b>	<b>Seite 20</b>
<b>Erste Handgriffe nach dem Umstieg: Die Privacy-Checkliste .....</b>	<b>Seite 26</b>

## Drei Wochen nach Weihnachten will Microsoft zum letzten Mal kostenlose Sicherheits-Updates für Windows 7 spendieren – so weit, so bekannt. Überraschend ist aber, dass Microsoft scheibenweise die Regeln für die Zeit danach ändert.

Von Axel Vahldiek

Zum zweiten Mal nach Windows XP will Microsoft den Support für eine beliebte Windows-Version einstellen, und dieses Mal wird es wohl noch mehr Menschen ärgern als beim letzten Mal. Denn Windows XP galt seinerzeit wie heute Windows 7 als bewährt, doch stand eben mit Windows 7 ein Nachfolger bereit, der dem Oldie technisch so überlegen war, dass viele Nutzer freiwillig umstiegen. Beim nun bevorstehenden Support-Ende von Windows 7 sieht es anders aus: Windows 10 hat im Vergleich zwar durchaus Vorteile, aber eben auch einige Nachteile. Obendrein gilt das schon bei XP valide Argument „Wozu ersetzen, was problemlos funktioniert?“ bei Windows 7 ganz genauso.

Kein Wunder also, dass bei so manchem die Emotionen hochkochen beim Gedanken an den 14. Januar 2020, an dem es letztmals kostenlose Sicherheitsupdates für Windows 7 geben soll. Trotzdem wird es bei dem Termin wohl bleiben, denn

nicht nur Microsoft selbst sehnt ihn herbei, sondern auch viele Hersteller von Hard- und Software, die Produkte für Windows anbieten und dafür Support leisten. Das Windows-7-Ende gibt ihnen eine gute Gelegenheit, ihrerseits den Support ebenfalls einzustellen. Das spart Geld, und bei Beschwerden zeigt man einfach auf Microsoft.

Doch welche Auswege stehen nun wem zur Verfügung? In diesem Beitrag dröseln wir das auf. Falls Sie sich an das Titelthema von c't 2/2019 erinnern, in dem es ebenfalls um das Support-Ende von Windows 7 ging: Es hat sich seitdem einiges geändert und diverse Details wurden bekannt. Vieles gilt aber auch unverändert – die FAQ auf Seite 18 in dieser Ausgabe gibt Antworten auf die wichtigsten Fragen.

### Privatkunden

Wenn man Microsoft fragt, wie private Nutzer von Windows 7 auf das Support-Ende reagieren sollen, lautet der Rat wie gehabt „Umstieg auf Windows 10“. Am liebsten wäre es dem Konzern, wenn die

Kunden das mit dem Neukauf eines PCs verbinden, auf dem das aktuelle Windows bereits vorinstalliert ist. Kein Wunder, spülen solche Käufe doch dank der Lizenzeneinnahmen frisches Geld in die Kasse des Konzerns, und die PC-Hersteller verdienen daran ebenfalls.

Private Windows-7-Nutzer kommen aber auch ohne die Investition in neue Hardware an Windows 10, und zwar gratis. Denn das Angebot, kostenlos von Windows 7 auf 10 umzusteigen, lief offiziell zwar ein Jahr nach der Markteinführung von Windows 10 aus. Trotzdem funktioniert es bis heute immer noch (ausgenommen ist nur die Enterprise-Edition). Die meisten können also weiterhin kostenlos umsteigen, und das auf gleich mehreren Wegen: Sie können Ihre Windows-7-Installation in Windows 10 umwandeln (Upgrade-Installation), durch eine sauberes Windows 10 ersetzen (Neuinstallation) oder Windows 10 parallel neben Windows 7 installieren – die vertraute Windows-7-Installation bleibt dann erhalten und ist stets nur einen Neustart entfernt. Der Beitrag auf Seite 20 in dieser Ausgabe zeigt im Detail, wie genau das alles funktioniert.

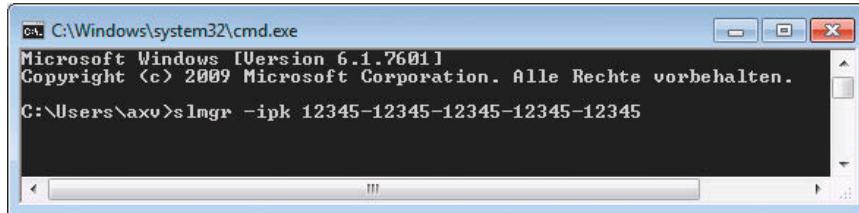
Wer von Windows 7 weg will, muss keineswegs auf Windows 10 umsteigen. Stattdessen ist es eher Geschmackssache, welches Betriebssystem Sie verwenden. Sogar Microsoft selbst bietet mit Windows 8.1 eine Alternative an: Es bekommt noch bis 2023 kostenlose Sicherheitsupdates, aber anders als Windows 10 nicht ständig neue Funktionen verpasst – das mag so mancher als Vorteil gegenüber Windows 10 empfinden. Es gibt Windows 8.1 allerdings nicht kostenlos.

Doch es geht auch ganz ohne Windows, denn letztlich kommt es nur auf eines an: Verwenden Sie ein beliebiges, aber aktuelles Betriebssystem, für das der Hersteller regelmäßig Sicherheitsupdates bereitstellt. Für das gibt es dann übrigens üblicherweise auch mehr Funktionen, Treiber, Anwendungen, Spiele und so weiter. In [1] haben wir Betriebssysteme wie ReactOS, Linux, BSD & Co. vorgestellt und auf ihre Tauglichkeit als Windows-7-Alternative abgeklopft. Der Artikel ist zwar schon rund ein Jahr alt, alle wesentlichen Aussagen darin gelten jedoch unverändert. Sie finden ihn vollständig online unter [ct.de/-4260984](http://ct.de/-4260984).

Das Windows-7-Ende betrifft Sie gar nicht selbst, sondern Ihre technisch nicht so versierten Freunde oder Verwandten?



Microsoft meint es ernst: Am 14. Januar 2020 gibt es zum letzten Mal kostenlose Updates für Windows 7. Eine Verlängerung der Frist können sich voraussichtlich nur Firmenkunden erkaufen.



Firmenkunden, die eine Fristverlängerung bezahlen, müssen ihren Windows-7-Rechnern spezielle Installationsschlüssel einpflanzen.

Die können ebenso umsteigen. Doch für jene von denen, die mit Windows ohnehin immer irgendwie überfordert waren, ist das Support-Ende vielleicht die passende Gelegenheit für den kompletten Abschied vom PC. Tablets mit Android und iOS sind so verriegelt, dass Laien kaum etwas demolieren können – das spart Ihnen Arbeit als Familien-Admin. Wenn die Augen noch gut sind, reicht vielleicht ein entsprechendes Smartphone. Falls Ihnen jemand begegnet, der trotzdem unbedingt bei Windows 7 bleiben will, verweigern Sie halt den Support: Wenn Microsoft keinen mehr leistet, warum sollten Sie es dann tun? Und nein, Sie können die Sicherheitslücken nicht selbst schließen.

## Firmenkunden

Firmenkunden empfiehlt Microsoft wenig überraschend ebenfalls den Neukauf von PCs mit vorinstalliertem Windows 10, und auch sie erhalten das Gratis-Upgrade. Ausgenommen sind wie oben erwähnt die nur im Rahmen von Volumenlizenzen erhältlichen Enterprise-Editionen. Kunden mit Software-Assurance-Vertrag brauchen das Gratis-Upgrade aber ohnehin nicht, weil sie Zugriff auf die jeweils aktuellen Windows-Versionen haben. Falls Unternehmen mit Volumenlizenzertrag Schwierigkeiten mit einzelnen Anwendungen unter Windows 10 haben, die unter dem Vorgänger noch liefen, verspricht Microsoft Hilfe. Das dazu aufgelegte Programm heißt „Desktop App Assure“, im Netz zu finden unter [aka.ms/DesktopAppAssureRequest](http://aka.ms/DesktopAppAssureRequest) (Zugriff nur mit einem Microsoft-Konto, welches mit einer Volumenlizenz verknüpft ist).

Anders als Privatkunden können Firmenkunden weiterhin Sicherheitsupdates für Windows 7 erhalten, das ist allerdings stets auf irgendeine Weise kostenpflichtig. Mit einem Azure-Abonnement lässt sich Windows 7 virtuell in Azure betreiben, und zwar inklusive Support für maximal drei Jahre ([azure.microsoft.com/services/virtual-desktop](https://azure.microsoft.com/services/virtual-desktop)). Doch auch für jede an-

dere Installation können sich Unternehmen eine Verlängerung des Support erkaufen. Microsoft will den Preis pro Jahr und PC berechnen, auch die Edition spielt eine Rolle (Pro, Enterprise ...). Der Preis verdoppelt sich jährlich und nach drei Jahren ist endgültig Schluss – sofern sich Microsoft zwischendurch nicht doch wieder etwas Neues ausdenkt. Der Name für die Support-Verlängerung lautet „Erweitertes Sicherheitsupdate-Programm“, der für die kostenpflichtigen Updates, „Extended Security Update“, abgekürzt ESU. Sie lassen sich nur jahresweise erwerben, kürzere Zeiträume will Microsoft nicht anbieten. Wer auf diesem Weg zusätzlichen Support erwirbt, bekommt ausschließlich Updates, die Microsoft nach eigenem Ermessen als sicherheitskritisch oder wichtig einstuft. Darüber hinausgehender Support ist nicht enthalten.

Wer ESU bekommen kann, hat Microsoft in den letzten Monaten mehrfach neu definiert. Fest steht aber seit Langem, dass eine Volumenlizenz den Bezug von ESU-Paketen ermöglicht. Entgegen ersten Ankündigungen ist keine zusätzliche Software Assurance erforderlich, diese macht die Angelegenheit aber billiger. Zu bekommen sind die Pakete in Microsofts „Volume Licensing Service Center“. Wer bei Microsoft zwischen dem 1. Juni und dem 31. Dezember 2019 eines der Abos „Windows E5“, „Microsoft 365 E5“, „Microsoft 365 E5 Security“ und „Windows VDA E5“ abgeschlossen hat, bekommt die Updates sogar maximal ein Jahr kostenlos.

Noch relativ neu ist, dass ESU auch über Certified Solution Providers (CSP) vertrieben werden, bei denen man Windows-Lizenzen je nach Anbieter auch ohne Volumenlizenzertrag erhalten kann. Wer bei einem CSP ein OEM-Gerät mit vorinstalliertem Windows 7 erworben hat, kann auf diese Weise sogar für solche PCs noch Updates bekommen. Etwas unklar ist derzeit noch, ob das auch Privatnutzern weiterhilft: Manche CSPs akzeptieren zwar

auch solche als Kunden, doch ob Microsoft ihnen erlaubt, denen dann auch ESU anzubieten, war bis Redaktionsschluss nicht zu klären. Eine Suchmaschine für CSPs finden Sie online unter [microsoft.com/solution-providers/search](https://microsoft.com/solution-providers/search). Preise sollen CSPs ab dem 1. Dezember nennen können.

Microsoft hat mittlerweile auch verraten, wie die Verteilung der ESU technisch funktioniert. Käufer werden spezielle, mehrfach aktivierbare Installationsschlüssel erhalten (Multiple Activation Keys, MAK). Die müssen sie in die Windows-7-Installationen einpflanzen (per `slmgr /ipk <ESU MAK key>`), und zwar jedes Jahr einen neuen, weil die immer nur ein Jahr lang gelten. Der ESU-MAK wandelt die bereits aktivierte Installation in eine neue Edition um (ähnlich wie beim Anytime Upgrade). Zudem müssen in Windows 7 die Updates KB4516033 und KB4516048 installiert sein (oder deren Nachfolger). Die Updates kann man dann auf den üblichen Wegen beziehen (SCCM, Windows Update, WSUS). Mit dem Test-Update KB4528069 kann man auch schon vor dem 14. Januar prüfen, ob alles korrekt für den Bezug von ESU konfiguriert wurde.

## Privatkunden im Nachteil

Es ist eine ziemliche Ungleichbehandlung: Während Firmenkunden sich eine Support-Verlängerung immerhin erkaufen dürfen, können Privatkunden das nicht. Für sie hält Microsoft als Trostpflaster nur das – immerhin kostenlose – Upgrade auf Windows 10 bereit, auch wenn der Konzern das nicht an die große Glocke hängt. Falls Sie übrigens nach der Lektüre des Artikels hoffen, dass Sie privat ohne ESU-Vertrag irgendwie an die Updates kommen: Denkbar ist das, nur wird Ihnen das wohl nicht helfen. Denn diese Updates lassen sich nur dann installieren, wenn deren Setup-Routinen zuvor einen ESU-MAK im System gefunden haben.

Da aber auch für zahlende Firmenkunden spätestens am 10. Januar 2023, dem ESU-Endtermin, Schluss mit Windows-7-Support sein wird, bleibt langfristig ohnehin kaum etwas übrig, als irgendwann auf ein moderneres Betriebssystem umzusteigen – es muss ja nicht von Microsoft sein.

(axv@ct.de)

## Literatur

- [1] Peter Siering, *Tschüss Windows!*, ReactOS, Linux, BSD & Co.: Welche Betriebssysteme echte Alternativen sind, c't 2/2019, S. 40, auch online unter [ct.de/-4260984](https://ct.de/-4260984)

# SEIN DURCHHALTE- VERMÖGEN IST NUR EINES VON VIELEN FEATURES.

Eine Investition, die sich auch langfristig lohnt:  
High-End-Monitore von EIZO.  
Mehr Infos auf [eizo.de/wirtschaftlichkeit](http://eizo.de/wirtschaftlichkeit)



Working with the Best

 EIZO®

# FAQ

# Windows-7-Ende

**Am 14. Januar 2020 endet der Support für Windows 7. Doch was bedeutet das eigentlich genau und welche Auswirkungen hat es? c't beantwortet die wichtigsten Fragen.**

**Von Axel Vahldiek**

## Bedeutung

**?** Welche Auswirkungen hat das Support-Ende genau?

**!** Im Grunde nur eine: Microsoft wird nach diesem Zeitpunkt keine kostenlosen Sicherheitsupdates mehr zur Verfügung stellen. Kostenpflichtig sind solche Updates für Firmen weiterhin verfügbar, für Privatkunden hingegen nicht.

Sonst ändert sich nichts. Andere Updates für Windows 7 stellt Microsoft ohnehin schon seit 2015 nicht mehr zur Verfügung. Was hingegen bleiben wird, sind die Angebote, die Microsoft als „Hilfe zur Selbsthilfe“ bezeichnet. Gemeint sind etwa die Artikel der Knowledge-Base (<https://support.microsoft.com>) und die Hilfeforen unter <https://answers.microsoft.com>. Sicherer wird eine Windows-7-Installation dadurch aber nicht.

Windows 7 bleibt weiterhin voll funktionstüchtig, läuft also auch nach dem Support-Ende weiter (sofern es nicht durch Viren oder Ähnliches lahmgelegt wird). Es lässt sich neu installieren, sofern das nicht etwa am fehlenden DVD-Laufwerk, an zu moderner Hardware (USB 3.x, UEFI, Secure Boot ...) oder fehlenden Treibern scheitert. Das Aktivieren bleibt möglich und notwendig, die Aktivierungsserver werden nicht abgeschaltet. Windows 7 wird auch nicht zur Freeware, die nun jeder kostenlos nutzen dürfte.

fer heutzutage breiteres Wissen und besseres Werkzeug zur Verfügung. Das führt dazu, dass die Anzahl der in Windows 7 neu entdeckten Sicherheitslücken sogar steigt.

Das lässt sich mit Zahlen belegen: Die Datenbank „CVE Details“ verzeichnete von 2009 (Veröffentlichung von Windows 7) bis 2019 insgesamt 1283 Probleme, doch 641 davon wurden erst in den letzten drei Jahren gefunden

- 2019 wurde mit 250 neu entdeckten Lücken sogar der bishe-

riige Höchststand von 2017 übertroffen, obwohl das Jahr noch nicht zu Ende ist. Von diesen Lücken sind zwar zugegebener-

maßen nicht alle glei-

chermaßen dramatisch.

Doch wenn man sich nur die besonders gefährlichen Lücken ansieht, die das Einschleusen und

Ausführen beliebigen Codes erlauben (code execution), sind die Zahlen sogar noch deutlicher: Von insgesamt 372 Code-Execution-Lücken wurden 100 erst 2019 entdeckt.

Solche Gefahren drohen nun auch Windows 7.

## Virensucher als Ersatz?

**?** Reicht es nicht aus, einfach einen aktuellen Virensucher zu installieren?

**!** Nein. Ein Virensucher kann immer nur ein Teil einer Sicherheitsstrategie sein, ebenso wie Backup, Firewall, Verschlüsselung, Software Restriction Policies, Skriptblocker im Browser und so weiter. Und auch Sicherheitsupdates sind ein solcher Baustein.

Das Titelthema in c't 10/2017 hat das in mehreren Artikeln detailliert erklärt und Tipps zu den einzelnen Bausteinen gegeben.

Die Rolle der Updates besteht darin, Einfallstore zu schließen, denn jedes geschlossene ist eines, das Angreifern nicht mehr offen steht. Das gilt übrigens keineswegs nur für Windows, sondern auch für alle Anwendungen. Um es aber auch ganz deutlich zu sagen: Kein einzelner Baustein kann echte Sicherheit garantieren, das können nicht mal alle zusammen. Anders formuliert: Nur ein ausgeschalteter PC ist vor Schädlingen wirklich geschützt. Aber jeder einzelne Baustein trägt dazu bei, das Risiko zu minimieren, und es gibt keinen vernünftigen Grund, auch nur auf einen davon zu verzichten.



## Auswirkungen

**?** Ist mein PC ohne Updates konkreten Gefahren ausgesetzt?

**!** Ob wirklich etwas passieren wird, lässt sich seriös nicht vorhersagen, doch ein Blick in die Vergangenheit ist lehrreich: 2017 beispielsweise kompromitzierten die Krypto-Trojaner WannaCry und Petya durch den EternalBlue-Exploit ungepatchte PCs, und zwar übers Netz und ganz ohne Nutzeraktion. Für XP gab es seinerzeit keine Updates, sodass XP-Installationen besonders betroffen waren.

## Windows 7 ausgereift

**?** Da Windows 7 nun schon über zehn Jahre alt ist: Stecken da überhaupt noch Sicherheitsprobleme drin? Die sollten doch so langsam mal alle gefunden worden sein, oder?

**!** Leider ist das Gegenteil der Fall, und das ist kein Zufall, denn während Windows 7 technisch immer noch auf dem Stand von 2009 steht, haben Angrei-

## Recht auf Updates

**?** Kann man Microsoft juristisch zwingen, weiterhin Updates für Windows 7 zur Verfügung zu stellen?

! Vergessen Sie das: Alle Garantie- und Gewährleistungspflichten sind zehn Jahre nach der Veröffentlichung von Windows 7 längst abgelaufen, und Verbraucherfreundlichkeit ist nicht einklagbar. Hinzu kommt, dass Microsoft in vielen Fällen ohnehin zu keinerlei Unterstützung verpflichtet ist. Denn das ist stets nur der Vertragspartner, und das ist gerade bei Privatkunden üblicherweise nicht Microsoft selbst, sondern der Händler, bei dem man Windows solo oder als Vorinstalltion auf einem PC erworben hat.

## Alte Updates

? Bedeutet das Support-Ende, dass sich die bereits erschienenen Updates für Windows 7 auch nicht mehr herunterladen lassen?

! Nein, es gibt nur keine neuen mehr. Die bereits erschienenen bleiben verfügbar. Wie lange, weiß zwar nur Microsoft, doch wenn man im Update-Katalog nach Updates für Windows XP sucht, findet man immer noch alle bis Support-Ende veröffentlichten Sicherheitsupdates (<https://www.catalog.update.microsoft.com>).

## Updates auf anderen Wegen?

? Kann man sich Sicherheitsupdates nicht auch irgendwie anders besorgen?

## Sicherheitslücken in Windows 7

Die Anzahl der pro Jahr gefundenen Sicherheitslücken in Windows 7 sinkt nicht etwa, sondern steigt stetig. 2019 erreichte sie einen neuen Höchststand.



Bild: CVE Details

! Falls jemand verspricht, an Microsofts Stelle Updates liefern zu wollen, dann dürften das zumeist nur Workarounds sein, also der Versuch, das System irgendwie so zu schützen, dass Sicherheitslücken nicht ausnutzbar sind. Schadsoftware könnte solche Workarounds aber umgehen.

Denkbar ist allerdings, dass es nach dem Support-Ende irgendwie gelingt, von Microsoft selbst bereitgestellte Updates in Systeme zu fummeln, für die sie eigentlich nicht gedacht sind. Bei Windows XP etwa gab es einen Hack, mit dem man Updates für eine Version namens „Windows Embedded POSReady 2009“ installieren konnte. Diese Version basierte auf XP, war aber eben nicht XP. Als Folge waren die Updates nicht auf herkömmlichen XP-Installationen getestet. Was noch gravierender war: Die Updates sollten

nur Sicherheitslücken in der POSReady-Version schließen. Die war im Vergleich zu herkömmlichem XP aber stark eingeschränkt (weil nur für Kassensysteme gedacht). In XP steckten also naturgemäß mehr Lücken als in POSReady, und diese zusätzlichen Lücken blieben offen. Kurzum: Mit so einem Hack holt man sich Updates ins System, die nicht alle Lücken schließen und ungetestet sind, also Nebenwirkungen haben können. Falls Sie trotzdem vor solchen Hacks nicht zurück-scheuen: Viel Glück, aber Sie machen das auf eigenes Risiko. Wir empfehlen, es lieber zu lassen.

## Endlich kein Stress mehr

? Also ich freu mich darauf, wenn der monatliche Update-Stress endlich vorbei ist.

! Freuen Sie sich nicht zu früh: Wenn durch eine offen gebliebene Sicherheitslücke erst mal ein Schädling eingedrungen ist, haben Sie mit der Beseitigung des Schadens mutmaßlich weit mehr Arbeit als nur einmal pro Monat einen Neustart durchzustehen. Und während Updates üblicherweise nur am Patchday einmal pro Monat erscheinen, greifen die Schädlinge das ganze Jahr rund um die Uhr an. So gesehen: Ja, das Einspielen von Updates mag nervig sein, doch das Beseitigen von durch fehlende Updates verursachten Schäden ist noch weit nerviger.

(axv@ct.de)

Titel	Produkte	Klassifikation	Letzte Aktualisierung	Version	Größe	Aktion
2019-11 Servicing Stack Update für Windows 7 für x64-basierte Systeme (KB4532206)	Windows 7	Sicherheitsupdate	11.11.2019	k.A.	9,1 MB	Herunterladen
2019-11 Servicing Stack Update für Windows 7 für x86-basierte Systeme (KB4532206)	Windows 7	Sicherheitsupdate	11.11.2019	k.A.	4,0 MB	Herunterladen
2019-09 Servicing Stack Update für Windows 7 für x86-basierte Systeme (KB4516655)	Windows 7	Sicherheitsupdates	30.09.2019	k.A.	4,0 MB	Herunterladen
2019-09 Servicing Stack Update für Windows 7 für x64-basierte Systeme (KB4516655)	Windows 7	Sicherheitsupdates	30.09.2019	k.A.	9,1 MB	Herunterladen
2019-07 Servicing Stack Update für Windows 10 Version 1809 für ARM64-basierte Systeme (KB4512937)	Windows 10	Sicherheitsupdates	22.07.2019	k.A.	17,0 MB	Herunterladen
2019-07 Servicing Stack Update für Windows Server 2019 für x64-basierte Systeme (KB4512937)	Windows Server 2019	Sicherheitsupdates	22.07.2019	k.A.	13,5 MB	Herunterladen
2019-07 Servicing Stack Update für Windows 10 Version 1809 für x64-basierte Systeme (KB4512937)	Windows 10	Sicherheitsupdates	22.07.2019	k.A.	17,0 MB	Herunterladen

Es wird zwar keine neuen Sicherheits-Updates für Windows 7 geben, die bereits veröffentlichten dürften aber bis auf Weiteres verfügbar bleiben.

**CVE Details:** [ct.de/y51q](https://ct.de/y51q)



# Bombenräumung

## Tipps zum immer noch kostenlosen Umstieg von Windows 7 auf 10

**Der Umstieg auf Windows 10 ist einer der Wege, auf denen Nutzer von Windows 7 dem bevorstehenden Support-Ende entgegentreten können. Wir zeigen am Beispiel der aktuellen Windows-10-Version 1909, auf welche Arten Sie den Umstieg erledigen können.**

**Von Axel Vahldiek**

Als Windows 10 erschien, bot Microsoft allen Nutzern der Home- und Pro-Editionen von Windows 7 (und 8/8.1) an, kostenlos auf Windows 10 umzusteigen. Das Angebot war zwar ursprünglich auf ein Jahr befristet, wurde jedoch stillschweigend verlängert. Microsoft hat sogar nach (!) Ablauf der Frist den Prozess für Gratis-Umsteiger erleichtert. Die Verlängerung ist also kein Versehen, sondern Absicht, und Sie können das Angebot weiterhin guten Gewissens annehmen. Der Gratis-Umstieg gelingt mit allen Home-, Professional- und Ultimate-Editionen. Ausgenommen sind lediglich Nutzer der offiziell nur im Rahmen von Volumenlizenzverträgen erhältlichen Enterprise-Editionen.

Dieser Beitrag beschreibt die verschiedenen Wege, wie Sie den Gratis-Umstieg meistern können. Falls Ihnen der Artikel teilweise bekannt vorkommen sollte: Es handelt sich um eine stark überarbeitete

Fassung eines vor über zwei Jahren erschienenen Artikels. Seinerzeit war die Windows-10-Version 1709 aktuell, doch mittlerweile hat Microsoft vier weitere Versionen veröffentlicht. Also haben wir alles mit der aktuellen Version 1909 („November 2019 Update“) erneut getestet und alle Beschreibungen aktualisiert. 1909 ist jene Version, die nach Microsofts Planungen auch am Tag des Support-Endes am 14. Januar 2020 die aktuelle sein wird. Falls Sie sich mit anderen Lesern über Ihre Erlebnisse beim Umstieg austauschen wollen, finden Sie via [ct.de/ytgm](http://ct.de/ytgm) ein passendes Forum.

Eines sei noch vorab gesagt: Wie schon im Beitrag auf Seite 14 erwähnt, ist Windows 10 keineswegs die einzige Alternative für Windows-7-Umsteiger. Infrage kommt jedes so ziemlich jedes Betriebssystem, welches weiterhin mit Sicherheits-Updates versorgt wird. Es sei hier auch nochmal auf [1] verwiesen. In diesem Artikel haben wir

diverse Nicht-Microsoft-Betriebssysteme vorgestellt, Sie finden ihn kostenlos online unter [ct.de/-4260984](http://ct.de/-4260984).

## Vier Wege

Sie können auf vier Wegen von Windows 7 auf 10 umsteigen: Der erste ist die Upgrade-Installation, bei der die bestehende Windows-7-Installation in Windows 10 umgewandelt wird. Der Vorteil daran ist, dass Ihre persönlichen Dateien, Anwendungen und Einstellungen üblicherweise erhalten bleiben. Der zweite Weg ist eine saubere Neuinstallation von Windows 10. Die alte Installation fliegt dabei zwar komplett von der Festplatte/SSD, dafür erhalten Sie aber Windows 10 in einem frischen Zustand ohne den Ballast der alten Installation. Der dritte Weg ist eine Parallelinstallation in eine separate Partition oder auf einen separaten Datenträger. So erhalten Sie Windows 10 ebenfalls in einem frischen Zustand, Windows 7 bleibt aber bootfähig erhalten und lässt sich ohne Zusatzhandgriffe jederzeit wahlweise statt Windows 10 booten. Der vierte Weg schließlich ist der aufwendigste: eine Kombination aus Upgrade- und Parallelinstallation. Dabei bleibt Ihre alte Windows-7-Installation erhalten und parallel läuft eine von Ihrem Windows 7 auf Windows 10 aktualisierte Version.

Eigentlich gibt es noch einen weiteren Weg, doch von dem raten wir mittlerweile ab: eine Parallelinstallation, bei der Windows 10 nicht in einer separaten Partition, sondern in einer virtuellen Festplattendatei landet („VHD-Installation“). Solange der Support für Windows 7 noch lief und unklar war, ob der Gratis-Umstieg beim Support-Ende noch funktionieren würde, war das ein guter Weg zum Sicherstellen, dass man auch später noch kostenlos umsteigen kann. Doch solche Vorsichtsmaßnahmen sind nun nicht mehr nötig, das Support-Ende ist ja erreicht und das Gratis-Upgrade funktioniert weiterhin. Für den Alltag taugt so eine VHD-Installation ohnehin nicht so richtig, denn das regelmäßig fällige Einspielen neuer Windows-10-Versionen ist nur mit erheblichem Aufwand zu bewerkstelligen (eine detaillierte Anleitung haben wir in [2] veröffentlicht).

## Voraussetzungen

Vorab ein paar Worte zu den technischen Voraussetzungen, die Ihr PC erfüllen muss, damit Windows 10 darauf laufen kann. Die Kurzform: Für Sie gibt es vermutlich keine von Relevanz, denn auf Ihrem PC läuft ja

Windows 7, und wenn das läuft, gilt das üblicherweise auch für Windows 10. Für eine 32-Bit-Installation brauchen Sie lediglich 16 GByte Plattenplatz und 1 GByte RAM, bei 64 Bit sind 20 GByte Plattenplatz und 2 GByte RAM erforderlich. Das sind allerdings die Minimalanforderungen, empfehlenswert sind mindestens 100 GByte Plattenplatz und 4 GByte RAM.

Lediglich beim Prozessor sind die Systemvoraussetzungen leicht gestiegen: Für Windows 10 muss er die Befehlssatz-erweiterung SSE2 mitbringen sowie die Funktion NoExecute (NX), um die Ausführung von Code an bestimmten Adressen zu verhindern. Beides gehört aber seit Langem zum Standard. Zudem muss der Prozessor für alle 64-Bit-Varianten von Windows nicht bloß 64-Bit-tauglich sein, sondern auch die Befehle CMPXCHG16B, PREFETCHW und LAHF/SAHF verarbeiten können. Daran scheitern aber nur steinalte Rechner mit Sockel-939-Prozessoren von AMD [3].

## Vorbereitungen

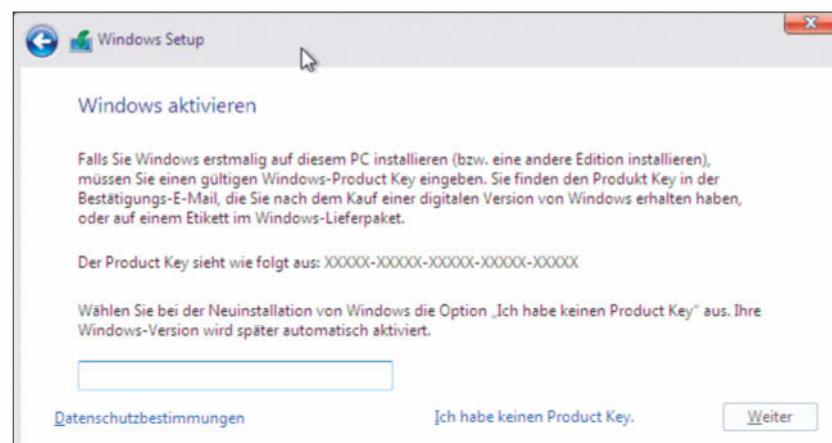
Unabhängig vom Weg, den Sie beschreiten wollen, sind stets einige Vorbereitungen zu treffen. Die wichtigste: Erzeugen Sie ein Backup von allen (!) persönlichen Dateien auf der Festplatte/SSD (etwa mit Duplicati [4]) sowie ein Image Ihrer Windows-Installation. Falls Sie keinen Imager besitzen oder eine Empfehlung wünschen: Greifen Sie zum c't-Notfall-Windows aus c't 22/2019. Da steckt eine Spezialversion des bewährten Imagers Drive Snapshot drin, die bis Ende 2020 Images erzeugen und zeitlich unbegrenzt zurückspielen kann. Schritt-für-Schritt-Anleitungen sind ebenfalls enthalten. Verwenden Sie als Sicherungsziel ein Laufwerk, das

Sie während des Umstiegs vom PC trennen können, etwa eine USB-Festplatte.

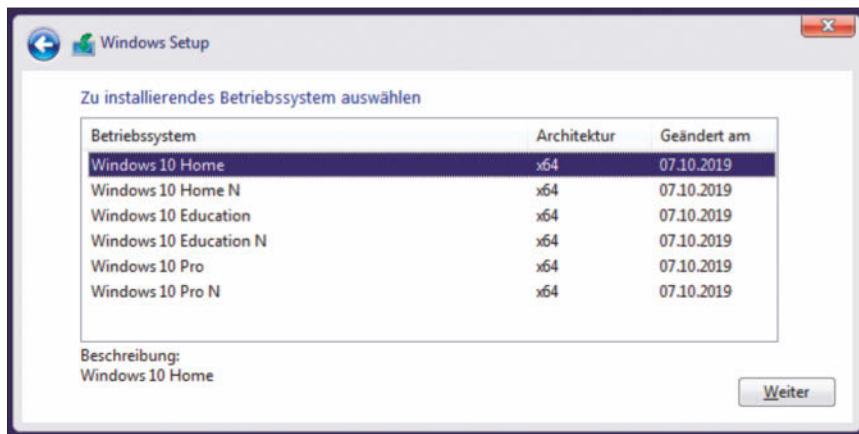
Windows 10 will auch im Rahmen des Gratis-Umstiegs einen Installationsschlüssel, akzeptiert aber den für Windows 7. Wenn Sie per Upgrade-Installation umsteigen, findet das Setup-Programm den Schlüssel selbst, in den anderen Fällen müssen Sie ihn von Hand eingeben. Falls Sie einen PC oder ein Notebook mit vorinstalliertem Windows 7 besitzen, steht der Schlüssel auf dem Aufkleber auf dem Gehäuse (oder im Batteriefach, auf dem Netzteil, unter einem extra Deckel ...). Obacht: Es hilft Ihnen bei solchen PCs nichts, den Schlüssel aus dem System auszulesen, denn das ist dann der falsche! Die Details haben wir erst kürzlich in [5] geschildert, dort finden Sie auch Tipps, falls Sie Windows 7 von einem Billigheimer im Internet erworben haben.

Damit Windows 10 nach dem Umstieg problemlos läuft, sind passende Treiber erforderlich, und die meisten wird Windows 10 automatisch finden und installieren. Trotzdem sollten Sie vorab selbst nach Treibern suchen, vor allem für den Netzwerkanschluss. Denn ohne Internet können Sie nichts nachladen, falls doch etwas fehlen sollte. Bei Komplett-PCs und Notebooks sollten Sie zuerst auf der Seite des Herstellers des PCs suchen statt bei dem der Netzwerkhardware. Oft wird man dort unter „Treiber“ oder „Support“ fündig, wenn man Modellname oder -nummer eingibt. Verwahren Sie die Treiber während des Umstiegs getrennt, etwa auf einem USB-Stick.

Schließlich benötigen Sie den Installationsdatensatz für Windows 10, und zwar idealerweise auf einem Medium, also auf einem USB-Stick oder einer DVD oder in



Das Setup-Programm von Windows 10 akzeptiert unverändert Installations-schlüssel für Windows 7 – sofern die Edition passt.



Bei Neu- und Parallelinstallationen fragt Sie das Setup-Programm nach der gewünschten Edition. Wählen Sie die zu Ihrer Windows-7-Edition passende und achten Sie darauf, auch wirklich die richtige zu erwischen.

einer ISO-Datei. Lediglich eine Upgrade-Installation gelingt auch ohne Medium, doch falls dabei etwas schief geht, ist für den nächsten Versuch der Download des Datensatzes erneut fällig – ein Medium erspart Ihnen das. Zum Erzeugen des Mediums öffnen Sie auf Ihrem Windows-7-PC die Webseite <https://www.microsoft.com/de-de/software-download/windows10> und klicken auf „Tool jetzt herunterladen“. Achtung: Falls Sie die Webseite stattdessen auf einem Windows-10-PC aufrufen, gibt es eine zusätzliche Schaltfläche namens „Jetzt aktualisieren“ – die richtige finden Sie nach etwas Runterscrollen weiter unten auf der Website. Auf Ihrer Festplatte/SSD landet dann das „Media Creation Tool“, nachfolgend als MCT abgekürzt.

Starten Sie das MCT und nicken Sie die Sicherheitsabfrage und die Lizenzbedingungen ab. Bei der Frage „Wie möchten Sie vorgehen“ wählen Sie die untere Antwort „Installationsmedien [...] erstellen“. Wenn Sie im nächsten Dialog das Häkchen vor „Empfohlene Optionen für diesen PC verwenden“ entfernen, können Sie selbst über Sprache und Architektur des zu erstellenden Installationsmediums entscheiden, sonst erzeugt das MCT eines, welches zum gerade laufenden PC passt. Wählen Sie anschließend, ob das MCT einen USB-Stick befüllen oder eine ISO-Datei erzeugen soll. Die ISO-Datei können Sie anschließend auf eine DVD brennen, der Stick ist ohne Nacharbeiten direkt bootfähig. Wir empfehlen, einen USB-2-Stick zu verwenden, damit gibt es später üblicherweise am wenigsten Probleme, vor allem wenn er während des Umstiegs an einem USB-2-Anschluss direkt am PC-Gehäuse steckt. Wie groß der Stick

sein muss, hängt von Ihrer Auswahl im MCT ab, 8 GByte reichen aber in allen Fällen. Er wird vom MCT zwischenzeitlich komplett gelöscht, kopieren Sie vorab also alle Daten davon woanders hin.

### Gemeinsamkeiten

Egal, welchen Weg Sie gehen: Sie werden während des Umstiegs einige Entscheidungen zu treffen haben. Manche sind trivial wie die Frage nach Region, Netzwerkverbindung und Tastaturlayout. Bei anderen sollten Sie wissen, wonach gefragt wird, denn hier geht es um Ihren Datenschutz: Wollen Sie die Online-Spracherkennung verwenden? Dürfen Microsoft und Apps Ihren Standort verwenden? Wollen Sie die Funktion „Mein Gerät suchen“ aktivieren? In welchem Umfang darf Windows Diagnosedaten, Freihand- und Eingabedaten an Microsoft senden? Wollen Sie „angepasste Erfahrungen“ erhalten (also personalisierte Werbung)? Dürfen Apps Ihre Werbe-ID verwenden? Da Sie alles auch nach Abschluss der Installation noch annehmen können (Details dazu

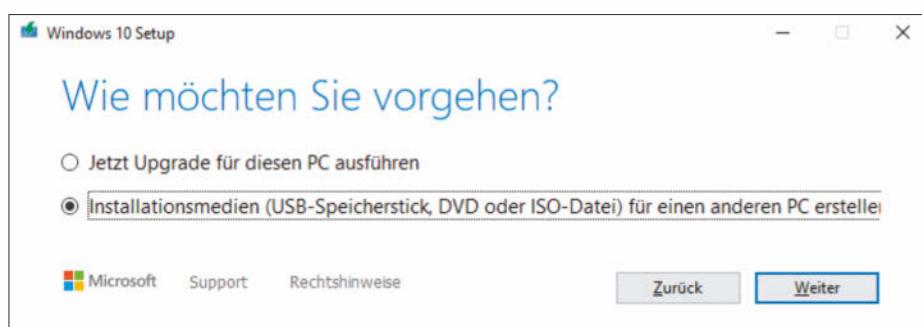
lesen Sie im Beitrag auf Seite 26), empfehlen wir, während der Installation von Windows 10 erst mal alles abzulehnen. Das ist jeweils die untere Option, anschließend müssen Sie jeweils (kein Witz) auf „Annehmen“ klicken, damit Windows Ihre Ablehnung akzeptiert.

Bei Neu- und Parallelinstallationen müssen Sie zudem entscheiden, ob Sie ein Microsoft-Konto („Onlinekonto“) oder ein herkömmliches lokales Konto („Offlinekonto“) zum Anmelden an Windows nutzen wollen. Für letzteres trennen Sie entweder während des Umstiegs die Online-Verbindung oder Sie klicken bei der Abfrage unten auf den unauffälligen Link „Offlinekonto“ und danach auf „Eingeschränkte Erfahrung“. Erst danach geben Sie einen Namen für Ihr Konto ein und auf Wunsch ein Kennwort. Eine FAQ zum Microsoft-Konto haben wir in [6] veröffentlicht.

### Weg 1: Upgrade-Installation

Falls Sie sich für eine Upgrade-Installation entschieden haben, sollten Sie zuerst Windows 7 auf den aktuellen Stand bringen: Spielen Sie alle wichtigen und kritischen Updates ein. Bei unseren Tests scheiterte das Upgrade in einem Fall an einem Asmedia-USB-3.0-Treiber von 2012, nach dem Einspielen des aktuellen von 2019 hingegen lief alles durch. Prüfen Sie also vor allem bei exotischeren Hardwarekomponenten, ob neuere Treiber verfügbar sind, und spielen Sie diese gegebenenfalls ein. Entfernen Sie alles, was extern angeschlossen ist.

Ganz wichtig: Deinstallieren Sie den VirensScanner. Es ist dabei völlig egal, um welchen es geht, denn unabhängig vom Hersteller sorgen solche Programme nach unseren Erfahrungen für die mit Abstand meisten Probleme beim Upgrade. Zudem bringt Windows 10 einen eigenen VirensScanner mit, Sie brauchen Ihren alten also



Die für den Umstieg nötigen Daten von Windows 10 können Sie mit dem Media Creation Tool herunterladen. Empfehlenswert ist, sie etwa auf einem USB-Stick zu konservieren.

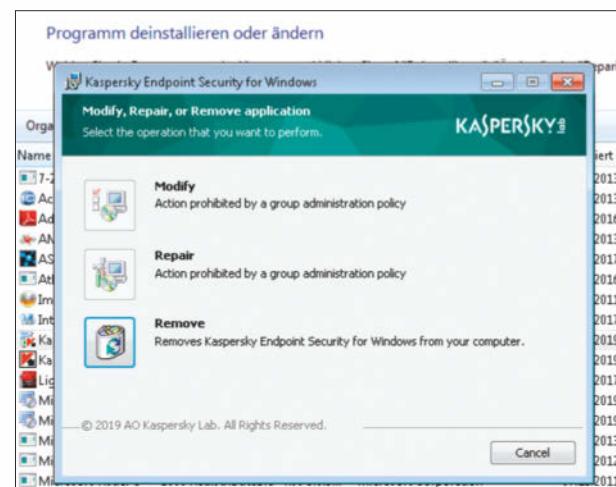
ohnehin nicht mehr. Starten Sie Windows danach neu.

Ist der Neustart durch, legen Sie bei laufendem (!) Windows 7 die gebrannte DVD ein oder, besser, stöpseln Sie den USB-Stick an (für eine Upgrade-Installation dürfen Sie nicht davon booten). Rufen Sie die Datei „Setup.exe“ direkt im Wurzelverzeichnis des Installationsmediums auf. Als erstes prüft dieses Programm, ob irgendwelche Anwendungen installiert sind, die es für inkompatibel hält. Dazu gehört beispielsweise das Windows-eigene Media Center, welches unter Windows 10 nicht mehr läuft (bitte nicht mit dem Media Player verwechseln, den gibt es weiterhin). Bei unseren Tests bezeichnete das Setup-Programm steinalte Versionen des VMware Player und von PGP als inkompatibel. Deinstallieren Sie solche Anwendungen. Sofern in der Systemsteuerung unter Programme und Funktionen kein Deinstallationseintrag vorhanden ist, reicht es oft aus, einfach das Programmverzeichnis der Anwendung zu löschen oder zu verschieben.

Hat das Setup-Programm nichts an den Anwendungen auszusetzen, geht es einfach stillschweigend zum nächsten Programm-Punkt über, was dann aussieht, als wäre es gerade frisch gestartet. Klicken Sie nicht gleich auf „Weiter“. Recht unauffällig steckt unterhalb des oberen Erklärungstextes der Link „Ändern, wie Windows Setup Updates herunterlädt“. Nach einem Klick darauf können Sie entscheiden, ob das Setup-Programm nach Updates suchen soll oder nicht. Das kostet je nach Rechner einige Minuten, bringt in den meisten Fällen aber nichts. Es spart also Zeit, die Auswahl auf „Nicht jetzt“ zu ändern. Wenn Sie Informationen über den Installationsablauf an Microsoft senden wollen, können Sie unten zudem ein Häkchen vor „Ich möchte helfen, die Installation von Windows zu verbessern“ setzen, nötig ist das aber nicht.

Nach einem Klick auf „Weiter“ müssen Sie die Lizenzbedingungen akzeptieren, danach verkündet das Setup-Programm, was es von der bestehenden Installation übernehmen will, nämlich alles. Falls Sie stattdessen nur Ihre persönlichen Dateien oder gar nichts übernehmen wollen, klicken Sie auf „Ändern der zu behaltenen Elemente“, sonst geht es mit einem Klick auf „Installieren“ weiter. Der Vorgang dauert einige Zeit, wobei die Dauer nicht nur von der Hardware, sondern auch von der Größe der ursprünglichen Windows-7-

**Wenn Sie per Upgrade umsteigen wollen, deinstallieren Sie vorher unbedingt den unter Windows 7 installierten Virensucher. Das gilt nicht nur für Kaspersky, sondern auch für jeden anderen.**



Installation abhängt. Dann erscheint der Desktop von Windows 10. Sollten während des Upgrades Probleme auftreten, finden Sie weitere Tipps in [7] (eigentlich für Windows-10-Funktions-Updates geschrieben, die Tipps gelten im Wesentlichen aber auch beim Umstieg von 7 auf 10). Sonst geht es für Sie im Abschnitt „Nachbereitungen“ weiter.

## Weg 2: Neuinstallation

Wenn Sie die Chance für einen Neuanfang nutzen und Windows 10 sauber neu installieren wollen, ist es am einfachsten, wenn im PC nur ein interner Datenträger steckt und sich darauf keine Daten befinden. Stöpseln Sie also alle anderen Datenträger ab und evakuieren Sie alle Daten vom verbleibenden.

Falls sich auf dem Zieldatenträger eine Partition befindet, die unbedingt bleiben soll, benennen Sie bei laufendem Windows 7 im Explorer alle zu sehenden Laufwerke mit eindeutigem Namen („Windows“, „Daten“, „Spiele“, „VMs“ ...).

Booten Sie anschließend vom Installationsmedium. Falls das ein USB-Stick ist und dabei Schwierigkeiten auftreten, hilft eine c't-FAQ weiter [8]. Sofern sich auf dem Zieldatenträger noch eine alte Windows-Installation befindet, müssen Sie direkt nach dem Booten durch Drücken einer beliebigen Taste bestätigen, dass Sie wirklich vom Installationsmedium starten wollen.

Als nächstes wählen Sie die Sprache und klicken auf „Jetzt installieren“, weiter geht es für Sie im Abschnitt „Installationsverlauf“.

## Weg 3: Parallelinstallation

Um Windows 10 neben Windows 7 zu installieren, ist eine zusätzliche freie Partition erforderlich. Falls keine vorhanden ist, kön-

nen Sie von einer bereits existierenden Partition Platz abschneiden. Defragmentieren Sie diese Partition zuerst, um die Daten zusammenzuschlieben. Dazu klicken Sie in ihrem Kontextmenü auf Eigenschaften, der nötige Knopf steckt im Reiter „Tools“. Anschließend öffnen Sie die Datenträgerverwaltung (Systemsteuerung/Verwaltung/Computerverwaltung). Dort wählen Sie aus dem Kontextmenü der entsprechenden Partition „Volume verkleinern“ aus. Falls es die Windows-Partition ist, lässt sie sich maximal auf die Hälfte verkleinern (mehr geht nur mit Tricks [9]), bei anderen hängt es nur vom Füllstand ab. Nach dem Verkleinern sehen Sie Platz auf der Platte, der „nicht zugeordnet“ ist. Klicken Sie in dessen Kontextmenü auf „Neues einfaches Volume“. Es startet ein Assistent, in dem Sie einfach so lange auf „Weiter“ klicken, bis er fertig ist.

Merken Sie sich den Laufwerksbuchstaben der Partition, in die Sie Windows 10 installieren wollen.

Stöpseln Sie nun bei laufendem (!) Windows 7 den Installationsstick an oder legen Sie die DVD ein – aber nicht doppelklicken, und auch nicht das Angebot der automatischen Wiedergabe von Windows 7 namens „Setup.exe ausführen“ annehmen! Klicken Sie stattdessen mit der rechten Maustaste auf das Medium und wählen „Öffnen“ beziehungsweise „Erweitern“. Nun können Sie den Ordner Sources öffnen. Darin finden Sie eine Datei namens „Setup.exe“, und genau die brauchen Sie. Im Wurzelverzeichnis des Mediums gibt es zwar eine gleichnamige, doch die hilft hier nicht. Wenn Sie eine 64-Bit-Variante nutzen, müssen Sie als nächstes verkraften, dass Microsoft es allen Ernstes und trotz diverser Hinweise bis heute nicht geschafft hat, seine eigene Setup-



Wenn Sie Windows 7 in Windows 10 umwandeln wollen, sollten Sie vorab alle verfügbaren Updates sowie aktuelle Treiber einspielen.

Datei zu signieren: Windows 7 fragt Sie dann per gelber Warnmeldung, ob Sie das Ausführen dieses Programms zulassen wollen, obwohl es „von einem unbekannten Herausgeber“ stammt. Es folgen die oben bereits erwähnten Fragen, ob es Updates herunterladen soll und ob Sie Informationen zum Installationsverlauf senden wollen.

## Installationsverlauf

Ob Neu- oder Parallelinstallation, das Setup-Programm fragt Sie nun nach dem Installationsschlüssel. Wir empfehlen aber, den erst später einzugeben, wenn die neue Installation bereits eine Zeit lang stabil läuft, denn das spart unnötige Aktivierungsversuche, falls Sie mit dem Umstieg wegen irgendwelcher Probleme noch mal von vorn anfangen müssen. Klicken Sie zum Überspringen der Eingabe unten auf „Ich habe keinen Product Key“.

Nun will das Setup-Programm wissen, welche Edition von Windows 10 es installieren soll. Was Sie auswählen, hängt von Ihrer Windows-7-Edition ab: War das Starter, Home Basic oder Home Premium, wählen Sie „Windows 10 Home“, bei Professional und Ultimate wählen Sie „Windows 10 Pro“. Obacht: Wählen Sie jeweils die Edition ohne (!) angehängtes „N“ im Namen, es sei denn, Sie besitzen wirklich eine der seltenen N-Editionen von Windows 7 (Details bei Bedarf in [10]).

Akzeptieren Sie die Lizenzbedingungen und wählen im nächsten Dialog „Benutzerdefiniert“. Es erscheint eine Laufwerksübersicht. Für eine Parallelinstallation wählen Sie die Zielpartition einfach anhand des gemerkten Laufwerksbuchstabens und lesen dann im übernächsten Absatz weiter.

Bei einer Neuinstallation ist es etwas komplexer. Falls das Laufwerk leer ist,

enthält die Übersicht nur einen vorausgewählten Eintrag „Nicht zugewiesener Speicherplatz auf Laufwerk 0“. Befinden sich auf dem Datenträger hingegen Partitionen, identifizieren Sie sie an den vorhin vergebenen Namen am Ende der Bezeichnung „Laufwerk 0 Partition 2: Daten“. Löschen Sie alle Partitionen bis auf die, die Sie behalten wollen. Es entsteht „Nicht zugewiesener Speicherplatz“. Den können Sie zwar selbst neu einteilen, doch das erfordert Kenntnisse über die erforderlichen Partitionen (bei UEFI sind es vier). Bequemer ist es daher, das Einteilen dem Setup-Programm zu überlassen: Markieren Sie den „Nicht zugewiesenen Speicherplatz“ und klicken Sie auf „Weiter“.

Nun dauert es etwas, dann erscheinen einige triviale Fragen, „welche Einrichtung“ Sie wollen. Wenn Sie hier nicht wissen, was gemeint ist, dann ist „Für persönliche Verwendung einrichten“ das richtige.

Es folgen die oben bereits erwähnten Nachfragen zu Region, Konto, Netzwerk, Datenschutz und so weiter, dann erscheint der Desktop. Bei Parallelinstallationen erscheint beim Einschalten des PC zudem ein Bootmenü, in dem Sie entscheiden können, welche Windows-Version Sie starten wollen.

## Weg 4: Upgrade-Parallel-Kombi

Damit auf Ihrer Platte später Ihre ursprüngliche Windows-7-Installation sowie eine von Windows 7 auf Windows 10 aktualisierte Fassung Ihrer ursprünglichen Version läuft, ist einiger Aufwand zu treiben. Ziehen Sie mit Drive Snapshot ein Image von Windows 7 und folgen Sie dann zuerst der obigen Anleitung zum Upgrade, wandeln Sie also Windows 7 in Windows 10 um. Anschließend erzeugen Sie mit unserem Sicherungsskript c't-WIMage (siehe

ct.de/wimage) eine Sicherungskopie von Windows 10. Danach spielen Sie das mit Drive Snapshot erstellte Windows-7-Image an die ursprüngliche Stelle zurück, ersetzen also damit die gerade aktualisierte Installation. Als nächstes folgen Sie der Anleitung zur Parallelinstallation, indem Sie eine freie Partition schaffen oder ein weiteres Laufwerk einbauen. Darauf installieren Sie aber nicht Windows 10 neu, sondern spielen Sie das mit c't-WIMage erzeugte Windows-10-Image zurück.

Zwei Imager brauchen Sie, weil Drive Snapshot Images beim Zurückspielen nicht als Parallelinstallation einrichten kann, denn das erfordert zusätzliche Handgriffe am Bootloader, die Drive Snapshot nicht ausführen kann. c't-WIMage hingegen erledigt die automatisch mit, vermag dafür aber nicht das alte Windows 7 zu sichern, weil dem Oldie noch wichtige Bestandteile fehlen.

## Nachbereitungen

Es bleiben noch einige Nacharbeiten. Stellen Sie, sofern noch nicht passiert, eine Internetverbindung her und lassen Sie Windows Update nach Aktualisierungen suchen. Sie finden die Option in den Einstellungen (das Zahnrad im Startmenü) unter „Updates und Sicherheit“. Wer von Windows 7 gewohnt ist, dass so ein erster Aufruf ewig lange braucht und massenhaft Updates findet, wird überrascht sein: Microsoft stellt für Windows 10 monatlich kumulative Updates bereit, die alles auf einen Schlag enthalten. Zusätzlich zu diesen werden allenfalls aktuelle Notfall-Patches, frische Virendefinitionen für den Defender sowie Treiber gefunden.

Findet Windows Update auch nach einem Neustart nichts mehr, drücken Sie Windows+Pause und klicken links oben auf „Geräte Manager“. Falls hier gelbe Ausrufezeichen zu finden sind, fehlen Treiber. Sie sollten zudem prüfen, ob für die Grafikkarte wirklich ein passender Treiber installiert ist oder nur ein „Microsoft Basic Display Adapter“. Fehlende Treiber installieren Sie nach, sofern Sie während der Vorbereitungen passende Treiber herunterladen konnten. Falls immer noch Treiber fehlen, klicken Sie im Gerätemanager im Kontextmenü eines treiberlosen Geräts auf „Treiber aktualisieren/Automatisch nach aktualisierter Treibersoftware suchen“. Das veranlasst Windows zu einer Online-Suche, die oft Treiber findet, die Windows Update nicht fand.

Wenn nicht, schlägt die Stunde entweder der Parallelinstallation oder Ihrer Images. Das genaue Vorgehen bei letzterem hängt von Ihrem Imager ab, als Beispiel dient hier das oben erwähnte Drive Snapshot aus dem Notfall-Windows. Stöpseln Sie bei laufendem (!) Windows 10 den Stick mit dem Notfall-System an und starten Sie dann aus dem Ordner Programs\Snapshot die Anwendung Snapshot.exe. Wählen Sie „View contents of saved Disk Image“. Im nächsten Dialog wählen Sie per „Browse“ das Image der gesicherten Windows-7-Installation auf der USB-Platte aus und vergeben bei „Drive“ einen Laufwerksbuchstaben. Nun „Map and Explore Virtual Drive“ anklicken, woraufhin das Image als im Explorer eingebundenes virtuelles Laufwerk erscheint.

Weiter geht es im Gerätemanager. Klicken Sie im Kontextmenü des immer noch treiberlosen Geräts auf „Treiber aktualisieren/Auf dem Computer nach Treibersoftware suchen“ und geben Sie als Ort die Parallelinstallation oder das gerade

eingebundene virtuelle Laufwerk an. Das Häkchen bei „Unterordner einbeziehen“ muss gesetzt sein. Anschließend durchsucht Windows die alte Installation nach passenden Treibern und wird dabei hoffentlich fündig. Wiederholen Sie das für alle weiteren treiberlosen Geräte. Sofern alles wie gewünscht läuft, kann man aber auch mit fehlenden Treibern leben.

Als letzten Handgriff sollten Sie die Aktivierung prüfen: Wenn Sie Windows+Pause drücken, sollte ganz unten stehen „Windows ist aktiviert“. Eine FAQ zur Aktivierung beim Gratis-Umstieg finden Sie in [11]. Falls Sie während der Installation keinen Schlüssel eingegeben haben, können Sie das an gleicher Stelle nachholen. Glückwunsch, nun haben Sie den Umstieg geschafft. Vor der Nutzung sollten Sie allerdings noch einen Blick in die Datenschutzeinstellungen werfen, wobei der nachfolgende Artikel auf Seite 26 hilft.

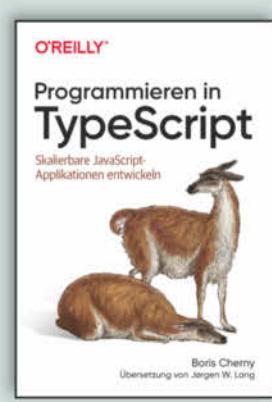
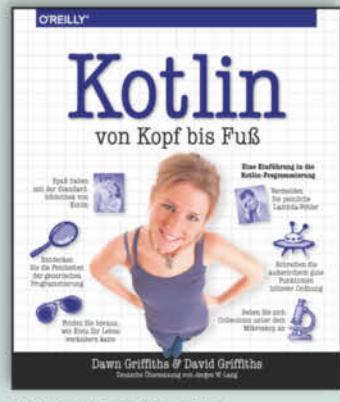
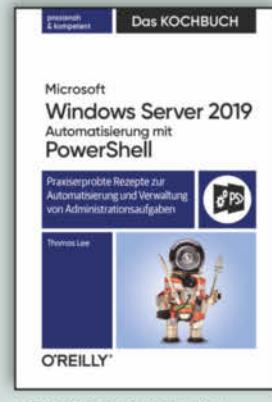
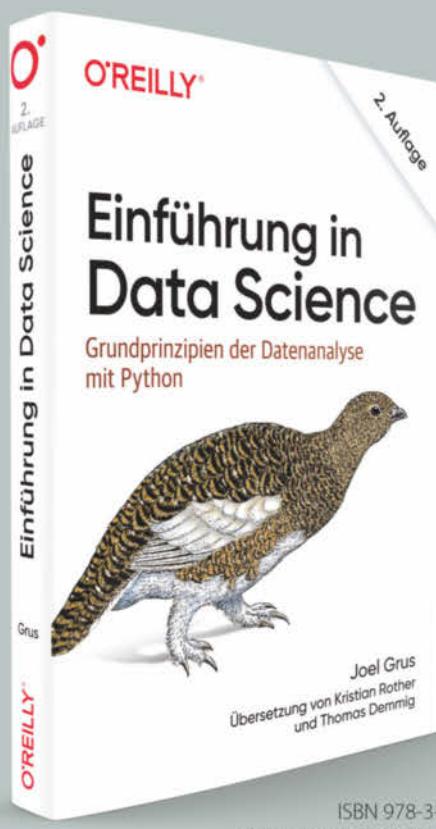
(axv@ct.de) 

**Downloads, Forum:** [ct.de/ytgm](http://ct.de/ytgm)

## Literatur

- [1] Peter Siering, Tschüss Windows!, ReactOS, Linux, BSD & Co.: Welche Betriebssysteme echte Alternativen sind, c't 2/2019, S. 40, auch online unter [ct.de/-4260984](http://ct.de/-4260984)
- [2] Axel Vahldiek, Aktualisierungs-Hürdenlauf, Upgrade für Windows 10 in einer VHD, c't 2/2017, S. 94
- [3] Christof Windeck, Update auf Windows 8.1 scheitert, c't 14/2014, S. 140
- [4] Ronald Eikenberg, Backups überall, Daten schnell und einfach mit Duplicati 2.0 sichern, c't 24/2019, S. 160
- [5] Axel Vahldiek, Lauter Freischalter, Was die Windows-Aktivierungsverfahren für Schnäppchenjäger bedeuten, c't 24/2019, S. 138
- [6] Axel Vahldiek, Windows 10 und das Microsoft-Konto, c't 23/2018, S. 176
- [7] Jan Schüßler, FAQ: Funktions-Upgrades für Windows 10, c't 21/2019, S. 74
- [8] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, c't 24/2018, S. 172, auch online unter [ct.de/-4209809](http://ct.de/-4209809)
- [9] Axel Vahldiek, Fensterumbau, Windows 7 mit Bordmitteln auf eine kleine SSD umziehen, c't 22/2011, S. 144
- [10] Axel Vahldiek, N oder nicht N, Die Unterschiede zwischen Windows-Editionen mit und ohne N, c't 9/2017, S. 174
- [11] Axel Vahldiek, FAQ: Aktivierung beim Gratis-Upgrade, c't 4/2018, S. 114, auch online unter [ct.de/-3953069](http://ct.de/-3953069)

# O'REILLY® Know-how für Vordenker & Praktiker



# Klappe zu!

## Datenschutz-Handgriffe für Windows 10

**Bevor Sie Windows 10 produktiv nutzen, empfiehlt sich ein Blick auf die Datenschutz-Einstellungen. Vieles ist Geschmackssache, doch bestimmte Schalter sollten Sie in jedem Fall betätigen, um Microsoft möglichst wenig preiszugeben.**

**Von Jan Schüßler**

Windows 10 hat einen fragwürdigen Ruf in Sachen Datenschutz. Es gibt zwar spezielle Tools, um dem beizukommen. Die simpelste Maßnahme ist aber, die entscheidenden Schalter direkt in den Windows-Einstellungen zu betätigen. Weil die Optionen verstreut sind, erklären wir einzelne Einstellungen für Version 1903 und 1909 und fassen sie zudem in einer Tabelle zusammen.

### Datenschutz-Optionen

Die ersten Maßnahmen führen in die Einstellungs-App von Windows 10, und dort ins Menü „Datenschutz“. Die Einstellungen öffnen Sie per Klick auf das Zahnrädchen unten links im Startmenü. Im Prinzip können Sie hier alle Optionen in allen Untermenüs abschalten oder auf die niedrigste Einstellung reduzieren. Allerdings sind nur einige davon essenziell, denn nicht alle beziehen sich auf Datensammelei durch Microsoft.

Wichtig sind die Schalter in den Untermenüs „Allgemein“ und „Spracherkennung“: Hier können Sie abschalten, dass Ihre Aktivitäten im System von Windows analysiert und mit einer eindeutigen ID verknüpft werden, um Ihnen personalisierte Werbung anzeigen zu können.

Im Untermenü „Diagnose und Feedback“ stellen Sie die Diagnosedaten auf „Standard“ – sonst können bei Stabilitäts- oder Leistungsproblemen auch persönliche Daten an Microsoft gehen, etwa Dokumente, die beim Absturz geöffnet

waren, oder deren Bearbeitung das System arg ausbremst. Zwar fließen auch auf der „Standard“-Einstellung noch Telemetriedaten nach Redmond, doch betreffen diese primär Infos zu Ihrem System und Programmen, und nicht zu Ihrer Person.

Deaktivieren Sie ebenfalls die Schalter vor „Freihand und Eingabe verbessern“ und „Individuelle Benutzererfahrung“ – sie beeinflussen die Übermittlung von Nutzungsgewohnheiten und Tastatureingaben. Setzen Sie außerdem die Feedbackhäufigkeit auf „Nie“. Im Untermenü „Aktivitätsverlauf“ schauen Sie zudem, ob ein Häkchen vor „Meinen Aktivitätsverlauf an Microsoft senden“ gesetzt ist. Das ist eine Komfortfunktion, die nur im Zusammenspiel mit einer Anmeldung an Windows per Microsoft-Konto funktioniert. Ist sie an, steht per Windows-Taste+Tab ein Aktivitätsverlauf zur Verfügung, der anzeigt, wann Sie was in welcher App getan haben, und zwar auf allen Geräten, die Sie mit demselben Microsoft-Konto nutzen. Dabei landen die Verlaufsdaten allerdings auch bei Microsoft.

Im selben Untermenü finden Sie auch die Option „Meinen Aktivitätsverlauf auf diesem Gerät speichern“. Sie ist nicht entscheidend für den Datenschutz gegenüber Microsoft, denn hier geht es lediglich um einen lokalen Verlauf. Ähnliches gilt für das Untermenü „Freihand- und Eingabeanpassung“: Ist die Funktion „Mich kennenzulernen“ an, ergänzt Windows das werksseitig mitgelieferte lokale Wörterbuch um individuelle Eingabedaten, die es aus Ihren Tastatur- und Stifteingaben zusammenstellt. Ob Sie das abschalten, sollten Sie dennoch genau abwägen, denn auch lokale Verlaufsdaten können proble-

matisch sein, etwa wenn Sie bei der Arbeit von fremden Augen beobachtet werden.

Für die Untermenüs im Bereich „App-Berechtigungen“ gilt: Schalten Sie es einfach alles ab – sollte eine App doch einmal Zugriff auf eine verweigerte Funktion brauchen, wird sie Sie darauf aufmerksam machen. Bedenken Sie, dass es hier um Store-Apps („Kachel-Apps“) geht; auf klassische Desktop-Programme haben die meisten Einstellungen keine Auswirkung. Bei den meisten App-Berechtigungen können Sie auch auswählen, wie weitgehend Sie den

Zugriff entziehen möchten: systemweit oder nur für Ihr angemeldetes Benutzerkonto.

Zudem können Sie die Rechte auch gezielt für einzelne Apps steuern – praktisch, um etwa ausschließlich Skype den Kamera- und Mikrofonzugriff zu erlauben.

Im Untermenü „Hintergrund-Apps“ steuern Sie, ob geschlossene Apps Daten übertragen dürfen. Deaktivieren Sie das, empfangen Apps wie Skype und Mail keine Nachrichten mehr, wenn sie zu sind. Datenschutzrelevant ist das allenfalls in ungesicherten WLANs; ansonsten dürfte es einen kleinen positiven Einfluss auf die Akkulaufzeit von Laptops haben.

### Tipps und Werbung

Bei anderen Optionen geht es nicht direkt um Datenschutz, sondern um lose gestreute Tipps zu Windows 10, aber auch um Werbung. Um sie loszuwerden, deaktivieren Sie in den Einstellungen unter „System/Benachrichtigungen und Aktionen“ die Optionen „Windows-Willkommensseite ... anzeigen“ und „bei der Nutzung von Windows Tipps ... erhalten“. Unter „System/Multitasking“ schalten Sie „Vorschläge in der Zeitachse anzeigen“ ab, sowie unter „System/Zwischenablage“ den Zwischenablageverlauf (falls er überhaupt eingeschaltet ist). In „Personalisierung/Start“ deaktivieren Sie den Schalter „gelegentlich Vorschläge im Startmenü anzeigen“.

Unter „Personalisierung/Sperrbildschirm“ können Sie zudem den Hintergrund auf etwas anderes als „Windows-Blickpunkt“ umstellen. Diese Funktion versieht den Sperrbildschirm täglich mit



schicken Hintergrundbildern, die hin und wieder Werbe-Links zu bestimmten Microsoft-Store-Aktionen mitbringen – ob Sie das abschalten, ist Geschmackssache.



### Lokales Benutzerkonto

Sich mit einem Microsoft-Konto an Windows anzumelden, kann Vorteile haben. Die Nutzung über mehrere Geräte hinweg wird komfortabler, weil sich etwa Hintergründe, Ordneroptionen, der Inhalt der Zwischenablage und der Verlauf Ihrer App-Aktivitäten auf alle Geräte synchronisieren lassen. Aus Datenschutzsicht ist es aber bedenklich – die einfachste Methode, das abzustellen, ist ein Wechsel zum lokalen Benutzerkonto.

Sofern Sie nicht ohnehin schon mit einem solchen unterwegs sind, können Sie die Anmeldung ganz einfach umstellen. Öffnen Sie in den Einstellungen das Menü „Konten“. Klicken Sie im Untermenü „Ihre Infos“ auf „Stattdessen mit einem lokalen Konto anmelden“. Dann bestätigen Sie Ihre Identität per PIN oder Kennwort und vergeben Benutzername, Kenn-

wort und Kennworthinweis für den Betrieb als lokales Konto. Wenn Sie den Komfort doch vermissen, können Sie auf gleichem Wege jederzeit wieder auf den Login per Microsoft-Konto umstellen.

Apps, die ein Microsoft-Konto brauchen, können Sie weiterhin verwenden. Der Account bleibt im System hinterlegt. Das bedeutet auch, dass Sie aus Apps wie OneDrive nicht automatisch abgemeldet werden – erledigen Sie das daher im Zweifelsfall nachträglich von Hand.

Wenn Sie sich an Windows nie mit einem Microsoft-Konto angemeldet haben, aber Apps verwenden möchten, die eines voraussetzen, müssen Sie die Windows-Anmeldung nicht umstellen. Tipps dazu lesen Sie in unserer FAQ zum Microsoft-Konto (siehe [ct.de/yhkz](http://ct.de/yhkz)).



### Web-Suche abschalten

Eine Unart, die Sie Windows 10 nur per Registry-Eingriff abgewöhnen können, ist die Web-Suche im Startmenü: Drücken Sie die Windows-Taste und tippen drauflos, landen Ihre

Eingaben bei Microsofts Suchdienst Bing, um Web-Ergebnisse anzeigen zu können.

Um das zu ändern, starten Sie den Registry-Editor (Windows-Taste, `regedit`, Eingabetaste) und klicken Sie sich zum Schlüssel „`HKEY_CURRENT_USER\Software\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Search`“ durch. Klicken Sie mit der rechten Maustaste in einen leeren Bereich der rechten Fensterhälfte und wählen Sie „Neu/DWORD-Wert (32-Bit)“. Nennen Sie den Eintrag „`BingSearchEnabled`“; der Wert muss auf Null stehen bleiben. Doppelklicken Sie dann den Eintrag „`CortanaConsent`“ und geben Sie ihm den Wert `0`. Nach einem Neustart sollte das Startmenü beim Suchen keine Web-Ergebnisse zeigen und das Cortana-Menü sollte aus den Einstellungen verschwunden sein.

Wer es einfacher haben möchte: Wir haben beide Registry-Schlüssel in eine REG-Datei verpackt, die Sie unter [ct.de/yhkz](http://ct.de/yhkz) herunterladen können.

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

**REG-Datei und FAQ:** [ct.de/yhkz](http://ct.de/yhkz)

## Datenschutz- und Werbeschalter in Windows 10 Version 1909

Name der Option	Einstellungs-Menü	Untermenü	beeinflusst	empfohlene Aktion
<b>Datenschutz online</b>				
Ermöglicht Apps die Verwendung der Werbe-ID ...	Datenschutz	Allgemein	personalisierte Werbung	ausschalten
Websites den Zugriff auf die eigene Sprachliste gestatten ...	Datenschutz	Allgemein	Websites ermitteln Ihre Sprache	abwägen (Komfortfunktion)
Windows erlauben, das Starten von Apps nachzuverfolgen ...	Datenschutz	Allgemein	Startmenü- und Suchergebnis-Personalisierung	abwägen (Komfortfunktion)
Vorgeschlagene Inhalte in der Einstellungs-App anzeigen	Datenschutz	Allgemein	Tipps und Werbung	ausschalten
Online-Spracherkennung	Datenschutz	Spracherkennung	Sprechen mit Cortana	ausschalten
Diagnosedaten	Datenschutz	Diagnose und Feedback	Telemetriedaten-Erfassung	„Standard“ einstellen
Freihand- und Eingabe verbessern	Datenschutz	Diagnose und Feedback	Wörterbuch- und Stifteingabe an Microsoft schicken	ausschalten
Individuelle Benutzererfahrung	Datenschutz	Diagnose und Feedback	Tipps und Werbung	ausschalten
Feedbackhäufigkeit	Datenschutz	Diagnose und Feedback	Bitten um Feedback zu Windows-Funktionen	„Nie“ einstellen
Meinen Aktivitätsverlauf an Microsoft senden	Datenschutz	Aktivitätsverlauf	geräteübergreifendes Weiterarbeiten (Win+Tab)	abwägen (nutzen Sie das?)
Ausführung von Apps im Hintergrund zulassen	Datenschutz	Hintergrund-Apps	Hintergrund-Sync für ungeöffnete Apps	abwägen (Akku? offene WLANs?)
diverse App-Zugriffsrechte	Datenschutz	(andere „App-Berechtigungen“)	Zugriffsrechte für Kachel-/Store-Apps auf Ressourcen	abschalten und bei Bedarf zulassen
Auf allen Geräten synchronisieren	System	Zwischenablage	Zwischenablage per Cloud auf andere Geräte syncen	abwägen (Komfortfunktion)
Stattdessen mit einem lokalen Konto anmelden	Konten	Ihre Infos	einige Synchronisierungsfunktionen für Einstellungen	abwägen (Komfortfunktion)
Einzelne Synchronisierungseinstellungen	Konten	Einstellungen synchronisieren	einzelne Synchronisierungsfunktionen abschalten	abwägen (Komfortfunktion)
<b>Datenschutz lokal</b>				
Mich kennenlernen	Datenschutz	Freihand- und Eingabeanpassung	lokales Wörterbuch und Stifteingabe verbessern	abwägen (fremde Augen anwesend?)
Meinen Aktivitätsverlauf auf diesem Gerät speichern	Datenschutz	Aktivitätsverlauf	frühere lokale Aktivitäten fortsetzen (Win+Tab)	abwägen (fremde Augen anwesend?)
Benachrichtigungen auf dem Sperrbildschirm anzeigen	System	Benachrichtigungen und Aktionen	Kachel-App-Benachrichtigungen auf Sperrbildschirm	abwägen (fremde Augen anwesend?)
Erinnerungen und eingehende VoIP-Anrufe ...	System	Benachrichtigungen und Aktionen	Anrufe und Erinnerungen auf Sperrbildschirm	abwägen (fremde Augen anwesend?)
Zwischenablageverlauf	System	Zwischenablage	frühere Inhalte der Zwischenablage anzeigen	abwägen (fremde Augen anwesend?)
<b>Werbung</b>				
Windows-Willkommenseite nach Updates ... anzeigen	System	Benachrichtigungen und Aktionen	Edge-Pop-Up mit Infos zu Upgrades	ausschalten
Bei der Nutzung von Windows-Tipps ... erhalten	System	Benachrichtigungen und Aktionen	Benachrichtigungen mit Tipps und Vorschlägen	ausschalten
Vorschläge in der Zeitachse anzeigen	System	Multitasking	Tipps und Werbung in der Zeitachse (Win+Tab)	ausschalten
Sperrbildschirm-Hintergrund (Blickpunkt)	Personalisierung	Sperrbildschirm	Hintergründe und Werbung auf dem Sperrbildschirm	abwägen
Gelegentlich Vorschläge im Startmenü anzeigen	Personalisierung	Start	Werbung für Apps im Startmenü	ausschalten

# 1000PS, Schlüssel steckt

## Motorrad-Handelsplatz stellt Adressdaten ins Internet

**Bei der Motorradseite 1000PS waren Privatadressen sämtlicher Accountinhaber frei abrufbar im Internet. Das ist ein grober Schnitzer, aber immerhin hat die Firma schnell und effektiv reagiert.**

**Von Sylvester Tremmel**

**B**ei Kauf gebrauchter Fahrzeuge ist Vorsicht geboten. Wohl dem, der das nötige Fachwissen hat, um die Maschine zu inspizieren. Ähnliches gilt bei der Nutzung von Apps, und so beschloss ein sachkundiger c't-Leser – oder Leserin –, die Android-App der Motorradseite 1000PS zu dekompilieren, bevor er ihr relevante Daten anvertraute. 1000PS ist ein im deutschsprachigen Raum angesiedeltes Rundumangebot für Motorradfans, von Testberichten über gewerbliche Händler bis zur Gebrauchtradbörse ist alles dabei. Über 450.000 registrierte Nutzer hat die Seite nach eigenen Angaben.

Wie sich herausstellte, war die Skepsis angebracht: Die zugehörige App „Motorrad Marktplatz“ griff über eine HTTP-Schnittstelle auf die Server von 1000PS zu. Dieses RESTful API bot Methoden, um Profilinformationen beliebiger Nutzer abzufragen, Passwörter zurückzusetzen und vieles mehr – alles ohne Authentifizierung. Weil er auf eine Kontaktaufnahme per E-Mail keine Antwort von 1000PS erhalten habe und die Lücke weiterhin offen stand, wandte sich der Leser an c't.

### Abfrage per Browser

Wir konnten die Schilderungen leicht nachvollziehen. Zur Abfrage von Adressen genügte es, eine URL nach folgendem Schema in einem beliebigen Browser aufzurufen:

[https://server.domain.tld/user/\[USER-ID\]/profile/](https://server.domain.tld/user/[USER-ID]/profile/)

Schwups lieferte der Server einen kompletten Adressdatensatz, bestehend aus

Vorname, Nachname, Telefonnummer, E-Mail-Adresse, Land, Postleitzahl, Wohnort und Straße samt Hausnummer – sofern der betroffene Nutzer diese Daten in der App eingegeben hatte. Die USER-ID war einfach eine Zahl, die offenbar sequenziell vergeben worden war und die man beliebig durchprobieren konnte.

Über das API waren sämtliche aktiven Accounts abrufbar, angefangen beim Account des Firmengründers mit der User-ID 1. Auch ein von c't neu angelegter Account war sofort über die Schnittstelle abrufbar, sie bot also in der Tat Zugriff auf die Live-Daten und nicht etwa auf eine veraltete Kopie. Die User-ID des c't-Accounts ließ sich einfach aus dem automatisch vergebenen Benutzernamen ableiten: user1163013. Dass die ID jenseits der Millionenmarke liegt, passt durchaus zur 1000PS-Angabe von gut 450.000 Nutzern: Unter den IDs befanden sich viele abgeschaltete Accounts. Für diese lieferte der Server nur die Meldung: „Das Nutzerkonto ist deaktiviert.“

Bei unserer eigenen Analyse der App stellte sich überraschenderweise heraus, dass die App die Schnittstelle zwar eingebaut hatte, sie aber nicht nutzte. Die Kommunikation mit den Servern von 1000PS lief stattdessen über ein zweites RESTful API, das eine Authentifizierung erforderte.

### Reaktion von 1000PS

Nun wandte sich auch c't an 1000PS. Die Kontaktaufnahme gestaltete sich holprig: Wie unser Hinweisgeber bekamen wir

keinerlei Rückmeldung auf unsere Mail an die im Impressum angegebene Adresse. Eine Nachricht an die Datenschutz- und Support-Adresse führte immerhin zu einer automatischen Eingangsbestätigung und zur Aufnahme in ein Ticketsystem. Schon am nächsten Tag war die problematische Schnittstelle nicht mehr erreichbar.

Eine Woche nach Kontaktaufnahme meldete sich dann auch der Support von 1000PS, bedankte sich und erklärte, dass die Schnittstelle in der Tat abgeschaltet worden sei. Man habe den Vorfall auch der zuständigen Datenschutzbehörde gemeldet.

Kurz darauf kontaktierte uns auch der Firmengründer persönlich mit weiteren Details: Die nun deaktivierte Schnittstelle stamme von einer Vorgängerversion der aktuellen App und werde nicht mehr verwendet. Hinweise auf einen missbräuchlichen Datenabgriff habe man nicht gefunden. Die Logfiles würden lediglich einzelne, kürzlich erfolgte Zugriffe ausweisen, die man uns und der Recherche des Hinweisgebers zuordne. Warum die Versuche, 1000PS über die im Impressum angegebene Adresse zu kontaktieren scheiterten, könne er nicht nachvollziehen. Es sei ärgerlich, dass die Firma dadurch nicht früher auf das Problem aufmerksam wurde.

### Fazit

Die Reaktion von 1000PS ist positiv: Die Firma hat schnell gehandelt, wobei sie das Glück hatte, die Schnittstelle einfach abschalten zu können. Noch mehr Glück ist, dass das Datenleck anscheinend noch nicht ausgenutzt wurde. Die Probleme mit der im Impressum genannten E-Mail-Adresse sind weniger schön. Außerdem muss sich 1000PS fragen lassen, warum veraltete, ungenutzte Schnittstellen weiter verfügbar sind, und vor allem, warum jemals eine solche vollkommen ungeschützte Schnittstelle implementiert und eingesetzt wurde.

(syt@ct.de) **ct**



Denkbar komfortable Abfrage, weil die meisten Browser auch JSON-Daten direkt anzeigen: Einfach URL eingeben und Adressdaten ablesen.

# Datenschutzprobleme: Ada bessert nach

**Nach der c't-Berichterstattung zu Datenschutzmängeln in der Gesundheits-App Ada, hat die Entwicklerfirma Ada Health GmbH offenbar reagiert und ihre Datenschutzerklärung sowie die Nutzung von Prüfsiegeln angepasst.**

In den App-Stores von Apple und Google wirbt Ada nicht mehr mit ISO-27001-Konformität. Ursprünglich fanden sich dort Bilder mit einem Siegel des TÜV Nord, das offenbar „geprüfte IT-Sicherheit“ bescheinigen sollte. Aufgrund der Platzierung in den Stores lag der Schluss nahe, dass der TÜV die IT-Sicherheit der App geprüft hätte.

Tatsächlich lässt sich die Norm auf einzelne Produkte wie die App gar nicht anwenden. Eine Zertifizierung nach ISO 27001 bescheinigt Unternehmen ein funktionierendes Informationssicherheitsmanagementsystem. Firmen können damit nachweisen, dass sie in der Lage sind, die eigene IT-Sicherheit zu verwalten und funktionierende Regelungen für den Umgang mit vertraulichen Informationen haben.

Das sei zwar eine gute Voraussetzung, teilte uns der TÜV Nord mit, aber es sei eine gesonderte Prüfung erforderlich, um die Sicherheit und Datenschutzkonformität von in Umlauf gebrachten Produkten zu zertifizieren.

Im Kontext eines Produktes mit der ISO 27001 zu werben, erscheint also zumindest missverständlich. Ob Ada das Zeichen damit in einer vom TÜV nicht erlaubten Weise verwendet hat, ist für Außenstehende allerdings nicht ohne Weiteres nachprüfbar: „Die Voraussetzungen für die Verwendung eines Prüfzeichens ergeben sich aus dem Zertifikat und dem dazugehörigen Vertrag“, teilte uns der TÜV Nord mit.

Auch ihre Datenschutzerklärung hat die Ada Health GmbH erheblich geändert und in vielen Teilen verbessert. Gerade im Bereich des Umgangs mit äußerst sensiblen Krankendaten fanden sich in der alten Version vom April dieses Jahres Regelungen, die Datenschützern die Haare zu Berge stehen ließen.

Zum Beispiel wurde an mehreren Stellen als Rechtsgrund für eine Verarbeitung von Gesundheitsdaten das „überwiegende Interesse“ von Ada angegeben. Allerdings ist es alles andere als eindeutig, dass die Interessen von Ada etwa an der Verbesserung der eigenen Leistung „die Interessen oder Grundrechte und Grund-



**Vorher/nachher: Ada wirbt in App und Play Store nicht mehr mit einem TÜV-Siegel.**

freiheiten der betroffenen Person [...] überwiegen“, wie die DSGVO das fordert. Vor allem aber ist diese Regelung in Art. 6 DSGVO überhaupt nicht auf sensible Informationen wie Gesundheitsdaten anwendbar.

Derart offenkundige rechtliche Fehler finden sich in der neuen Version der Datenschutzerklärung vom 13. November nicht mehr. Zweifelhaft bleiben einige Passagen aber trotzdem. So nimmt sich Ada das Recht heraus, im Falle eines Erwerbs oder Verkaufs von Geschäftsbereichen oder Vermögensgegenständen „dem in Aussicht stehenden Verkäufer oder Erwerber“ Kundendaten weitergeben zu dürfen.

Die Rechtsgrundlage für die Erhebung, Nutzung und Weitergabe von Krankendaten sieht Ada überwiegend in einer Einwilligung durch den Betroffenen. Das steht formal im Einklang mit Art. 9 DSGVO, aber die Einholung einer wirksamen Einwilligung ist alles andere als trivial. Voraussetzung ist, dass der User über die Details der geplanten Verarbeitung seiner Daten informiert wird. Zielbild ist ein „informierter Nutzer“, der beurteilen kann, wer was mit seinen Informationen vorhat und aus freien Stücken in diese Nutzung einwilligen kann.

Zumindest die Zustimmung, die sich Ada im Rahmen der Anmeldung bei der App von den Nutzern geben lässt, dürfte diesen Voraussetzungen nicht entsprechen. Denn den Texten fehlt jeder konkrete Hinweis, welche Daten wie an genau wen weitergegeben werden sollen.

(Joerg Heidrich/sy@ct.de)

# Sichere Inseln im Netzwerk



**Einzelne gefährdete Geräte (z.B. mit veraltetem OS) vor unerlaubtem Zugriff schützen mit der neuen W&T-Microwall:**

- Industrie-Kleinfeldwall
- Whitelist-basiert (IP/Port)
- Routing: Standard oder NAT



**Nicht grübeln!  
Mehr Infos und Muster unter:**

**wut.de/insel**

**W&T**  
www.WuT.de



# Apfelbezahlgesetz

## Apple soll NFC-Bezahlschnittstelle öffnen

**Der Bundestag will Apple und andere Konzerne per Gesetz zwingen, ihre Endgeräte auch für Zahlungsdienste Dritter freizugeben. Was sich einfach anhört, hat allerdings Unwägbarkeiten.**

**Von Markus Montz**

**V**on einer „Lex Apple Pay“ ist die Rede: Mit den Stimmen von CDU/CSU und SPD hat der Bundestag Apple überraschend zur Öffnung seiner NFC-Schnittstelle für externe Zahlungsdienstleister verdonnert. Nach dem Willen der Bundestagsmehrheit müssen die Kalifornier neben Apple Pay in Zukunft auch Apps von Wettbewerbern im Mobile-Payment-Segment auf dem iPhone zulassen. Das gilt speziell für kontaktlose Bezahlverfahren am Kassenterminal. Der Beschluss muss noch den Bundesrat passieren, eine grundsätzliche Zustimmung gilt aber als sicher.

Die neue Vorschrift findet sich in einem kurzfristig im Finanzausschuss eingekommenen Ergänzungsantrag zum Zahlungsdienstaufsichtsgesetz (ZAG), den das Parlament im Paket mit der Umsetzung der Vierten EU-Geldwäschereichtlinie verabschiedet hat. Der neue Paragraf 58a ZAG verpflichtet „Unternehmen, die durch technische Infrastrukturleistungen zu dem Erbringen von Zahlungsdiensten oder dem Betreiben des E-Geld-Geschäftes im Inland [beitragen]“, allen anfragenden Dienstleistern ihre Infrastrukturleistungen gegen „angemessenes Entgelt“ und unter „angemessenen Zugangsbedingungen“ zu öffnen. Grundsätzlich ausgenommen sind nur Unternehmen, deren Infrastrukturleistungen weniger als zehn Zahlungsdienstleister nutzen oder die weniger als zwei Millionen Nutzer haben.

Die Ergänzung des ZAG zielt in der Gesetzesbegründung erkennbar in Richtung großer Technologiekonzerne. Mehrere Abgeordnete erwähnten in der Bundestagsdebatte ausdrücklich Apple und pochten auf mehr Wettbewerb. Der Paragraf 58a hatte im Ausschuss auch die

Zustimmung der Oppositionsfraktionen von FDP, Linken und Grünen gefunden.

Der Streit um die NFC-Schnittstelle der iPhones schwelt bereits seit längerem. Kritik an Apple kommt unter anderem aus der Kreditwirtschaft, die wie die Politik Wettbewerbsaspekte geltend macht. Noch kurz vor der Einführung von Apple Pay in Deutschland im Dezember 2018 hatten etwa der Deutsche Sparkassen- und Giroverband sowie der Bundesverband der Volks- und Raiffeisenbanken darauf bestanden, dass Apple die NFC-Schnittstelle des iPhones auch für deren bankeneigene Bezahl-Apps öffnet. Apple hielt dem entgegen, dass eine Öffnung die Sicherheit seiner Geräte kompromittieren würde. Die Sparkassen sowie die Volks- und Raiffeisenbanken verhandeln seit dem Frühjahr 2019 dennoch mit Apple über eine Anbindung an Apple Pay; der Marktstart soll in naher Zukunft erfolgen.

Die Bundesregierung hatte Apples Schnittstellenpolitik im Zusammenhang mit dem Wettbewerbsrecht schon länger kritisch beäugt. Überraschend war nun vor allem die kurzfristige Umsetzung durch den Finanzausschuss in einem ganz anderen Kontext. Apples rasch eingeleitete, massive Lobbyarbeit, bei der auch US-Botschafter Richard Grenell im Kanzleramt interveniert haben soll, konnte den Bundestagsbeschluss nicht mehr verhindern.

### Das letzte Wort?

Apple bleiben neben der Lobbyarbeit im Bundesrat noch juristische Wege. Der Konzern pocht in seinen Statements unter

anderem auf die Eigentumsfreiheit – einschließlich geistigen Eigentums – sowie die Vertragsfreiheit. Daneben macht der Konzern die Themen Nutzerfreundlichkeit, Datenschutz und Datensicherheit geltend. Beim letzteren Punkt könnte auch der Paragraf 58a selbst eine Rolle spielen: Apple käme um eine Öffnung herum, wenn es „sachlich gerechtfertigte Gründe“ gebe. Dazu gehören insbesondere eine konkrete Gefährdung der Sicherheit und Integrität der technischen Infrastrukturleistungen.

Die Anwältin Susanne Grohé weist im Blog „PayTechLaw“ außerdem darauf hin, dass die Begriffsdefinitionen der „technischen Infrastrukturleistungen“ und „Systemunternehmen“ Interpretationsspielraum böten, auch über Apple und amerikanische Technologiekonzerne hinaus. Auch eine Kollision mit europäischem Recht hält sie für möglich. Kritik kam außerdem vom IT-Branchenverband Bitkom, der weniger das Ziel, sondern vor allem das hohe Tempo und den europäischen Sonderweg der Gesetzgebung monierte. Demgegenüber hatte die damalige EU-Wettbewerbskommissarin Margrethe Vestager auf dem Web Summit Anfang November in Lissabon bereits geäußert, dass die Kommission aus „Wettbewerbsgründen“ Anlass zur Sorge gegenüber Apple Pay sehe.

Auf jeden Fall bietet der neue Paragraf 58a ZAG nun eine Chance, sowohl europapolitisch als auch juristisch die Frage zu klären, ob Apple seinen NFC-Chip für Finanzdienstleister öffnen muss – und ob Apples Sicherheitsargument stichhaltig ist. Wirtschaftlich dürfte Apple der Paragraf vorerst nicht stören, dafür sind das Unternehmen und der Vorsprung von Apple Pay zu groß. Für Apple-Pay-Nutzer hat die Gesetzesänderung ebenfalls keine Auswirkungen: Das Gesetz sieht für den Dienst keinerlei Einschränkungen vor.

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

**Ist kontaktloses Bezahlen über NFC mit dem iPhone demnächst auch ohne Apple Pay möglich? Der Bundestag hat dazu überraschend ein Gesetz geändert.**



Bild: Lino Mirgeler / dpa

# Bitcoin & Co.: Schweiz beendet anonyme Finanztransfers

**Eine Mitteilung der Schweizer Finanzaufsicht zum „Zahlungsverkehr auf der Blockchain“ sorgt in der Branche für Aufregung.**

Ihrem Namen und ihrer Intention nach sollten virtuelle Währungen wie Bitcoin „kryptisch“ sein – also geheim, von unklarer Herkunft. Daher sind sie auch ein beliebtes Mittel zur Geldwäsche und für verdeckte Finanzierungen. Dem will die Schweizer Finanzaufsicht (Finma) in ihrem Zuständigkeitsbereich nun ein Ende setzen und verlangt bei jeder Transaktion einen „Adresszettel“. In der Branche schlägt das hohe Wellen.

Obwohl die Bekanntmachung bereits am 26. August 2019 erfolgte, wird sie unter den Akteuren dieses Sektors erst jetzt richtig wahrgenommen und ruft zum Teil heftige Reaktionen hervor. Kritiker befürchten einen Paradigmenwechsel, sprechen vom „Ende der Kryptozahlungen“, einer „technologiediskriminierenden Praxis“ sowie einem Standortnachteil für den Bankenplatz Schweiz.

Tatsächlich wendet die eidgenössische Aufsichtsbehörde nun für Transaktionen mit Kryptowährungen dieselbe „Reiseregel“ an, die bereits im normalen Zahlungsverkehr der Banken gilt und für jeden

Auftrag Angaben zum Absender und zum Begünstigten verbindlich vorschreibt. Dadurch sollen eine Überprüfung und ein Abgleich mit Sanktionslisten ermöglicht werden. Die Einführung dieser sogenannten „Travel Rule“ ist keine Erfindung der Finma, sondern setzt im Kern die im Juni 2019 vom OECD-Arbeitskreis „Financial Action Task Force on Money Laundering“ beschlossenen Vorgaben um. Ziel der Vereinbarung ist es, Geldwäsche und Terrorismusfinanzierung besser zu bekämpfen.

Es gibt daher auch nüchternere Stimmen: Dem Leiter der Blockchain-Abteilung der Unternehmensberatung PwC, Daniel Diemers, zufolge entspricht dieser Schritt „der Großwetterlage“. Die Diskussionen des Internationalen Währungsfonds, der Bank für Internationalen Zahlungsausgleich, der EZB und der europäischen Finanzmarktaufsicht gingen in dieselbe Richtung. Schließlich dürften auch klassische Banken keine anonymen Zahlungen abwickeln. Allerdings sei noch unklar, wie sich die neue Regelung für die Schweiz technisch am besten umsetzen lasse. Die Reisedaten könnten in der Blockchain mitgegeben oder aber zentralisiert vermerkt und dann mit der Chain verlinkt werden.

In puncto Geheimhaltung gießt der Gründer und Vorstandschef von Token



Bild: Jens Kalaene / dpa

**Die Schweizer Finanzaufsicht verbietet künftig anonyme Transaktionen von Bitcoins und anderen virtuellen Währungen.**

Suisse, Alain Kurz, reichlich Wasser in den Wein, denn „obwohl viele Anleger glauben, dass es sich mit dem Bitcoin anonym zahlen lässt, ist das Gegenteil der Fall“. Diese Gewähr böten höchstens Private Coins wie der Monero. Mit diesem digitalen Geld würden inzwischen die meisten Zahlungen im berühmt-berüchtigten Darknet abgewickelt.

Welche technischen Lösungen die Finanzdienstleister zur Umsetzung der neuen Finma-Regelung anbieten, ist noch unklar. Bitcoin Suisse hat dazu eine offene Diskussionsplattform unter der Webadresse [www.openasp.org](http://www.openasp.org) eingerichtet. Sicher ist, dass sich die Kosten erhöhen werden – allerdings sollen Kryptotransaktionen nach Ansicht von Daniel Diemers auch in Zukunft günstiger bleiben als traditionelle Zahlungen.

(Andreas Schuchardt/hag@ct.de)



## CodeMeter: Schutz, Lizenzierung und Security

**WIBU-SYSTEMS seit 1989**

- Geschäft und Technologie mit Teamkontinuität voranbringen
- Der IT-Sicherheit verpflichtet: Entwicklungsprozesse Made-in-Germany
- Unternehmen, Arbeitsplätze, Gesundheit, Umwelt und Wirtschaft fördern



1989

2019



Warten Sie nicht länger!  
Schützen Sie Ihre Produkte jetzt  
[s.wibu.com/sdk](http://s.wibu.com/sdk)



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



SECURITY  
LICENSING  
PROTECTION



PERFECTION IN PROTECTION

# Die Erben der Cebit

## Neue IT-Veranstaltungen in Deutschland

**Nach dem Aus der einst weltgrößten IT-Veranstaltung entstehen neue zugespitzte Messen und Kongresse für Fachbesucher.**

**Von Christian Wölbert**

Der große Knall liegt ein Jahr zurück: Ende November 2018 verkündete die Deutsche Messe AG das Ende der Cebit. Die einst größte IT-Messe der Welt war von einem auf den anderen Tag Geschichte.

Vor allem in der Cebit-Heimat Hannover rieb man sich in den Monaten danach ungläubig die Augen. Eine Veranstaltung mit einst über 800.000 Besuchern soll einfach so verschwinden? Müsste man nicht wenigstens versuchen, einen Nachfolger aufzubauen? „Die Digitalisierung wird für alle Bürgerinnen und Bürger immer relevanter und die Cebit fällt weg? Ich glaube, die Chance für eine neue Plattform sollte Hannover nutzen“, twitterte die niedersächsische CDU-Landtagsabgeordnete Mareike Wulf.

Mittlerweile ist klar: Einen Cebit-Nachfolger wird es nicht geben. Stattdessen entstehen in Hannover – und anderswo in Deutschland – neue, kleine, zugespitzte Events, vor allem für Fachbesucher. Die Cebit steht nicht wieder auf, sie wird filetiert.

Zwei solcher Cebit-Erben hat die Deutsche Messe AG selbst auf den Weg gebracht: Mitte März 2020 findet in Hannover die „Twenty2X“ statt, die „IT-Lösungen für Mittelständler und Start-ups“ zeigen soll. Anders als die Cebit richtet sie sich ausschließlich an Fachleute. Außerdem werden in erster Linie Aussteller und Besucher aus dem deutschsprachigen Raum angesprochen, nicht die ganze Welt.

Bereits im vergangenen Oktober veranstaltete die Messe AG zudem erstmals die „5G CMM Expo“ als „umfassende Veranstaltung für den professionellen Einsatz des superschnellen Mobilfunk in Industrie und Wirtschaft“. Die nächste Auflage ist für Dezember 2020 geplant.

Gemessen an der Cebit sind Twenty2X und 5G CMM Expo noch winzig. Die Twenty2X soll zwei Messehallen füllen, also nur einen Bruchteil des Geländes. Zur ersten 5G CMM Expo kamen laut Veranstalter gerade mal „450+ Teilnehmer“. Die Cebit lockte in ihrem letzten Jahr, nach ihrem langen Niedergang, noch rund 120.000 Menschen aufs Gelände.

Trotzdem zeigt die Messe AG keine Ambitionen, die Cebit wiederzubeleben. Eine Messe müsse sich an den Bedürfnissen „einer klar definierten Zielgruppe“ orientieren, sagt Vorstandsmitglied Andreas Gruchow. „In dieser Hinsicht war die Cebit als Horizontalmesse aller digitalen Themen für eine internationale B2B- und B2C-Kundschaft zu breit aufgestellt.“

### Bitkom und Telekom mischen mit

Weitere Cebit-Erben organisiert der Digitalverband Bitkom, einst wichtiger Partner der hannoverschen Messe. Er steht zum Beispiel hinter der „Smart Country Convention“, die mit der Digitalisierung der Verwaltung ein Themenfeld abdeckt, das zuvor auf der Cebit im Public Sector Parc zu finden war. Immerhin 12.000 Fachleute kamen zur zweiten Auflage im Oktober nach Berlin. „Die Lücke, die mit dem Aus der Cebit entstanden ist, wurde durch innovative und schnell wachsende Formate gefüllt“, sagt Bitkom-Hauptgeschäftsführer Bernhard Rohleder.

Schnell groß geworden ist auch die „Digital X“, eine von der Telekom in Köln

**Letzte Cebit im Juni 2018: Die Veranstalter konzentrieren sich nun auf Fachmessen für 5G und den Mittelstand.**

organisierte Konferenz, die laut Eigenwerbung vor allem Entscheider ansprechen soll. Zur ersten Auflage 2018 kamen rund 8000 Besucher, 2019 waren es schon etwa 20.000. Auf den Bühnen standen nicht nur Telekom-Manager, sondern auch Web-Größen wie Tim Berners-Lee und Jimmy Wales. Auch Start-up-Konferenzen wie die Münchner Bits & Pretzels sind in den letzten Jahren gewachsen.

Diese Newcomer konzentrieren sich allerdings fast ausschließlich auf Fachbesucher. Neue Veranstaltungen für Privatleute, die sich in ihrer Freizeit über Technik informieren wollen, muss man mit der Lupe suchen. Die Messe-Macher sind offensichtlich der Meinung, dass etablierte Consumer-Veranstaltungen wie Gamescom und IFA den Bedarf schon gut abdecken.

Auch der Branchenexperte und ehemalige Chef der Messe Köln, Jochen Witt, sieht derzeit keine Chance für eine breite Digitalmesse wie die Cebit – weder in Hannover noch anderswo in Deutschland. Es gebe schlicht schon zu viele spezialisierte Veranstaltungen, „die das Spektrum der Cebit gut abdecken“, sagt er.

### „Schlag in die Magengrube“

Die Entscheidung, den Namen Cebit in Deutschland komplett verschwinden zu lassen, hat ihn trotzdem überrascht. „Ich weiß nicht, welchen Zwängen die Veranstalter unterlegen waren“, sagt der Experte. Aber aus seiner Sicht hätte die Marke als zugespitzte Veranstaltung unter dem Dach der Industrieschau Hannover Messe weiterleben können, aus der sie einst ausgegründet worden war.

Die Marke sei schließlich weltweit bekannt und damit wertvoll gewesen, sagt Witt. Das plötzliche Aus war deshalb aus seiner Sicht „ein Schlag in die Magengrube für den Messestandort Deutschland“.

(cwo@ct.de) **ct**



Bild: Deutsche Messe AG

# Oculus Link: Autarkes VR-Headset Quest wird zum PC-Headset

**Ein kostenloses Software-Update macht das autarke VR-Headset zum waschechten PC-Headset – ein technisch aufwendiges Unterfangen, das in der Praxis beeindruckend gut funktioniert.**

Bisher führte das autarke VR-Headset Oculus Quest nur lokale VR-Anwendungen auf dem integrierten Android-System aus. Nun hat der Hersteller ein Software-Update in einer Beta-Version veröffentlicht, mit dem die Quest zum waschechten PC-Headset wird – und damit grafisch deutlich aufwendigere Software darstellen kann als zuvor.

Gekoppelt werden PC und Headset über ein konventionelles USB-Kabel, die Oculus-Windows-Software muss vorher installiert sein. Die USB-3.0-Bandbreite reicht nicht für ein unkomprimiertes Bildsignal, die Ausgabe der Grafikkarte wird deshalb on the fly komprimiert. Das funktioniert erstaunlicherweise ohne sichtbare Artefakte – und vor allem ohne spürbar längere Verzögerung als mit konventionell über DisplayPort oder HDMI verkabelten Headsets.

## Technische Tricks

Technisch funktioniert das Ganze so: Zuerst bestimmt die Quest über die integrierten Kameras ihre eigene Position und die der Controller im Raum. Danach überträgt sie diese Positionen per USB an den PC. Der berechnet den aktuellen Frame und komprimiert ihn für die Anzeige.

All das erhöht zwangsläufig die Latenz, Oculus trickst daher: Der erste Trick besteht darin, beim PC die Hardware-Encoder der Grafikkarte zu nutzen. Die arbeiten aber mit festen Auflösungen, von denen keine der Auslösung der Displays in der Quest entspricht. Oculus muss das Bild daher verkleinern. Damit die Bildqualität dabei nur unmerklich leidet, überträgt die Quest nur in der Mitte die volle Auflösung. Fürs periphere Sehen stehen dem Auge ohnehin weniger Sehzellen auf der Netzhaut zur Verfügung. Oculus staucht daher das Bild an den Rändern und nennt das „Axis-Aligned Distorted Transfer“ (AADT). Zusätzlich zerschneidet Oculus das verzerrte Bild in Streifen und überträgt diese hintereinander. So kann der Hardware-Decoder in der Quest schon mal den ersten Streifen dekodieren, während Streifen 2 gerade über USB-Kabel geht und die Grafikkarte Streifen 3 noch encodiert.

Mit Oculus Link wird die 450 Euro teure Quest ein ernstzunehmendes PC-Headset, das gegenüber vielen Mitbewerbern sogar Vorteile bietet: So kann man hier den Augenabstand einstellen, was bei vielen Windows-MR-Headsets sowie der Oculus Rift S nicht geht. Außerdem wirkt das Bild dank Quest-OLED-Display farbkräftiger als beispielsweise beim LC-Display der Rift S, zudem ist das Schwarz deutlich besser. Es wirkt allerdings trotz ähnlicher Auflösung nicht so scharf wie bei der Rift S, denn die Pixel sind bei der Quest in der ungleichmäßigen Pentile-

Matrix angeordnet. Bei unseren Tests funktionierte die Quest nicht nur mit Titeln aus dem Oculus Store problemlos, sondern auch mit SteamVR-Software. Ein Wermutstropfen ist die zurzeit noch geringe Zahl kompatibler Grafikkarten. Unterstützt werden bislang lediglich Nvidia-Modelle – was sich bis zum Beta-Ende allerdings laut Oculus noch ändern kann. Ebenfalls recht anspruchsvoll ist Oculus Link in Sachen USB-Kabel: Von mehreren von uns getesteten Kabeln funktionierte lediglich ein PowerLine+-USB-3.0-Kabel von Anker (0,9 Meter), das wir mit einer 3-Meter-Verlängerung von DeLock verbunden hatten. Oculus will noch in diesem Jahr ein offizielles fünf Meter langes Link-Kabel mit Glasfaser in den Handel bringen. Außerdem ist USB-3.1-Unterstützung mit (noch) besserer Bildqualität geplant. (jkj@ct.de/pmk@ct.de) **ct**



Bislang brauchte man das USB-Kabel bei der Oculus Quest nur zum Aufladen – nun wird das Headset damit zur PC-VR-Brille.

## AirServer Connect Drahtloses Präsentieren von jedem Mobilgerät

### 1. Connect to Display



### 2. Wish & Tap



### 3. Happy Meeting



Unterstützt: • iPhone & iPad • Android Tablets & Phones • Windows & Apple Laptops  
Vorteile: • Kein Kabel • Kein Dongle • Keine Software

## Kentix MultiSensor® SmartMonitoring Schützt Ihre IT Infrastruktur



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



Klima



Monitoring



Brand



E-MAIL / SMS / SNMP



Einbruch



APP

### Komplette Software integriert!

[kentix.com](http://kentix.com)

# Verfassungsgericht stärkt „Recht auf Vergessen“

**Auch bei schweren Straftaten hat ein Täter ein Recht auf Vergessen im Internet.**

Das Bundesverfassungsgericht gab der Beschwerde gegen ein Urteil des Bundesgerichtshofs statt (Az. I BvR 16/13). Im konkreten Fall war der Täter im Jahr 1982 rechtskräftig wegen Mordes zu einer lebenslangen Freiheitsstrafe verurteilt worden. Dazu veröffentlichte der Spiegel 1982 und 1983 unter Nennung des Täternamens drei Artikel in seiner gedruckten Ausgabe. Seit 1999 finden sich diese Artikel bei Spiegel Online und werden deshalb auch heute noch von Google unter den ersten Treffern gelistet, wenn man den Vor- und Zunamen des Täters eingibt.

Dies beeinträchtige ihn in der Entfaltung seiner Persönlichkeit schwerwiegend, erklärte der Kläger in seiner Beschwerde. Der damalige Mordprozess stelle zwar ein zeitgeschichtliches Ereignis dar; daraus folge nach so langer Zeit jedoch nicht zwingend ein fortdauerndes

öffentliches Interesse an der Nennung seines Namens. Er wolle heute davon unbelastet seine Sozialbeziehungen gestalten.

Das Bundesverfassungsgericht musste zwischen den Grundrechten Persönlichkeitsrecht und Meinungs- und Pressefreiheit abwägen und stellte fest, dass „der Zeit unter den Kommunikationsbedingungen des Internets besonderes rechtliches Gewicht zukommt“. Die Möglichkeit des Vergessens gehört zur Zeitlichkeit der Freiheit, erklärte der 1. Senat. Vorliegend wäre in Betracht zu ziehen gewesen, ob Spiegel Online „auf die Anzeige des Beschwerdeführers hin zumutbare Vorkehrungen hätten auferlegt werden können und müssen, die zumindest gegen die Auffindbarkeit der Berichte durch Suchmaschinen bei namensbezogenen Suchabfragen einen gewissen Schutz bieten, ohne die Auffindbarkeit und Zugänglichkeit des Berichts im Übrigen übermäßig zu hindern“. Mit dieser Frage wird sich nun also erneut der Bundesgerichtshof beschäftigen müssen.

(hob@ct.de)

## KI: „Keine neuen Gesetze erforderlich“

Die Initiative D21 hat eigene „Denkimpulse“ zum **ethischen Umgang mit KI** veröffentlicht. Neue gesetzliche Regelungen für die Regulie-

rung algorithmischer Systeme hält sie nicht für zwingend erforderlich. Es sei bereits unzulässig, Menschen etwa aufgrund der ethnischen

Herkunft, des Geschlechts, der Religion oder Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters oder der sexuellen Identität zu benachteiligen.

Damit unterscheiden sich die Ideen der Initiative D21 wesentlich von denen der Datenethik-Kommission der Bundesregierung, die jüngst erklärt hat, Algorithmen sollten in fünf Risikoklassen eingestuft werden, und die außerdem eine europäische Verordnung für algorithmische Systeme vorschlägt (siehe c't 24/2019, S. 32). Die Initiative D21 ist nach eigenen Angaben Deutschlands größtes gemeinnütziges Netzwerk für die Digitale Gesellschaft, bestehend aus Wirtschaft, Politik, Wissenschaft und Zivilgesellschaft.

(jo@ct.de)



Neue Gesetze sind nicht erforderlich, allerdings müssen Transparenz und Nachvollziehbarkeit algorithmischer Systeme gewährleistet sein.

**D21-Denkimpulse:** [ct.de/yg18](http://ct.de/yg18)

## Ein Pakt fürs Netz

Web-Erfinder Tim Berners-Lee hat auf dem **Internet Governance Forum** (IGF) seinen „Pakt fürs Netz“ präsentiert. „Wir müssen jetzt handeln, sonst riskieren wir, in einer digitalen Dystopie zu landen“, sagte er auf der Konferenz in Berlin. Dabei handle es sich um „den ersten weltweiten Aktionsplan, um das Web zu schützen, das wir wollen“.

Mit dem Gesellschaftsvertrag sollen Regierungen und Unternehmen gemeinsam unter anderem sicherstellen, dass sich jeder mit dem Internet verbinden kann und es jederzeit auch für alle verfügbar ist. Zudem soll das Recht der Menschen auf Privatsphäre stärker respektiert werden. Das Bundeskabinett hatte sich Ende November 2018 verpflichtet, die vorläufigen Prinzipien des Pakts für das Web einzuhalten zu wollen. Digitalstaatsministerin Dorothee Bär (CSU) hatte allerdings eingewandt, dass die Umsetzung der Inhalte des Vertrags kaum kontrollierbar sei.

Tim Berners-Lee fürchtet, dass das Web ohne einen Gesellschaftsvertrag auf eine Dystopie zusteht.



Foto: Sven Braun/dpa

Kritik gibt es auch an dem seit 2006 jährlich an verschiedenen Orten stattfindenden IGF. Es werde zu viel geredet und zu wenig erreicht – ein Geburtsfehler: Das Forum sollte ursprünglich vor allem eine Plattform sein, auf der Streitfragen etwa zur Verwaltung von Rootzone und Domain Name System gelöst werden sollten. Beschlüsse waren nicht vorgesehen.

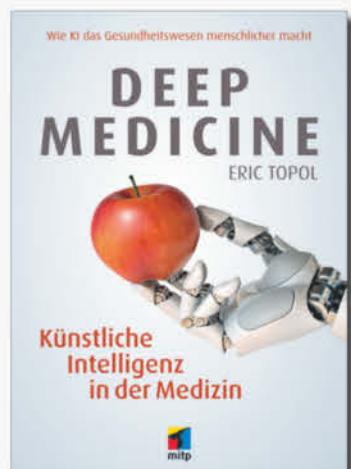
Eine vom Generalsekretär der Vereinten Nationen, Antonio Guterres, einberufene Arbeitsgruppe empfiehlt jetzt, dass das IGF netzpolitische Regeln entwickeln soll. Beobachter befürchten, dass das IGF bedeutungslos werden könnte, wenn es diesen Schritt nicht vollzieht. Sonst würden private Unternehmen wie Facebook mit seinem neuen „Oversight Board“ selbst die Normen fürs Netz entwerfen.

(jo@ct.de)

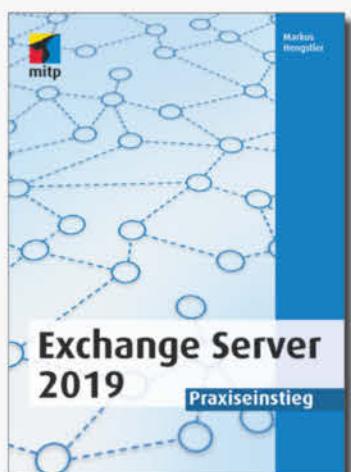
„Contract for the Web“: [ct.de/yg18](http://ct.de/yg18)



536 Seiten | 29,99 €  
 ISBN 978-3-7475-0009-5  
[www.mitp.de/0009](http://www.mitp.de/0009)



336 Seiten | 29,99 €  
 ISBN 978-3-7475-0095-8  
[www.mitp.de/0095](http://www.mitp.de/0095)

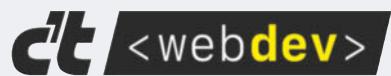


328 Seiten | 34,99 €  
 ISBN 978-3-95845-745-4  
[www.mitp.de/745](http://www.mitp.de/745)

## c't <webdev> 2020: Programm steht

Das Programm der Frontend-Konferenz der c't steht. Zwei Tage lang, am 5. und 6. Februar, geht es in drei Tracks um Web- und andere Frontends. Das Themenspektrum reicht von Layout über Security, JavaScript-Frameworks bis hin zum Testing. Keynote-Speakerin ist Rachel Andrew, Entwicklerin und Autorin, Mitglied der CSS Working Group und Herausgeberin des Smashing Magazine. Das vollständige Programm findet sich unter <https://ctwebdev.de/programm.html>.

Der 4. Februar ist Workshop-Tag. Fünf ganztägige Workshops stehen zur Auswahl:



„Schwarze Magie in TypeScript: Deep Dive“, „React – Eine praktische Einführung mit Hooks und TypeScript“, „Build a production ready PWA with Angular and Firebase“, „Intensiv-Workshop: CSS (endlich) lieben lernen“ und „JavaScript Testing 2020“.

Die Konferenz findet im Kölner Veranstaltungszentrum Komed statt. Alle Räume und Foyers dort sind barrierefrei gestaltet. Die Tickets für die Konferenz kosten 699 und für die Workshops 499 Euro. Kombitickets für einen Workshop und die Konferenz kosten 1099 Euro.

(jo@ct.de)



Bild: kyodo/dpa

Unbegründet sind die Ängste nicht, denn die Behörden bezweifeln, dass es sich wirklich um eine „führerlose Bewegung“ handelt und suchen intensiv nach einer geheimen Kommandozentrale. Ein erstes Opfer dieser staatlichen Verfolgung wurde Mitte Juni 2019 der 20-jährige Ivan Ip, Administrator einer Telegram-Gruppe mit 30.000 Mitgliedern. Ihm wird vorgeworfen, Straßenblockaden und einen Angriff auf das Parlament mit geplant zu haben.

## Vertrauensverluste

Der größten Hongkonger Tageszeitung South China Morning Post zufolge entbrennt derzeit „ein psychologischer Krieg um Herzen und Köpfe, bei dem Desinformation von beiden Seiten als Waffe verwendet wird“. Das reicht von Fake News über Demonstranten, die angeblich Sex mit Minderjährigen hatten, bis hin zu falsch zusammengeschnittenen Videoaufnahmen eines Taxifahrers, der in eine Gruppe von Demonstranten gerast war.

Laut einer Umfrage der Tageszeitung Ming Pao unter 842 Personen in Hongkong, schenkt die Mehrheit der Leser den offiziellen Mitteilungen der Polizei keinen Glauben mehr. Ein dramatischer Absturz: Noch im Juni 2019 vertrauten 96 Prozent den Angaben der Polizei. Die höchste Glaubwürdigkeit genießen nun stattdessen Live-Übertragungen, gefolgt von Berichten in traditionellen und sozialen Medien.

Besonders hoher Beliebtheit erfreut sich LIHKG, eine große in Hongkong gehostete Foren-Webseite im Stile von Reddit. Laut einer Umfrage der Chinesischen Universität nutzen 61 Prozent der 15- bis 34-Jährigen die Plattform als Informationsquelle. Um auch ältere Teilnehmer an den Protesten besser einzubinden, findet man auf LIHKG inzwischen Foren, die etwa mit größeren Fonts arbeiten und leichter zu lesen sind.

Skepsis verbreitet sich auch gegenüber Internetgrößen aus dem Silicon Valley, die auf das Wohlwollen aus Peking angewiesen sind, um ihre Milliardenumsätze im Reich der Mitte nicht zu gefährden. So entfernte Apple Anfang Oktober die App „HKmap“ aus seinem Store, die Polizeiaktivitäten in Hongkong auf einer Karte verzeichnete. Dies war nicht die erste gesperrte App: Die oppositionelle Organisation GreatFire wirft Apple vor, in China bislang über 2200 Appszensiert zu haben – darunter auch VPN-Anwendungen, mit denen sich staatliche Internetsperren umgehen ließen.

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

# Informationskrieg

## Wie Hongkongs Protestbewegung kommuniziert

**Während Behörden nach einer geheimen Kommandozentrale suchen, nutzt die Hongkonger Demokratiebewegung neue Plattformen zur Mobilisierung.**

**Von Andreas Schuchardt**

Seit Juni erlebt die Sieben-Millionen-Metropole Hongkong eine Protestbewegung, die von einem Großteil der Bevölkerung getragen und unter anderem als Reaktion auf ausufernde Polizeigewalt zunehmend militanter wird. Um die Aktionen zu koordinieren, nutzen die Aktivisten vor allem soziale Netzwerke und Messenger. Doch der Umgang mit diesen Diensten hat sich in den vergangenen Jahren verändert.

Bei den sogenannten Regenschirm-Protesten von 2014 nutzten die Aktivisten vor allem Facebook und Twitter, um sich per Smartphone abzustimmen. Doch seitdem sind viele sensibler geworden gegenüber Datensammelei und digitaler Überwachung. Sie wanderten zu Messaging-Diensten wie Telegram oder Signal ab, die als sicherer gelten. „Die Leute sind jetzt cleverer im Umgang mit Technik. Sie nutzen sie so, dass sie sich nicht selbst belasten“, sagt Lokman Tsui, der als Professor für Medienwissenschaft an der Chinesischen Universität Hongkong lehrt.

Wenn Protestierende ihre Handys überhaupt noch mitnehmen, stellten viele zumindest die Gesichtserkennung und Touch ID ab, erklärt Tsui. Die Gesetze der Sonderverwaltungszone gäben den Leuten zwar das Recht, bei einer Festnahme die Nennung des PIN-Codes ihres Telefons zu verweigern. Allerdings seien viele Fälle bekannt, in denen Polizeibeamte Demonstranten gewaltsam zur Öffnung zwangen.

### Tracking-Gegenwehr

Die Nichtregierungsorganisation Keyboard Frontline hat eine Broschüre veröffentlicht, wie Protestierer ihre Identität am besten schützen können: Dazu gehören die Empfehlungen, kein öffentliches WLAN zu nutzen, Handys wegen des Trackings nach Möglichkeit zu Hause zu lassen und ID-Cards, Pässe und Bankkarten in Alufolie einzwickeln, um sie so gegen RFID-Scanner zu schützen.

Deshalb verzichten viele Demonstranten etwa auch auf Octopus, eine kontaktlose Scheckkarte zur Bezahlung des öffentlichen Nahverkehrs. Auf der sind persönliche Daten wie Name, Geburtsdatum und eine eindeutige Seriennummer gespeichert, sodass sich Bewegungsprofile von den Nutzern anlegen lassen. „Es gibt eine große Unsicherheit, wie man verfolgt werden kann und wie nicht. Das ist der Grund, warum so viele Verschwörungstheorien entstehen“, sagt Lokman Tsui.



# Schließen Sie Sicherheitslücken.

Wir unterstützen Sie  
beim Umgang mit  
Cloud-Diensten.

Sichere IT.  
Sicherer Erfolg.



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie



IT-Sicherheit  
IN DER WIRTSCHAFT

[www.it-sicherheit-in-der-wirtschaft.de](http://www.it-sicherheit-in-der-wirtschaft.de)

# Dr. Datenleck, Teil 2

## Nachholbedarf bei der IT-Sicherheit deutscher Arztpraxen

**Der Daten-GAU in der Celler Arztpraxis wirft kein gutes Licht auf die IT-Sicherheit in deutschen Praxen. Vorgeschriebene Kontrollen gibt es offenbar nicht. Unterdessen ist die Telekom bemüht, die gefährliche Router-Lücke zu schließen, die zu dem Datenleck beigetragen hat.**

**Von Ronald Eikenberg**

Unser Artikel „Dr. Datenleck – Warum eine komplette Arztpraxis offen im Netz stand“ aus der vergangenen c't hat für viel Wirbel gesorgt. Wir haben darin aufgedeckt, dass unter anderem die sensiblen Gesundheitsdaten von rund 30.000 Patienten einer Celler Gemeinschaftspraxis für Orthopädie für jeden über das Internet abrufbar waren. Zu der Datenschutz-Katastrophe hatte eine Verkettung mehrerer Fehler geführt: Zum ersten war der Dateiserver im Praxisnetz unzureichend geschützt. Offenbar konnte jeder im internen Netz darauf zugreifen.

Der GAU trat jedoch erst durch eine Schwachstelle in einem Telekom-Router ein: Die Telekom Digitalisierungsbox machte nämlich mehr Ports von außen zugänglich, als auf den ersten Blick ersichtlich war. Nutzte man den Einrichtungsassistenten des Routers, um eine Port-Weiterleitung für Port 80 oder 443 einzurichten, hat der Assistent eigenmächtig die Ports 80 bis 89 oder 440 bis 449 nach außen geöffnet. So war der Dateiserver mit den Patientendaten auf Port 445 plötzlich für Gott und die Welt erreichbar – ohne Passwort und über das Internet. Falls Sie unseren Artikel verpasst haben, können Sie ihn gratis unter [ct.de/y1m7](http://ct.de/y1m7) lesen.

Nach der Veröffentlichung der Geschichte haben unsere Leser das Thema intensiv diskutiert. Allein im Artikelforum auf ct.de zählten wir innerhalb weniger Tage über 1000 Leserkommentare, weite-

re Zuschriften gingen per Mail ein. Von Spott bis Mitgefühl ist alles dabei, Kern der Diskussionen ist jedoch oftmals der Versuch, die Schuldfrage zu klären. Doch diese ist kaum zu beantworten. Denn trotz der Router-Lücke ist die Praxis vermutlich nicht aus der Verantwortung zu ziehen.

Eine Praxis ist grundsätzlich für die Sicherheit der Patientendaten zuständig, wie die Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV) gegenüber c't erklärte: „Ärztinnen und Ärzte unterliegen der Schweigepflicht, sie sind für die besonders sensiblen Patientendaten in ihrer Praxis verantwortlich.“

### Hinweise missachtet

Offensichtlich waren die Patientendaten in der Celler Praxis nicht nach dem Stand der Technik geschützt. Und der mangelnde Zugriffsschutz ist nur eines der Probleme. Die KBV hat mit der Bundesärztekammer „Hinweise und Empfehlungen zur ärztlichen Schweigepflicht, Datenschutz und Datenverarbeitung in der Arztpraxis“ erarbeitet (siehe [ct.de/y1m7](http://ct.de/y1m7)). Das Dokument richtet sich direkt an Ärzte und ist so formuliert, dass die Maßnahmen „auch für den technischen Laien verständlich“ sind.

Darin geht es unter anderem um den „Schutz von Patientendaten vor Zugriffen aus dem Internet“. Dort heißt es: „Rechner mit Patientendaten sollten niemals di-



rekt mit dem Internet verbunden sein. Sobald ein direkter Zugriff aus dem Internet auf einen Rechner mit Patientendaten gelingt und diese Daten in unverschlüsselter Form abgelegt wurden, lassen sich diese auslesen.“ Selbst eine Verschlüsselung der Daten hilft in diesem Fall nicht, „da die Daten für die reguläre Nutzung jeweils entschlüsselt werden müssen und damit ein Zugriff wieder möglich wäre.“

Der SMB-Dateiserver mit den Daten zehntausender Patienten (Port 445) lief offenbar auf dem gleichen System wie ein VPN-Dienst (Port 443), welcher für den Zugriff aus dem Internet freigegeben war. Hätte die Praxis also Grundregeln der IT-Sicherheit befolgt und den VPN-Dienst auf einem separaten System betrieben, wäre es nicht zu dem fatalen Datenleck gekommen. Auch ein effektiver Zugriffsschutz beim Dateiserver hätte das Leck verhindert – Router-Lücke hin oder her.

### Unkontrolliert

Während Arztpraxen auf stichprobenartige Hygienekontrollen der Gesundheitsämter gefasst sein müssen, interessiert sich von offizieller Seite anscheinend niemand ernsthaft dafür, ob und wie effektiv ein Arzt die intimen Daten seiner Patienten schützt. Die Kassenärztliche Bundesvereinigung ließ uns hierzu wissen: „Die Praxisinhaber haften für die Sicherheit der Patientendaten. Vorgeschriebene Kontrollen gibt es nicht, wir empfehlen Praxen, sich bei IT-Fragen grundsätzlich Unterstützung von Experten zu holen.“

Doch gute Experten sind schwer zu finden – ein unabängiges Prüfsiegel für IT-Dienstleister im Gesundheitswesen, anhand derer Ärzte die Qualifikation erkennen können, ist c't nicht bekannt. Ab einer Größe von 20 Mitarbeitern muss eine Praxis zwar „einen Datenschutzbeauftragten benennen, der die Einhaltung des Datenschutzes und der Datensicherheit in der Praxis kontrolliert“. Einen solchen gibt es in der Celler Praxis, offenbar konnte auch er den Daten-GAU nicht verhindern.



Quelle: Telekom

**Nicht nur die Digitalisierungsbox Premium ist von dem fatalen Bug betroffen, sondern auch die Schwestermodelle „Standard“ und „Smart“.**

Angesichts dieser Situation muss man davon ausgehen, dass Celle kein Einzelfall ist und Hacker auch in anderen Arztpraxen leichtes Spiel haben. Nach Angaben der KBV gibt es in Deutschland 101.932 Praxen – wenn auch nur ein Prozent davon bei der IT-Sicherheit patzt, wären das schon über 1000. Der Fall Celle beschäftigt inzwischen auch die zuständige Landesbeauftragte für den Datenschutz Niedersachsen, Barbara Thiel. Ge- genüber der Celleschen Zeitung, die über unseren Artikel berichtete, erklärte sie: „Dieser [Fall] hätte meiner Behörde bereits im Oktober gemeldet werden müssen. Es ist jetzt an der Zeit, die Dinge aufzuklären.“

Inzwischen habe es dazu eine Gesprächsanfrage gegeben, schriftlich würde der Sachverhalt jedoch noch nicht vorliegen. Offenbar hat die Praxis die in der DSGVO angegebene Meldefrist von 72 Stunden um Wochen überzogen. Das verschärft die Situation für die Praxis deutlich, denn wer die Mitteilungspflichten nicht befolgt, den erwartet ein Bußgeld von bis zu 10 Millionen Euro oder zwei Prozent des Jahresumsatzes. Hinzu kommen eventuelle Schadenersatzforderungen der betroffenen Patienten (siehe dazu die Artikel „Die Bomben ticken“ auf Seite 166 sowie „Höchst sensibel“ auf Seite 172).

## Telekom reagiert

Aber zurück zur Telekom. Diese hatte gegenüber c't eingräumt, bereits seit Mai 2019 von der Router-Schwäche beim Port-Forwarding zu wissen. Informiert wurden die betroffenen Kunden jedoch erst, nachdem wir unseren Artikel veröffentlicht hatten. Vielleicht hätte der Daten-GAU in Celle verhindert werden können, hätte man die Praxis frühzeitig über das Sicherheitsproblem informiert.

Auch das Firmware-Update ist erst nach unserem Artikel erschienen. Die neue Firmware barg eine Überra-

schung: Sie ist nämlich nicht nur für die Digitalisierungsbox Premium erschienen, die in der Celler Arztpraxis zum Einsatz kam, sondern auch für die beiden Schwestermodelle „Standard“ und „Smart“.

Die neue Firmware trägt die Versionsnummer 11.01.02.100, Sie finden die Update-Dateien über [ct.de/y1m7](http://ct.de/y1m7) zum Download. Wer eine der betroffenen Digitalboxen betreibt oder administriert, sollte

das wichtige Update umgehend installieren. Die Telekom hatte schon mit einem vorherigen Update einen Versuch unternommen, die Situation zu entschärfen. Diese Änderung dürfte jedoch die meisten bestehenden Router nicht erreicht haben, da sie erst nach einem Werksreset wirksam wurde.

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

**Teil 1 und Router-Update: [ct.de/y1m7](http://ct.de/y1m7)**

The advertisement features the Acer for business logo at the top left. The main image shows an Acer TravelMate X5 laptop with its screen open, displaying a colorful abstract wallpaper. The laptop is shown from a three-quarter perspective, highlighting its thin profile and the multi-touch display. Below the image, the model name "TravelMate X5" is displayed in a large, bold, serif font. Underneath it, the text "980 Gramm leicht" (lightweight at 980 grams) is written in a smaller, sans-serif font. To the right of the laptop image, there is a horizontal bar with a gradient from dark blue to light green. Below this bar, a list of specifications is presented in two columns. The left column includes: "Bis zu Intel® Core™ i7 Prozessor der 8. Generation", "Windows 10 Pro (64-Bit)", "Ultraschlankes und unter 1 kg leichtes Magnesium-Lithium-Gehäuse", "Multi-Touch® Full HD IPS Display", "Fingerprintreader", and "Dockingfähig über den USB Type-C Anschluss". The right column includes: "Bis zu 10 Stunden Akkulaufzeit" and a small Intel Core i7 8th Gen logo. At the bottom left, there is a QR code. The text "Mehr entdecken auf [synergy-portal.de/acer-fuer-ihren-modern-workplace](http://synergy-portal.de/acer-fuer-ihren-modern-workplace)" is written in a small, sans-serif font. The Acer TravelMate X5 logo is located at the bottom right.

## Produktqualität? Dafür legen wir die Hand ins Feuer!



Wir vertrauen auf unsere Produkte. Dank der **Acer Reliability Promise** erhalten Sie im Falle eines Defekts im ersten Jahr nach Kauf von uns den **vollen Kaufpreis zurückgestattet** – zusätzlich zur kostenfreien Reparatur gemäß Garantie.

Erfahren Sie mehr auf [promise.acer.com](http://promise.acer.com)



# Manschettenlose Blutdrucküberwachung

**Maxims neue Sensormodule können in 30 bis 45 Sekunden den Blutdruck am Finger messen – ohne unangenehme Manschette.**

Blutdruckmessungen werden heute wie vor 100 Jahren meist mit einer aufblasbaren Manschette durchgeführt. Ärzte setzen dabei die Arterie so lange unter Druck, bis kein Strömungsgeräusch mehr zu hören ist. Wer dieses leicht unangenehme Verfahren alle ein bis zwei Jahre beim Arzt überstehen muss, wird es nicht weiter hinterfragen. Menschen mit Herz-

Kreislauf-Erkrankungen hingegen werden insbesondere bei Langzeitmessungen von der regelmäßig drückenden Manschette und den Druckstellen am Arm genervt sein.

Dank eines neuen Chips von Maxim Integrated könnte dieses Problem in naher Zukunft gelöst sein: Die beiden Pulsoximeter- und Herzfrequenzmodule MAX30101 und MAX30102 können in Kombination mit dem sogenannten Sensor-Hub-IC MAX32664D zu **Blutdrucksensoren** werden. Der MAX32664D ist ein vorprogrammierter Mikrocontroller,

der mithilfe eines Algorithmus die Daten des Pulsoxi-/Herzfrequenzmoduls zur Bestimmung des Blutdrucks nutzt. Das funktioniert ausschließlich am Finger, den der Patient dazu 30 bis 45 Sekunden auf den Sensor drücken muss.

Laut Maxim beträgt die Genauigkeit beim systolischen Druck im Mittelwert 1,7 mmHg bei 7,4 mmHg Standardabweichung. Beim diastolischen Druck sind es 0,1 mmHg bei 7,6 mmHg Standardabweichung. Diese Werte können laut Hersteller aber nur gehalten werden, wenn der Sensor alle vier Wochen kalibriert wird.

Zwar existiert für die Sensorkombination schon ein funktionierendes Referenzdesign, das für 100 US-Dollar erstanden werden kann. Der Hersteller betont jedoch, dass seine ICs und Referenzdesigns nur für Entwickler gedacht sind und keine medizinische Zulassung haben. Entsprechende Geräte müssten erst entwickelt und durch die Zulassungsverfahren gebracht werden.

Der MAX32664D ist ab sofort für 2,63 US-Dollar pro Stück (1000 Stk.) erhältlich. Den MAX30101 und den MAX30102 gibt es für 4,23 beziehungsweise 4,13 US-Dollar pro Stück (1000 Stk.). (amo@ct.de)



**Maxims neuer Chip kann die Blutdruckmessung stark vereinfachen und liefert bei regelmäßiger Kalibrierung gute Genauigkeit. Die Platine des Armbands existiert bereits als Referenzdesign.**

## Sigfox verbindet Gaszähler

Zählerstände ablesen kostet Energieversorger jährlich viel Geld. In Japan löst nun IoT das Problem: Der Gasversorger Nicigas will bis Ende 2020 sämtliche seiner landesweit **850.000 Gaszähler mit der IoT-Funktechnik Sigfox ausrüsten** und die Verbrauchsdaten täglich senden.

Für das Verfahren hat Nicigas ein Lesegerät entwickelt, das an die bereits installierten Zähler angedockt wird – eine komplizierte Aufrüstung ist nicht nötig. Über das in Japan von Kyocera auf 900 MHz betriebene Sigfox-Netz werden die Daten an die Verwaltungsplattform „Nicigas Stream“ übertragen und dort ausgewertet.

Das Verfahren hilft nicht nur Nicigas, sondern auch den Kunden: Ein Teil der Bevölkerung nutzt Gasflaschen statt eines Festanschlusses. Anhand der Zählerstände kann der Gasbetreiber den Füllstand der

Flaschen nachvollziehen und zum passenden Zeitpunkt nachliefern. (amo@ct.de)



**Das Sigfox-Gateway ist direkt mit dem Gaszähler verbunden und überträgt die Messdaten täglich an Nicigas.**

## Schlauer Sensor

STMicroelectronics neuer **Temperatursensor** STTS22H soll besonders genau sein: Um 0,25 °C soll seine Messung im Messbereich von -10 °C bis +60 °C höchstens abweichen.

Der 2 mm × 2 mm × 0,5 mm große SMD-Baustein wird per I<sup>2</sup>C oder SMBus 3.0 ausgelesen und programmiert. Zu den Zusatzfunktionen gehört ein Schwellenalarm, der sich über einen Interrupt-Pin bemerkbar macht, wenn ein programmiertes Wert unter- oder überschritten wurde. Je zwei Sensoren können an einem Bus arbeiten. Im 1-Hz-Betrieb benötigt der Sensor nur 2 Mikroampere. Eine Einzelmessung benötigt kurzzeitig 1,75 Mikroampere. Im Stand-By sinkt der Verbrauch auf 0,5 Mikroampere.

STMicroelectronics verlangt für den STTS22H bei 1000 Stück Abnahme 49 US-Cent pro Stück. (amo@ct.de)

## Blender mit neuen Sculpting-Werkzeugen

Nur wenige Monate nach dem großen Sprung auf Version 2.80 erscheint bereits die nächste Inkarnation des **3D-Modelers und -Renderers** Blender. Das Update auf 2.81 liefert diverse Features nach und integriert die ersten Projekte, die parallel dazu entwickelt wurden.

Mit den verbesserten Sculpting-Werkzeugen fällt es leichter, digitale Plastiken aufzubauen. So versteckt sich hinter dem Elastic Deform Brush eine ganze Reihe von Werkzeugen, die das Volumen eines Körpers erhalten. Diese stellen etwa beim Gestalten von Gesichtsausdrücken sicher, dass das Ergebnis organisch aussieht.

Mit der echtzeitfähigen Render Engine Eevee lassen sich weiche Schatten und Kontaktschatten einfacher produzieren. Die Pathtracing Engine Cycles rendert schneller, weil sie auf hardwareseitige Beschleunigung über nVidia RTX zugreifen kann. Zum Entrauschen steht jetzt zusätzlich zum eingebauten Denoiser auch OpenImageDenoise von Intel zur Verfügung, der etwa bei spiegelnden Oberflächen bessere Ergebnisse liefert. Außerdem liefert Blender 2.81 ein ganzes Arsenal an neuen Shader Nodes, etwa zum Auslesen von Simulationsdaten von Feuer und Rauch. (Gottfried Hofmann/atr@ct.de)



Plastiken aus virtuellem Lehm und Ton wirken mit den neuen Sculpting-Werkzeugen von Blender organischer.

## Remote im Koop-Modus spielen

Steam Remote Play Together hat die Beta verlassen und ist nun für alle Steam-Nutzer verfügbar. Mit dieser **Funktion für den lokalen Mehrspielermodus** können sich Spieler online für Couch-Koop-Spiele zusammentreffen: Ein Spieler startet das Spiel als Host und lädt die anderen ein. Bild und Ton werden an die eingeladenen Spieler gestreamt und ihre Tastatur- oder Controller-Eingaben kommen zurück. Gleichzeitig können sich alle Mitspieler per Sprachchat austauschen.

Remote Play Together ist auf vier Spieler ausgelegt, laut Anbieter Valve sind bei besonders schnellen Verbindungen aber auch mehr Teilnehmer möglich. Streaming-Auflösung und Bitrate lassen sich vom Host anpassen, um Latenzenzeiten möglichst gering zu halten.

Remote Play Together steht systemübergreifend zur Verfügung; über die Steam Link-App sollen auch Android-, iOS- und AppleTV-Nutzer mitspielen können.

Aktuell kann Remote Play Together mit etwa 2000 Spielen genutzt werden, darunter sind die Koop-Shooter Left 4 Dead 2 und Portal 2 sowie die Rollenspiele Outward und Divinity: Original Sin 2. Von allen Titeln wird jeweils nur eine Version für den Host benötigt, Mitspieler brauchen keine eigene Lizenz. (dwi@ct.de)

**HomeMatic**  
USER-TREFFEN 2020

27. – 29. März 2020 | Kassel

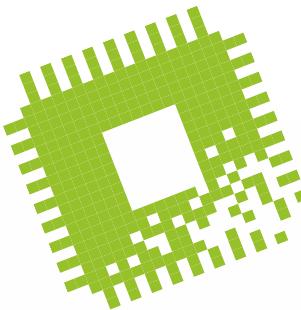
**Das Homematic User-Treffen geht in die neunte Runde!**

Seien Sie bei Europas größtem Smart-Home-Anwendertreffen dabei!

Weitere Informationen unter  
[homematic-usertreffen.de](http://homematic-usertreffen.de)

# Bit-Rauschen

Lebenszeichen von VIA, optimierte Bibliotheken und RISC-V-Umzug



**Der VIA-Ableger Centaur baut eine AVX-512-CPU. Einige Programmierer wundern sich über Nachteile von Intel-Code auf AMD-CPUs. AMD kämpft mit RAM-Verschlüsselung und RISC-V zieht es in die Alpen.**

**Von Christof Windeck**

Die Supercomputer-Konferenz SC'19 brachte außer der jüngsten Top500-Liste (siehe S. 44) auch ein Lebenszeichen der taiwanischen Prozessorfirma VIA: Ihr texanischer Ableger Centaur überraschte mit der Ankündigung eines achtkernigen x86-Prozessors mit KI-Erweiterung. Noch erstaunlicher sind die AVX-512-Erweiterungen der centaurischen x86-Kerne, weil es AVX-512 bisher nur bei Intel gibt. Unklar ist, ob und wann AMD nachzieht. AMD-Serverchef Forrest Norrod versprach kürzlich, dass Zen-3, also die 2020 erwarteten Ryzen 4000 (alias Vermeer) und Epyc 7003 (Milan), eine „neue Mikroarchitektur“ bringen werde mit rund 15 Prozent mehr Performance. Da käme AVX-512 durchaus in Betracht, aber etwa auch das für KI gedachte Gleitkomma-Datenformat Bfloat16.

Mittlere Aufregung erregte derweil, dass hochoptimierte Mathematik-Softwarebibliotheken von Intel auf AMDs Zen-CPUs langsamer laufen. Für Aufregung besteht aber kaum Anlass, weil sich das einerseits per Skript beheben lässt und andererseits der dänische Forscher Agner Fog schon vor zehn Jahren darüber schrieb. Die US-Wettbewerbskommission FTC hatte Intel seinerzeit dazu verpflichtet, die Optimierungen der Math Kernel Library (MKL) für Intel-Chips zu dokumentieren: Read the Fucking Manual (RTFM), kann man da nur sagen.

Spezielle Compiler braucht auch der KI-Chip der jungen Firma Groq, um in beeindruckende Leistungsdimensionen vorzustoßen: 1 Billiarde Operationen pro Sekunde (Ops/s) soll er liefern. Dabei geht es

vermutlich um 8-Bit-Ganzzahlen (Int8), Groq verrät das nicht genau. Angeblich kann Groq dank des Compilers die bei anderen Prozessoren nötige Steuerlogik weglassen, sodass mehr Transistoren tatsächlich rechnen. Im kaum noch überschaubaren Gewusel Dutzender KI-Chip-Start-ups erfuhr Groq besondere Aufmerksamkeit, weil Mitgründer Jonathan Ross zuvor bei Google an der Entwicklung der Tensor Processing Unit (TPU) beteiligt war.

## AMD-PSP-Löcher

In c't 25/2019 berichteten wir über Sicherheitslücken in Trusted Platform Modules (TPMs) von ST und Intel. Dabei ging etwas unter, dass TPM-Pannen keine Seltenheit sind. Berühmt wurde 2017 der ROCA-Bug im RSA-Algorithmus von Infineon-TPMs. Doch auch das Firmware-TPM (fTPM 2.0) im AMD Secure Processor alias Platform Security Processor (PSP) zeigte Anfang 2018 eine Lücke, die AMD mit BIOS-Updates schloss. Und in der RAM-Verschlüsselungsfunktion der Epycs für Server, der Secure Encrypted Virtualization (SEV), tauchte schon die zweite Schwachstelle auf. Unter CVE-2019-9836 war im Juni bekannt geworden, dass sich der geheime Schlüssel für SEV-verschlüsseltes RAM durch trickreiche Rechnereien ermitteln lässt. Nun meldet ein Team um Robert Buhren von der TU Berlin, dass sich nicht sicher per „Remote Attestation“ aus der Ferne prüfen

lässt, ob SEV das RAM einer Cloud-VM überhaupt schützt. Das wiederum unterminiert den Sinn von SEV grundsätzlich.

Genau wie Intels SGX zielt AMD SEV auf die sichere Nutzung von Cloud-Servern, selbst wenn man dem Betreiber nicht vertraut – dort könnte sich ja ein böser Administrator eingeschmuggelt haben. Stattdessen muss man aber kryptografischen Zertifikaten vertrauen, die eine vermeintlich sichere Kette bis zu Servern von AMD oder Intel ziehen, dazu aber möglicherweise Firmware, Software und Zertifikate von Dritten einbinden.

Das ist dermaßen kompliziert, dass Kritiker grundsätzlich an diesem Konzept zweifeln. Letztlich geht es wohl eher darum, Verantwortung für den Datenschutz abzuwälzen oder abstrakte Sicherheitsvorschriften zu erfüllen. Doch auch in aufwendig überprüfter IT-Sicherheitstechnik stecken Bugs: Dem lückenhaften ST-TPM hatte eine Sparte des französischen Rüstungskonzerns Thales Sicherheit nach Common Criteria Evaluation Assurance Level 4+ (CC EAL 4+) bescheinigt, aber dabei die Schwäche für einen Timing-Angriff übersehen, dessen technisches Prinzip altbekannt ist.

Höhere Sicherheit durch offenes Design verspricht RISC-V-Technik, die deshalb auch schon für mehrere sicherheitskritische Chips eingeplant ist. Dazu gehören Googles OpenTitan oder das SSITH-Projekt der US-DARPA unter anderem für sichere Wahlmaschinen. Die RISC-V Foundation plant nun, ihren Sitz aus den USA in die Schweiz zu verlagern, weil einige ihrer Mitglieder sich vor Strafaktionen der unberechenbaren US-Regierung fürchten. Republikanische Politiker aus den USA vermuten chinesische Firmen hinter dieser Entscheidung, aber auch die European Processor Initiative (EPI) dürfte den Schritt begrüßen. (ciw@ct.de) **ct**

Die junge Firma Groq verspricht eine Billiarde Operationen pro Sekunde für ihren neuartigen KI-Chip.



Bild: Groq

# AMD Radeon RX 5500: Effizient spielen in Full HD

Die Spielergrafikkarte Radeon RX 5500 ist in Full HD beinahe so schnell wie die Radeon RX 580, aber viel effizienter.

Die im Oktober angekündigte Radeon RX 5500 ist noch nicht einzeln im Handel zu kaufen, steckt aber schon in OEM-Rechnern und erreicht knapp die Leistung einer RX 580.

Die technischen Daten hatte AMD bereits am 7. Oktober veröffentlicht: Die GPU mit der Bezeichnung Navi 14 nutzt die neue RDNA-Architektur, umfasst 1408 Shader-Einheiten in 22 Compute Units, 32 Rasterisierungs- und 88 Textur-Einheiten und wird in 7 Nanometer Strukturbreite gefertigt. Der 4 oder 8 GByte große GDDR6-Speicher läuft mit 1750 MHz und schaufelt 224 GByte/s über seine 128 Datenleitungen. Außerdem beherrscht Navi 14 PCIe 4.0, die Radeon RX 5500 nutzt aber nur acht PCIe-Lanes.

Unsere Testkarte entstammt dem HP-Komplettrechner Pavilion TP01-0004ng. Sie ist mit 4 GByte ausgestattet, hat zwei DisplayPorts, einen HDMI-An-

schluss und einen achtpoligen PCIe-Stromanschluss. Für unsere Messungen transplantierten wir die kleine Navi-Karte in unser Grafikkartentestsystem mit Intel Core i7-8700K und 32 GByte RAM. Darin kam sie der 3D-Performance einer werksübertakteten Radeon RX 580 Nitro+ von Sapphire sehr nahe. Beide mussten sich allerdings einer ebenfalls mit erhöhtem Takt laufenden Gigabyte GeForce GTX 1660 OC geschlagen geben, die für das Nvidia-Lager antrat.

Die Radeon RX 5500 ist gegenüber der Polaris-Generation deutlich effizienter geworden und zeigte sich unter Last ähnlich genügsam wie die GeForce GTX 1660, allerdings bei etwas niedrigerer Performance. Leider steigt auch bei aktuellen Karten unabhängig vom GPU-Hersteller die Leistungsaufnahme im Multi-Monitor-Betrieb: Mit zwei Full-HD-Displays und einem 4K-Monitor nahmen RX 5500 und die GTX 1660 je 23 Watt auf.

Der Kühler der OEM-Karte wurde selbst unter Vollast mit 1,5 Sone nicht aufdringlich. Das lässt auch auf leise und günstige Karten mit einfacherem Kühler

von anderen Herstellern hoffen. Zu Preisen hat AMD sich noch nicht geäußert; gemessen an der Performance müsste eine Radeon RX 5500 mit 8 GByte deutlich unter 200 Euro kosten, da schon die etwas schnellere Radeon RX 580 ab 170 Euro im Abverkauf zu bekommen ist.

(bkr@ct.de)



Die Radeon RX 5500 ist in Full HD beinahe so schnell wie die Radeon RX 580, aber viel effizienter.

## Messwerte: Radeon RX 5500

Grafikkarte	3DMark Time Spy / Fire Strike [Punkte]	Far Cry 5 (DX 11) Ultra, SMAA, HD Textures (WQHD / Full HD) [fps]	Shadow o. t. Tomb Raider (DX 12) Maximum, SMAA (WQHD / Full HD) [fps]	Luxmark 3.1 Luxball HDR [Punkte]	Leistungsaufnahme Leerlauf <sup>1</sup> / 3D-Last <sup>2</sup> [Watt]
AMD Radeon RX 5500 (4 GByte, OEM)	besser ► 4898/12111	besser ► 51/74	besser ► 38/58	besser ► 14215	◀ besser 7/133
Sapphire Radeon RX 580 Nitro+ (8 GByte)	4749/12744	53/75	44/66	14002	12/207
Gigabyte GeForce GTX 1660 OC (6 GByte)	5832/12525	58/85	45/69	15229	10/128

Testsystem: Intel Core i7-8700K, 32 GByte DDR4-RAM, Windows 10 64 Bit (1909), Vsync aus. Grafiktreiber: AMD Adrenalin 2019 Edition 19.11.2, Nvidia GeForce 441.12 MSAA/SMAA/FXAA: Kantenglättungsverfahren  
<sup>1</sup> gemessen mit ruhendem Windows-Desktop <sup>2</sup> gemessen mit Furmark Torture Test

LEARNTEC 2020 | 28. Internationale Fachmesse und Kongress

Europe's #1 in digital learning

28. - 30. Januar 2020  
Messe Karlsruhe

LEARNTEC

messe  
karlsruhe

www.learntec.de

Premium Partner

HAUFE.  
AKADEMIE



70 PFlops an zusätzlicher Rechenleistung. Dabei setzt man in Jülich auf BullSequana-XH2000-Maschinen des französischen Zulieferers Atos sowie auf die AMD-Prozessoren Epyc 7002 „Rome“ und vor allem auf Nvidias kommende Tesla-Generation.

Ein erster Superrechner mit Rome-Epcys ist schon im Top500-Rennen, nämlich als Erweiterung des Joliot-Curie des französischen Betreibers GENCI. Auch hier kommt die BullSequana XH2000 zum Einsatz, die Racks stehen südlich von Paris auf dem Gelände der CEA DAM, die auch fürs Militär forscht. Joliot-Curie dient aber auch zivilen Forschern, auch in Europa via PRACE-Programm. 2292 Cluster-Knoten mit dem HPC-Sondermodell 7H12 des Epyc sorgen hier ohne weitere Beschleuniger bisher für 3,69 PFlops, das reicht für Top500-Platz 59. 2020 soll Joliot-Curie auf 22 PFlops hochgerüstet werden, womit er in die aktuelle Top 10 käme – aber 2020 dürfte die Latte höher liegen.

Der schwäbische Falke, nämlich der Hawk am Stuttgarter HLRS, konnte seine Epyc-Schwingen noch nicht ausbreiten; auch er soll 2020 über 20 PFlops liefern. AMD punktete auch in Großbritannien: Der Archer2 soll auf 28 PFlops Spitzenleistung ( $R_{Peak}$ ) kommen – im Linpack, der Top500-Maßeinheit, dürfte das für knapp 20 PFlops ( $R_{Max}$ ) reichen.

Ein erster Superrechner mit dem 7-Nanometer-Beschleuniger AMD Radeon Instinct MI50 alias Vega 20 zog auf Platz 244 in die Top500-Liste ein.

Intel konnte den exotischen 48-Kerner Xeon Platinum 9242, der eigentlich aus zwei zusammengelöteten Xeon-SP besteht, immerhin schon in zwei Top500-Systemen unterbringen: „Lise“ (für Lise Meitner) steht am Berliner Teil des HLRN-IV und schafft es mit 5,36 PFlops auf Platz 40, der CTS-1 Magma am Lawrence Livermore National Laboratory mit 3,2 PFlops hält Rang 69.

Der zweite Teil – benannt nach Emmy Noether – des erwähnten HLRN-IV kommt nach Göttingen.

## ARM-Attacken

Schon seit einem Jahr ist der erste Supercomputer mit ARM-Prozessoren in den Top500 vertreten, der Astra am Sandia National Laboratory, jetzt auf Platz 198. HPE hat ihn aus Apollo-70-Servern jeweils mit zwei Marvell ThunderX2 aufgebaut. Um das Potenzial des A64FX zu zeigen, hat Fujitsu ein Testsystem mit 768 dieser

# Neulinge weiter hinten

## Superrechner: Die 54. Top500-Liste und viele neue Projekte

**Die spannendsten Neuheiten der Top500-Liste finden sich auf den hinteren Plätzen, etwa Supercomputer mit dem ARM-Chip Fujitsu A64FX, dem AMD Epyc 7002 „Rome“ oder der AMD Radeon Instinct. Einer der Neulinge setzt den Rekord bei der Energieeffizienz und Europa will bald mächtig zulegen.**

**Von Andreas Stiller und Christof Windeck**

Endlich erntet AMD erste Supercomputer-Früchte – nicht nur mit dem starken Serverprozessor Epyc, sondern auch mit dem GPU-Rechenbeschleuniger Radeon Instinct aus der 7-Nanometer-Fertigung. Und Fujitsu landet mit dem ARM-Pro-

zessor A64FX einen Coup: Er sichert sich Platz 1 im Effizienz-Benchmark Green500, bevor er dann 2021 im japanischen Exaflops-Boliden Fugaku alias Post-K richtig loslegt.

In den Top Ten der 500 schnellsten Supercomputer der Welt hat sich aber mit der 54. Top500-Liste vom November 2019 nichts verändert im Vergleich zur 53. Ausgabe aus dem Juni. An der Spitze bleiben die US-Systeme Summit und Sierra, jeweils mit IBM-Power9-Prozessoren. Es folgen die beiden chinesischen Superrechner Sunway TaihuLight und Tianhe-2A.

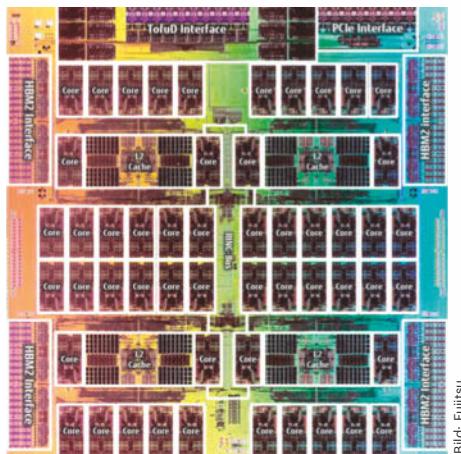
Weiterhin in der Schweiz läuft der schnellste europäische Rechner, der Piz Daint auf Platz 6. Zweiter Europäer ist der SuperMUC-NG auf Platz 9. Doch 2020 soll sich das Bild ändern, denn es wird mächtig aufgerüstet, gerade auch in Europa. So will das Forschungszentrum Jülich seinen Juwels mit dem Booster-Modul in die Top 10 katapultieren – dank

# Privatsphäre auf einen Blick gibt dir die Kontrolle.

Facebook bietet jetzt mehr Optionen zum  
Schutz der Privatsphäre denn je.  
Wähle deine auf [facebook.com/privacy](http://facebook.com/privacy)



facebook



kommt mit PCI Express 5.0 als Basis für den kohärenten Compute Express Link (CXL) – der soll dann auch in den Sapphire-Rapids-Xeons eingebaut sein und vielleicht auch schon im AMD Zen 4 „Genoa“.

Noch nicht in einem Top500-System, aber bald in zwei deutschen Supercomputern steckt der Vektorbeschleuniger NEC SX-Aurora Tsubasa. NEC kombiniert ihn sowohl beim Deutschen Wetterdienst (DWD) als auch beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) jeweils mit AMD-Epcys. Das DLR kauft für 20 Millionen Euro einen Cluster aus Gigabyte-Servern noch mit Naples-Epcys; es wird mit einer Warmwasserkühlung von Schäfer-IT am ZIH der TU Dresden installiert. Der DWD in Offenbach will bis 2024 50 Millionen Euro investieren, Zug um Zug kommen hier Epcy-Rome-Server mit NEC-Beschleunigerkarten zum Einsatz.

Die SX-Aurora-Karten glänzen vor allem im speicherintensiven HPCG-Benchmark, wie zwei Testsysteme von NEC Deutschland beweisen. Sie liegen auf den Plätzen 149 und 158 der HPCG-Rangliste.

## Top500

102 Systeme sind neu in die 54. Top500-Liste eingezogen, darunter 94 mit Intels Xeons. Davon wiederum gehören nur 20

zur neuesten Xeon-SP-Generation Cascade Lake, fast ebensoviele nutzen jedoch noch viel ältere Xeon E5 der Broadwell- oder gar Haswell-Generationen. Von den acht Systemen ohne Xeons sind vier mit AMD Epcy bestückt, darunter zwei mit dem erwähnten Epcy 7H12 der Rome-Generation Zen 2. IBM konnte drei weitere Power9-Systeme verkaufen, alle mit Tesla-Beschleunigern; das achte System ist das erwähnte A64FX-Testsystem.

Weiterhin stehen die meisten Top500-Supercomputer in China, nämlich mit 228 (zuvor 219) fast doppelt so viele wie in den USA (117, vorher 116). Ebenfalls wie gehabt sind die US-Systeme in der Summe aber leistungsfähiger (611 zu 532 PFlops). Japan hat jetzt 29 Superrechner mit 109 PFlops, dahinter folgen Frankreich (18 mit 69 PFlops) und Deutschland (16 mit 67 PFlops).

Insgesamt wuchs die aggregierte Rechenleistung bei der neuen Top500 Liste nur um 5,5 Prozent auf jetzt 1,65 Exaflops – so wenig Steigerung gab es noch nie. Auch hier wirken sich Intels Verzögerungen bei der Fertigungstechnik also deutlich aus. Wenn die vielen derzeit angekündigten HPC-Projekte so loslegen wie geplant, wird die Rechenleistung aber 2020 und vor allem 2021 drastisch ansteigen.

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

## Top 10 der 54. Top500-Liste der Supercomputer

Platz (vorh. Liste)	Rechner (Hersteller)	Betreiber	Land	CPU-Kerne	GPU-Kerne	Linpack R <sub>max</sub> (PFlops)	GFlops/W	HPCG (TFlops)
1 (1)	Summit (IBM)	Oak Ridge National Lab (ORNL)	USA	9216 × 22 Power9, 3,07 GHz	27.468 × 80 Tesla V100	148,6	14,72	2925,75
2 (2)	Sierra (IBM)	Lawrence Livermore National Lab (LLNL)	USA	8640 × 22 Power9, 3,1 GHz	17.280 × 80 Tesla V100	94,64	12,72	1795,67
3 (3)	Sunway TaihuLight (NRCPC)	National Supercomputing Center in Wuxi	China	40.960 × 260 ShenWei 26010, 1,45 GHz	–	93,01	6,05	480,84
4 (4)	Tianhe-2A (NUDT)	National Supercomputing Center in Guangzhou	China	35.584 × 12 Xeon E5-2692v2, 2,2 GHz	35.584 × 128 Matrix-2000	61,44	3,33	k. A.
5 (5)	Frontera (Dell)	Texas Advanced Computing Center (TACC)	USA	16.016 × 28 Xeon Platinum 8280, 2,7 GHz	–	23,52	k. A.	k. A.
6 (6)	Piz Daint (Cray)	Centro Svizzero di Calcolo Scientifico (CSCS)	Schweiz	5704 × 12 Xeon E5-2690v3, 2,6 GHz (+2862 × 18 Xeon E5-2695v4)	5704 × 56 Tesla P100	21,2	8,9	486,39
7 (7)	Trinity (Cray)	DOE/NSA/LANL/SNL	USA	unbekannt Anzahl Xeon E5 + Xeon Phi 7250	–	20,2	2,66	546,12
8 (8)	ABC1 (Fujitsu)	AIST	Japan	2176 × 20 Xeon Gold 6148, 2,4 GHz	4352 × 80 Tesla V100	19,88	12,05	k. A.
9 (9)	SuperMUC-NG (Lenovo)	LRZ	Deutschland	12.744 × 24 Xeon Platinum 8174	–	19,48	k. A.	207,84
10 (10)	Lassen (IBM)	ORNL	USA	1584 × 22 Power9	3168 × 80 Tesla V100	18,2	k. A.	k. A.
– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe							

Der 48-Kerner Fujitsu A64FX mit ARM-Technik und 7-Nanometer-Transistoren hat starke SVE-Rechenwerke, schnelles HBM2-RAM und den TOFU-D-Interconnect.

Prozessoren gemeldet, das mit fast genau 2 PFlops auf Platz 159 kommt. Die Rechenleistung entspricht hierbei vor allem den Scalable Vector Extensions (SVE). Auch dank integriertem „TOFU“-Interconnect, direkt angeschlossenem HBM2-Speicher und Wasserkühlung ist der A64FX extrem effizient, er setzt sich im Green500-Benchmark mit 16,88 GFlops pro Watt ganz knapp vor die bisherigen Spitzenspieler mit dem ebenfalls japanischen Prezy-Beschleuniger oder Nvidias Tesla V100.

Supercomputer-Urgestein Cray – mittlerweile wie zuvor schon SGI nun eine HPE-Tochter – baut schon bisher ARM-Systeme mit dem erwähnten ThunderX2, aber bald auch mit dem Fujitsu A64FX. Weitere Schützenhilfe für das ARM-Lager kommt von Nvidia: CUDA steht nun als Beta-Version auch für Tesla-Beschleuniger in ARM-Servern bereit. Und die European Processor Initiative (EPI) tüftelt am 7-Nanometer-Prozessor Rhea, der 2021 mit ARM SVE loslegen soll.

## Intels italienischer Xe

Ebenfalls 2021 will Intel den Exaflops-Supercomputer Aurora bestücken, und zwar außer mit den dann aktuellen „Sapphire Rapids“-Xeons aus der 10-Nanometer-Fertigung auch mit dem 7-Nanometer-Rechenbeschleuniger „Ponte Vecchio“. Der Name der florentinischen Arno-Brücke steht für eine stärkere Variante der schon 2020 für PC-Grafikkarten startenden GPU-Architektur Xe oder einfacher Xe. Das Akronym steht laut Intels GPU-Mastermind Raja Koduri für „Exascale for Everyone“. Die Ponte-Vecchio-Inkarnation

DESKTOP-ROBOTER FÜR BILDUNG UND BUSINESS!



# THE ROBOTIC PART OF YOUR PROJECT

Der perfekte Einstieg in die Automatisierung – trainieren Sie das Programmieren von Abläufen und Prozessen mit dem multifunktionalen und modularen Roboterarm Dobot Magician.

- pneumatischer Greifer
- 3D-Druck Set mit Extruder, Heizdüse, Filament und Förderleitung
- Sauger Kit mit Vakuumsauger, Vakuumpumpe und 4ter Servo-Achse
- Schreib- und Zeichenmodul
- Bluetooth-/Wifi-Modul, Gamepad mit USB-Modul

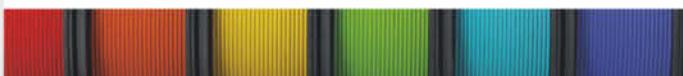


Bestell-Nr.: DOBOT MAGICIAN A

**1.549,-**

Über 500 Filamente für jeden Anwendungszweck finden Sie online!

Gleich entdecken ► [www.reichelt.de/filamente](http://www.reichelt.de/filamente)



Unser Sortiment von

**makeblock**



Gleich entdecken ► [www.reichelt.de/makeblock](http://www.reichelt.de/makeblock)

## Ultimate 2.0 Robot Kit

Ultimate 2.0 ist ein Flaggschiff-Roboter-Kit auf der Basis der Makeblock-Plattform mit umfangreichen Features und starker Kompatibilität.

Konstruieren Sie bis zu fünf unterschiedliche Versionen:

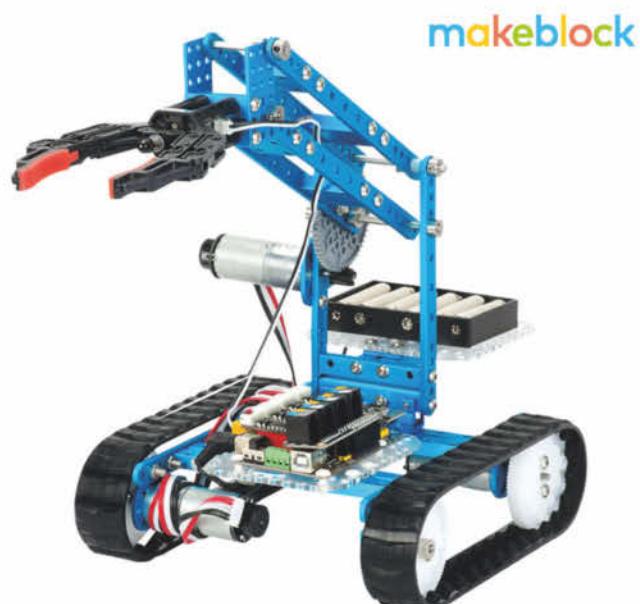
- Roboterarmtank
- Roboter-Barmixer
- Kamera Dolly
- 3D Capture
- selbstausgleichender Roboter



### PREIS-TIPP

Bestell-Nr.:

MB ULTIMATE 2.0 269,95 (334,75)



- Top-Preis-Leistungsverhältnis
- über 110.000 ausgesuchte Produkte

- Zuverlässige Lieferung – aus Deutschland in alle Welt.

Bestellservice: +49 (0)4422 955-333

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

**reichelt**  
elektronik – The best part of your project

Es gelten die gesetzlichen Widerrufsregelungen. Alle angegebenen Preise in € inklusive der gesetzlichen MwSt., zzgl. Versandspesen für den gesamten Warenkorb. Es gelten ausschließlich unsere AGB (unter [www.reichelt.de/agb](http://www.reichelt.de/agb), im Katalog oder auf Anforderung). Abbildungen ähnlich. Druckfehler, Irrtümer und Preisänderungen vorbehalten. reichelt elektronik GmbH & Co. KG, Elektronikring 1, 26452 Sande, Tel.: +49 (0)4422 955-333

**TAGESPREISE!** Preisstand: 20. 11. 2019

# Eklatante Lieferschwierigkeiten bei PC-Komponenten

**Einige Bauteile wie RAM und SSD für die c't-Bauvorschläge sind momentan ebenso schwer zu bekommen wie die kürzlich vorstellten High-End-Prozessoren von AMD und Intel.**

In c't 24/2019 haben wir für unsere Bauvorschläge Ryzen-Allrounder und Luxus-PC Arbeitsspeicher vom Typ DDR4-3200 empfohlen. Sowohl die 8-GByte- als auch die 16-GByte-Module von Crucial waren bei Redaktionsschluss dieser Ausgabe weder bei deutschen Händlern noch im Online-Shop des Herstellers lieferbar. Auf Nachfrage von c't konnte Crucial nicht sagen, wann neue Lieferungen ankommen. Zudem gibt es nur wenige Speicheralternativen, die dieses Tempo ohne XMP-Profil mit der spezifikationskonformen Spannung von 1,2 Volt erreichen. Kingston-Module der Serien ValueRAM und HyperX Fury, die diese Vorgaben erfüllen, haben momentan nur wenige Händler auf Lager.

Ebenfalls Ebbe herrscht bei der 1-Byte-SSD des Ryzen-Allrounders. Die Kingston A2000 mit dieser Kapazität kann laut Heise Preisvergleich derzeit nur ein Online-Shop liefern. Tony Hollingsbee, SSD Business Manager von Kingston, erklärte dazu: „Während unsere A2000-SSD mit 250 und 500 GByte Kapazität bei deutschen Einzelhändlern gut verfügbar sind, arbeiten wir daran, eine ausreichende Versorgung mit der 1-Byte-Variante Anfang 2020 zu erreichen.“

Obwohl der Verkaufsstart der High-End-Prozessoren AMD Ryzen 9 3950X (siehe c't 25/2019, Seite 48), AMD Ryzen Threadripper 3000 (siehe Seite 86) und Intel Core i9-10900X (siehe Seite 90) am 25. November war, konnte man die CPUs auch wenige Tage später nirgends kaufen. Nach Händlerangaben soll es die Threadripper 3000 erst Ende Dezember geben. Eine Anfrage zur Verfügbarkeit der Prozessoren hatte AMD bis Redaktionsschluss nicht beantwortet. Vermutlich entsteht der Engpass beim aufwändigen Se-



Die von AMD bereits für September versprochene 16-Kern-CPU Ryzen 9 3950X ist derzeit nirgends lieferbar.

lektieren der Chips für die höchsten Taktfrequenzen der Ryzen 9 und Threadripper 3000. Die CPU-Knappheit betrifft auch den Zwölfkerner Ryzen 9 3900X. Viele Online-Shops erlauben pro Bestellung nur ein Exemplar und verlangen einen Preisaufschlag von 50 Euro auf den UVP von 529 Euro. (chh@ct.de)

## Nvidia öffnet G-Sync für AMD-Grafikkarten

Zukünftig werden G-Sync-Monitore auch per **Adaptive Sync mit variabler Refresh-Rate** (VRR) laufen und nicht mehr nur an GeForce-Grafikkarten. Das geht aus einem Bericht auf der Webseite TFT Central hervor, den Nvidia inzwischen gegenüber der c't-Redaktion bestätigt hat. Zu diesem Zweck verteilt der GPU-Hersteller aktuell eine neue G-Sync-Firmware für die erste und zweite Generation der G-Sync-Module.

Somit könnten auch AMDs Radeon-Karten G-Sync-Displays ansprechen, und zwar via FreeSync. So nennt AMD seine Implementierung des VESA-Standards Adaptive Sync. Intel hat ebenfalls angekündigt, Adaptive Sync mit kommenden GPU-Generationen zu unterstützen. Allerdings wird die neue Firmware ausschließlich in neuen Monitoren zum Ein-

satz kommen; ein Update für bereits verkaufte Modelle ist nicht vorgesehen.

(bkr@ct.de)



Mit der neuesten Firmware sollen kommende G-Sync-Displays auch Adaptive Sync beherrschen.

## Intel aktualisiert seine QLC-SSD

Intels QLC-SSD 660p gehört zu den günstigsten PCIe-SSDs auf dem Markt, nun kommt eine aktualisierte Version. Intel nutzt weiterhin QLC-Flash für die SSD; dieser speichert pro Zelle vier Bit. Größter Unterschied der **SSD 665p** zum Vorgänger ist die Verwendung von Flash-Speicher mit 96 Lagen – in der 660p kam noch 64-Lagen-Speicher zum Einsatz.

Damit einher geht nicht nur eine leichte Verringerung der Leistungsaufnahme, sondern vor allem eine um 50 Prozent höhere Ausdauer: Die 2-Byte-Version soll nun maximal 600 TByte Daten vertragen. Intel verspricht beim Schreiben bis zu 2 GByte/s sowie bis zu 250.000 IOPS. Die M.2-SSD mit 2 TByte soll im ersten Quartal 2020 erscheinen, die 1-Byte-Version noch in diesem Jahr. Preise sind noch nicht bekannt. (ll@ct.de)

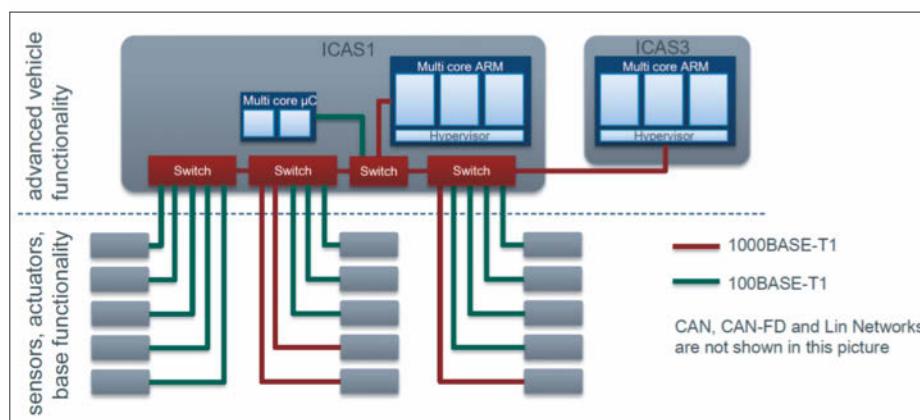
## Continents Auto-Server für VW

Für kommende E-Autos der Baureihe „ID.“ hat VW ein neues Steuergeräte-Konzept entwickelt, bei dem mehrere **In-Car Application Server (ICAS)** eine Rolle spielen. Die Firma Continental liefert ein Herzstück zu, den ICAS1. Er wird auch andere E-Autos des VW-Konzerns auf Basis des Modularen E-Antriebs-Baukastens (MEB) steuern.

Das hierarchische ICAS-Konzept soll die Anzahl der elektronischen Steuergeräte pro Fahrzeug deutlich senken; einige moderne Autos haben über 100 solcher Electronic Control Units (ECUs). Dadurch wiederum soll auch die Verkabelung einfacher werden, was zudem Gewicht spart. Ein weiteres Ziel sind Software-Erweite-

rungen und Over-the-Air-(OTA)-Updates. E-Autos mit MEB-Basis sind auch umfassender vernetzt, schon beim Golf 8 hält Car2X (V2X) Einzug; VW hat sich dabei für WLANp (802.11p) entschieden.

ICAS trennt Hard- und Software nach dem Standard AUTOSAR Adaptive Basis voneinander. Software-Module (auch von Zulieferern) laufen in virtuellen Maschinen auf einem Multi-Core-Prozessor etwa mit ARM-Technik. Für die schnelle Kommunikation mit anderen Steuergeräten ist Gigabit Automotive Ethernet (1000Base-T1, 802.3bp) vorgesehen, aber weiterhin auch CAN-Bus, CAN-FD und Local Interconnect Network (LIN). (ciw@ct.de)



Beim ICAS-Konzept von VW kommuniziert der zentrale In-Car Application Server auch via Gigabit-Ethernet nach 1000Base-T1.

## IoT-Chip mit Bluetooth 5.1

Der norwegische Chip-Entwickler Nordic Semi kündigt den Mikrocontroller nRF5340 mit zwei ARM-Cortex-M33-Kernen, eingebautem RAM, Flash-Speicher sowie **Controllern für Bluetooth 5.1, NFC, Zigbee, Thread und ANT** an. Der nRF5340 eignet sich auch für Bluetooth-Mesh sowie für Indoor-Navigation gemäß Bluetooth 5.1 Direction Finding. Mehrere Funkprotokolle lassen sich gleichzeitig nutzen; der zweite Cortex-M33 ist nur für die Vernetzung vorgesehen.

Für den Vorgänger nRF52840 nur mit einem Cortex-M4-Kern liefert Aconno das rund 130 Euro teure Entwicklerboard ACD52840 mit zahlreichen Sensoren, NFC, Relais, USB, JTAG-Anschluss und ePaper-Display. (ciw@ct.de)



Bild: Volkswagen/Marvel

Aconno liefert umfangreich ausgestattete Entwicklerboards mit Nordic-Semi-Chips.



Your experts in DATA  
COMMUNICATION.

## VA1000 - VoIP Telefonanlage



- Über 100 Komfortfunktionen integriert
- Individuelle Ansagen & ABs
- Ideal für SOHO & KMU
- Zeitsteuerung & Konferenzen
- Callcenter-Funktionen
- Virtuelles Fax integriert
- Inkl. 10 Nebenstellen, max. 50 möglich

Meine Telefonie. Meine Daten. Mein Business.

# Neue WLAN-Verschlüsselung für Fritzboxen

AVM hat eine frische Vorschau seines Routerbetriebssystems veröffentlicht: **FritzOS 7.19 für die Modelle 7490 und 7590** gibt einen Ausblick auf die voraussichtlich zum Jahresende erscheinende Version 7.20. Neben den üblichen kleinen Verbesserungen hat diese Version drei große Neuerungen an Bord.

Nach Aktivieren von DNS-over-TLS (DoT, im Menü unter Internet/Zugangsdaten/DNS-Server) verschlüsseln die Router DNS-Anfragen aus dem Heimnetz. So bleiben diese auf dem Weg zum Upstream-DNS-Server vertraulich und werden fälschungssicher gegen Man-in-the-Middle-Angriffe.

Im WLAN bietet FritzOS 7.19 nun die WPA-Version 3 parallel zu WPA2 an (WPA-Modus „WPA2 + WPA3“ unter

WLAN/Sicherheit). WPA3 funktionierte im c't-Labor mit einem Notebook mit Intel-AX200-WLAN-Chip unter Windows 10 und Linux (Kubuntu 19.10) auf Anhieb. Zwar zeigte der NetworkManager 1.20.4 von Kubuntu die Verbindung als unverschlüsselt an, die Fritzbox wies sie aber als WPA3-geschützt aus.

Bei der Windows-Freigabe angeschlossener Massenspeicher („Heimnetz/USB und Speicher“) ändert AVM das SMB-Protokoll: Der Router bietet ohne Eingriff nurmehr die sicheren Varianten SMB2 und SMB3 an. Das veraltete SMB lässt sich manuell fürs ganze LAN aktivieren, falls einzelne Geräte die neueren Versionen nicht verstehen. Kompatibilitätsfehler meldet FritzOS in seinem Log (System/Ereignisse). (amo@ct.de)

Bekannte WLAN-Geräte			
Signal	Name	Eigenschaften	
Heimnetz cttest-resdz-vdsl			
5	android-6a1780d	ac/Wi-Fi 5, 80 MHz, WPA2, 2 x 2, 11v	 
5	vivo-ea	ac/Wi-Fi 5, 80 MHz, WPA3, 2 x 2, 11k, 11v, MU-MIMO	 
5	resdz-v13	ac/Wi-Fi 5, 80 MHz, WPA2, 2 x 2, 11v, MU-MIMO	 

Mit FritzOS 7.19 führt AVM nicht nur die verbesserte WLAN-Verschlüsselung WPA3 ein, sondern auch verschlüsseltes DNS und SMB3 für Windows-Freigaben.

## IPv4 ist bei der RIPE ausverkauft

Die europäische IP-Adressverwaltung Réseaux IP Européens (RIPE) hat am 25.11.2019 ihr letztes IPv4-Adress-Häppchen zugeteilt (/22, 1024 Adressen). Damit ist das **europäische Reservoir öffentlicher IPv4-Adressen ausgeschöpft**. Von der globalen IP-Adressverwaltung IANA wird es keinen Nachschub geben. Sie hat bereits 2011 den regionalen Adressverwaltungen die letzten /8-Blöcke übertragen.

Ausschließlich RIPE-Mitglieder, die noch nie IPv4-Adressen zugeteilt bekommen, können sich in eine neue Warteliste eintragen. RIPE hofft, dass jemand nicht mehr benötigte IPv4-Blöcke zurückgibt und will diese in winzigen /24-Tranchen, also zu je 256 Adressen, an die Neulinge vergeben. Diese sollen aber auch nur ein einziges Mal zum Zug kommen.

Wer in Europa noch eine öffentliche IPv4-Adresse braucht, muss darauf hoffen, jemanden zu finden, der bereits zugeteilte Adressen abgibt. Angesichts der Knappheit will sich der Hosting-Provider Heficed zum IPv4-Adressmakler aufschwingen: Auf seinem IPv4 Address Market sollen sich Mieter und Vermieter treffen.

Doch solche kostenträchtigen Notnägel verlängern nur das Leiden und zögern die mittelfristig unausweichliche Einführung von IPv6 heraus. So liegt Belgien laut Google aktuell schon bei 50 Prozent IPv6-Fähigkeit und ist damit weltweit Spitzenreiter. Deutschland kommt mit 45 Prozent auf den zweiten Platz. Der IPv6-Verkehrsanteil auf heise.de erreicht inzwischen knapp 40 Prozent in der Spitzte.

(Daniel AJ Sokolov/ea@ct.de)

## Kurz & knapp: Netze

Mit der Firmware 2.2.1.1 bringt Bintec Elmeg **WPA3 für die beiden Access-Points W2022ac und W2022ac-ext** heraus. Neben WPA3-SAE und WPA3-Enterprise ist auch Enhanced Open (früher Opportunistic Wireless Encryption) für Hotspots an Bord, mit dem WLAN-Clients ohne Schlüsseleingabe eine kryptografisch gesicherte Verbindung bekommen.

Bosch hat nach eigenen Angaben **Lizenzen für lokale 5G-Netze** im Bereich 3,7 bis 3,8 GHz bei der Bundesnetzagentur beantragt. Die Anträge seien für das Industrie-4.0-Leitwerk in Stuttgart sowie für den Forschungscampus in Renningen eingereicht worden.

Juniper Networks hat in einem Feldversuch erstmalig eine **400-GBit/s-Verbindung über eine 2000 Kilometer lange Glasfaserstrecke** hergestellt. Der Link ging von Denver nach Colorado zur Supercomputing Conference (SC19, siehe S. 44).

ADVA Optical und PSNC treiben die **Datenrate auf Glasfasern auf 1200 GBit/s im 150-GHz-Raster** hoch. Die theoretische Gesamtkapazität einer Faser klettert mit dem neuen Verfahren auf rund 31 TBit/s.

Lancom Systems hat seinen **VPN-Client für macOS** für die Betriebssystemversion Catalina (macOS 10.15) aufgefrischt. Die Version 4.0 transportiert innerhalb des VPN-Tunnels IPv4 und IPv6. Sie läuft auch unter älteren macOS bis 10.13 (High Sierra).

Mit dem Ultra-Wideband-Chip NCJ29D5 will NXP den **Autoschlüssel ins Smartphone** bringen. Der Baustein arbeitet mit einem sehr breiten Funksignal im Bereich 6 bis 9 GHz, was laut NXP eine feinere Abstandsmessung ermöglicht als bei Bluetooth oder WLAN. Mit solch einem Chip im Handy sollen Fahrer das Auto mit höherer Sicherheit gegen Relais-Angriffe steuern können als bei üblichen elektronischen Autoschlüsseln. NXP kooperiert dazu mit BMW, Continental und anderen Firmen im Car Connectivity Consortium (CCC).

# Bekommt Deutschland nun einen Digitalminister?

**Die CDU will plötzlich doch ein Ministerium für Digitalthemen schaffen. Der Koalitionspartner SPD lässt allerdings noch offen, ob er mitzieht.**

Die Christdemokraten haben in der Debatte um ein Digitalministerium überraschend eine Kehrtwende vollzogen. „Ich habe dazugelernt, ich bin der Auffassung, wir kommen um ein Digitalministerium nicht herum“, sagte die Parteivorsitzende Annegret Kramp-Karrenbauer Ende November. Digitalpolitik würde dadurch besser zusammengefasst und vernetzt werden.

Dieselbe Forderung stellen vor allem die FDP und Wirtschaftsverbände schon seit einigen Jahren. Bisher waren sie damit allerdings immer an der CDU abgeprallt. Erst Mitte Oktober hatte die Unionsfraktion im Bundestag einen entsprechenden FDP-Antrag abgelehnt. Vom Thema Digitalisierung sei nicht nur ein einziges Ministerium betroffen, „sondern alle Häuser“, hatte der CDU-Abgeordnete Maik Beermann erklärt. Die digitalpolitischen Maßnahmen müssten zwar koordiniert werden, das erledige aber bereits Digital-Staatsministerin Dorothee Bär (CSU) im Kanzleramt.

Nun kann sich CDU-Kanzleramtschef Helge Braun sogar vorstellen, das Digitalministerium schon in der laufenden Legislaturperiode aufzubauen, wie er gegenüber den Stuttgarter Nachrichten erklärte. Dabei müsste allerdings der Koalitionspartner SPD mitspielen. Der legt sich bislang nicht fest: „Es gibt gute Gründe für, aber auch gegen ein Digitalministerium“, sagte der digitalpolitische Sprecher der SPD-Bundestagsfraktion, Jens Zimmermann, gegenüber c't. Die hö-

here Durchschlagskraft spreche für ein eigenständiges Ministerium, der Querschnittscharakter eher dafür, „dass alle Ministerien digital werden müssen“.

Bislang sind die großen Themen der Digitalisierung auf mehrere Ministerien verteilt. So kümmert sich das Verkehrs-

ministerium auch um den Breitbandausbau und 5G. Das Innenministerium ist für die Digitalisierung der Verwaltung zuständig, das Wirtschaftsministerium für Start-ups und digitale Geschäftsmodelle, während das Bildungsressort die Digitalisierung der Schulen vorantreibt. (cwo@ct.de)

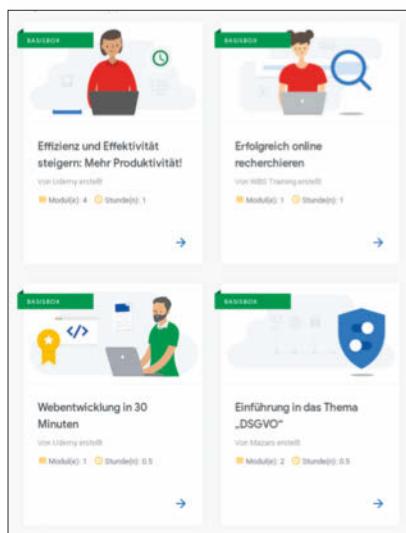
wie DEFINED.

Sasquatch® Software-Defined Storage:  
Gebaut nach Ihren Anforderungen. Zusammengestellt aus unseren Besten.

- SDS als Hot-, Warm- oder Cold-Storage-Cluster
- SDS als Scale-out Object Storage für S3 und Daten
- SDS als hochskalierbarer & performanter Software-Speicher
- SDS als Enterprise Storage mit allen ZFS-Features
- SDS als universeller & hochverfügbarer Enterprise Storage
- Kostenlose Beratung, individuelle Planung

## Digitale Weiterbildung

[basisbox.de](http://basisbox.de)



Der stetige Wandel, den die Digitalisierung mit sich bringt, verlangt von Unternehmen und Angestellten immer neue Fertigkeiten ab. Niedrigschwellige Lernangebote sind gefragt, um mit der Entwicklung Schritt halten zu können. Die Google-Zukunftswerkstatt, Verdi sowie ein Zusammenschluss der Industrie- und Handelskammern München und Düsseldorf veröffentlichten in diesem Zusammenhang eine gemeinsam erstellte Weiterbildungs-Website.

Die **Basisbox** bietet ein breites Spektrum an kostenlosen Tutorials, die sich mit Themen rund um die persönliche und fachliche Weiterentwicklung beschäftigen. Die Auswahl reicht dabei von Cybersecurity, DSGVO und Web-Entwicklung über Maßnahmen zum Erreichen von mehr Gelassenheit und innerer Stärke.

Basisbox richtet sich an Anfänger, Fortgeschrittene und Experten, sodass für jeden Kenntnisstand etwas dabei ist. Als weiterführende Formate gibt es in verschiedenen Städten kostenlose Trainings vor Ort, die sich mit einem IHK-Zertifikat abschließen lassen.

(kim@ct.de)

## Statuskatzen

[http.cat](http://http.cat)

[httpstatusdogs.com](http://httpstatusdogs.com)

Ohne Katzenbilder bliebe vom Internet bekanntlich nicht mehr viel übrig (außer Pornos). Zeit, diese integralen Inhalte angemessen in der Infrastruktur zu würdigen: Unter **HTTP Cats** gibt es für die meisten HTTP-Status-Codes ein dazu passendes Katzenbildchen, per [https://http.cat/\[status\\_code\]](https://http.cat/[status_code]) lässt es sich sogar bequem einbetten. Die Liste der verfügbaren Bildchen umfasst zwar bei Weitem nicht alle existierenden Statuscodes, deckt aber zumindest die bekannteren ab, vom berühmten Fehler 404 „Not found“, über den selteneren – aber dafür absolut knuddelig bebilderten – Fehler 402 „Length required“, bis zum Aprilscherz 418 „I'm a teapot“.

So bereitet man dem katzenliebenden Nutzer wenigstens eine kleine Freude, wenn irgendetwas schiefgegangen ist. Wer eher zur im Internet unterrepräsentierten Hundefraktion gehört, kann sich vertrauensvoll an die **HTTP status dogs** wenden. Die umfassen sogar zwei Statuscodes mehr und sind mindestens ebenso süß.

(syt@ct.de)

## Select Murderer from SQL City!

[mystery.knightlab.com](http://mystery.knightlab.com)

[github.com/veltmann/clmystery](http://github.com/veltmann/clmystery)

In SQL City gab es einen Mord. Wer war es? Und was war das Motiv? Zur Aufklärung dieser Fragen stehen Datenbanken und Diagramme bereit, die erfahrene SQL-Experten abfragen können, um den Täter zu finden. Aber auch für SQL-Neulinge ist die Webseite [mystery.knightlab.com](http://mystery.knightlab.com) keine Zeitverschwendungen.

Sie bietet ein Tutorial, um die Grundbefehle der Datenbanksprache zu erlernen und dieses Wissen gleich im Anschluss zur Aufklärung des Falls zu nutzen. Wer auf den Geschmack gekommen ist, Kriminalfälle mithilfe von IT zu lösen, kann auf [github.com/veltmann/clmystery](http://github.com/veltmann/clmystery) gleich weitermachen: Alles was zur Auflösung des Falls „A crime in the neighboring Terminal City“ benötigt wird, ist eine Kommandozeile und die bereitgestellte ZIP-Datei. Darin befinden sich Hinweise und Spielregeln, die helfen sollen, den Spieler auf die richtige Spur zu bringen.

(kim@ct.de)

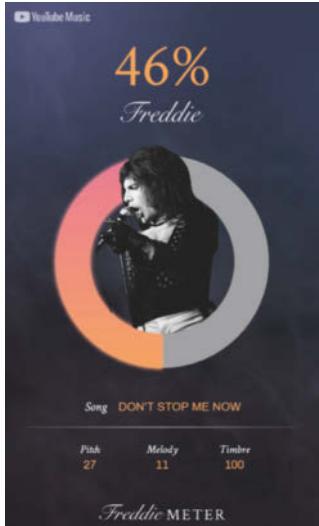
## Sing wie Freddie

[freddiemeter.withyoutube.com](http://freddiemeter.withyoutube.com)

Freddie Mercury war einer der größten Sänger der Rockgeschichte. Google hat gemeinsam mit der Band Queen, den beteiligten Plattenfirmen und dem Mercury Phoenix Trust das **Freddie-Meter** entwickelt, um der unvergleichlichen Stimme des 1991 verstorbenen Künstlers ein Denkmal zu setzen.

Jeder Besucher kann sich dort mit Freddie messen. Dazu wählt er einen aus fünf Klassikern aus, beispielsweise „Don't stop me now“ oder „Bohemian Rhapsody“. Anschließend singt er eine Minute des Stücks ein. Die Website vergleicht anschließend, wie genau er Timbre, Tonhöhe und Melodie des Meisters getroffen hat. Dazu benutzt sie ein Machine-Learning-System, das mit der Stimme des Meisters trainiert worden ist.

Der Vergleich zwischen Besucher und Freddie läuft vollständig im Browser ab, das eingesungene Stück landet also nicht auf Googles Servern. Als Ergebnis erhält der Proband ein Badge mit seinen Ergebnissen, das er in sozialen Medien posten kann. Wer mag, kann sich beim Singen auch filmen lassen.



Diese Seite mit klickbaren Links: [ct.de/ynwd](http://ct.de/ynwd)

# MACH, WAS WIRKLICH ZÄHLT.

KARRIERE ALS BEAMTIN/BEAMTER (M/W/D) IM GEHOBENEN TECHNISCHEN VERWALTUNGSDIENST/GEHOBENEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN DIENST IN KOBLENZ/LAHNSTEIN, BONN, RHEINBACH, EUSKIRCHEN, DRESDEN, GRAFSCHAFT, DAUN ODER HOF

Die Bundeswehr garantiert Sicherheit, Souveränität und außenpolitische Handlungsfähigkeit der Bundesrepublik Deutschland. Darüber hinaus schützt sie die Bürgerinnen und Bürger, unterstützt Verbündete und leistet Amtshilfe bei Naturkatastrophen und schweren Unglücksfällen im Inland. Hierbei unterliegt sie den Entscheidungen des Bundestages, dem deutschen Grundgesetz und dem Völkerrecht.

## KERNAUFGABEN:

- Die Beamtinnen und Beamten (m/w/d) des gehobenen technischen Verwaltungsdienstes des Bundesamtes für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw) sind dafür verantwortlich, dass die Soldatinnen und Soldaten (m/w/d) optimal ausgestattet sind: von hochkomplexen Waffensystemen bis zur modernen IT-Landschaft.
- Das Kommando Cyber- und Informationsraum (Kdo CIR) trägt mit einem innovativen und attraktiven Arbeitsumfeld den komplexen Herausforderungen im Cyber- und Informationsraum Rechnung. Der Tätigkeitsschwerpunkt liegt auf dem Schutz und Betrieb des IT-Systems der Bundeswehr und zwar im In- und Ausland. Dies umfasst die Bereiche Einsatz und Betrieb von mobilen und stationären IT-Systemen, Aufklärung, Cybersicherheit und Softwareentwicklung.

## WAS FÜR SIE ZÄHLT.

- Sie werden in einem Beamtenverhältnis eingestellt oder in ein Arbeitnehmerverhältnis mit der Möglichkeit zur späteren Verbeamung.
- Sie erhalten umfassende Fortbildungsangebote und bilden sich fachlich weiter.
- Sie arbeiten bei einem anerkannten Arbeitgeber und erhalten ein attraktives Gehalt.
- Sie nutzen die vielfältigen Angebote und Möglichkeiten des Betrieblichen Gesundheitsmanagements.

## WAS FÜR UNS ZÄHLT.

- Sie haben ein abgeschlossenes technisches oder naturwissenschaftliches Bachelor- oder Fachhochschulstudium.
- Sie verfügen über fachlich Berufserfahrung in einer dem gehobenen technischen Verwaltungsdienst/gehobenen naturwissenschaftlichen Dienst vergleichbaren Position von min. 1,5 Jahren nach Erwerb der Bildungsvoraussetzungen.
- Sie besitzen die deutsche Staatsbürgerschaft.
- Sie haben gute Sprachkenntnisse in Englisch.

Weitere Informationen finden Sie auf [bewerbung.bundeswehrkarriere.de](http://bewerbung.bundeswehrkarriere.de). Dort können Sie auch Ihre Bewerbung hochladen. Bei Fragen wenden Sie sich bitte an das:

**Bundesamt für das Personalmanagement der Bundeswehr**  
**Assessment für Führungskräfte**  
**Referat I - Direkteinstieg**  
Kölner Straße 262  
51149 Köln

Telefon: 02203 105 2509 oder 2529  
E-Mail: [BAAINBwGAS@bundeswehr.org](mailto:BAAINBwGAS@bundeswehr.org) oder  
[BAAINBwIAS@bundeswehr.org](mailto:BAAINBwIAS@bundeswehr.org)

Schwerbehinderte Menschen werden bei gleicher fachlicher Qualifizierung und Eignung bevorzugt eingestellt. Es wird ein Mindestmaß an körperlicher Eignung verlangt. Zudem unterstützt die Bundeswehr die berufliche Förderung von Frauen und ist in den Bereichen, in denen der Anteil weiblicher Beschäftigter bislang nur gering ist, besonders an Bewerbungen von Frauen interessiert.

Jetzt informieren: [bundeswehrkarriere.de](http://bundeswehrkarriere.de)  
oder 0800 9800880 (bundesweit kostenfrei)



# MACH, WAS WIRKLICH ZÄHLT.

KARRIERE ALS BEAMTIN/BEAMTER (M/W/D) IM HÖHEREN DIENST/ HÖHEREN NATURWISSENSCHAFTLICHEN DIENST IN KOBLENZ/LAHNSTEIN, BONN, RHEINBACH, EUSKIRCHEN, GRAFSCHAFT, DAUN ODER HOF

Die Bundeswehr garantiert Sicherheit, Souveränität und außenpolitische Handlungsfähigkeit der Bundesrepublik Deutschland. Darüber hinaus schützt sie die Bürgerinnen und Bürger, unterstützt Verbündete und leistet Amtshilfe bei Naturkatastrophen und schweren Unglücksfällen im Inland. Hierbei unterliegt sie den Entscheidungen des Bundestages, dem deutschen Grundgesetz und dem Völkerrecht.

## KERNAUFGABEN:

- Die Beamtinnen und Beamten (m/w/d) des gehobenen technischen Verwaltungsdienstes des Bundesamtes für Ausrüstung, Informationstechnik und Nutzung der Bundeswehr (BAAINBw) sind dafür verantwortlich, dass die Soldatinnen und Soldaten (m/w/d) optimal ausgestattet sind: von hochkomplexen Waffensystemen bis zur modernen IT-Landschaft.
- Das Kommando Cyber- und Informationsraum (Kdo CIR) trägt mit einem innovativen und attraktiven Arbeitsumfeld den komplexen Herausforderungen im Cyber- und Informationsraum Rechnung. Der Tätigkeitsschwerpunkt liegt auf dem Schutz und Betrieb des IT-Systems der Bundeswehr und zwar im In- und Ausland. Dies umfasst die Bereiche Einsatz und Betrieb von mobilen und stationären IT-Systemen, Aufklärung, Cybersicherheit und Softwareentwicklung.

## WAS FÜR SIE ZÄHLT.

- Sie werden in einem Beamtenverhältnis eingestellt oder in ein Arbeitnehmerverhältnis mit der Möglichkeit zur späteren Verbeamung.
- Sie profitieren von einer gezielten Personalentwicklung und einem Fort- und Ausbildungsangebot.
- Sie arbeiten bei einem anerkannten Arbeitgeber und erhalten ein attraktives Gehalt.
- Sie nutzen die vielfältigen Angebote und Möglichkeiten des Betrieblichen Gesundheitsmanagements.

## WAS FÜR UNS ZÄHLT.

- Sie haben ein abgeschlossenes technisches oder naturwissenschaftliches Master- oder Universitätsdiplomstudium.
- Sie verfügen über fachlich Berufserfahrung in einer dem höheren technischen Verwaltungsdienst/höheren naturwissenschaftlichen Dienst vergleichbaren Position von min. 2,5 Jahren nach Erwerb der Bildungsvoraussetzungen.
- Sie besitzen die deutsche Staatsbürgerschaft.
- Sie haben gute Sprachkenntnisse in Englisch.

Weitere Informationen finden Sie auf [bewerbung.bundeswehrkarriere.de](http://bewerbung.bundeswehrkarriere.de). Dort können Sie auch Ihre Bewerbung hochladen. Bei Fragen wenden Sie sich bitte an das:

**Bundesamt für das Personalmanagement der Bundeswehr**  
**Assessment für Führungskräfte**  
**Referat I - Direkteinstieg**  
Kölner Straße 262  
51149 Köln

Telefon: 02203 105 2509 oder 2529  
E-Mail: [BAAINBwGAS@bundeswehr.org](mailto:BAAINBwGAS@bundeswehr.org) oder  
[BAAINBwIAS@bundeswehr.org](mailto:BAAINBwIAS@bundeswehr.org)

Schwerbehinderte Menschen werden bei gleicher fachlicher Qualifizierung und Eignung bevorzugt eingestellt. Es wird ein Mindestmaß an körperlicher Eignung verlangt. Zudem unterstützt die Bundeswehr die berufliche Förderung von Frauen und ist in den Bereichen, in denen der Anteil weiblicher Beschäftigter bislang nur gering ist, besonders an Bewerbungen von Frauen interessiert.

Jetzt informieren: [bundeswehrkarriere.de](http://bundeswehrkarriere.de)  
oder 0800 9800880 (bundesweit kostenfrei)



BUNDESWEHR



# OLED it be ...

## Falscher Panel-Typ nach Notebook-Reparatur

**HP tauscht bei einer Notebook-Reparatur ein OLED-Display gegen einen IPS-Bildschirm. Auf die Beschwerde des Kunden hin behauptet das Unternehmen, OLED-Modelle nie in Deutschland verkauft zu haben.**

**Von Florian Müssig**

**S**ein diesem Sommer gibt es etliche Notebooks mit OLED-Bildschirmen. Robert R. aus R. war von den Eigenschaften eines solchen Displays – satte Farben und tiefes Schwarz – angetan und hat sich Anfang Juli für das Spectre x360 15-df0012ng von HP entschieden – ein edles 15,6-Zoll-Notebook für rund 1800 Euro (siehe auch [1]).

Bei der Inbetriebnahme stellte Robert R. allerdings fest, dass sich unter der Taste

O des Ziffernblocks eine lose Schraube verklemmt hatte und man sie deshalb nicht benutzen konnte. Da HP den Spectre-Notebooks einen Premium-Support angedeihen lässt, kontaktierte er diesen. Der ungewöhnliche Rat des HP-Supports war allerdings, dass Robert R. das Notebook doch bei seinem Händler reklamieren solle – das ginge schneller. Robert R. folgte der Empfehlung, berief sich auf sein Widerrufsrecht, schickte das Gerät zurück und kaufte parallel ein neues Exemplar.

Beim Auspacken desselben trauten er seinen Augen nicht, denn erneut zeigte die Tastatur einen Defekt: Die Halterung der Taste P war kaputt, sodass die Kappe sich bei Benutzung ablöste. Diesmal beharrte Robert R. darauf, dass HP das Notebook reparieren solle und schickte es in die Werkstatt.

### Transport-Ärger

Als das Notebook nach einigen Tagen wieder zurückkam, war die Tastatur repariert. Doch Robert R. stellte sofort etliche neue Mängel an dem eigentlich nagelneuen Notebook fest. So war der Rumpf verzogen, weshalb das Notebook auf ebenen Flächen kippelte. Die Display-Scharniere hatte sichtbare Kratzer abbekommen, und in die metallene Deckelaußenseite war ein Muster eingedrückt.

Nach der unmittelbaren Kontaktaufnahme mit HPs Beschwerdeabteilung schickte diese zwei Videos, die den Ausbeziehungsweise Einpackvorgang dokumentieren sollen. Der eigentliche Reparaturvorgang war darauf nicht zu erkennen. Auch konnte Robert R. nicht feststellen, ob es sich tatsächlich um sein Notebook handelte: Die Videos hatten nur Briefmarkenauflösung. Dennoch beharrte HP darauf, dass die Werkstatt alles richtig gemacht hätte, und wollte zu diesem Zeitpunkt nicht auf Robert R.s Vorschlag eines Austauschgeräts eingehen.

Allerdings ließ HP das beschädigte Notebook erneut zur Reparatur abholen. Als das Gerät Anfang September – also rund zwei Monate nach dem Kauf – zum zweiten Mal aus der Werkstatt zurückkam, waren die bemängelten Fehler behoben: Das Notebook kippelte nicht mehr; Deckel und Scharniere waren ohne Dellen beziehungsweise Kratzer.

### Deckeltausch mit Folgen

Dass sich bei dem Austausch der Komponenten jedoch ein dicker Patzer eingeschlichen hatte, merkte Robert R. beim

ersten Einschalten des Notebooks: Irgendwie machte das Bild einen anderen Eindruck als früher. Da schwarze Flächen nicht mehr tiefschwarz, sondern eher dunkelstgrau aussahen, vermutete er, dass in seinem Notebook nun kein OLED-Bildschirm mehr verbaut war.

Er kontaktierte HPs Support also erneut und fiel angesichts der Antwort aus allen Wolken: Display und Deckel sind eine Einheit, die gemeinsam getauscht werden, und ja, man habe ihm ein IPS-Display eingebaut. OLED-Varianten des Spectre x360 15 würde HP in Deutschland schließlich nicht verkaufen.

Robert R. kontaktierte daraufhin mehrere deutsche Online-Händler, die das von ihm erworbene Notebook in der Ausstattungsvariante df0012ng führten und den Bildschirmtyp in ihren Beschreibungen als OLED benannten. Alle waren von der Aussage des HP-Supports stark überrascht und gaben zu Protokoll, dass sie die genannte Modellvariante bei HP als OLED-Modell eingekauft haben. Selbstverständlich handele es sich dabei wie beim Notebook von Robert R. um Geräte mit deutscher Tastatur und deutscher Windows-Vorinstallation.

Als Robert R. den HP-Support mit diesen Aussagen konfrontierte, wurde ihm im Gegenzug HPs Datenblatt des Spectre x360 15-df0012ng übermittelt, in dem ein IPS-Panel aufgeführt ist. Als HPs Support-Mitarbeiter mit Robert R. am Telefon die Webshops der genannten Händler ansteuerten und dort die OLED-Beschreibungen fanden, bekam er die Aussage, dass das nicht sein könne und die Händler Notebooks verkaufen würden, die es so gar nicht gäbe.

An dieser Stelle war der geduldige Robert R. mit seinem Latein am Ende und wandte sich an die c't-Redaktion. Auch wir waren angesichts der unterschiedlichen Aussagen verwirrt und fanden für das Display df0012ng unterschiedliche Aussagen – mitunter sogar auf ein und denselben Produktseite eines Händlers.

Das Foto der Originalverpackung, das uns Robert R. auf Nachfrage hin zustandte, konnte ebenfalls kein Licht ins Dunkel bringen. Die dort aufgeführte Bezeichnung „UHD IPS-OLED-Display mit 39,62-cm-Diagonale (15,6 Zoll)“ ist zwar eine schöne Ansammlung von Buzzwords, aber keine korrekte technische Beschreibung: Es gibt OLED- oder IPS-Bildschirme, aber nicht beides zusammen.

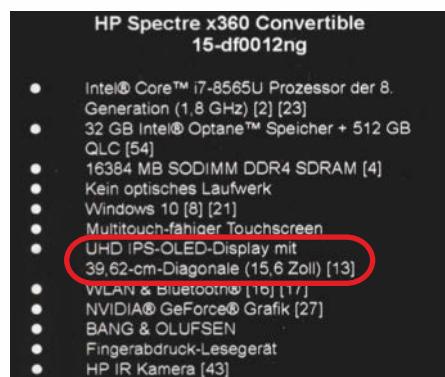
## Testkauf

Um der Sache endgültig auf den Grund zu gehen, kauften wir das Spectre x360 15-df0012ng bei einem Online-Händler und baten Robert R., uns sein repariertes Exemplar zuzuschicken. Nachdem beide Geräte in der Redaktion eingetroffen waren, wurde das Dilemma vollständig bestätigt: Unser gekauftes df0012ng hatte einen OLED-Bildschirm, im reparierten df0012ng von Robert R. fanden wir hingegen ein IPS-Panel.

Parallel dazu meldete sich HPs Beschwerdeabteilung bei Robert R.: Angesichts der unschönen Geschichte könne man ihm ein nagelneues df0012ng mit IPS-Bildschirm zukommen lassen oder würde sein Exemplar gegen Erstattung des vollständigen Kaufpreises zurückkaufen. Er müsse dafür allerdings innerhalb von weniger als zwei Tagen reagieren – wobei einer davon der 3. Oktober und damit in Deutschland Feiertag war. In einem Punkt blieb HP allerdings hart: „Wir bieten kein Produkt mit OLED-Spezifikationen an.“

## Kleiner Fehler, große Wirkung

An dieser Stelle konfrontierten wir HP Deutschland mit dem Fall. Heiko Witzke, Presseprecher von HP Deutschland, teilte uns nach interner Recherche mit, dass Ausstattungsvarianten mit OLED-Bildschirmen erst einige Monate nach dem Produktstart des Notebooks ins Portfolio aufgenommen wurden. In der internen Dokumentation wurde das aber fatalerweise nicht aufgenommen, sodass dort bei Modellen wie dem df0012ng weiterhin von einem IPS-Panel gesprochen wurde.



Laut der Verpackung steckt im Hybrid-Notebook HP Spectre x360 15 ein IPS-OLED-Display – was es technisch aber gar nicht gibt.

Daraus leiteten sich die anderen Fehler ab: Die Aussage der HP-Mitarbeiter, es gäbe kein OLED-Display in dieser Ausstattungsvariante, war falsch, wurde aber auf Basis der fehlerhaften Unterlagen nach bestem Wissen vom Kundenbetreuer er getroffen. Bei der Instandsetzung

wurde das Display verbaut, mit dem das Notebook laut HP-Unterlagen ausgestattet sein soll – aufgrund der fehlerhaften Dokumentation fälschlicherweise ein IPS-Panel. Die Reklamation zum falsch verbauten Panel konnte der HP-Mitarbeiter aufgrund seiner fehlerhaften Dokumentation nicht anders beantworten. Und HP konnte dem Kunden keine Hardware mit OLED-Display zum Tausch anbieten, da in der Dokumentation diese Ausstattungsvariante nicht mit OLED verfügbar ist. Laut Heiko Witzke habe man den Fehler zwischenzeitlich identifiziert und die Dokumentation entsprechend angepasst.

Davon konnten wir uns selbst überzeugen: Schon auf der Verpackung des nagelneuen Austauschgeräts, das Herr R. nach unserer Intervention von HP geschickt bekam, war nicht mehr von einem „IPS-OLED“ die Rede, sondern von einem „UWVA-OLED“. Der erste Teil der Abkürzung steht bei HP für „ultra wide viewing angle“ – also besonders blickwinkelstabile Bildschirme.

Allgemein kann man Kunden nur raten, bei berechtigten Reklamationen auf ihren Ansprüchen zu beharren und sich bei Reparaturen nicht mit alternativen und womöglich minderwertigeren Komponenten zufriedenzugeben. Bei Fehlern in der internen Dokumentation ist das allerdings schwer bis unmöglich, da die Support-Mitarbeiter dieser üblicherweise mehr Glauben schenken als dem, was der Kunde sagt.

Immerhin wäre Herr R. ohne finanziellen Schaden aus der Nummer herausgekommen, da HP ihm den Rückkauf zum vollständigen Kaufpreis angeboten hatte – was ihm rechtlich auch zusteht – und er sich im Handel ein neues Exemplar hätte besorgen können. Im Falle eines künftigen Bildschirmschadens wäre die Odyssee dann aber wohl wieder von vorne losgegangen ...

(mue@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Florian Müsing, OLED zum Stiften, Hybrid-Notebook HP Spectre x360 15 mit stiftbedienbarem OLED-Bildschirm, c't 23/2019, S. 94

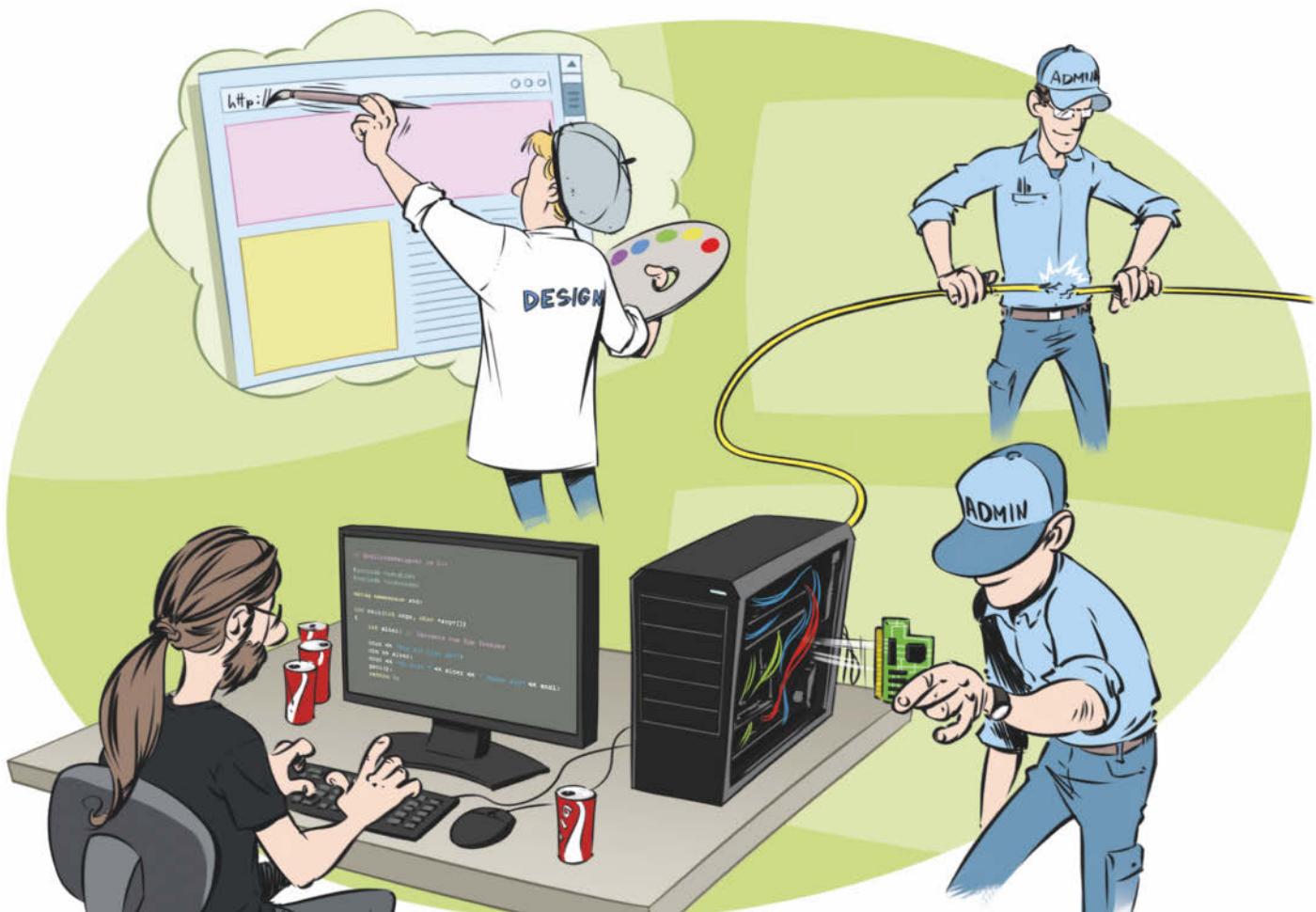


Bild: Albert Hulm

# Irgendwas mit Computern

## Ihr Fahrplan zum Top-Job in der IT

**Berufe rund um den Computer sind nicht nur hip, sondern auch interessant und zukunftssicher. Doch um sich den persönlichen Traumjob zu erschließen, sollten Sie zuerst einmal einen Blick in die Runde werfen. Das Spektrum der IT-Berufsbilder ist breiter, als man denkt.**

**Von Peter Schüler**

**H**acker oder Hardware-Schrauber wird man aus Begeisterung, und oft genug ergibt sich aus dem Hobby ganz von selbst ein erster Job. Das ist aber höchstens ein Einstieg – angestellte Kistenschieber im örtlichen PC-Markt und Nothelfer

für hilferufende Bürokräfte haben kaum Aufstiegschancen. Für einen weiterführenden IT-Beruf, der den persönlichen Interessen dauerhaft gerecht wird, kommt es auf die passende Ausrichtung an. Dafür gibt es weit mehr Auswahl, als man sich von vornherein vorstellen könnte. Wie man sich darin zurechtfindet, dafür haben wir ein paar Hinweise.

### Nicht nur für Berufsanfänger

Auch dann, wenn man schon einen erlernten Beruf ausübt, könnte sich eine Fortbildung in Sachen IT rentieren: Damit bleibt man gewappnet für veränderte Anforderungen an einem digitalisierten Arbeitsplatz.

Das IAB (Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung) hat 4000 Einzelberufe aus 14 Berufsgruppen des gesamten Arbeitsmarkts daraufhin analysiert, wie

stark sie bei unterschiedlichen Anforderungsniveaus von der Tendenz zur Digitalisierung betroffen sind. Zum Beispiel bescheinigt die Statistik allen Arbeitsplätzen in Fertigungsberufen, die man ohne akademische Ausbildung ausüben kann, ein hohes „Substituierbarkeitspotenzial“. Das bedeutet, dass mehr als 70 Prozent der dazugehörigen Tätigkeiten auch durch Roboter oder Computer ausgeführt werden könnten. Trotz fortschreitender Technisierung sind in dieser Kategorie aber bislang insgesamt keine Arbeitsplätze weggefallen, vielmehr hat sich die Zahl dieser Arbeitsplätze bundesweit von 2014 bis 2018 mehr als verdoppelt.

Die Statistiker erklären diesen scheinbaren Widerspruch einerseits damit, dass die erkannten Möglichkeiten zur Digitalisierung bislang nur teilweise ausgeschöpft worden sind – was den Inhabern solcher

Jobs sicher keinen Mut macht. Doch andererseits muss ein Arbeitsplatz keineswegs wegfallen, weil sich einige der dort anfallenden Aufgaben automatisieren lassen. Vielmehr könnten die digitalisierungsbedingten Kosteneinsparungen dem betreffenden Berufsfeld sogar zu einem Boom und erhöhtem Personalbedarf verhelfen, erklären die Berufsforscher. Doch wie dem auch sei – durch eine IT-Fortbildung kann man einen Arbeitsplatz in einem solchen Aufgabenbereich wirkungsvoll absichern.

Unabhängig von der Ausgangssituation sollten Sie sich über jeden Beruf, für den Sie sich interessieren, vor der Hand drei Fragen stellen: Wie wird mein Alltag in diesem Beruf aussehen, was für ein Einkommen kann ich dafür erwarten, und was muss ich an Zeit und Geld investieren, um mich für eine solche Karriere zu qualifizieren?

Erst mit einem ungefähren Berufsbild vor Augen lohnt sich die Prüfung des örtlichen Arbeitsmarkts. Mit einer Ausbildung zum Programmierer, IT-Handwerker oder -Kaufmann brauchen Sie nicht zu befürchten, nur in die Arbeitslosigkeit zu steuern – allerdings werden Sie für einen besonders hoch spezialisierten Job womöglich umziehen müssen.

## Typische Aufgaben

Tätigkeiten im Umfeld der Informations-technik lassen sich auf dreierlei Arten klassifizieren: Erstens lässt sich das sehr breite Berufsfeld nach dem Charakter der Tätigkeiten gliedern. Soll man in einem Job etwa als IT-System-Elektroniker oder Software-Engineer eher handwerklich aktiv werden? Hat man kreative Herausforderungen als Mediendesigner oder Spieleentwickler zu erwarten? Oder geht es stattdessen um strategische Aufgaben für Systemarchitekten oder IT-Produktmanager?

Die zweite Wahlmöglichkeit betrifft das Arbeitsumfeld. Nur manche IT-Berufe sind branchenunabhängig: Zwar können Datenbank-Fachleute ihre Fähigkeiten überall einsetzen, wo viele Daten verwaltet werden. Doch im Unternehmensbüro und erst recht in der Medizin-, Umwelt- oder Flugzeugtechnik fallen so spezielle Aufgaben an, dass sich für diese Branchen eigene Ausbildungsberufe vom Informatikkaufmann bis zum Flugzeug-Informatiker etabliert haben, die auch noch andere Disziplinen umfassen.

Die dritte Unterteilung orientiert sich an Anforderungsniveau und Bildungsweg.

Ein Netzwerkadministrator schafft den ersten Berufseinstieg unter Umständen schon mit seinen gesammelten Erfahrungen, wenn er eine Zeit lang die Internet-Anbindung eines Vereins oder das LAN im Büro des Nachbarn gepflegt hat. Doch die meisten Berufsabschlüsse erreicht man nur über eine duale Ausbildung in Betrieb und Berufsschule oder über ein (Fach-)Hochschulstudium. Womöglich winkt der Traumjob auch erst nach einer fachlichen Spezialisierung im Rahmen einer Fortbildung.

## Das liebe Geld

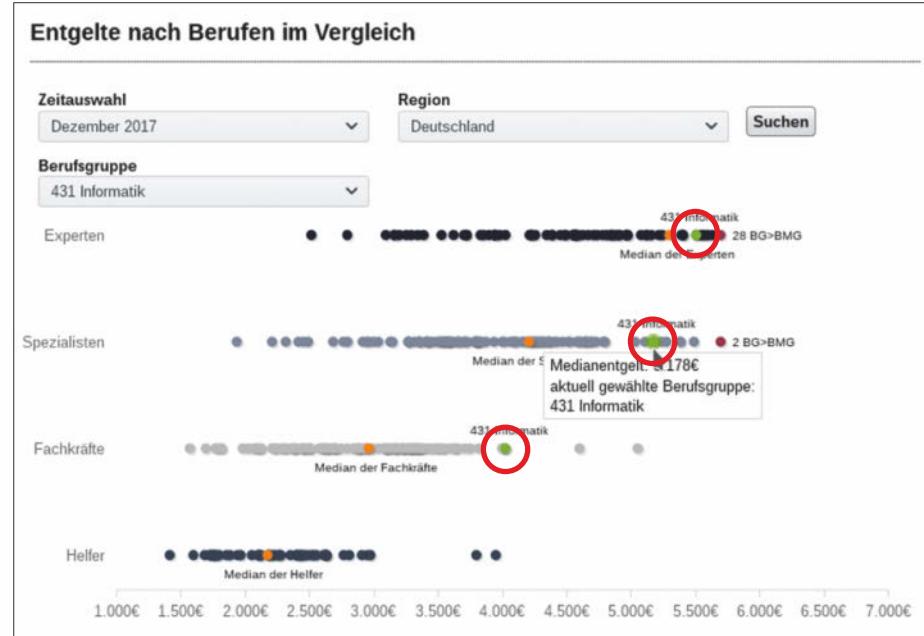
Spaß an der Arbeit ist sicher wichtig, aber letzten Endes dient der Beruf dem Lebensunterhalt. In der IT lässt sich gutes Geld verdienen, wie ein Blick in die Einkommensstatistik der BA (Bundesagentur für Arbeit) bestätigt (siehe ct.de/yftp). Im Vergleich zu anderen Berufsgruppen liegen die mittleren Gehälter für IT-Berufe in jeder Anforderungsstufe über dem Durchschnitt, mitunter sogar so deutlich, dass sie die Skala der grafischen Darstellung sprengen.

Mit den groben Auswahlkriterien vor Augen sind Sie gewappnet für einen Blick in die ebenfalls über ct.de/yftp erreichbare, sehr informative interaktive Liste mit Ausbildungsberufen. Diese Übersicht der Bundesanstalt für Arbeit gliedert sich in

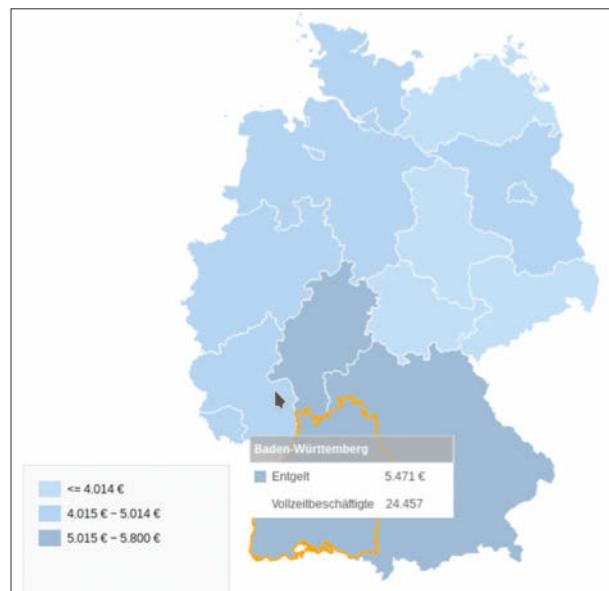
16 Bereiche, von denen einer der Ausrichtung „IT, Computer“ gewidmet ist. Dort finden sich mit weiterer Unterteilung mehr als hundert einschlägige Berufsbeschreibungen, und das sind noch nicht einmal alle, die zur IT gehören. Zum Beispiel finden sich im Bereich „Entwicklung, Konstruktion und techn. Zeichnen“ auch mehrere Ausrichtungen für CAD-Fachkräfte.

Die angezeigten Datensätze lassen sich nach Ausbildungsgängen filtern. Für jeden Treffer liefert die Website recht umfangreiche Informationen. Abgesehen von eher allgemeinen Kurzbeschreibungen mit stereotypen Szeneotos informiert sie über Interessenschwerpunkte und Fähigkeiten, die man für den jeweiligen Beruf mitbringen sollte, sowie über Branchen, in denen der Beruf ausgeübt wird. Außerdem erfährt man etwas über typische Einsatzbereiche, Möglichkeiten zur weiteren Spezialisierung sowie Existenzgründung, Anerkennung ausländischer Qualifikationen und nicht zuletzt erhält man äußerst detaillierte Angaben zum Arbeitsmarkt.

Lehrberufe, für die man sich in Betrieb und Berufsschule qualifizieren kann, sind in jeder Hinsicht erschöpfend im „Verzeichnis der anerkannten Ausbildungsberufe 2018“ des BIBB (Bundesinstitut für Berufsbildung) zusammenge-



Laut Gehaltsstatistik der Bundesagentur für Arbeit werden Fachkräfte, Spezialisten (etwa mit Bachelor-Abschluss) und Experten (mit längerem Hochschulstudium) der Berufsgruppe „Informatik“ meist besser bezahlt als in anderen Disziplinen. Für ungelernte Helfer gibt es in der IT demnach keinen Stellenmarkt.



Zur Auswahl „Blockchain-Entwickler“ meldet der Entgeltatlas der BA 24.457 gut bezahlte Vollzeitbeschäftigte in Baden-Württemberg.

ßen Jobs für Bewerber mit einer Berufsausbildung wie für Akademiker bietet. Zwar grasiert die Meinung, dafür wären in den vergangenen Jahren viel zu viele Fachleute aus- und fortgebildet worden. Doch seit 2013 ist die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in diesem Beruf jedes Jahr um drei bis vier Prozent gestiegen.

Mit interaktiven Landkarten informiert die BA über den Arbeitsmarkt für wählbare Berufsgruppen. Im Arbeitsmarktradar erfährt man etwas über das jeweilige Verhältnis von Ausbildungsplätzen zu Bewerbern sowie von Arbeitslosen zu gemeldeten Stellen in einzelnen Bundesländern.

Noch weitere Angaben finden sich im Entgeltatlas: Diese Datensammlung enthält nach Geschlecht und Altersgruppe differenzierte Gehaltsdaten für einzelne Bundesländer. Derlei Statistiken sind aber mit Vorsicht zu genießen, denn sie beziehen sich auf schlecht vergleichbare oder gar irreführende Berufsbezeichnungen: So arbeiten laut Entgeltatlas allein in Baden-Württemberg 24.400 Angestellte an der Entwicklung von Blockchain-Software. Beim genauen Studium der Website

stellt. Das 454-seitige PDF erwähnt diverse Ausrichtungen für CAD-Fachkräfte, aber zum Suchbegriff „Software“ erntet man gerade einmal zwei Hinweise. Die Liste umfasst auch zahlreiche, mehrheitlich vor 2005 definierte IT-bezogene Aus- und Fortbildungszeugnisse einzelner Handwerks- sowie Industrie- und Handelskammern. Vor diesem Hintergrund ist erklärlich, warum etwa die Gehaltsstatistiken der BA kaum IT-Beschäftigte auf dem Niveau von Lehrberufen aufführen: Arbeitnehmer mit solchen Jobprofilen fallen einfach durchs Raster der definierten Berufsbilder.

Die Liste bewährt sich vor allem bei regionalen Recherchen, weil sie so bereitwillig auf örtlich begrenzte Angebote von Industrie- und Handelskammern eingeht. Diese Angebote mögen sehr speziell anmuten, doch der Eindruck täuscht. Viele Unterschiede zwischen regionalen Ausprägungen beruhen vor allem auf eher zufälligen Formulierungsunterschieden. Gerade Lehrberufe sind in der Regel nicht so stark spezialisiert, dass man sie nur bei ganz speziellen, dünn gesäten Arbeitgebern ausüben kann.

## Angebot und Nachfrage

Auskünfte zur detaillierten Entwicklung des Arbeitsmarkts gibt es in Hülle und Fülle aus mehreren Quellen: Das IAB (Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung) liefert für die Jahre 2013 bis 2017 tabellarische Angaben für sozialversicherungspflichtig Beschäftigte und für Arbeitslose. Die Statistik differenziert diese Personen nach Altersgruppen, Bildungs-

niveaus und nach ihrem Wohnsitz in alten oder neuen Bundesländern.

Diesen Daten zufolge nimmt die Zahl von Arbeitsplätzen im IT-Bereich für alle Gruppierungen kontinuierlich zu. Besonders krass zeigt sich das bei der technischen Mediengestaltung, die gleicherma-

## Duales Studium

Nicht jeder kann und mag im Voraus Geld und wertvolle Lebenszeit in ein Studium ohne regelmäßiges Einkommen investieren. Für viele Fachrichtungen, zum Beispiel für Wirtschaftsinformatik, gibt es dazu Alternativen in Gestalt eines dualen Studiums. Die unterschiedlichen Konzepte dieses Bildungswegs kombinieren das Büffeln für einen Hochschulabschluss – typischerweise mit einem Bachelor-Grad – mit einer betrieblichen Ausbildung.

Beim ausbildungsintegrierenden dualen Studium strebt man gleichzeitig zum Hochschulexamen den Abschluss in einem anerkannten Lehrberuf an. Dabei wechseln sich Studien- und Betriebszeiten wochenweise oder in größeren Blöcken ab. Zusätzlich zum Vorlesungsbetrieb müssen Absolventen auch dem Unterricht einer Berufsschule folgen.

Anders liegt der Fall beim kooperativen oder praxisintegrierenden dualen Studium: Bei diesem Konzept werden Studierende im Betrieb als Praktikanten

oder als normale Mitarbeiter angestellt – in Einzelfällen sogar jedes Semester bei einer anderen Firma.

In beiden Varianten sollte die Bezahlung der betrieblichen Tätigkeit einen fachfremden Nebenjob zur Studienfinanzierung ersetzen. Dafür muss man sich zusätzlich zum Vorlesungsbetrieb auf eine Arbeitsbelastung im Betrieb einstellen. Diese liefert andererseits nicht nur erste Berufserfahrung zu den erlernten Fähigkeiten, sondern mit hoher Wahrscheinlichkeit auch Kontakte oder sogar eine Vorauszusage zur Ersteinstellung nach Abschluss der Ausbildung.

Unternehmen schauen sich die Studienbewerber schon im Voraus genau an – in den meisten Fällen ist deren Finanzierung während der Studienzeit ein Zuschussgeschäft, das sich erst im Nachhinein durch den Gewinn eines fähigen Mitarbeiters rentieren soll. Nicht selten müssen sich Interessenten deshalb schon vor Studienantritt in einem Assessment-Center gegen Mitbewerber durchsetzen.

stellt sich dann aber heraus, dass die Atlas-Herausgeber die Blockchain-Spezialisten mit weiteren hochspezialisierten Softwareentwicklern in einen Topf geworfen haben, auf den sich die genannten Zahlen insgesamt beziehen.

### Horionterweiterung

Wer seine bisherige Berufserfahrung nicht unnötig abschreiben und trotzdem von einer IT-Fortbildung profitieren möchte, hat ebenfalls die Qual der Wahl. Angebote der Industrie- und Handelskammern finden sich im oben erwähnten Lehrberufsverzeichnis des BIBB; außerdem gibt es zahllose Möglichkeiten, sich in gewerblichen Kursen zum Beispiel ein Zeugnis als MCSE (Microsoft Certified Systems Engineer), als Linux-Problemlöser oder als Fachmann für ein bestimmtes Produkt wie Microsoft Exchange zu erarbeiten. Damit kann man nicht nur seinen Arbeitsplatz absichern, sondern in vielen Betrieben taugt ein solches Zeugnis auch als Argument für Gehaltsverhandlungen.

Wer eine solche Schulung nicht vom Arbeitgeber finanziert bekommt oder die meist geforderten vierstelligen Eurobeträge aus eigener Tasche zahlen will, kann sie als Arbeitsloser mitunter auch vom Arbeitsamt gesponsert bekommen. Hier lohnt sich die gezielte Ansprache des Arbeitsvermittlers.

### Räumliche Faktoren

Auch wenn frisch ausgebildete IT-Fachleute im ganzen Bundesgebiet gesucht sind, wird es im Rennen um die besten Positionen für die meisten Hochschulabsolventen auch auf die Reputation ihrer Uni ankommen. In althergebrachten Studiengängen ist das ein wichtiges Kriterium für die Wahl des Studienorts, nicht aber bei den zahlreichen neuen Ausbildungsgängen, mit denen viele Hochschulen jetzt ihre Studentenzahlen aufbessern wollen. Nicht selten sind die Angebote so neu, dass es noch gar keine Absolventen gibt, geschweige denn Angaben über deren Jobchancen. Bevor man sich fern der Heimat für so einen neu

geschaffenen Studiengang einschreibt, empfiehlt sich daher vor allem eine akribische Anfrage, für welche Einsatzmöglichkeiten man sich damit qualifizieren kann.

Je nachdem, wie stringent man sich mit einem Studium spezialisiert hat, ist nach dessen Abschluss womöglich ein weiterer Umzug angesagt. Ganz anders liegt der Fall bei einem dualen Studium: Dabei legt man sich durch die Bindung an einen Arbeitgeber von vornherein räumlich fest. Selbst überregional aktive Konzerne bieten dazu passende Ausbildungspositionen meist nur an einem oder wenigen Orten an: In einer Testrecherche in wegweiser-duales-studium.de fanden wir bundesweit 62 Ausschreibungen zur Informatik, von denen nur elf wenigstens zwei Arbeitsorte zur Wahl stellten. Außerdem kooperieren Betriebe beim dualen Studienangebot in der Regel mit einer Uni, die dann auch dem Studierenden vorgegeben wird. (hps@ct.de) **ct**

**Informationsquellen:** [ct.de/yftp](http://ct.de/yftp)

## Die Softwareentwicklerkonferenz zu Internet of Things und Industrie 4.0

2. – 4. März 2020

Haus der Technik, Essen



### THEMEN

- Die IoT-Ökosysteme von Apache, Eclipse und der Linux Foundation
- Serverless und Kubernetes – Praxiserfahrungen im IoT-Umfeld
- Security-Mindestanforderungen am Beispiel von OWASP IoT
- W3C Web of Things
- Deep Learning am Edge
- System-Testumgebungen im industriellen Hard- und Softwareumfeld
- Autonome, kollaborierende IoT-Systeme
- Machine-Learning-Pipeline für den Thermomix TM6

Frühbucherrabatt  
bis zum 17. Januar 2020

Goldsponsor

Veranstalter:

@codecentric



heise  
Developer



dpunkt.verlag

# Die 55-Zoll-Mittelklasse

**Sieben günstige 4K-TVs  
mit 55 Zoll Diagonale und HDR**



## Warum viel Geld für ein Top-TV ausgeben, wenn auch ein günstigeres Modell tut? Wir sind der Frage an sieben Smart-TVs aus der Preisklasse bis 800 Euro nachgegangen.

Von Ulrike Kuhlmann

W

interzeit ist Hochsaison für TV-Hersteller. Dann sind die Prospekte voller schicker Flachbildfernseher und zu Weihnachten purzeln die Preise. Falls auch Sie über ein neues Smart-TV nachdenken und dabei nicht mehr als 800 Euro investieren möchten, sollten Sie die hier getesteten Geräte in Betracht ziehen.

Bei der Auswahl unserer Testkandidaten haben wir Mindestanforderungen festgelegt: Alle müssen 4K-Auflösung mit  $3840 \times 2160$  Pixeln besitzen. Als Displaygröße haben wir uns auf 55-Zöller mit 1,40 Meter Bilddiagonale konzentriert. Die TVs sollen aktuelle HDR-Formate unterstützen und diese von Netflix & Co. direkt aus einer App ohne externe Hardware streamen können. Sie benötigen Tuner für den Empfang per Satellit, Kabel und Stabantenne und sollten TV-Sendungen auf eine externe USB-Festplatte aufzeichnen können.

### Das Testfeld

Der Medion MD 31803 ist mit knapp 400 Euro am günstigsten, drei TVs kosten jeweils 800 Euro und die TVs von LG, Phi-

lips und Hisense liegen preislich dazwischen. Wir haben bewusst das Kampfpreissegment gemieden, denn dort finden sich viele Geräte mit Bildqualität und Ausstattung von vorgestern. Stattdessen haben wir Smart-TVs der großen Hersteller mit deren aktuellen Betriebssystemen, ordentlichen Displays und zeitgemäßen Bildoptionen ausgewählt. Medion gehört eigentlich nicht dazu, am MD 31803 wollen wir jedoch zeigen, auf was Sie beim Sparen verzichten müssen.

So war jedenfalls der Plan, doch bei einem Gerät haben wir gepatzt: Der TX-55GXW584 von Panasonic nutzt nicht das hauseigene Firefox OS, ihm fehlen einige der für Panasonic-TVs üblichen Komfortfunktionen wie Sat-to-IP und sein App-Angebot ist mager. Wir hatten vor dem Kauf nicht genau genug ins Datenblatt geschaut: Dort ist zwar von Internet-Apps und Webbrowser die Rede, es gibt aber keine Hinweise auf Panasonics „my Home Screen“, Sat-IP und die Sprachsteuerung. Wie sich im Laufe des Tests herausstellte, erlaubt der 55GXW584 auch keine TV-Aufnahmen.

Fehlt eine Sprachsteuerung beziehungsweise das Mikrofon-Symbol auf der zugehörigen Fernbedienung, kann man fast davon ausgehen, dass es sich um ein

Modell aus der Ramschecke handelt. Wir sind beim Zusammenstellen unseres Testfeldes bei Saturn, MediaMarkt & Co. auf nicht besonders intelligente Smart-TVs von allen großen Herstellern gestoßen.

Wer ein „dummes“ TV ohne Netzwerkfunktionen wünscht, sollte trotzdem nicht zu solchen Billigheimern greifen. Denn die haben nicht nur ein abgespecktes Betriebssystem und begrenztes App-Angebot, sondern auch ein abgespecktes Display: überschärfe, pixelige Bilder, verrauschte TV-Wiedergabe, Ruckler mangels Zwischenbildberechnung und billige Plastikrahmen. Ganz so schlimm ists mit unserem Panasonic-TV zum Glück nicht, doch die vom Hersteller sonst gewohnte Qualität bietet es auch nicht.

### LED-Backlight

Nur zwei Geräte, die TVs von LG und Hisense, können ihr Backlight lokal an den Bildinhalt anpassen. Dieses Local Dimming soll dunkle Bildstellen dunkler machen und helle heller, was insbesondere kontrastreichen HDR-Inhalten zugute kommt. Tatsächlich produziert der H55U8B von Hisense eine ungemein kontraststarke Darstellung – er dimmt seine LEDs in 16 Zonen, bei LG sind es nur sechs Zonen. Da beide ein Edge-LED-Backlight mit Diolen am oberen und unteren Displayrand nutzen, verlaufen die dimmbaren Zonen vertikal. Besseres Local Dimming produziert ein Direct-LED-Backlight, das sich schachbrettartig steuern lässt. Bei LG neigt die Darstellung bei schnellen Bildwechseln zum Pumpen, Hisense hat das etwas besser im Griff.

Das störende Pumpen entsteht aber auch, wenn die Displayelektronik die komplette LED-Helligkeit abhängig vom

Von links: Fernbedienungen für die Android-TVs von Philips und Sony, den Riegeln von Medion und Panasonic fehlt das Mikrofon, Hisense hat eins eingebaut, LG zusätzlich ein Gyroskop und Samsung erstaunlich viele Direkttasten untergebracht.



Bildinhalt steuert; meist lässt sich dies im Menü unter „dynamischer Kontrast“ einstellen. Samsung und LG reduzieren die Helligkeit bei sehr dunklen Inhalten einfach auf null. LG schaltet das Backlight sogar bei einem Weißanteil von fünf Prozent noch komplett aus – da gehen am Nachthimmel schon mal Sterne verloren. Philips regelt kräftig nach, sobald ein Bildinhalt länger auf dem Schirm verbleibt; abstellen lässt sich die Regelung bei allen drei Geräten nicht.

Erst eine gleichmäßige Ausleuchtung der Displayfläche sorgt für eine saubere Darstellung von Bildinhalten. Hiermit tun sich einige Geräte im Test schwer: Das Panasonic-Display ist in sich wolkig, hat in der Mitte einen großen hellen Fleck und am oberen und unteren Rand zeigen sich perlenschnurartige Aufheller. Ähnlich miserabel ist die Ausleuchtung des Medion-TVs mit wolkigem Bild, breiter horizontal verlaufender Abschattung unten, farbstichen vertikalen Streifen sowie Perlenschnüren oben und unten. Letztere treten auch beim Philips-TV auf, zudem ist dessen Weißbild von einem breiten grauen Rahmen eingefasst. Alle Kandidaten strahlen in der Schirmmitte mehr als drum herum.

Auf dunklen Hintergründen stören unschöne Aufheller. So sieht das Panasonic-TV aus, als säße in der rechten unteren Ecke ein kleiner Scheinwerfer. Bei Sony und Medion liegt über einem schwarzen Bildinhalt ein störender Rottich, der im Dunklen von der Seite ins Orange driftet. Geschuldet ist dies der miserablen Entspiegelung der an sich blickwinkelstabilen IPS-Panels.

Philips nutzt ebenfalls ein IPS-Panel, doch hier verblassen die hellen Inhalte – beim Blick von der Seite sieht man tiefste Nacht statt funkelder Sterne. Immerhin bleibt wie bei LG, Medion und Sony die Farbsättigung erhalten, man blickt von der Seite also nicht auf fahle Gesichter. Die TVs von Panasonic, Hisense und Samsung sollte man nur direkt von vorn betrachten, da ihre Farben von der Seite beziehungsweise von oben und unten stark verblassen und das Bild dadurch sehr unansehnlich wird.

## Bedienung

In die Bedienung der Smart-TVs muss man sich gründlich eindenken, jedes verfolgt ein etwas anderes Konzept. Bei den beiden Android-TVs von Philips und Sony ist zumindest die App-Oberfläche identisch, bei Medion und Panasonic weicht sie dagegen trotz gleichen Betriebssystems nicht nur

optisch voneinander ab. So bekommt man bei Medion Zugriff auf den App-Store von Foxxum, der unter anderem die Mediatheken der öffentlich-rechtlichen Sender beinhaltet sowie Streaming-Apps großer Anbieter. Bei Panasonic ist die Auswahl deutlich geringer, ein separater App-Store fehlt.

Während Philips, Sony, Medion, Panasonic und Hisense auf die klassische Riegelfernbedienung setzen, bekommt man bei LG einen Riegel mit eingebautem Gyroskop, der den Zeiger wie eine Wii-Mote über den Schirm leitet. Samsung hat einen eleganten Riegel für Puristen beigelegt, hier lebt die Bedienung vor allem von den ausführlichen Erläuterungen beim Aufruf einzelner Menüpunkte und Icons auf der Smart-Hub-Leiste.

Auf allen findet sich eine dedizierte Netflix-Taste, hinzu kommt bei vierer eine für Amazon Prime Video (Hisense, LG, Medion, Samsung). Vier leiten direkt zu Rakuten TV (Hisense, LG, Philips, Samsung), Sony stattdessen zu Google Play. Bis auf Panasonic und Medion kann man alle per Sprache steuern, wobei man vor allem irgendwelche Plattformen durchsuchen, aber mitnichten den kompletten Fernseher per Sprache bedienen kann.

Aufschlussreich fanden wir die Einstellmöglichkeiten bei HDR-Zuspielung: Bei Panasonic, Medion und Hisense ist jegliche Einflussnahme ausgeschlossen, hier kann man lediglich zwischen Tag- und Nacht-Modus für helle beziehungsweise dunkle Räume wählen. Der Medion taugt für HDR-Inhalte aber ohnehin kaum, Panasonic und Hisense gelingt das deutlich besser.

## Anschlüsse

Alle Geräte haben mindestens drei HDMI-Ports in Version 2.0 für 4K/60 Hz. Außerdem findet man in dieser Preisklasse an einigen Geräten auch analoge Anschlüsse. So unterstützen fünf TVs Composite- und Component-Video, Hisense, Medion und Panasonic haben sogar VGA-Ports. Nur Samsung und LG haben analoge Signaleingänge eingespart, Samsung baut nicht mal mehr eine Klinkenbuchse für den Kopfhörer ein. Hier nutzt man am besten Bluetooth-Kopfhörer; die Audioausgabe per Bluetooth unterstützen bis auf Panasonic auch die anderen TVs.

Die Soundqualität der eingebauten Lautsprecher ist wie bei vielen Flachbildfernsehern bescheiden. Philips und LG bringen noch einen recht guten Klang zu stande, wobei der Woofer im Rücken des



## Hisense H55U8B

Der 55-Zöller von Hisense besticht mit einer sehr knackigen Darstellung – für Filmliebhaber könnte diese etwas übertrieben wirken. Sternenhimmel und Weltraumszenen gibt der H55-U8B vorbildlich wieder, zumal dunkle Bilder von der Seite dunkel bleiben und helle Lichter strahlen. Das gilt leider nicht für die Farben: Sie bleichen stark aus, wenn man schräg auf den Schirm schaut.

Das TV-Bild ist rauschfrei und klar. Beim Streamen von HDR-Inhalten bietet Netflix automatisch Dolby Vision an; dann kann man im Menü nichts mehr verstehen. Zum Glück ist das Bild im vorgegebenen Dolby-Vision-Bildpreset farblich ausgewogen, wenn auch etwas überzeichnet.

Bei schnellen Helligkeitswechseln pumpt das Bild etwas, was der lokalen Dimmung des Backlight geschuldet sein dürfte – Hisense dimmt in 16 vertikalen Zonen. Einstellen lässt sich die Dimmung im Untermenü „Hintergrundlicht“ und dort unter dem eigentlichen Backlight-Regler. Die Steuerung im Vidaa-U-Betriebssystem gelingt flink und ist in sich stimmig.

Eine echte Schwäche ist das eingebaute Audiosystem: Die Lautsprecherchen im Displayrücken beschallen den Raum dahinter. Das klingt dann zuweilen, als ob jemand hinter dem Fernseher Schlagzeug spielt. Möglicherweise wird der Klang bei einer Wandbefestigung etwas besser.

➔ **satthes Schwarz**

➡ **blickwinkelabhängige Farben**

➡ **schlechter Klang**



## LG 55SM8500

LG nutzt als Betriebssystem WebOS und legt eine Magic-Remote-Fernbedienung mit eingebautem Gyroskop bei. Mit ihr bewegt man den Mauszeiger durch Gesten über die Displayoberfläche, was Texteingaben auf der eingeblendeten Tastatur erleichtert. Außerdem hält die Fernbedienung Direkttasten für Netflix & Co. bereit, weitere wichtige Tasten liegen komfortabel erreichbar rund ums Steuerkreuz.

Die Farben des 55SM8500 sind schön kräftig und bleiben es auch von der Seite; nur die Helligkeit nimmt etwas ab. Um sattes Schwarz etwa für die Darstellung eines Nachthimmels zu erzeugen, muss man Local Dimming aktivieren. Das Backlight wird in sechs vertikalen Zonen unabhängig voneinander gesteuert – das ist zu grob. So sieht man die einzelnen Zonen nacheinander aufleuchten, wenn sich ein helles Objekt über den dunklen Schirm bewegt. Außerdem schaltet sich das Backlight bei sehr dunklen Inhalten komplett aus – in unseren Messungen passierte dies bis etwa fünf Prozent Weißanteil.

Davon abgesehen gefällt der LG-Fernseher sowohl im TV-Betrieb als auch bei SDR- und HDR-Zuspielung mit seiner natürlichen Farbgebung und leuchtstarken Darstellung. Man kann die Bildparameter auch beim Streamen von Dolby-Vision-Inhalten verändern, was im Test aber unnötig war. Die angebotene KI-Akustikabstimmung hilft nicht gegen das Pumpen und Knarzen bei hohen Lautstärken, doch bei Pegegnen bis etwa 50 von 100 klingt der 55SM8500 angenehm.

- ⬆️ satte, blickwinkelstabile Farben
- ⬆️ ausgewogene Darstellung
- ⬇️ aggressive Backlight-Regelung



## Medion MD 31803

Medion nutzt ein Linux-Betriebssystem von Vestel und ein App-Portal, das von Foxxum gehostet wird. Die Navigation durch die einfach gehaltene Oberfläche geht dank der ordentlichen Fernbedienung schnell von der Hand. Netflix und Amazon Prime Video liegen auf Direkttasten, YouTube auf der Stern-Taste und die „Medion“-Taste öffnet den App-Store, der vor allem die Mediatheken bereithält.

Mangels Zwischenbildberechnung ruckelt es bei schnellen Kamera-schwenks. Davon abgesehen gelingt die TV-Wiedergabe ordentlich. Leider ist der Schirm sehr ungleichmäßig ausgeleuchtet, ein grauer Bildinhalt gerät gelbstichig und sehr wolzig mit perlenschnurartigen Aufhellern am oberen und unteren Displayrand.

Wir haben im Test keine Einstellung gefunden, bei der sehr helle Graustufen differenziert werden. Stattdessen überstrahlen helle Bildstellen, während sehr dunkle Bildinhalte zu hell geraten und ebenfalls nicht aufgelöst werden. Die kontrastarme Darstellung wäre noch okay, nicht aber die unmögliche Entspiegelung des IPS-Panels: Durch sie ist der Schirm in dunkleren Räumen von der Seite einfach nur milchig grau, der eigentliche Inhalt verschwindet darunter.

HDR-Inhalte von Netflix & Co. nimmt das Medion-TV im Dolby-Vision-Format entgegen. Auch hier werden weder sehr helle noch sehr dunkle Bildbereiche aufgelöst, Farben geraten übersättigt. Die Bildparameter lassen sich nicht manipulieren.

- ⬆️ flinke Steuerung
- ⬇️ ungleichmäßig ausgeleuchtet
- ⬇️ störende Displayentspiegelung



## Panasonic TX-55GXW584

Panasonic nutzt dasselbe Betriebssystem wie Medion, hat aber keinen Zugang zu einem App-Store. Durch das Menü navigiert es sich zäh, die Tasten auf der Fernbedienung sind zu weich und vom Tastendruck bis zum Auslösen einer Funktion vergeht viel Zeit. Die ungünstig platzierte Netflix-Taste provoziert zusätzliche Fehlbedienungen.

Im TX-55GXW584 sitzt ein um 90 Grad gedrehtes VA-Panel – sehr ungewöhnlich. Das LCD ist stark blickwinkelabhängig

Im TV-Betrieb liegt ein feines Rauschmuster vor dem kompletten Bild, bewegte Objekte zeigen Blurring, eine Zwischenbildberechnung fehlt. Das TV-Bild gerät dadurch etwas unscharf, immerhin gelingen Hautfarben gut – von vorn besehen.

Im SDR-Betrieb überstrahlen helle Bereiche. Mangels Dolby-Vision-Unterstützung muss man sich beim Streaming mit HDR10-Inhalten begnügen. Bei HDR-Zuspielung schaltet das TV automatisch in einen HDR-Modus mit fest vorgegebenen Bildparametern. Darin produziert das Display (von vorn) eine schöne Bildtiefe, die hellen Bereichen werden zwar besser durchgezeichnet, geraten aber auch hier etwas milchig.

Wie Medion hat Panasonic die Downfire-Speaker ungünstig im Gehäuse versenkt. Der 55GXW584 hat keine Bässe und scheppert wie eine Blechbüchse. Zwar bietet das Gerät im Menü TV-Aufnahmen an, löst sie aber nicht aus.

- ⬆️ ausgewogene Farben
- ⬇️ verrausches TV-Bild, kein PVR
- ⬇️ miserabler Klang



## Philips 55PUS7504/12

Das Philips-TV ist ungleichmäßig ausgeleuchtet: wolkiges Bild, rundum Abschattungen und oben und unten helle Perlenschnüre. Während Farben satt und dunkle Bildinhalte von der Seite betrachtet dunkel bleiben, verblassen helle Bildstellen am etwas kontrastschwachen IPS-Panel. Wie bei Philips-TVs üblich fehlt ein expliziter Backlight-Regler. Gut: Alle HDMI-Eingänge können als Audio-Rückkanal (ARC) zum AV-Receiver dienen.

Im TV-Betrieb überzeugt der 55PUS7504 mit einer rauschfreien, farbtreuen und scharfen Darstellung. Im HDR-Betrieb akzeptiert der Fernseher Dolby Vision und man kann anders als bei Medion, Panasonic und Hisense die Bildparameter anpassen – was aber nicht erforderlich war. Die Darstellung wirkt ausgewogen – zumindest von vorn, denn gerade bei HDR-Inhalten bemerkt man, dass die hellen Grautöne schon aus geringem Einblickwinkel verblassen. Das wirkt dann wie ein Grauschleier, der sich über das Bild legt.

Ärgerlich ist der billige Bedienriegel: Die weiße Beschriftung der grauen Tasten ist kaum zu erkennen, außerdem fehlt die bislang bei Philips übliche Tastatur auf der Rückseite. Immerhin reagiert das TV zuverlässig auf Klicks auf der Bluetooth-Fernbedienung.

In Sachen Audio liegt Philips in diesem Testfeld vorn: Der Klang aus der unter dem Display befestigten Soundleiste nebst Woofer im Rücken ist zumindest für diese Preisklasse gut.

- ⬆️ klares TV-Bild
- ⬆️ guter Klang
- ⬇️ geringer Kontrast



## Samsung GQ55Q60R

Samsung führt seine Nutzer einwandfrei durch die Installation des TV und während man noch die smarten Funktionen organisiert, läuft die Senderinstallation längst im Hintergrund – nervige Wartezeiten entfallen deshalb. Im Menü kann man unter „Unterstützung/Eigendiagnose/Smart Hub zurücksetzen“ die smarten Funktionen deaktivieren. Dann erscheint beim Klick auf den Home-Button statt der Smart-Hub-Leiste nur ein Symbol für den TV-Empfang – für den es zwei Tuner gibt.

Die puristische Fernbedienung erlaubt schnellen Zugriff auf viele Funktionen. Wer TV-Programme über die Eingabe von Zahlen aufrufen will, braucht jedoch Geduld. Schneller wechselt man über die Wippe oder den TV-Guide. Im TV-Betrieb erzielt der 55Q60R eine rauschfreie und farbneutrale Darstellung, die allenfalls etwas glattgebügelt wirkt.

Das farbstarken VA-Panel mit Quantenpunkten hat die ausgefeilte Pixelstruktur fürs Subpixelrendering aktueller QLED-TVs, die Farben bleichen aber trotzdem von der Seite stark aus. Beim Streaming von HDR-Inhalten legt sich vor das spiegelnde Display eine Art Grauschleier, sobald man sich etwas aus der frontalen Draufsicht entfernt.

Die Speaker im 55Q60R klingen etwas hart; er produziert zwar Bässe, doch die laufen getrennt vom restlichen Klangbild. Eigentlich fehlt dem TV eine Art Soundrutsche, die den Ton zum Zuschauer lenkt; ohne geht viel in den Tisch statt nach vorn.

- ⬆️ sehr gute Nutzerführung
- ⬆️ kontraststark
- ⬇️ sehr blickwinkelabhängig



## Sony KD-55XG8577

Im Sony-TV sitzt ein farbstarkes IPS-Panel mit miserabler Entspiegelung. Diese produziert auf dunklen Inhalten störende Farbstiche. Immerhin ist der Schirm recht homogen ausgeleuchtet. Ohne die im Menü zuschaltbare Kontrastverstärkung clippt das Display helle Graustufen; schwarze Bildinhalte bleiben auch mit Verstärkung im SDR-Betrieb dunkelgrau.

Bei Kinofilmen geraten die schwarzen Balken oben und unten von schräg betrachtet rotstichig. Das ist angesichts der schönen Farben und der ausgewogenen Darstellung ärgerlich. Beim Streamen von HDR-Inhalten spielt Netflix automatisch Dolby Vision zu. Hier mussten wir stets das DV-Bildpreset für helle Räume nutzen – der für dunkle Räume ist in jedem Fall zu dunkel. Darin erzeugt der 55XG8577 auch ohne Local Dimming fein aufgelöste Bilder mit satten Farben und toller Tiefe.

Der Sound der eingebauten Lautsprecher klingt etwas hart, es fehlen Bässe. Bei Lautstärken ab 50 (von 100) wird der Klang schrill und die einsetzende Regelung erzeugt unschönes Pumpen. Bis dahin geht der Ton aber in Ordnung.

Der Tastenhub auf der Fernbedienung ist etwas groß und die Rückseite des Riegels etwas rau. Die TV-Taste lässt sich frei belegen mit DVB-S2, DVB-C oder HDMI – eine gute Idee. Das Sony-TV hat zwei Tuner, sodass man ein Programm schauen und ein anderes aufnehmen kann. Timeshift beherrscht es aber nicht.

- ⬆️ gute HDR-Wiedergabe
- ⬆️ satte Farben
- ⬇️ störende Reflexionen

# Bring on securing your space



Die Technologien von heute eröffnen den Menschen bislang ungeahnte Möglichkeiten. Kaspersky sichert diese Technologien damit jeder Mensch jederzeit auf dem Weg in diese neue Zukunft geschützt ist. Digitale Sicherheit für das Leben von morgen.

**kaspersky**

BRING ON  
THE FUTURE



## 4K-TVs mit 55 Zoll Diagonale

Gerät	H55U8B	55SM8500PLA	MD 31803
Hersteller	Hisense	LG	Medion
Auflösung (Pixeldichte) / Paneltyp	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, VA	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, IPS	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, IPS
sichtbare Bildfläche / Diagonale	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")
Backlight / Local Dimming	Edge-LED / ✓ (16 Zonen)	Edge-LED / ✓ (6 Zonen)	Edge-LED / –
Bildwiederholfrequenz laut Hersteller / Panel	2800 PCI / 100 Hz	TM200 / 100 Hz	1200 MPI / 50 Hz
Bewegtbildoptimierung / 10-Bit-Unterstützung	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓
HDR-Formate	HDR10, Dolby Vision, HDR10+, HLG	HDR10, Dolby Vision, HLG	HDR10, Dolby Vision, HLG
Geräteabmessungen mit Fuß (B × H × T) / Gewicht	123 cm × 78 cm × 30 cm / 20,6 kg	123 cm × 77,5 cm × 23 cm / 17,4 kg	124,5 cm × 78,5 cm × 24,5 cm / 14,8 kg
Rahmenbreite / Displaydicke / Gehäusetiefe	1,1 cm oben u. seitl., 1,7 cm unten / 1 cm / 7,5 cm	0,9 cm oben u. seitl., 1,7 cm unten / 1,5 cm / 5 cm	1,5 cm oben u. seitl., 2,3 cm unten / 2 cm / 7 cm
Ausstattung			
Betriebssystem / Firmware-Version	Vidaa U / V0001.01.00a.J0906	WebOS / 4.70.04	Linux / 518.20.0 MED
Sprachsteuerung	✓ (nur laut/leise und Alexa-Abfragen)	✓	–
TV-Tuner: Art / Anzahl Tuner (Anzahl CI-Plus-Slots)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)
Lautsprecher / Abstrahlrichtung	2 × 10 W / Backfire	2 × 10 W / Downfire	2 × 10 W + 1 × 12 W / Downfire, Woofer hinten
Eingänge			
Composite / Komponente / Sonstige	✓ / – / –	– / – / –	✓ / – / 1 × VGA
HDMI	4 × HDMI 2.0	4 × HDMI 2.0	3 × HDMI 2.0
Audio analog-in / audio-out / Kopfhörer	2 × Cinch / 1 × optisch / –	– / 1 × optisch / 1 × Klinke	2 × Cinch / 1 × optisch / 1 × Klinke
USB	2 × USB 2.0	3 × USB 2.0	2 × USB 2.0
LAN / WLAN / Bluetooth	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / –
TV-Funktionen			
Favoritenlisten (Anzahl) / Senderliste am PC bearbeiten	4 / ✓	8 / ✓	4 / –
Aufnahme auf Festplatte / Timeshift / aus EPG	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Messungen			
Umschaltzeiten TV digital (Wippe / Ziffer) <sup>1</sup>	3 s / 6 s	2-3 s / 4-5 s	3 s / 4 s
Helligkeitsregelbereich <sup>2</sup> / Ausleuchtung <sup>3</sup>	38,5...432 cd/m <sup>2</sup> / 68,1 %	15...306 cd/m <sup>2</sup> / 67 %	67,5...320 cd/m <sup>2</sup> / 49 %
Kontrast min. Blickfeld / proz. Abweichung	1597:1 / 85,5 %	644:1 / 60,1 %	418:1 / 56 %
Kontrast erweit. Blickfeld / proz. Abweichung	818:1 / 132,9 %	359:1 / 103,6 %	239:1 / 97,9 %
Leistungsaufn.Aus / Standby / Betrieb (bei Helligkeit)	0,37 W / 0,37 W / 75 W (bei 330 cd/m <sup>2</sup> )	0,6 W / 0,6 W / 115 W (bei 309 cd/m <sup>2</sup> )	0,57 W / 0,57 W / 109 W (bei 298 cd/m <sup>2</sup> )
Smart-TV-Funktionen			
Amazon / Netflix / Maxdome / Sky Q / Waipu TV / Zattoo / Disney+ / YouTube	✓ / ✓ / ✓ / – / – / – / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / – / – / – / – / – / ✓
freier Browser / HbbTV	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Streaming (DLNA) von Audio/Foto/Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Mediaplayer (USB) für Audio/Foto/Video	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Im Idealfall wäre das gesamte Bild pink.			
winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20° Abstand			
Bewertung			
Bildeindruck TV / SDR / HDR	⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ⊕ / ⊕	○ / ○ / ⊖
Klangindruck	⊖ - ⊖ ⊖	⊕	⊖
Ausstattung / Medienfunktionen	○ / ○	⊕ / ⊕⊕	○ / ○
Bedienung Gerätemenüs / smarte Funktionen	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕
Garantie	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
Preis	690 €	777 €	390 €

<sup>1</sup> Mittelwert, Umschaltung zwischen Sendern in verschiedenen Bouquets<sup>2</sup> gemessen auf 100 % Weißfläche<sup>3</sup> gemessen auf 50 % Weißfläche<sup>4</sup> Abwertung wg. geringer Einblickwinkel

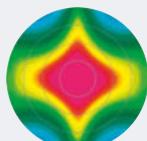
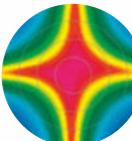
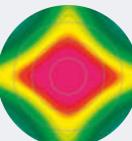
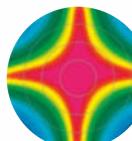
Philips-TV bei einer Wandbefestigung genau auf die Platte der VESA-Halterung schallt; wie der Fernseher dann klingt, haben wir nicht ausprobiert. Besonders grässlich klingt das Panasonic-TV; Medion macht kaum besser. Beide haben ihre Downfire-Speaker so eingebaut, dass sie zum Zuschauer durch die Gehäusefront abgeschirmt werden – sehr unglücklich. Hisense beschallt stattdessen gleich den

Raum hinter dem TV, seine Lautsprecherchen sitzen im Displayrücken.

### Fazit

Lohnt sich der Kauf günstiger Fernseher? Ja, durchaus, sofern man auf die jeweilige Ausstattung achtet, ein paar Abstriche macht und die allerbilligsten Geräte meidet. Einige TVs in diesem Testfeld bleiben in ihrer Ausstattung erst mal wenig hinter

den Topgeräten zurück. So bietet Samsung beim GQ55Q60R den kompletten Smart Hub mit großer App-Auswahl, Sprachsteuerung und eleganter Fernbedienung. Man bekommt für 800 Euro allerdings keine One-Connect-Box oder Features wie Invisible Connection. Außerdem hängt die Darstellung des kontraststarken Displays aus unserem Test derart stark vom Einblickwinkel ab, dass es wirk-

TX-55GXW584	55PUS7504	GQ55Q60R	KD-55XG8505
Panasonic	Philips	Samsung	Sony
3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, VA	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, IPS	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, VA	3840 × 2160 (80 dpi) / LCD, IPS
121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")	121 cm × 68 cm / 138 cm (55")
Edge-LED / –	Edge-LED / –	Edge-LED / –	Edge-LED / –
1200 Hz BMR / 50 Hz	1700 PPI / 50 Hz	3000 PQI / 50 Hz	XR 800 / 100 Hz
– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
HDR10, HLG	HDR10, HDR 10+, Dolby Vision, HLG	HDR10, HDR 10+, HLG	HDR10, Dolby Vision, HLG
124 cm × 8 cm × 25 cm / 15,5 kg	123 cm × 77 cm × 21 cm / 17,9 kg	124 cm × 79 cm × 26 cm / 19,5 kg	123 cm × 77,5 cm × 31,5 cm / 19,7 kg
1,5 cm oben u. seitl., 2,5 cm unten / 2 cm / 6,5 cm	1 cm oben u. seitl., 2 cm unten / 2,5 cm / 7,7 cm	1,2 cm oben u. seitl., 1,8 cm unten / 1,8 cm / 2,7 cm	1 cm oben u. seitl., 1,5 cm unten / 1,4 cm / 5,4 cm
Linux / 5.18.13.0	Android TV 9 / TPM19E_R.001.001.114.002	Tizen / 1325.1	Android-TV / 8.0
–	✓	✓	✓
Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)	DVB-C/T2/S2 / 1 (1 × CI-Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)	Analog-Kabel, DVB-C/T2/S2 / 2 (1 × CI-Slot)
2 × 10 W / Downfire	2 × 6,25 W + 12,5 W / Soundbar vorn, Woofer hinten	2 × 10 W / Downfire	2 × 10 W / Downfire
✓ / – / 1 × VGA	– / ✓ (per Adapter) / –	– / – / –	✓ / ✓ / –
3 × HDMI 2.0	4 × HDMI 2.0 (alle mit ARC)	4 × HDMI 2.0	4 × HDMI 2.0
2 × Cinch / 1 × optisch / 1 × Klinke	2 × Cinch (per Adapter) / 1 × optisch / 1 × Klinke	– / 1 × optisch / –	2 × Cinch / 1 × optisch / 1 × Klinke
2 × USB 2.0	2 × USB 2.0	2 × USB 2.0	3 × USB 2.0
✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
4 / –	8 / ✓	5 / ✓	4 / –
– / – / –	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / – / ✓
2-3 s / 4-5 s	3 s / 6 s	4-5 s / 2-3 s	3-4 s / 3-4 s
721...336 cd/m² / 50,6 %	262...262 cd/m² / 61,9 %	21...480 cd/m² / 66,6 %	142...412 cd/m² / 67,2 %
956:1 / 102,7 %	386:1 / 49,5 %	1187:1 / 85,3 %	564:1 / 52,3 %
463:1 / 160,7 %	230:1 / 88,7 %	591:1 / 137,9 %	327:1 / 93,6 %
0,48 W / 0,48 W / 106,5 W (bei 313 cd/m²)	0,5 W / 0,5 W / 81 W (bei 262 cd/m²)	0,06 W / 0,06 W / 102,5 W (bei 356 cd/m²)	0,2 W / 0,2 W / 100 W (bei 345 cd/m²)
✓ / ✓ / ✓ / – / – / – / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / – / ✓ / ✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / ✓ / – / – / ✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
			
⊕ / ○ / ○	⊕ / ⊕ / ○	⊕ / ○ <sup>4</sup> / ○	⊕ / ⊕ / ⊕
⊖	⊕	○	○
○ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
⊖ / ⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre	2 Jahre
500 €	800 €	800 €	800 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht
⊖⊖ sehr schlecht	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden
– nicht vorhanden	– nicht vorhanden	– nicht vorhanden	k. a. keine Angabe

lich nur von vorn sehenswert ist. Das ist insofern bemerkenswert, als Samsung seine QLED-TVs (dazu gehört auch der 55Q60R) aktuell recht aggressiv mit großen Blickwinkeln bewirbt.

Eine echte Enttäuschung im Test ist das Panasonic-TV: Wir sind vom japanischen Hersteller deutlich Besseres gewohnt, auch in Sachen Bildqualität, ganz zu schweigen von der Ausstattung. Mit die-

ser abgespeckten TV-Variante tut sich Panasonic keinen Gefallen. Unser günstigster Testkandidat von Medion macht bei Ausstattung und Bedienung einen deutlich besseren Job, kann aber aufgrund seines Panels und der eingeschränkten Displayelektronik nicht wirklich mithalten.

Bei Philips ist eigentlich alles schön, wäre da nicht die starke Blickwinkelabhängigkeit der hellen Grautöne und der etwas

maue Schwarzwert. Das verdirt die HDR-Wiedergabe für Zuschauer, die nicht zentral vor dem Schirm sitzen. Alle anderen bekommen ein fein aufgelöstes Bild zu sehen. Die Geräte von LG und Sony haben als Gesamtpaket am ehesten überzeugt. Sie bieten satte Farben auch aus großen Einblickwinkeln, sind gut ausgestattet und wie Philips nicht zwingend auf externe Speaker angewiesen. (uk@ct.de) **ct**



# Henne und Ei, die X-te

## Windows-10-Tablet Microsoft Surface Pro X mit ARM-Prozessor Microsoft SQ1

**Microsofts Surface Pro X ist ein extrem schlankes Tablet mit LTE-Modem. Die Besonderheit: Windows 10 läuft nicht auf einem x86-Prozessor, sondern auf Microsofts ARM-CPU SQ1.**

**Von Florian Müssig**

**M**icrosoft beschränkt sich nicht mehr nur auf die traditionelle Rolle der Softwareschmiede. Mit den Surface-Geräten hat das Unternehmen seit einigen Jahren hochpreisige und -wertige Kom-

ponentensysteme im Angebot, und neuerdings mischt es auch bei den darin verwendeten Komponenten mit: Im neuen Surface Pro X arbeitet der Prozessor Microsoft SQ1.

Wie schon bei der Surface-Edition des AMD Ryzen im Surface Laptop 3 15" [1] handelt es sich beim SQ1 nicht um eine vollständige Eigenentwicklung. Der SQ1 basiert auf Qualcomms speziell für Windows-Geräte entworfenen Snapdragon 8cx und teilt sich mit diesem den Großteil der SoC-Funktionsblöcke sowie die CPU-Kerne. Allerdings lässt Microsoft eine leistungsstärkere GPU integrieren (Adreno 685 statt 680) und schraubt an den Taktraten – in dieser Variante bekommt man den Chip eben nur als SQ1 im Surface Pro X.

### Windows on ARM

Der entscheidende Aspekt sind die CPU-Kerne und deren Besonderheit: SQ1 und 8cx sind Prozessoren, die statt des x86-den ARM-Befehlssatz nutzen. Das vorinstallierte Windows 10 ist dementsprechend eine ARM- und keine x86-Version – ohne dass der Funktionsumfang dadurch grundsätzlich beschnitten wäre, wie es früher etwa bei der Sonderedition Windows RT der Fall war.

Der Pferdefuß ist, dass auch alle Anwendungen, die man nutzen möchte, als ARM-Kompatibel vorliegen müssen, um die CPU-Performance auszureißen. Dafür kann man aber nicht als Endkunde sorgen, sondern ist darauf angewiesen, dass die Entwickler passende Versionen ihrer Anwendungen liefern. Bislang ist das kaum der Fall, obwohl das Surface Pro X bereits zur dritten Generation von Windows-on-ARM-Geräten gehört.

Vergangene Gerätegenerationen [2, 3] profitierten von der Tatsache, dass die ARM-Version von Windows 32-bittigen x86-Code per Emulation ausführen kann. Das mag beispielsweise für manche Uralt-Software ausreichen, die unbedingt am Laufen gehalten werden muss, geht wie jede Emulation aber mit einem gehöri- gen Performanceverlust einher.

Leider hat sich die Software-Welt inzwischen weitergedreht, und aktuelle rechenleistungshungrige Software kommt üblicherweise nur noch als 64-bittiger x86-Code daher. So hat Adobe seinen Creative-Cloud-Anwendungen Photoshop (Bildbearbeitung), Lightroom (Raw-Entwicklung) und Premiere (Videoschnitt) vor rund einem Jahr die parallel geführten 32-Bit-Versionen entzogen; seitdem laufen die genannten Anwendungen nicht mehr auf Windows-Geräten mit ARM-Prozessoren. Manche Installationsroutinen fragen zudem Systeminformationen ab und verweigern die Installation auf „unbekannter“ Hardware – etwa das über Apples Webseite verteilte 32-Bit-x86-iTunes für Windows. Die iTunes-Version aus dem Microsoft-App-Store – ebenfalls 32 Bit-x86-Code – läuft hingegen.

### Treiber-Dilemma

Nicht zuletzt kann es bei hardwarenahen Anwendungen haken, die eigene Treiber mitbringen. Das trifft nicht nur Hardware-Diagnose-Tools, sondern unter anderem auch Firmware-Updater von per USB angeschlossenen Geräten – je nachdem, wie mit dem USB-Gerät kommuniziert wird

und ob der Treiber in einer ARM-Version vorliegt. Das Treiber-Problem trifft jegliche Peripherie, die man an das Surface Pro X anschließen möchte.

So lässt sich der über einen proprietären Treiber angesteuerte Freenet-TV-Stick [4] nicht am Surface Pro X verwenden: Nach der Installation findet die Player-Software keinen Stick; im Gerätemanager taucht er als generisches Gerät mit gelbem Ausrufezeichen auf – da fehlt also der ARM-Treiber. Die offizielle Dockingstation Surface Dock funktionierte am Surface Pro X erst nach einem im September 2019 veröffentlichten Firmware-Update (siehe [ct.de/ymqp](http://ct.de/ymqp)), doch den Updater stellt Microsoft nur als 64-Bit-x86-Anwendung bereit – man kann die neue Firmware also nicht über das Pro X einspielen. iTunes ist wiederum ein Positiv-Beispiel: Wir konnten auf dem Surface Pro X ohne Zicken Backups und Updates von iOS-Geräten durchführen.

Mancher Admin mag sich angesichts der Einschränkungen freuen, sofern seine Außendienstler mit wenigen vorgegebenen Web-Anwendungen klarkommen: Weil die Nutzer nichts selbst installieren können, bleibt die Vorinstallation schlank und die Virengefahr ist kleiner als bei x86-Windows-Geräten. Allerdings treffen auch den Admin nervige Einschränkungen: Weder lässt sich eine ARM-Vorinstallation direkt auf mehrere Systeme klonen – gängige Klon-Tools laufen nur auf x86-CPUs – noch sind Fernwartungsfunktionen à la vPro verfügbar. Updates lassen sich zwar gezielt per WSUS zurückhalten und erst nach Test und Freigabe ausspielen, bedeuten aber dementsprechend auch zusätzlichen Validierungsaufwand.

## Schlanke Hardware

Wenn all die genannten Einschränkungen beim Öko-System nicht wären, dann könnte man sich freuen, denn mit dem Surface Pro X hat Microsoft richtig tolle Hardware auf die Beine gestellt. Das Gehäuse hat zwar dieselbe Grundfläche wie ein Surface Pro mit x86-Prozessoren, beherbergt dank viel schmälerer Ränder allerdings einen großen 13-Zoll-Touchscreen. Letzterer gehört wie bei Surface üblich zu den besten seiner Art: satte Farben, über 400 cd/m<sup>2</sup> hell und im praktischen Seitenverhältnis 3:2.

Microsoft verzichtet auf eine aktive Kühlung, sodass man selbst bei CPU-Voll-dampf ein lautloses Gerät vor sich hat. Das Tablet allein ist weniger als acht Millimeter

flach – trotz integriertem Ausklappständer, der das Tablet in beliebigem Aufstellwinkel von sehr steil bis sehr flach sicher hält. Unangenehme Oberflächentemperaturen traten im Test nicht auf. Den in Datenblatt, Gerätemanager und Taskmanager erwähnten 3,0 GHz CPU-Takt haben wir allerdings nicht gesehen – üblicherweise war bei rund 2,8 GHz Schluss. Solange man Bordmittel wie den Edge-Browser nutzt, fühlt sich das System rasant an; bei emulierter x86-Software wie alternativen Browsern wird es hingegen eher zäh.

Anders als bei bisherigen Windows-on-ARM-Geräten kommt kein verlöteter eMMC-Flashspeicher zum Einsatz, sondern eine austauschbare M.2-NVMe-SSD: Öffnet man die unter dem Ständer verborgene Abdeckklappe des SIM-Kartenschachts, dann hat man auch gleich die SSD vor sich. Das LTE-Modem lässt sich sowohl per steckbarer Nano-SIM als auch per integrierter eSIM nutzen.

Größere SSDs sollten höhere Transferraten erreichen als das 128-GByte-Modell im Testgerät. SSD-Aufrüstwillige sollten bedenken, dass es bislang nur wenige Modelle im benötigten Format M.2-2230 gibt und Microsoft das Surface Pro X schon ab Werk mit Kapazitäten bis 512 GByte verkauft – ganz ohne Garantieverlust durch eigene Bastarbeiten. Auch lässt sich zum jetzigen Zeitpunkt nicht sagen, ob man beim externen Klonen der alten auf eine neue SSD irgendwelche Spezialitäten beachten muss (eine Neuinstallation geht nicht, weil es keine Installationsmedien für das ARM-Windows gibt) oder ob es andere Stolpersteine gibt – etwa eine BIOS-Sperre, die nur offizielle Ersatzteile akzeptiert. Der LPDDR4x-Arbeitsspeicher ist bauartbedingt aufgelöst und lässt sich somit nicht erweitern.

## Ausstattungsvarianten

Microsoft verkauft das Surface Pro X zu Preisen zwischen 1150 Euro (8 GByte, 128er-SSD) und 2000 Euro (16 GByte, 512er-SSD). Über Fachhändler vertriebene Commercial-Varianten haben dieselbe Hardware, aber Windows 10 Pro statt Home. Die Vorinstallation kommt jeweils ohne nervige Software-Beigaben aus; Treiber- und Firmware-Updates werden über Windows Update installiert.

Der 40-Wh-Akku hält in unseren Tests maximal elfeinhalb Stunden (Display auf 100 cd/m<sup>2</sup>, keine Systemlast, im WLAN, ohne Mobilfunkverbindung). Das reicht zwar für einen typischen Arbeitstag aus, ist aber weniger als die 13 Stunden bei aktiver Nutzung mit 150 cd/m<sup>2</sup> Helligkeit, die Microsoft verspricht – und viel weniger als die rund 24 Stunden, die Qualcomm als Alleinstellungsmerkmal für Windows-on-ARM-Geräte propagiert.

Microsoft legt dem Surface Pro X nichts außer einem Netzteil mit in den Karton, doch dabei handelt es sich wie bei allen Surfaces um ein sehr praktisches Exemplar: Es dockt komfortabel-magnetisch am proprietären Surface Connector rechts am Tablet an und bietet einen zusätzlichen USB-A-Ausgang (5 V, 1 A) für das Laden eines anderen Mobilgeräts.

Am Surface Connector findet wiederum nicht nur das Netzteil Anschluss, sondern auch Microsofts eingangs erwähntes Surface Dock. Die 230 Euro teure Dockingstation bietet etliche USB-Ports, zwei DisplayPort-Ausgänge für externe Monitore, einen Audioausgang und eine LAN-Buchse; für alle Komponenten gibt es ARM-Treiber. Zum Lieferumfang des Docks gehört ein Zweitnetzteil, sodass man das Exemplar, das mit dem Tablet kommt, im Rucksack lassen kann.

**Microsofts neuer Surface Pen verschwindet zum Transport in der Stiftgarage des Tastatur-Covers und wird dort auch geladen.**



Das Microsoft-Dock ist aber nur eine Option: Die beiden USB-C-Buchsen links am Gerät taugen für generisches USB-C-Docking (USB, DisplayPort, Akkuladen). Weitere Anschlüsse gibt es am Pro X nicht; man muss also sowohl auf einen Kartenleser als auch auf einen analogen Audioausgang verzichten. Achtung: Wenn es für LAN-Chip, Kartenleser oder Audio-Controller im USB-C-Dock keine ARM-Treiber gibt, kann man sie nicht nutzen.

## Tastatur mit Stiftgarage

Während das Surface Dock ein altbekannter Zubehörartikel ist, wurde anderes Zubehör erneuert – zu Lasten der Kompatibilität. Die bekannten Tastatur-Cover der Surface-Pro-Generationen 4 bis 7 passen nicht an das Pro X und die Tastatur-Cover für das Pro X nicht an die genannten x86-Pros. Laut Microsoft hat das einen technischen Grund: Der neue, flache Surface Pen verschwindet beim getesteten Signature Keyboard in der Falte zwischen Tastatur und Tablet, wenn man ihn nicht benötigt. Er wird in dieser Stiftgarage auch induktiv geladen – was zusätzliche Leitungen und damit einen neuen Anschluss erfordert hat. An der Tippqualität der beleuchteten Tastatur gibt es wie gehabt nichts zu mäkeln, bis auf den in eine Zeile gequetschten Cursor-Block gefällt das Layout. Microsoft verkauft die Kombination aus Tastatur und Stift für rund 300 Euro.

Wer nur eines der beiden benötigt, kann eine Pro-X-kompatible Tastatur oder den flachen Stift auch separat für jeweils 150 Euro kaufen. Dieser Tastatur fehlen dann aber die Garage und die Lademöglichkeit für den Stift. Letzterer kommt separat gekauft wiederum mit passender externer USB-C-Ladeschale daher. Er funktioniert auch an anderen Surface-Geräten; beim für Ende 2020 angekündigten Doppel-Display-Gerät Surface Neo [5] haftet er magnetisch an einer der beiden Rückseiten und wird dort geladen.

## Ausblick

Auch wenn die Hoffnung zuletzt stirbt: Dass in Kürze unzählige ARM-Windows-Anwendungen aus dem Boden schießen, steht nicht zu erwarten. Auf vergangenen Entwicklerkonferenzen hat Microsoft zwar viel für ARM-Anwendungen getrommelt, doch selbst die hauseigenen Office-Programme gibt es weiterhin nur in x86. Zur Ehrenrettung: Dank 32-Bit-Office greift die Emulationsschicht; auf High-End-Performance kommt es bei Word,

Outlook & Co. nach dem (lahmen) Anwendungsstart nicht an.

Manch trivialer Feinschliff kam spät: Microsoft hat erst zum Marktstart des Surface Pro X seine Remote-Desktop-App in einer nativen ARM-Version veröffentlicht und dem Windows-App-Store beigebracht, inkompatible x86-64-Anwendungen auszublenden. Bislang fand man diese nicht nur beim Suchen, sondern konnte solche Apps sogar auf ARM-Geräten kaufen – ohne sie danach nutzen zu können.

Es gibt aber auch Rückschritte zu beklagen: Der systemübergreifende Benchmark Geekbench 4 war in der Windows-Variante für ARM-CPUs ausgelegt, die aktuelle 5er-Version ist es hingegen nicht mehr.

Außer bei der Software sieht es auch bei der Hardware düster aus: Das Surface Pro X hat zwar die dritte Generation von Windows-on-ARM-Geräten eingeläutet, steht aber allein auf weiter Flur. Asus und HP haben nach der ersten Gerätegeneration mangels Erfolges keine Nachfolger

## Microsoft Surface Pro X: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration		MJX-00003 + QSW-00005
Lieferumfang		Windows 10 Home 64 Bit (ARM), Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>		
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / ✓ (✓)	
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 2 × L (2 × Typ C) / – / –	
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / R	
USB-C: TB / USB 3.0 / USB 3.1 / DP / Laden	– / ✓ / – / ✓ / ✓	
<b>Ausstattung</b>		
Display	LG D0555.NT: 13 Zoll / 33 cm, 2880 × 1920, 3:2, 266 dpi, 5 ... 419 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd	
Prozessor	Microsoft SQ1 (8 Kerne), bis 3 GHz, 2,5 MByte L2-, 4 MByte L3-Cache	
Hauptspeicher / Chipsatz	8 GByte LPDDR4x-3733 / Microsoft SQ1	
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Qualcomm Adreno 685 (vom Hauptspeicher) / –	
Sound	int.: Qualcomm Aqstiq	
LAN / WLAN	– / int.: Qualcomm (Wi-Fi 5, 2 Streams)	
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	int.: Qualcomm Snapdragon X24 / int.: Qualcomm (Microsoft)	
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –	
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: SKHynix BC501 (128 GByte) / –	
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>		
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	40 Wh Lithium-Ionen / – / –	
Netzteil	60 W, 287 g, 9 cm × 5 cm × 2,4 cm, Kleingerätestecker	
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen <sup>1</sup>	1,08 kg / 28,9 cm × 21,4 cm / 1,2 ... 1,6 cm	
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,5 cm / 19 mm × 18,5 mm	
<b>Leistungsaufnahme</b>		
Suspend / ausgeschaltet	2 W / 0,9 W	
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max	2 W / 5,6 W / 8,7 W	
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	17,9 W / 11,2 W / 17,6 W	
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	63,4 W / 0,53	
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>		
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max)	11,4 h / 7,2 h / 3,3 h	
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,3 h / 8,6 h	
Geräusch ohne / mit Rechenlast	–	
Massenspeicher lesen / schreiben	420,8 / 125,8 MByte/s	
IOPS (4K) lesen / schreiben	12375 / 27571	
Leserate SD-Karte	–	
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	21,1 / 16,9 MByte/s / ✓	
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	–	
Cinebench R11.5 Rendering (1 / n CPU)	0,33 / 3,25	
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	6940 / – / – / – / –	
<b>Preis und Garantie</b>		
Straßenpreis Testkonfiguration <sup>1</sup>	1450 €	
Garantie	1 Jahr	
<sup>1</sup> mit Tastatur-Cover	✓ vorhanden	– nicht vorhanden

mehr gebracht. Lenovo hat immerhin je ein Gerät mit Snapdragon 835 und 850 durchgehalten, doch der Project Limitless getaufte 8cx-Prototyp hat es bislang ebenso wenig zur Serienreife geschafft wie ein auf einer Qualcomm-Veranstaltung gezeigtes 8cx-Gerät, das wohl von Asus stammte. Das einzige Konkurrenzgerät ist das seit Sommer angekündigte Galaxy Book S mit Snapdragon 8cx, doch auf Nachfrage war Samsung im November immer noch kein Starttermin zu entlocken.

Schlimmer noch: Samsung will laut vorgefertigtem Presse-Statement zwar in den kommenden Monaten ein Galaxy Book S veröffentlichen, doch ob es sich dabei um das ursprüngliche Modell oder den zwischenzeitlich gezeigten gleichnamigen Nachfolger mit dem Intel-Prozessor Lakefield handeln wird, blieb unbeantwortet. Der Anfang 2020 anstehende Lakefield hat ganz generell das Potenzial, Surface-Pro-X-ähnliche Geräte mit voller x86-Kompatibilität zu ermöglichen.

Qualcomm hat Anfang Dezember wiederum mit Snapdragon 7c und 8c zwei neue ARM-Prozessoren für Notebooks vorgestellt, die unterhalb des 8cx angesiedelt sind. Ihr wichtigster Auftrag ist, den Preis von ARM-Notebooks von vierstelligen Beträgen auf rund 500 Euro zu drücken – also in den Massenmarkt. Allerdings erwähnte Qualcomm auf seinen Präsentationsfolien Windows mit keinem Wort mehr, was Spekulationen nährt: Bei

Hinter einer magnetisch gehaltenen Abdeckplatte, die sich mit einem typischen SIM-Karten-Auswurfwerkzeug abnehmen lässt, findet man den SIM-Kartenschacht für das integrierte LTE-Modem und die wechselbare M.2-2230-SSD.



7c- und 8c-bestückten Chromebooks wäre die ARM-Architektur nicht nur ein viel kleineres Problem als in der Windows-Welt, sondern umgekehrt wegen der Kompatibilität zu Android-Apps vielleicht sogar sehr willkommen ...

## Fazit

Flach, leicht, tolles 3:2-Display, geräuschloser Betrieb, ausreichend Laufzeit, Docking-fähig, integriertes LTE-Modem, austauschbare SSD, Tastatur mit praktischer Stiftgarage – Microsoft hat beim Surface Pro X rundherum tolle Komponenten und durchdachte Aspekte zu einem an sich begehrenswerten System zusammengefügt. Umso schwerer wiegt die Tatsache, dass man wegen des ARM- statt x86-Prozessors auch eine gewaltige Bürde bekommt: Aktuell ergibt ein Kauf des teuren

Tablets nur Sinn, wenn man mit dem webanwendungslastigen Nutzungsprofil eines Chromebooks klarkommt, aber nicht auf hochwertige Hardware oder die gewohnte Windows-Oberfläche verzichten möchte.

(mue@ct.de) 

## Literatur

- [1] Florian Müssig, AMD-Surface- Microsoft Surface Laptop 3 15" mit Ryzen-Prozessor, c't 25/2019, S. 88
- [2] Florian Müssig, ARM drin, Hybrid-Geräte mit Windows 10 und ARM-Prozessor, c't 20/2018, S. 104
- [3] Florian Müssig, Zweiter Versuch, Lenovo Yoga C630 WOS mit Windows 10 und Snapdragon 850, c't 4/2019, S. 86
- [4] Florian Müssig, Privat-Empfänger, Freenet TV USB TV-Stick: DVB-T2 HD samt Privatsendern am PC gucken, c't 9/2017, S. 44
- [5] Florian Müssig, Oberflächliches, Microsofts neue Surface-Hardware, c't 22/2019, S. 28

**Firmware-Update für Surface Dock:**  
[ct.de/ymqp](http://ct.de/ymqp)

## 6. Zukunftskongress Bayern

Digitale Verwaltung 2020

**AUFRUCH**  
**UMBRUCH**  
**DURCHBRUCH**

[www.zukunftskongress.bayern](http://www.zukunftskongress.bayern)  
[ #zkonbayern ]



**13. Februar 2020**

Haus der Bayerischen Wirtschaft  
München

Eine Veranstaltung des **Behörden Spiegel**



# Mobile Power mit guter Tastatur

## Apple MacBook Pro 16" mit neuer Tastenmechanik

**Apple macht sein großes MacBook Pro noch größer: Es hat ab sofort einen 16-Zoll-Bildschirm. Tastatur und Lautsprecher wurden verbessert, andere Aspekte wie WLAN blieben jedoch unverändert.**

**Von Florian Müsing**

Das erst vor einem halben Jahr vorgestellte MacBook Pro 15" [1] mit Sechs- und Achtkernprozessoren der neunten Core-i-Generation ist schon wieder obsolet: Seit November gibt es den

Nachfolger MacBook Pro 16" zu kaufen. Bereits der Name verrät eine Neuerung: Die Bildschirmdiagonale ist größer. Das Panel zeigt erwartungsgemäß satte Farben im DCI-P3-Farbraum und unterstützt jetzt variable Bildwiederholraten zwischen 48 und 60 Hz. Das ist bei Videoprojekten wichtig, weil dann der störende 3:2-Pulldown entfällt.

Eine emotionsstarke Debatte wurde rund um MacBook-Tastaturen mit Butterfly-Technik geführt: Mit diesem Namen bezeichnet Apple die in den letzten Jahren verwendete Tastenmechanik mit sehr geringem Tastenhub, lautem Tippgeräusch und hoher Fehleranfälligkeit. Mit dem MacBook Pro 16" hat Apple wiederum

eine Kehrtwende vollzogen und setzt auf herkömmliche Scherentechnik. Apple hat hier gute Arbeit geleistet: Das Tippgefühl ist präzise, dank größerem Tastenhub aber auch viel angenehmer geworden – und der Anschlag viel leiser. Der Pferdefuß: Apple versteht die neue/alte Scherentastatur als Pro-Variante und will künftig beide Techniken parallel verwenden. Ein kommendes MacBook Pro 13" könnte also die neue Technik bekommen, beim MacBook (Air) stehen die Chancen hingegen schlechter.

Außer der Mechanik hat Apple auch das Layout der Tastatur verändert. Der einzeilige Cursor-Block bietet jetzt vier Tasten gleicher Größe statt zwei großer und zwei kleiner Tasten, wodurch man sie besser erkennen kann. Weitauß wichtiger ist jedoch die überarbeitete Touchbar: Sie ist schmäler, weil die Esc-Taste nun wieder als physische Taste vorliegt. Bislang wurde sie virtuell auf der Touchbar-Eingabeleiste dargestellt und war je nach deren Ansteuerung erst nach einem lästigen Umschaltvorgang auslösbar. Der Einschalter samt integriertem Touch-ID-Fingerabdruckleser war immer schon separat, wurde jetzt aber auch optisch von der Touchbar abgesetzt.

### Performance

Die Prozessoren sind identisch mit denen im Vorgänger-MacBook, doch dank der etwas größeren Gehäuseabmessungen soll das Kühlssystem mehr Abwärme abführen können – was sich in der Praxis in mess-, aber nicht spürbar mehr Performance auswirkt. Bei lang anhaltender Rechenlast knickt die Rechenleistung wie bei allen modernen Notebooks ein; auch wird das MacBook Pro 16" dann mit rund 3,5 Sone sehr laut.

Statt Vega-GPUs kommen nun Mobil-Grafikchips der RDNA-Baureihe zum Ein-



**Das MacBook Pro 16" hat eine neue Tastatur mit anderer Tastenmechanik und geändertem Layout.**

satz. Das flottere Modell Radeon Pro 5500M im Testgerät kann es in etwa mit Nvidias in Windows-Notebooks verbreiteter Geforce-GTX-16-Serie aufnehmen. Schon die bisherigen AMD-GPUs waren Apple-exklusiv, und auch die neuen dürfte man wieder nur dort finden. Je nach Variante stattet Apple die Radeon Pro 5500M mit 4 oder 8 GByte GDDR6-Speicher aus; in Einstiegsmodellen steckt eine langsamere Radeon Pro 5300M.

„Einstieg“ ist in diesem Fall übrigens nicht mit „kleinem Preis“ gleichzusetzen: Bereits die kleinste Ausstattungsvariante mit Sechskern-CPU, 5300M, 512-GByte-SSD und 16 GByte DDR4-Speicher schlägt mit 2700 Euro zu Buche. Das Testgerät mit Achtkern-CPU, 5500M und 1-TByte-SSD kostet 3200 Euro und der Vollausbau mehr als 7100 Euro. In letzterem sind dann aber auch satte 64 GByte Arbeitsspeicher und eine 8-TByte-SSD enthalten, was sich bei professionellen Video- oder Musikprojekten rechnen kann oder gar eine Anforderung ist.

Wie gehabt ist die Entscheidung für eine Ausstattungsvariante für die Ewigkeit, weil Apple alle Komponenten auf-lötet, was nachträgliches Aufrüsten verhindert. Umgekehrt stößt Apple in neue Dimensionen vor: 8-TByte-SSDs gibt es (noch) nicht als M.2-Modul; soviel Speicherplatz gibt es in anderen Geräten also höchstens als RAID-Verbund aus mehreren SSDs. Schon 2 TByte und mehr sind bei Windows-Notebooks mobilen Workstation-Notebooks vorbehalten.

Das neue USB-C-Netzteil liefert jetzt 96 statt vormals 87 Watt, was nahe am USB-C-Maximum von 100 Watt liegt. Auch der integrierte 100-Wh-Akku geht ans Limit: Noch höhere Kapazitäten darf man nicht mit auf Flugreisen nehmen. Wir haben Laufzeiten von über 22 Stunden bei geringer Systemlast gemessen, doch sobald das MacBook etwas zu tun hat, sinkt die Restlaufzeit rapide.

Wer das MacBook Pro 16" nicht nur zum Arbeiten, sondern auf (Dienst-)Reisen abends auch im Hotelzimmer zum Medienkonsum verwendet, freut sich über die abermals verbesserten internen Lautsprecher. Sie liefern ohne Verzerrungen dermaßen hohe Lautstärken, dass man es sich leicht mit Zimmernachbarn verscherzen kann.

Unverständlich: Obwohl es in aktuellen iPhones und Windows-Notebooks bereits WLAN gemäß Wi-Fi 6 (802.11ax) gibt, kommt das MacBook Pro 16" weiter-

hin nur mit Wi-Fi 5 (802.11ac) daher. Auch lieferte das Testgerät trotz 3-Stream-Modul auf unserer 20-m-WLAN-Teststrecke nur mäßige Ergebnisse. Die Webcam wirkt mit 720p-Auflösung aus der Zeit gefallen, Face ID ist nicht vorgesehen – bei Notebooks dieser Preisklasse ist das Pendant Windows Hello weit verbreitet.

## Fazit

Toller Bildschirm, spürbar verbesserte Tastatur, sehr gute Lautsprecher, hohe Performance – Apple hat beim MacBook Pro 16" vieles gut gemacht und übertrifft die versammelte Konkurrenz beim maximalen

Speicherausbau. Für Hobbyfoto- oder -videografen dürfte das – bereits hoch bepreiste – Einstiegsmodell in der Regel ausreichen, doch der Blick über den Tellerrand schadet nicht: In der Windows-Welt gibt es etliche flache High-End-Notebooks mit farbstarken Displays und noch flotteren GPUs für weniger Geld [2]. (moe@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Florian Müssig, Schnell (& teuer, Apple MacBook Pro 15" mit Achtkern-Prozessor und Vega-Grafik, c't 18/2019, S. 98
- [2] Florian Müssig, Sieht gut aus, Notebooks mit farbstarken 4K-Bildschirmen von leicht bis potent, c't 20/2019, S. 94

## Apple MacBook Pro 16": Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	MVW2D/A
Lieferumfang	macOS 10.15 64 Bit, Netzteil
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 2 × L (2 × Typ C), 2 × R (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
<b>Ausstattung</b>	
Display	APPA044: 16 Zoll / 40,7 cm, 3072 × 1920, 16:10, 226 dpi, 5 ... 412 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd
Prozessor	Intel Core i9-9880H (8 Kerne mit HT), 2,3 GHz (Turbo bis 4,8 GHz), 8 × 256 KByte L2, 16 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte DDR4-2666 / Intel HM370
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: AMD Radeon Pro 5500M (4096 MByte GDDR6) / ✓
Sound	PCIe: Apple
LAN / WLAN	– / PCIe: Broadcom (Wi-Fi 5, 3 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / UART: Broadcom 5.0 (Apple)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / Apple T2 / Apple T2 (Touch ID)
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Apple AP1024 (1024 GByte) / –
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	100 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	96 W, 374 g, 7,9 cm × 7,9 cm × 2,8 cm, Kleingerätestecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,96 kg / 35,8 cm × 24,6 cm / 1,5 ... 1,6 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,2 cm / 19 mm × 18,5 mm
<b>Leistungsaufnahme</b>	
Suspend / ausgeschaltet	0,8 W / 0 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max	3,9 W / 6 W / 11,2 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	101,3 W / 19,3 W / 101,2 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	101,5 W / 0,95
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>	
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D <sup>1</sup> (max)	22,5 h / 8,7 h / 1,3 h
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,5 h / 14,9 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 3,5 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	3251,4 / 2597,6 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	10,9 / 8,9 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 115,8 dB(A)
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	458 / 3178
3DMark <sup>1</sup> : Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	30612 / 28608 / 9715 / 3780 / –
<b>Preis und Garantie</b>	
Straßenpreis Testkonfiguration	3200 €
Garantie	1 Jahr

<sup>1</sup> unter Windows gemessen    ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ⊖ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden



# Yoga mit Privatsphäre

## 14-Zoll-Notebook Lenovo ThinkPad X1 Yoga mit Privacy-Bildschirm

**Lenovos Notebook-Topmodell ThinkPad X1 Yoga lässt sich mit einem blickwinkelabhängigen Privacy-Bildschirm bestellen. Ein zugehöriges Assistenzsystem warnt zudem vor neugierigen Über-die-Schulter-Spähern.**

**Von Florian Müssig**

Wer im Zug oder Flieger arbeitet, ist üblicherweise darauf bedacht, dass fremde Augen keinen Einblick in Unternehmensgeheimnisse oder Kundendaten bekommen. Eine gängige Lösung für Notebooks sind nachrüstbare Privacy-

Folien, die – vor den Bildschirm gesteckt – seitliche Einblicke verhindern. Nach HP bringt nun auch Lenovo Notebooks mit eingebauten Privacy-Bildschirmen auf den Markt; eines der ersten ist das Hybrid-Notebook ThinkPad X1 Yoga (G4) mit 360-Grad-Scharnieren und Touchscreen.

Lenovos Privacy-Guard-Technik unterscheidet sich von der, die HP verwendet. Bei HPs SureView-Displays erscheint das Bild im Normalbetrieb beim Blick von der Seite zwar dunkler, ist aber noch erkennbar. Im Privacy-Modus leidet hingegen der gesamte Bildeindruck: Je nach SureView-Generation wird die Darstellung schwarz oder weiß, wenn man sich zur Seite bewegt. Die Farben werden dabei aber auch bei senkrechter Draufsicht flauer, der Kontrast sinkt, und bei Testgeräten im c't-Labor trat ein nerviges Flimmern auf.

Bei Lenovo flimmert nichts und die Farben bleiben für den Nutzer bei aktiviertem Privacy-Modus ansehnlich. Allerdings ist bereits der Normalmodus stark blickwinkelabhängig: Von der Seite ist das Bild so viel dunkler, dass man anders als bei herkömmlichen IPS-Bildschirmen oder HPs SureView-Panels nicht mal eben schnell Kollegen um sich versammeln und deren Meinung zu einem Projekt einholen kann. Man hat gefühlt einen Bildschirm mit dauerhaft aufgebrachter Privacy-Folie vor sich und kann sich nur entscheiden, ob der Effekt stark oder sehr stark ausgeprägt sein soll.

Dass man dennoch schlagartig einen Unterschied sieht, sobald man den Privacy-Modus einschaltet, liegt daran, dass Lenovo die Bildschirmhelligkeit gleichzeitig auf knapp 70 cd/m<sup>2</sup> herunterregelt – wer von der Seite späht, kann dann auf dem eh schon sehr dunkel erscheinenden Bildschirm nichts mehr erkennen. Im Privacy-Modus lässt sich die Helligkeit manuell bis fast auf den Wert erhöhen, der im Normalbetrieb möglich ist; dann wiederum erkennen fremde Augenpaare aber auch von der Seite etwas mehr.

### Privacy-Assistent

Apropos fremde Augenpaare: Lenovo stattet das ThinkPad X1 Yoga (G4) mit einem Assistenzsystem aus, welches eine Warnmeldung auf dem Bildschirm einblendet, wenn jemand dem Nutzer über die Schulter späht. Das „Datenschutzhinweis“ getaufte System ist Teil des Hilfsprogramms Glance, welches mittels Webcam den Nutzer und seine Umgebung beobachtet und das Gerät sperrt, wenn man den Arbeitsplatz verlässt. Glance blendet aber nicht nur die Warnmeldung bei Spähversuchen ein, sondern aktiviert auch gleich den Privacy-Modus – und schaltet ihn ab, sobald man wieder alleine auf den Schirm guckt.

Während die Warnmeldungen sicherlich praktisch sind, stößt das System schnell an seine Limits. So kommt keine Warnung, wenn der Spion teilweise verdeckt ist – etwa wenn er in Flieger oder Zug zwischen die Lehnen hindurch schaut oder sich einfach nur ein Auge zuhält. Auch ein Smartphone, das den Bildschirminhalt filmt oder fotografiert, ist dem System nicht suspekt – obwohl genau diese Situation in Lenovos Privacy-Guard-Datenblatt abgebildet ist. Umgekehrt tauchten im Test manchmal Warnungen auf, obwohl sich hinter dem Notebook statt einer Person nur eine

bunt bestückte Pinwand mit münzgroßen Magneten befand.

Sind die Glance-Funktionen nicht gewünscht, so lässt sich die Webcam über einen im Deckel integrierten Schieber verdecken. Biometrisches Einloggen mittels Windows Hello ist dann freilich nur noch über den Fingerabdruckleser in der Handballenablage möglich, aber nicht mehr über die IR-Kamera.

## Performance nach Wahl

Lenovo liefert das ThinkPad X1 Yoga ab Werk im Silent-Modus aus. Selbst bei anhaltender Rechenlast bleibt das Notebook flüsterleise, wenngleich die Performance rasch einbricht und das Gerät sehr warm wird. Über einen Linksklick auf das Akku-Symbol in der Taskleiste und den dort zu findenden Windows-eigenen Schieberregler kann man in den Leistungsmodus umschalten, der dann die volle CPU-Power liefert – bei immer noch erträglichem Lüfterrauschen von maximal 1,2 Sone.

Die Tastatur gefällt mit gutem Tippgefühl und gelungenem Layout inklusive großen Cursortasten. Der Mauszeiger lässt sich mittels Touchpad oder Trackpoint steuern. Im Touchpad ist ein NFC-Leser untergebracht. Laufzeit und Gewicht des Notebooks sind ordentlich, stechen aber nicht hervor.

Die getestete Ausstattungsvariante schlägt mit rund 3000 Euro zu Buche und ist die teuerste mit Privacy-Bildschirm. Mit dem mess-, aber nicht spürbar langsameren Core i5-8265U statt Core i7-8665U sind bei ansonsten identischer Bestückung fast 900 Euro weniger aufgerufen, auch mit Core i7-8565U kann man mehrere Hundert Euro sparen. Modelle ohne Privacy-Bildschirm beginnen bei knapp 2000 Euro. Statt Full-HD-Auflösung gibt es dort auch 2560 × 1440 Punkte oder 4K; das 4K-

Panel ist besonders farbstark. Ein Stift gehört immer zum Lieferumfang; unterwegs verschwindet er rechts im Gehäuse und wird dort auch geladen.

## Fazit

Lenovos Privacy-Bildschirm erscheint beim Blick von der Seite in beiden Betriebsmodi deutlich dunkler, lässt das Bild aber nie vollständig verschwinden. Anders als bei HP muss man als von vorn auf den Bildschirm guckender Nutzer keine Einschränkungen beim Bildeindruck hinneh-

men. Einen 100-prozentigen Schutz vor neugierigen Blicken gibt es aber weder bei elektronischen Privacy-Displays noch bei Aufsteckfolien, sondern nur, wenn man das Notebook in der Öffentlichkeit ausschaltet lässt.

Egal ob mit oder ohne Privacy-Bildschirm: Das ThinkPad X1 Yoga ist auch in der vierten Generation ein ebenso hochwertiges wie hochpreisiges Hybrid-Notebook mit wahlweise lautlosen Lüftern oder hoher CPU-Performance.

(mue@ct.de) **ct**

## Lenovo ThinkPad X1 Yoga G4: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration		20QG001HGE
Lieferumfang		Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, Stift, LAN-Adapter
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>		
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / L / – / ✓	
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / 1 × L, 1 × R / 2 × L (2 × Typ C) / L (proprietär)	
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –	
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	
<b>Ausstattung</b>		
Display	ChiMei N140HCR-GA2: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 4 ... 287 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd	
Prozessor	Intel Core i7-8665U (4 Kerne mit HT), 1,9 GHz (Turbo bis 4,8 GHz), 4 × 256 KByte L2, 8 MByte L3-Cache	
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR3-2133 / Intel Whiskey-Lake-U	
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel UHD 620 (vom Hauptspeicher) / –	
Sound	HDA: Realtek ALC285	
LAN / WLAN	PCIe: Intel I219-LM (Gbit) / CNVi: Intel Wireless-AC 9560 (Wi-Fi 5, 2 Streams)	
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	USB: Fibocom L850-GL (LTE) / USB: Intel (Microsoft)	
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	PS/2: Elan (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: WDC SN730 (512 GByte) / –	
<b>Stromversorgung, Maße, Gewicht</b>		
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	53 Wh Lithium-Ionen / – / –	
Netzteil	65 W, 355 g, 10,8 cm × 4,7 cm × 3 cm, Kleeblattstecker	
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,48 kg / 32,3 cm × 21,7 cm / 1,7 cm	
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,2 cm / 19 mm × 19 mm	
<b>Leistungsaufnahme</b>		
Suspend / ausgeschaltet	0,5 W / 0,3 W	
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max	2,8 W / 5,8 W / 9,9 W	
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	23,3 W / 15,1 W / 21,7 W	
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	66,5 W / 0,5	
<b>Laufzeit, Geräusch, Benchmarks</b>		
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max)	12 h / 6 h / 3,1 h	
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,4 h / 8,5 h	
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 1,2 Sone	
Massenspeicher lesen / schreiben	2847,2 / 2506,6 MByte/s	
IOPS (4K) lesen / schreiben	115423 / 77361	
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	22 / 20,9 MByte/s / ✓	
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 97,7 dB(A)	
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	429 / 1556	
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	6156 / 5070 / 1255 / 498 / –	
<b>Preis und Garantie</b>		
Straßenpreis Testkonfiguration	3000 €	
Garantie	3 Jahre	
⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden    – nicht vorhanden	



Der mitgelieferte Stift verschwindet seitlich im Notebook-Gehäuse und wird dort geladen.



## Büroprozessor

### AMDs Zweikern-Prozessor

**Athlon 3000G mit Vega-Grafik eignet sich gut für Büroarbeiten und kostet gerade einmal 53 Euro.**

Der Athlon 3000G ist AMDS bislang günstigster Prozessor innerhalb der Baureihe 3000. In ihm stecken zwei Zen-Kerne mit Simultaneous Multithreading (4 Threads) und drei Vega-Compute-Units mit zusammen 192 Shadern. Die zwei Rechenkerne des Athlon 3000G arbeiten unter Last mit bis zu 3,5 GHz und die integrierte GPU mit 1000 MHz. Damit entsprechen die Daten des Kombiprozessors einem Athlon 240GE aus der letzten Generation. Zwei Änderungen machen den Athlon 3000G jedoch attraktiver: Die Preisempfehlung sinkt auf 49 US-Dollar, also unter die 55 US-Dollar für den Athlon 200GE. Zudem lässt sich der Athlon 3000G einfach übertakten.

In Benchmarks ist der Athlon 3000G etwas schneller als der Athlon 200GE und liefert im Render-Benchmark Cinebench R20 rund 20 Prozent mehr Punkte. Im Grafik-Benchmark 3DMark Fire Strike fällt das Gesamtplus mit 7 Prozent geringer aus, weil das Powerlimit von 42 Watt die Taktfrequenzen begrenzt. Intels ähnlich teurer Zweikerner Celeron G4900 ist weit abgeschlagen. (mma@ct.de)

## AMD Athlon 3000G

### Übertaktbarer Billig-Prozessor

Hersteller	AMD, <a href="http://www.amd.com">www.amd.com</a>
Kerne / Threads / Taktfrequenz	2 / 4 / 3,5 GHz
Cinebench R20 (Single- / Multithreading)	352 / 890 Punkte
3DMark Fire Strike (Physik / Gesamt)	6240 / 1364 Punkte
Leistungsaufnahme (Leerlauf / 3DMark Fire Strike)	24 W / 53 W
Preis	53 €

## Mobiler Elb-Sound

**Das Headset Vonmählen Wireless Concert One wirbt mit dem Sound der Elbphilharmonie. Doch genau wie die Hamburger Konzerthalle klingt das Headset unvollkommen.**

Nachdem der Hype um Hamburgs Elbphilharmonie abgeflaut war, wurden erste kritische Stimmen laut: Tenöre beschwerten sich über die problematische Raumakustik. Orchester und Chöre profitieren durchaus vom voluminösen Sound im großen Saal, einzelne Sänger dringen jedoch nur mit Mühe durch – speziell zu Zuhörern, die hinter ihnen sitzen.

Nichtsdestotrotz will der Lüneburger Hersteller Vonmählen bei der Vermarktung des Wireless Concert One von der Aura der Elbphilharmonie profitieren. Der ohraufliegende Kopfhörer verwendet Materialien wie Aluminium und Leder, die Hörmuschel-Ränder bestehen allerdings aus wenig luxuriösem, grauem Plastik. Die Polster federn den vergleichsweise hohen Anpressdruck weich ab. Die Abdichtung ist so stark, dass eigene Körpergeräusche dumpf verstärkt werden. Bereits nach einer halben Stunde will man den Ohren eine Pause gönnen.

Über zwei Taster steuert man die Wiedergabe und Lautstärke und nimmt Telefonanrufe entgegen – mit befriedigender Sprachqualität. Zur Übertragung kommt die etwas veraltete Bluetooth-Version 4.2 zum Einsatz, mit einer für Bluetooth-Kopfhörer typischen Wiedergabeverzögerung von 181 ms. Alternativ steckt man ein Klinkenkabel ein, das allerdings nur den Kopfhörer und nicht das eingebaute Mikrofon mit dem Zuspieler verbindet. Das mitgelieferte USB-Kabel dient lediglich zum Laden des Akkus. Dessen Laufzeit liegt laut Hersteller bei unproblematischen 21 Stunden.



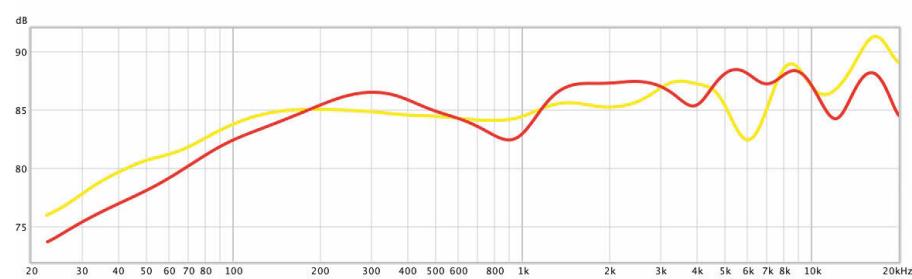
Wir haben den Kopfhörer vermessen und zum Vergleich den neutral klingenden Sennheiser HD 600 herangezogen. Die Mitten des Concert One wirken ausgeglichen, sodass einzelne Stimmen – anders als in der Elbphilharmonie – nicht in den Hintergrund rücken. Auffällig ist die Betonung bei 300 Hz: Kontrabässe, Cellos und Stimmen klingen dadurch voll, allerdings verschlechtert sich dadurch die Transparenz. Unterhalb von 200 Hz sinkt der Pegel kontinuierlich ab, weshalb es tiefsten Bass-Attacken an Definition fehlt. Im Vergleich zum offenen HD 600 hält sich der geschlossene Concert One in den Höhen zurück. Darunter leiden Räumlichkeit und Detailwiedergabe, die allenfalls durchschnittlich ausfallen.

Dank der Anschlussoptionen über Kabel und Bluetooth, der langen Akkulaufzeit und des kompakten Formats ist der Concert One unterwegs durchaus praktisch. Die etwas dumpfe klangliche Abstimmung riss uns allerdings nicht vom Hocker: Liebhaber von Klassik und Jazz werden sich mehr Transparenz und Räumlichkeit wünschen. (hag@ct.de)

## Vonmählen Wireless Concert One

### Ohr aufliegendes Bluetooth-Headset

Hersteller	Vonmählen, <a href="http://www.vonmahlen.com">www.vonmahlen.com</a>
Anschluss	Miniklinke, Bluetooth 4.2 (SBC, AAC, aptX)
Preis	circa 230 €



Im Vergleich zum neutralen HD600 (gelb) klingt der Concert One (rot) etwas dumpf, da er die tiefen Mitten bei 300 Hz stärker betont und sich oberhalb von 10 kHz zurückhält.

# Der Mann mit dem Auge fürs Detail - Qualität durch Hardware-Tests!



## Detlef Gensel

Unser Product-Management-Held

Ob SAS SSDs, RAID-Controller, Backplanes, JBOD oder NAS, Detlef kommt bei keiner dieser Abkürzungen ins Schwitzen. Ganz im Gegenteil: Als Product Manager bei Thomas-Krenn wirft er zusammen mit seinen Kollegen stets einen genauen Blick auf neueste Hardware-Produkte und aktuelle Technologie-Entwicklungen.

In ausgiebigen hausinternen Tests prüft er die Hardware zunächst auf Kompatibilität. Und erst, wenn die einzelnen Komponenten unserer Server-Systeme perfekt aufeinander abgestimmt sind, werden sie für unser Produktportfolio freigegeben. Durch seinen Beitrag sorgt er somit dafür, dass bei Ihnen vom ersten Moment an alles rund läuft.

+49 (0) 8551.9150-300

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

**THomas  
KRENN®**

# Hollywoodreife Bilder

## Wie Streamingdienste immer mehr HDR-Videos anbieten – und was das für Produzenten und Zuschauer bedeutet

**Apple, Disney und Netflix buhlen mit ihren Videostreamingdiensten um Kunden – und setzen dabei auf kontrastreiche Videos in HDR und Dolby Vision. Deren Produktion hat aus Sicht der Filmemacher aber seine Tücken. Und Fehler und Versäumnisse beim Dreh können sich am Ende sichtbar auf die Qualität auswirken.**

**Von Nico Jurran**

Wenn am 31. März kommenden Jahres der Videostreamingdienst Disney+ in Deutschland startet, sind hierzulande auf einen Schlag fast 100 weitere Filme, Serien und Shows mit erweitertem Farbraum und erhöhtem Kontrastumfang (High Dynamic Range) abrufbar (siehe ct.de/yy6e). Beim jüngst gestarteten Apple TV+ steht das kontrastreiche Videobild ebenfalls hoch im Kurs: Alle eigenproduzierten Serien können Nutzer mit passenden Displays in HDR anschauen.

Und beide Dienste liefern die Titel nicht nur im statischen HDR-Format HDR10 aus, bei dem der gewünschte Bildeindruck einmal für das gesamte Video festgelegt wird, sondern auch im

dynamischen Dolby Vision, bei dem das Studio den Look über Metadaten für jedes einzelne Bild bestimmt.

Offenbar befürchtet Netflix nun, bei dieser Entwicklung ins Hintertreffen zu geraten. Zwar hat der Flatrate-Video-Veteran bereits eine Reihe von Filmen in HDR im Sortiment (siehe ct.de/yy6e), verpflichtete Filmemacher nun aber dazu, ab sofort alle für den Dienst produzierten Filme in HDR abzuliefern. Dies soll auch laufende Produktionen erfassen, aktuell aber offenbar noch nicht Netflix-Serien.

### Filmemacher tun sich schwer

Aus Sicht der Filmemacher ist die Umstellung von Standard-Dynamik-Umfang (Standard Dynamic Range, SDR) auf HDR keineswegs simpel; vielmehr muss der komplette Produktionsworkflow angepasst werden.

Üblicherweise kommen heute digitale Kameras zum Einsatz. Mit ihnen lässt sich aber nur mit speziellen „Log-Gamma-Profilen“ in HDR drehen. Über ein solches Log-Format lässt sich ein Videosignal generieren, das ein auf den Sensor abgestimmtes und mit einer logarithmischen Gammakurve bearbeitetes Bild mit einem Blendenumfang von bis zu 15 Stufen enthält [1] – und aus dem später das HDR-Bild für den Zuschauer erschaffen wird.

Diese Profile gehen an die Grenzen des Bildsensors, was Auswirkungen auf die Aufnahmen hat: Bei manchen Kameras lassen sich schon bei Tageslicht nur noch brauchbare Aufnahmen erhalten, wenn man mit kürzeren Belichtungszeiten oder einer kleineren Blende arbeitet. Bei der Sony Alpha 7S lassen sich beispielsweise teilweise nur noch ISO-Werte ab 3200 nutzen. Der Kontrolle der korrekten Belichtung während der Aufnahme bekommt dadurch eine wesentlich größere Bedeutung.

Allgemein ist die Überprüfung am Drehort schwieriger: Das Bild der Log-Aufnahmen sieht auf einem SDR-Monitor erst einmal schlechter aus als eine Aufnahme im Standard-Modus, alles wirkt flau und kontrastarm. Erst nach Anwendung der zum Bildsensor passenden logarithmischen Korrekturkurve (Lookup Table, LUT) erhält man ein brauchbares Bild.

Fehler beim Dreh lassen sich in der Nachproduktion teilweise nur noch schwer oder gar nicht mehr korrigieren. Aus dem schlechten Quellmaterial entstehen so im schlimmsten Fall HDR-Fassungen, bei denen Szenen viel zu dunkel oder völlig überstrahlt sind.

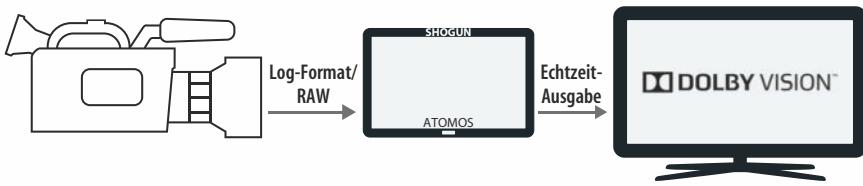
### Neue Ausrüstung

Eine Reihe von Herstellern aus dem Produktionsbereich wie Atomos, Blackmagic und ViewZ bieten daher inzwischen HDR-taugliche Monitore an. Die haben zum einen eine besonders hohe Spitzenhelligkeit und unterstützen zum anderen die Log-Formate bekannter Kamerahersteller wie Arri oder Sony – in Form integrierter Profile beziehungsweise über nachladbare LUTs.

Bei vielen Produktionen kommen für unterschiedliche Aufnahmesituationen verschiedene Kameras zum Einsatz, die voneinander abweichende logarithmische Gammakurven bei Log-Aufnahmen nutzen – weshalb man in der Praxis auf eine

### Dolby Vision in der Produktion

Atomos und Dolby haben einen Monitor entwickelt, der im Log-Format angelieferte Kamerabilder in Dolby Vision wandelt und an einen passenden TV ausgibt.



Das Videobild des Films „Pets 2“ (hier ein Bildausschnitt) ist in der Dolby-Vision-Version (rechte Bildseite) sichtbar kontrastreicher und hat kräftigere Farben als die HDR10-Version (linke Bildseite). Zwischen HDR10 und HDR10+ ist hingegen kein Unterschied zu sehen.



Reihe verschiedener kryptischer Bezeichnungen wie „SLog“ (Sony) oder „Log C“ (Arri Alexa) stößt. In der Folge muss schon vor Produktionsbeginn darauf geachtet werden, dass bei Aufnahmen aller Kameras die Kontrolle möglich ist.

Wie das Ergebnis am Ende auf einem Dolby-Vision-fähigen Fernseher beim Konsumenten aussieht, blieb während der Produktion aber lange auch mit HDR-tauglichen Monitoren vage. Atomos entwickelte zusammen mit Dolby daher ein Gerät, das im Log-Format angelieferte Kameralieder in das Dolby-Vision-Format wandelt und an einen passenden Fernse-

her ausgibt. Das Ergebnis entspricht zwar nicht exakt dem, was in der Nachproduktion mit Dolby Vision möglich ist, liefert aber ein realistischeres Bild als eine reine HDR10-Darstellung.

### Beim Konsumenten

Läuft die HDR-Produktion ordentlich ab, ist der Gewinn an Bildqualität an HDR-tauglichen Fernsehern deutlich sichtbar. Und die Zahl der passenden TV-Geräte wächst seit Jahren stetig: Schließlich beherrscht jeder aktuelle UHD-Fernseher HDR, eine steigende Anzahl von 4K-Modellen darüber hinaus Dolby Vision.

Von der Entwicklung profitieren auch Besitzer von Samsung-Geräten mit HDR-Unterstützung – auch wenn das eigene dynamische Format des Herstellers HDR10+ mehr und mehr ins Hintertreffen gerät. Mit den Gründen beschäftigen wir uns im Kasten „Kein Plus bei HDR10+“. (nij@ct.de) ct

### Literatur

[1] Nico Jurran, Bilderpracht, Color Grading bei Videoaufnahmen in Log-Profilen, c't 1/2018, S. 130

**Übersicht HDR-Titel:** [ct.de/yy6e](http://ct.de/yy6e)

## Kein Plus bei HDR10+

Mit HDR10+ wollte Samsung eigentlich eine dynamische Variante von HDR10 entwickeln, die mit Dolby Vision mithalten kann. Doch bei der Veröffentlichung der ersten UHD-Blu-rays mit HDR10+ (damals „Bad Times at the El Royale“) aus dem Hause 20th Century Fox Home Entertainment hatte c't bei einem direkten Bildvergleich keinen sichtbaren Unterschied zwischen der Version mit statischem HDR10 und der mit dem von Samsung federführend entwickelten dynamischen HDR10+ feststellen können.

Auch bei den ersten HDR10+-Titeln der Filmstudios Universal Pictures und Warner Home Video sind keine Verbesserungen zu erkennen. So sticht bei den in allen drei HDR-Formaten vorliegen „Godzilla – King of Monsters“ zwar durchaus

der erhöhte Kontrast bei Dolby Vision gegenüber HDR10 heraus, zwischen HDR10 und HDR10+ ist jedoch keinerlei Unterschied zu erkennen.

Auch der kunterbunte „Pets 2“ (ebenfalls eine Multi-HDR-Scheibe) bleibt einen Beweis schuldig, dass HDR10+ einen besseren – oder zumindest einen anderen – Bildeindruck liefert als HDR10. Schaut man ihn sich hingegen mit Dolby Vision an, kommen die Farben gegenüber der HDR10- und der HDR10+-Version kräftiger und markanter rüber.

Das Gleiche gilt für den komplett frisch remasterten „Shining“, der ebenfalls sämtliche HDR-Formate bietet, aber eine sichtbare Differenz nur zwischen statischem HDR10 und Dolby Vision zeigt. Bei „X-Men: Dark Phoenix“ (Fox) ist die

meist sehr erdige Farbgebung in HDR10 und HDR10+ wiederum komplett identisch. Dolby Vision bietet diese Disc nicht.

Nutzt man einen Fernseher und einen Zuspieler, die sowohl Dolby Vision als auch HDR10+ beherrschen, muss man übrigens aufpassen, welche Fassung man am Ende sieht. Aktiviert man beispielsweise beim UHD-Blu-ray-Player Panasonic DP-UB824 sowohl Dolby Vision als auch HDR10+ im Setup, meldet sich das Disc-Menü von „Godzilla – King of Monsters“ zunächst mit Dolby Vision. Startet man dann den Film, drängelt sich aber HDR10+ vor und wird von der Wiedergabeekette bevorzugt. Hier muss man also auch aufpassen, welches Setup man vornimmt, wenn man die Dolby-Vision-Fassung sehen möchte. (Timo Wolters/nij)



## Offene Ohrhörer mit ANC

**Wer abschließende In-Ears nicht verträgt, greift oft zu kleinen Ohrhörern mit sogenannter „Open Fit“-Bauweise. Das erste „Open Fit“-Modell mit Active Noise Cancelling kommt von Huawei.**

Die FreeBuds 3 des chinesischen Herstellers Huawei sind komplett kabellose Ohrhörer. Sie werden wie Apples AirPods 1 & 2 ins Ohr gelegt, anstatt wie klassische In-Ear-Hörer den Gehörgang mit Gummimanschetten abzuschließen. Das wird auch als „Open Fit“ bezeichnet. Um trotz der lockeren – bisweilen zu lockeren – Trageweise vor Umgebungsgeräuschen abzuschirmen, bringen die FreeBuds 3 Active Noise Cancelling (ANC) mit.

Im Lieferumfang enthalten ist ein Ladeetui mit USB Typ-C-Anschluss, das sich auch kabellos an Qi-Ladestationen laden lässt. Dank berührungsempfindlicher Flächen an den Ohrhörern lässt sich die Wiedergabe pausieren, fortsetzen und das ANC aktivieren. Die Befehle können in einer App unter Android angepasst werden.

Trotz der offenen Bauweise klingt Musik mit den 4,5 g leichten Ohrhörern vergleichsweise voll, voller gar als mit einigen isolierenden In-Ear-Hörern wie

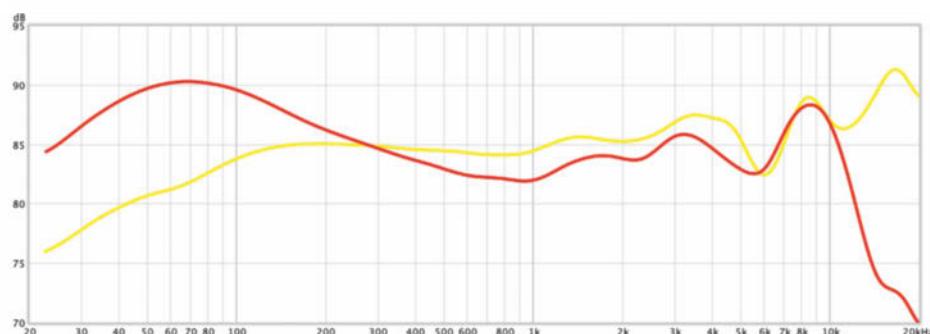
den Samsung Galaxy Buds. Der Bass ist kräftiger als erwartet, ohne sich jedoch in den Vordergrund zu drängen. Die Abstimmung der Mitten und Höhen ist ausgewogen. Die gemessene Wiedergabeverzögerung beträgt 140 ms. Für Bluetooth-Kopfhörer ist das zwar vergleichsweise kurz, werden Videos abgespielt muss die Abspielsoftware die Latenz allerdings trotzdem ausgleichen können, da sonst die Lippensynchronität leidet.

Das Active Noise Cancelling dämpft Außengeräusche leicht. Wird nichts abgespielt, ist ein Rauschen hörbar. Die zugehörige App erlaubt dem Nutzer unter Android, das ANC an die Umgebungsgeräusche anzupassen, ganz weg bekamen wir das ANC-Rauschen jedoch nicht. Letztlich dämpfen gut sitzende In-Ear-Hörer mit einer Gummimanschette Außengeräusche besser. Bei Telefonaten wird die Stimme des Nutzers etwas dumpf übertragen, leise Außengeräusche dank zusätzlicher Mikrofone und Knochenhallsensoren aber immerhin ausgefiltert. Nach rund 3,5 Stunden Spielzeit mit ANC mussten wir die Ohrhörer nachladen.

Insgesamt steht der guten Klangqualität damit ein mäßiges ANC gegenüber, das zudem nur unter Android regelbar ist. Da die Konkurrenz in ihren Ohrhörern mit „Open Fit“ bisher allerdings gar kein ANC anbietet, kommen die FreeBuds 3 für Nutzer in Betracht, denen die nicht abschließende Trageweise wichtig ist. (mjo@ct.de)

### Huawei FreeBuds 3

Kabellose Ohrhörer mit Active Noise Cancelling	
Hersteller	Huawei, <a href="http://www.huawei.com">www.huawei.com</a>
Systeme	Android, iOS
Anschluss	Bluetooth 5.1 LE (SBC, AAC)
Preis	180 €



Wie der Vergleich zu unseren Referenzkopfhörern Sennheiser HD-600 (gelbe Kurve) zeigt, hat Huawei die FreeBuds 3 (rote Kurve) recht ausgewogen abgestimmt. Die Bässe sind etwas angehoben.



## Frozen Lego

**Die Bausätze der Hidden-Side-Serie sollen das Lego-Spiel auf die nächste Ebene bringen und schießen übers Ziel hinaus.**

Unter dem Dach der Themenwelt „Hidden Side“ verkauft Lego acht Bausätze, die sich mithilfe von Augmented Reality (AR) über die kostenfrei für iOS und Android erhältliche Hidden-Side-App zum Leben erwecken lassen.

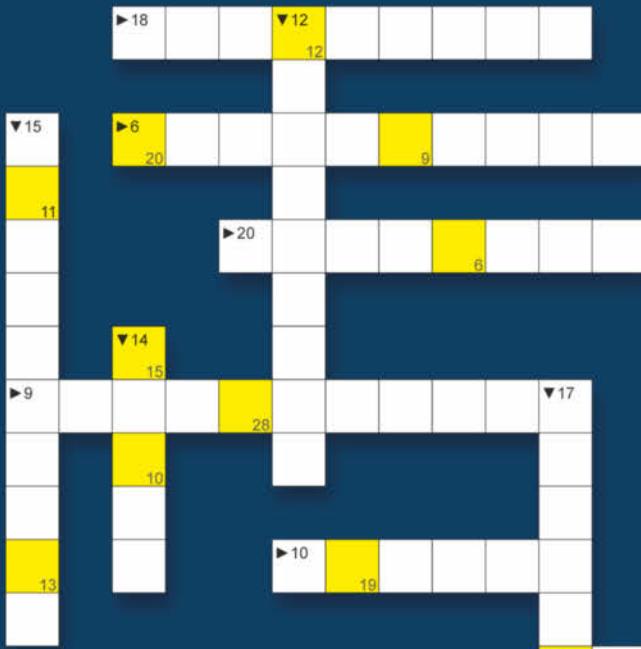
Das Abenteuer rund um das von Geistern besessene Newbury kann man entweder in der Rolle des Geisterjägers oder als Geist spielen. Die Minifiguren Jack Davids (Held), Parker L. Jackson (Heldin) und das Technik-Genie J. B. (ein Emmet-„Doc“-Brown-Verschnitt) sind die Protagonisten der Rahmenhandlung. Die Kids sammeln bei der Geisterjagd unterschiedliche Kunstmünzen: Gloom, Mut und Abonnenten. Sie lassen sich einsetzen, um die virtuellen Charaktere aufzuwerten oder Verbesserungen freizuschalten.

Der 80 Euro teure Geisterzug veranschaulicht, wo es bei Hidden Side klemmt: Der Lego-Zug wird am Geisterbahnhof fest verankert, damit er in Position steht und die AR greifen kann. So besteht das Lego-Spiel mit Hidden Side vornehmlich aus dem Herumgerenne und -geballere mit dem Smartphone, ohne die Kreativität zu fördern. Zwar sind die liebevoll gestalteten Bausätze auch ohne AR bespielbar, doch da hat Lego fürs selbe Geld deutlich umfangreichere Bausätze zu bieten. (sha@ct.de)

## Lego Hidden Side

Bausätze mit AR	
Hersteller	Lego, <a href="http://www.lego.de">www.lego.de</a>
verfügbare Bausätze	70418-70425
Hardwarevoraussetzung	Android-Gerät mit ARCore, iOS-Geräte mit ARKit 2
Preis	20 bis 120 €

# QUIZ FÜR BESSERWISSE



## FRAGEN

1. Welches Metall war Anfang des 19. Jh. wertvoller als Gold?
2. Welches Zellorganell besitzen Pflanzenzellen, Tierzellen jedoch nicht?
3. Welches Tier verursachte den ersten „Bug“?
4. CQ CQ CQ ...ISS (Russisch)
5. Wo kann man die Skating-Kraft beobachten?
6. Spitzname für den Commodore 64?
7. Wie heißt der Schöpfer des weltweit meistgenutzten Betriebssystems?
8. Wer war der erste Mensch im Weltall?
9. Wofür erhielt Einstein den Nobelpreis?
10. Dr. Who: Wie heißt die humanoide Rhinozeros-Spezies auf zwei Beinen?
11. Glaubt man der Aussage amerikanischer Astronauten, riecht Mondstaub nach ...?
12. Für einen vierseitigen Würfel braucht man einen ...?
13. Totgesagte leben länger: Bei wiederentdeckten Tierarten spricht man vom ...?
14. Welche Programmiersprache entwickelte Grace Hopper?
15. Wie hieß der erste Science-Fiction-Film?
16. Zeichen 237 aus dem Zeichensatz „DIN 17“ des Frontplatten Designers
17. Was U+1F613 macht, nur vornehmer
18. Computertechnik des 23. Jahrhunderts
19. Strom x Spannung x Zeit/Weg
20. Mathematische Operation, gibt es auch an der Uni
21. Kibi minus Kilo

Gewinnen Sie einen Kaffeevollautomaten von Siemens

SIEMENS EQ.6 PLUS S700  
TE657503DE



Mit der Lösung des Quiz können Sie sich online für das Gewinnspiel registrieren. Unter allen gültigen Teilnahmen mit der richtigen Antwort wird der Gewinner per Los ermittelt. Teilnahmeschluss ist der 15.01.2020.

Teilnahmebedingungen und Registrierung unter  
[www.schaeffer-ag.de/besserwisser-ct](http://www.schaeffer-ag.de/besserwisser-ct)



QUIZ GEKNACKT?  
REGISTRIEREN ►



## LÖSUNG

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29					



# Smarte Frischzellenkur

## Neue Varianten des vernetzten Lautsprechers Echo Dot

**Für den Nachttisch fehlen Amazons Echo Dot eine Uhr und eine Schlummerfunktion. In Räumen ohne Stellmöglichkeit würde man ihn gerne direkt an die Wand hängen. Zwei neue Alexa-Lautsprecher können hierbei helfen.**

**Von Nico Jurran**

Der Echo Dot ist nach eigenen Angaben Amazons meistverkaufter Smart Speaker – was bei einem Listenpreis von nur rund 60 Euro (und häufigen Sonderangebotsaktionen) kaum verwundert. Erstaunlicher ist, dass ihn laut Hersteller viele nutzen, um sich von der integrierten Sprachassistentin Alexa die Zeit ansagen zu lassen.

Darauf hat Amazon nun reagiert und bietet zum Aufpreis von 10 Euro eine Variante des Dots der dritten Generation an, die mit LEDs die aktuelle Uhrzeit anzeigt. Das neue Modell heißt schlicht „Echo Dot mit Uhr“, blendet aber auch andere Informationen ein – darunter Lautstärke, Timer

und Temperatur (ermittelt über Standort und Wetterdaten vom Server). Kleiner Bug: Weckzeiten zeigt er aktuell im 12-Stunden-Format an.

Mittels integriertem Lichtsensor passt der neue Dot die Helligkeit seines Displays an, sie lässt sich aber auch manuell regulieren, sodass die Anzeige beim Einsatz im Schlafzimmer nicht die Nachtruhe stört. Per Sprachbefehl und Alexa-App lässt sich das Display aber auch komplett abschalten. Weiterhin vorhanden ist der mehrfarbig leuchtende Ring.

Neu ist eine „Snooze“-Funktion: Durch Tippen auf die Oberseite kann man den Weckalarm ausschalten und zehn Minuten später wiederholen lassen, um bis dahin weiterzuschlummern. Das funktioniert aber nur, wenn die Mikrofone des Dot nicht stummgeschaltet sind.

### Echo Flex

Den Echo Flex steckt man direkt in die Steckdose. Er wurde laut Amazon entwickelt, nachdem am Markt Halterungen auftauchten, um den Dot an eine Steckdose zu hängen.

**Bislang sind zwei Module (Bewegungssensor und Nachtlicht) verfügbar, die sich in den USB-Port des Echo Flex stecken lassen. Sie leiten USB nicht durch, ein Smartphone oder ein zweites Modul lässt sich also nicht anschließen.**



Da der Flex kaum größer als ein Skatblatt ist, muss man Abstriche machen. So hat sein Lautsprecher nur einen Durchmesser von 15 Millimeter, kaum mehr als ein Drittel eines gewöhnlichen Dot. Das wirkt sich hörbar auf den Klang aus: Der Flex klingt dünn und blechern. Kein Beinbruch ist, dass eine mehrfarbige Status-LED den erwähnten Ring ersetzt.

Punkten kann der Flex mit einem USB-A-Port an seiner Unterseite, an dem sich ein Smartphone aufladen lässt. Alternativ lassen sich Zusatzmodule einstecken, von denen Amazon bislang zwei anbietet: einen Bewegungssensor, den man über die Alexa-App in Routinen zur Smart-Home-Steuerung einbinden kann, und ein Nachtlicht, bei dem sich Farbe und Helligkeit regulieren lassen.

### Fazit

Die Uhr im Dot taugt allein kaum als Kaufanreiz für das Gerät. Wer sich aber sowieso einen Dot kaufen wollte, sollte den Aufpreis zahlen, denn praktisch ist die Anzeige allemal. Für echten Musikgenuss war der Dot mangels Bassfundament und mit klirrenden Höhen bei hohen Lautstärken nie die erste Wahl, woran sich auch mit der neuen Variante nichts geändert hat. Für den Einschlaf-Podcast oder eine Notfall-Musikbeschallung reichts jedoch.

Den Echo Flex möchte man dafür aber sicher nicht einsetzen. Er ist aber ein gelungener Problemlöser, wenn man beispielsweise eine Sprachsteuerung in einem Raum mit wenig Steckdosen haben möchte. USB-Buchse und Module sind ebenfalls clevere Erweiterungen. (nij@ct.de) **ct**

### Smarte Lautsprecher mit Alexa

	Echo Dot mit Uhr	Echo Flex
Hersteller	Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>	Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>
Konnektivität	Wi-Fi 1/2/3/4/5 (2,4 und 5 GHz), Bluetooth	Wi-Fi 1/2/3/4/5 (2,4 und 5 GHz), Bluetooth
Lautsprecher	41 mm	15 mm
Audioausgang	Line-Out (3,5-mm-Klinke)	Line-Out (3,5-mm-Klinke)
USB-Anschlüsse	–	1 × USB-A
Netzanschluss	direkt	Kabel
Display	LED	–
Zusatzmodule	–	Nachtlicht, Bewegungssensor
Leistungsaufn. Leerlauf	1,6 / 1,7 Watt (ohne / mit Modul)	1,8 Watt
Preis Liste	69,99 €	29,99 € (Zusatzzmodule je 14,99 €)
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	

# Unser Überflieger steht auf Sicherheit in der Cloud. Sie auch?

Machen Sie eine sichere Punktlandung mit dem größten Online-Speicher Deutschlands.



## Cloud-Speicher HiDrive 1 TB

- ✓ Inklusive Zero-Knowledge-Verschlüsselung im Wert von 2,- € / Monat
- ✓ 1 TB Online-Speicher
- ✓ Inklusive Basic-Protokolle im Wert von 4,- € / Monat

nur 1,-

€ / Monat für 6 Monate,  
danach 7,50 € / Monat  
Einrichtung: 0,- €, statt 10,- €  
Mindestlaufzeit: 12 Monate

Sie sparen  
121,- € im  
ersten Jahr!



Jetzt Angebot sichern auf  
[hidrive.de](http://hidrive.de)

# SMARTE FLEDERMAUS-LEUCHTE



**ODER**  
**AUTONOME DROHNE?**

## Neugierig geworden?

Testen Sie jetzt 3 Ausgaben  
Technology Review und sparen  
Sie über 9 Euro.

Lesen, was wirklich zählt in  
Digitalisierung, Energie, Mobilität,  
Biotech.



Bestellen Sie jetzt unter  
[trvorteil.de/3xtesten](http://trvorteil.de/3xtesten)

[trvorteil.de/3xtesten](http://trvorteil.de/3xtesten)  
 +49 541/80 009 120  
 [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

**Technology  
Review**

Das Magazin für Innovation

## Test & Beratung | Doodle-Alternative

### Stimmabgaben zur Umfrage

		Dezember 2019								
		Mo 2	Di 3	Mi 4	Do 5					
		18:00	19:00	20:00	18:00	19:00	20:00	18:00	19:00	20:00
Holger		/			✓	✓		✓	✓	
swi		✓	(✓)	(✓)	✓	✓	✓	✓	✓	
mon		/		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
hag		/	(✓)	(✓)	✓	✓	(✓)	✓	✓	
Arne		/			✓	✓	✓	(✓)	(✓)	✓
Sylvester		/	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
jo		/			✓	✓	✓	✓	✓	
Kim		/			✓	✓	✓	✓	✓	
emw		/			✓	✓	✓	✓	✓	
<input type="text"/> Ihr Name		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Hinzufügen		1	2	2	7	★9	★9	6	8	8
9 Stimmen		(+2)	(+1)	(+1)	(+1)			(+2)	(+1)	

## Anonyme Terminsache

Das Terminfindungs-Tool Doodle ist zwar praktisch, aber nicht eben datenschutzfreundlich. Der Verein Digitalcourage betreibt eine kostenfreie Alternative, die auf Speicherung personenbeziehbarer Daten so gut wie möglich verzichtet.

Es ist zu einem Synonym geworden: „Ich richte das Doodle ein“ heißt: Lasst uns einen Termin finden für das Weihnachtsessen im Kollegenkreis, für das fällige Abteilungs-Meeting, für das nächste Mannschaftstraining. Das Schweizer Unternehmen Doodle steht fürs kollaborative Organisieren von Treffen, weil es diese lästige Hürde einfach und gut löst.

Genau deshalb verleiht Doodle allerdings gerade im geschäftlichen Bereich dazu, es allzu sorglos mit Daten zu füttern. Das Unternehmen war insbesondere wegen der Speicherung und maschinellen Auswertung von Umfrage-Inhalten in die Kritik geraten. Außerdem gibt Doodle externen Diensten – beispielsweise Google – Zugriff auf die Umfragen, um Geld mit zielgruppengesteuerter Werbung zu verdienen. Einige Datenschutzrechtler raten deshalb sogar von der Nutzung im geschäftlichen Umfeld ab. Eine datenschutzfreundliche Alternative des Bielefelder Vereins Digitalcourage ist seit Juni 2019 am Start.

Das (namenlose) Tool sieht Doodle sehr ähnlich – und funktioniert fast genauso: Der Nutzer legt per Mausklick eine Terminumfrage an. Ist diese eingerichtet, erzeugt das Tool eine kryptische URL, die er an alle Eingeladenen schickt.

Diese können dann zu allen vorgegebenen Terminen (Datum und Uhrzeit) angeben, ob sie zusagen, absagen oder nur vielleicht dabei sind. Ganz so ausgefeilt wie bei Doodle klappt das nicht. So lassen sich etwa keine Terminbereiche erstellen – der Ersteller muss jeden Tag und jede Uhrzeit einzeln auswählen. Mobile Apps stellt der Datenschutzverein nicht bereit, allerdings funktioniert das Web-Frontend dank responsivem Design auch auf Smartphones gut.

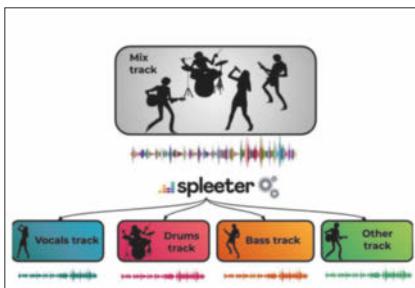
Digitalcourage nutzt für das Tool die quelloffene Software Framadate des französischen Vereins Framasoft, hostet das Projekt aber selbst. Man habe sehr darauf geachtet, dass keine persönlichen Daten gespeichert werden, betont Digitalcourage. Der Webserver logge keine IP-Adressen, auch das per Voreinstellung aktivierte Logging von Framadate sei abgestellt.

Digitalcourage versichert, keinerlei gespeicherte Daten auszuwerten und die Umfragen nach Abschluss zu löschen. Es bleibt freigestellt, eine Fantasie-Mail-Adresse anzugeben, sodass möglichst keine personenbeziehbaren Daten anfallen. Wer sich ganz sicher anonym verabreden will, kann den Dienst sogar über Tor erreichen: Digitalcourage betreibt ihn auch als Hidden Service im Anonymisierungsnetz. (hob@ct.de)

## Umfrage-Tool von Digitalcourage

### Datenschutzfreundlich Umfragen erstellen

Web	<a href="http://poll.digitalcourage.de">poll.digitalcourage.de</a>
Voraussetzungen	ab Google Chrome 19, Firefox 12, Safari 5, Opera 11; JavaScript aktiviert, Cookies zugelassen
Preis	gratis



## Songschneider

**Das Open-Source-Werkzeug Spleeter trennt fertige Songs in einzelne Spuren auf.**

Deezer hat eine kostenlose Software namens Spleeter veröffentlicht, mit der sich einzelne Instrumentenspuren wie Schlagzeug, Bass oder Gesang aus einem kompletten Song herausschneiden lassen. Das Tool besteht aus einer auf TensorFlow basierenden Python-Bibliothek. Deren Modelle für maschinelles Lernen (ML) wurden bereits mit Musikstücken trainiert, die sich in bis zu fünf Spuren aufteilen lassen.

Spleeter ist vor allem für DJs, zum Remixen und zum Erstellen von Karaoke-Songs interessant. Aus der Kommandozeile heraus trennt Spleeter Musikdateien in einzelne Spuren wie Stimme, Bass und Schlagzeug auf und speichert diese als Wav-Dateien ab. Dazu muss zusätzlich noch das Kommandozeilenprogramm ffmpeg installiert sein.

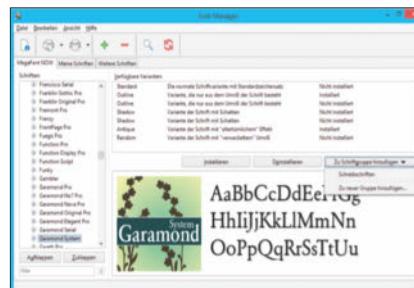
Wir haben Spleeter mit dem Song „Falcon 69“ der Band „The Easton Ellises“ getestet. Die Trennung der einzelnen Stems gelang dem Programm gut, allerdings waren auf den Einzelpuren deutliche Codec-Artefakte zu hören. Die Ergebnisse finden Sie unter [ct.de/y46c](http://ct.de/y46c).

Musikforscher können die Python-Bibliothek auch selbst trainieren. Dazu bietet Spleeter auf seiner Webseite eine Datenbank namens musDB an. Diese umfasst über 150 Musikstücke sowie deren Einzelpuren (Stems). ([kim@ct.de](mailto:kim@ct.de))

**Aufgetrennte Musikspuren:**  
[ct.de/y46c](http://ct.de/y46c)

## Spleeter

Open-Source-Tool zum Auftrennen von Musikdateien	
Hersteller	Deezer, <a href="https://github.com/deezer/spleeter">github.com/deezer/spleeter</a>
Systeme	Windows, Linux, macOS
Preis	kostenlos, Open Source (MIT-Lizenz)



## Fettes Paket

**Tausende Schriften für kleines Geld – solche Angebote wecken schnell Misstrauen. Zu Recht?**

Per Download oder als Datenträger bekommt man mit Megafont Now insgesamt 7500 Schriften. Ein Font, der sonst 10 Euro kostet, ist für weniger als einen Euro-Cent zu haben. Die Schriften sind in 586 Familien angelegt; viele enthalten neben den üblichen Varianten Versionen mit unterschiedlicher Laufweite oder mit kräftigerer oder feinerer Linienstärke. Der Katalog der Sammlung umfasst Nüchternes, Sachliches und Klassiker verschiedener Epochen nach Art von Baskerville, Caslon oder Garamond. Hinzu kommen typische Schriften etwa aus Bauhaus oder Art déco, für technische Anwendungen oder für dekorative Zwecke. Die Fonts enthalten laut Anbieter vollständige Zeichensätze, was Stichproben bestätigen. Man darf sie auch für kommerzielle Projekte nutzen und in PDFs einbinden. Der gesamte Vorrat steht als Webfonts ohne Beschränkungen der Zugriffszahlen zur Verfügung.

Mit dem mitgelieferten Font-Manager kann man sich Schriften ansehen, Zeichenbelegung und Aussehen prüfen und die Fonts gruppieren und aktivieren.

Insgesamt rechtfertigt der günstige Preis keine Zweifel an dem Angebot: Zusammenstellung und Qualität verdienen auch vor dem Hintergrund der großzügigen Nutzungsbedingungen eine gute Bewertung. (uh@ct.de)

## Megafont Now

TrueType- und Web-Schriftenpaket	
Anbieter	Softmaker, <a href="http://www.softmaker.de/megafont">www.softmaker.de/megafont</a>
Schriften	7500 TrueType, 7500 Webfonts
Formate	EOT, WOFF, TTF
Systemvorauss.	Windows ab 7, Linux mit grafischer Oberfläche, macOS
Preis	35 €

**kaspersky**



**Weder noch! Ein starkes Passwort darf keine Bedeutung haben. Generieren und speichern Sie mit Kaspersky Total Security starke Passwörter und greifen Sie von allen Geräten darauf zu.**



**Kaspersky Total Security**

**Jetzt im Handel und auf [Kaspersky.de](http://Kaspersky.de)**



# Jetzt alles noch viel schneller!

## Ryzen Threadripper 3960X und 3970X

**Die High-End-Prozessoren Ryzen Threadripper 3000 mit 24 und 32 Kernen setzen neue Maßstäbe für Profi-Anwendungen wie Rendering, Kompilieren und Videokodieren. Sie bringen nicht nur mehr Performance, sondern auch einen neuen Unterbau mit vielen PCIe-4.0-Lanes.**

**Von Christian Hirsch**

**M**it der dritten Generation des Ryzen Threadripper gelingt AMD eine ähnliche Überraschung wie im Frühjahr 2017, als die ersten Gerüchte zu den High-End-Prozessoren durchsickerten. Der Chiphersteller dreht bei Ryzen Threadripper

3000 aber nicht nur kräftig an der Tackschraube, sondern spendiert Ihnen auch überarbeitete Zen-2-Kerne mit mehr Leistung pro Takt. Diese kommen bereits in den Desktop-CPUs Ryzen 3000 sowie in den mit Threadripper 3000 eng verwandten Server-Chips Epyc 7002 zum Einsatz.

Zudem krempelt AMD sowohl das Innengeleben als auch die umgebende Plattform komplett um und behebt beim 24-Kerner Ryzen Threadripper 3960X und dem 32-Kerner 3970X viele Schwachstellen der Vorgänger Ryzen Threadripper 2970WX und 2990WX. Wegen der geänderten Fassung sTRX4 passen die Ryzen Threadripper 3000 nicht mehr in vorhandene TR4-Mainboards mit X399-Chipsatz, sondern benötigen neue Boards mit TRX40-Chipsatz.

Einen Ersatz für die Ryzen Threadripper 2920X und 2950X mit 12 und 16 Ker-

nen plant AMD derzeit nicht. Sie soll es – wie auch die anderen beiden Threadripper 2000 – vorerst weiter zu kaufen geben. Die meisten Anwender sind aber mit den AM4-Prozessoren Ryzen 9 3900X mit 12 und Ryzen 9 3950X mit 16 Kernen besser bedient, die eine höhere Performance bieten und deren Systemgesamtkosten viel niedriger sind.

### Größer, breiter, schneller

Im Unterschied zu den Vorgängern, die aus vier identischen Chips bestehen, verwendet AMD für die Threadripper-3000-Prozessoren „Castle Peak“ wie auch bei Ryzen 3000 „Matisse“ und Epyc 7002 „Rome“ nun ein sogenanntes Chiplet-Design: Unter dem Heatspreader sitzen je ein I/O-Die sowie vier CPU Core Dies (CCDs) mit jeweils acht Kernen. Letztere bestehen wiederum aus je zwei CPU Core Complexes (CCX) à vier Kernen. Beim Threadripper 3970X sind diese alle aktiv. Um die 24 Kerne des Threadripper 3960X zu erreichen, schaltet AMD in jedem CCX einen Kern ab.

Die CCDs stammen vom taiwanischen Auftragsfertiger TSMC, der sie mit 7-Nanometer-Technik fertigt. Ihre Fläche beträgt 74 mm<sup>2</sup>. Somit sind sie deutlich kleiner als die bei Threadripper 2000 verwendeten Achtkern-Dies (213 mm<sup>2</sup>) mit 12 Nanometer Strukturgröße. Die Zahl der Transistoren sinkt von 4,8 auf 3,9 Milliarden, weil ein Teil der Funktionen ins I/O-Die gewandert ist.

AMD hat bei Zen 2 den Level-3-Cache pro CCX auf 16 MByte verdoppelt, der als Opfer-(Victim)-Cache Daten aufnimmt, die aus dem L2 verdrängt wurden. Die CCXes kommunizieren jeweils einzeln per Infinity Fabric mit dem I/O-Die. Der Datenaustausch zwischen den CCXes läuft immer über das I/O-Die, selbst wenn diese auf dem gleichen CCD liegen. Das hat den Vorteil, dass die Latenzen beim Speicherzugriff und bei der Inter-Kern-Kommunikation identisch sind.

Die einzelnen Zen-2-Kerne rechnen im Vergleich zu den Vorgängern Zen laut AMD um 15 Prozent und zu Zen+ um 12 Prozent schneller, wenn man die Instruktionen pro Zyklus (Instructions per Clock, IPC) vergleicht. Dies erreicht der Chipsteller durch den größeren L3-Cache sowie durch Änderungen innerhalb der Kerne [1]. Dazu zählen ein nun acht- statt vierfach assoziativ ausgelegter Level-1-Instruktionen-Cache, eine Tagged-Geometric-Sprungvorhersage (TAGE) als zweite Stufe sowie größere Branch Target Buffer (BTB).

Zudem hat sich die Gleitkommaleistung pro Kern verdoppelt. Die vier Floating-Point-Einheiten (FP) können nun jeweils 256 Bit breite AVX2-Befehle abarbeiten. Auch bei den Integer-Einheiten hat sich etwas getan: Es ist eine dritte Adress Generator Unit (AGU) hinzugekommen und die Breite der AGUs verdoppelt sich von 128 auf 256 Bit, da sie auch für Floating-Point-Operationen dienen.

Mit der Zen-2-Architektur erhalten die Threadripper 3000 zudem Hardware-Anpassungen für die seit Anfang 2018 bekannten Sicherheitslücken.

## PCI Express 4.0 im Überfluss

Alle übrigen Prozessorfunktionen außer den CPU-Kernen und den Caches stecken im I/O-Die, das bei GlobalFoundries in 12-Nanometer-Strukturgröße vom Band läuft. AMD verwendet bei Threadripper 3000 nicht das I/O-Die der Ryzen 3000, sondern das deutlich größere der Epyc-Serverprozessoren mit 416 mm<sup>2</sup> Fläche und 8,3 Milliarden Transistoren. Für die Desktop-Plattform schaltet der Chipsteller einige nicht benötigte Funktionen ab, wie vier der acht Speicher-Kanäle und die Möglichkeit, zwei Prozessoren für ein Dual-Socket-System zu koppeln.

Das I/O-Die stellt unter anderem zwei DDR4-Speicher-Controller mit je zwei Kanälen bereit. Sofern nur ein Modul pro Kanal steckt, erlaubt AMD ein Spei-

chertempo von DDR4-3200. Mit 32-GByte-DIMMs kann man somit 128 GByte Arbeitsspeicher mit maximaler JEDEC-Geschwindigkeit betreiben. Bei Vollbestückung mit acht 32-GByte-Modulen steuert Threadripper 3000 256 GByte an, dann aber lediglich als DDR4-2666.

Weiterhin gibt es im I/O-Die einen PCI-Express-Root-Hub mit 64 PCIe-4.0-Lanes sowie einen Controller für vier USB-3.2-Gen-2-Ports (10 GBit/s). Acht der PCIe-Lanes können auch für die Anbindung von zwei M.2-SSDs oder acht SATA-6G-Laufwerken dienen.

Der TRX40-Chipsatz hängt über acht PCIe-4.0-Leitungen am Prozessor. Dadurch vervierfacht sich der Durchsatz im Vergleich zur Vorgängergeneration auf bis zu 16 GByte/s. Das war in Systemen mit vielen SSDs bisher ein Flaschenhals, weil alle Daten beispielsweise beim Kopieren durch den Prozessor müssen.

Der Chipsatz stellt für Erweiterungssteckplätze und PCI-Express-Chips acht PCIe-4.0-Lanes bereit. Für SSDs und Festplatten gibt es vier SATA-6G-Ports sowie für Peripheriegeräte acht USB-3.2-Gen-2- (10 GBit/s) und vier USB-2.0-Ports. Weitere acht PCIe-4.0-Lanes können die Board-Hersteller alternativ als SATA 6G betreiben, um damit beispielsweise beide Typen von M.2-SSDs anzubinden. Insgesamt offeriert Ryzen Threadripper 3000 72 PCIe-4.0-Lanes.

Die Benchmarks führten wir mit Windows 10 1909, allen Updates und

neuestem BIOS durch, sodass alle bis dato erhältlichen Patches und Anpassungen für die Sicherheitslücken Spectre/Meltdown aktiv waren. Zudem haben wir die Power Limits beim Core i9-9980XE und Core i9-10980XE korrekt auf die Intel-Vorgaben (PL1: 165 Watt, PL2: 198 Watt, PL2Tau: 8 Sekunden) eingestellt. Die Threadripper 3000 haben eine Thermal Design Power von 280 Watt, die gleichbedeutend mit dem Power Limit sind.

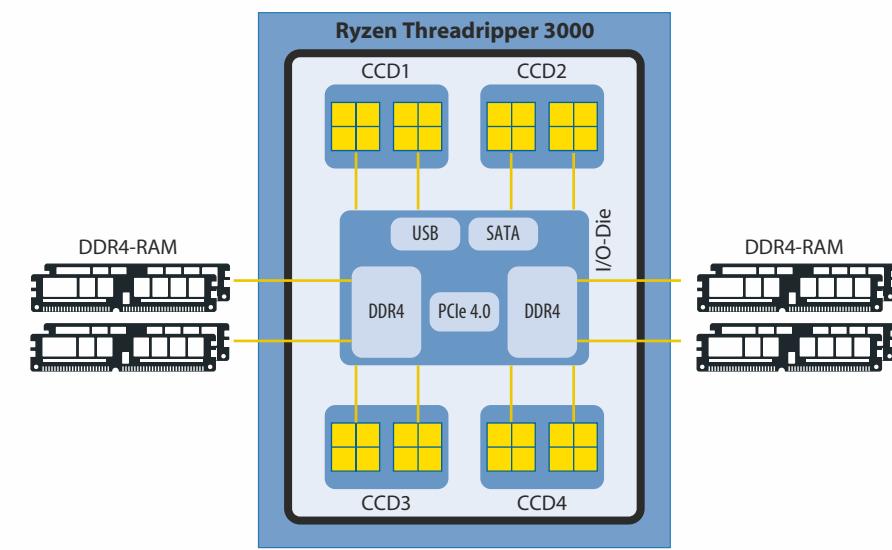
## Wahnsinnige Geschwindigkeit

Die Threadripper 3000 rechnen so schnell, dass sie bei Desktop-Prozessoren konkurrenzlos sind. Im Rendering-Benchmark Cinebench R20 schneidet der 32-Kerner Threadripper 3970X fast um 50 Prozent besser ab als der direkte Vorgänger 2990WX. Der Performancesprung geht zum Großteil auf das Konto der mehr als verdoppelten Gleitkommaleistung bei AVX2. Als erster Desktop-Prozessor knackt der 3970X in dieser Disziplin die 2-TFLOPS-Marke.

Auch andere moderne Rendering-Programme wie Blender verwenden solch hochoptimierten Code, weshalb die dritte Generation der Threadripper-Prozessoren dort ebenfalls deutlich zulegt (plus 40 Prozent). Intels brandneues Core-X-Topmodell Core i9-10980 mit 18 Kernen benötigte für die Renderszene von Blender doppelt so lange wie der Threadripper 3970X und musste sich sogar dem AM4-

## Ryzen Threadripper 3000

Bei der dritten Threadripper-Generation befindet sich der Speichercontroller im I/O-Die. Deshalb gibt es keine Latenzunterschiede mehr.



Prozessor Ryzen 9 3950X mit zwei Kernen weniger geschlagen geben.

Auch bei Ganzzahloperationen, wie sie unter anderem beim Kompilieren vorkommen, glänzen die Threadripper 3000 und sind bei gleicher Kernanzahl über 50 Prozent schneller als ihre Vorgänger. Hier wirkten sich wohl nicht nur der gesteigerte Takt und die höhere IPC-Leistung positiv aus, sondern auch der größere L3-Cache.

### Schwachstellen beseitigt

Die Threadripper-2000-CUs mit 24 und 32 Kernen litten unter ihrer etwas verquerenen Speicheranbindung, denn nur zwei der vier Dies haben RAM-Controller. Die längeren Latenzen von rund 120 Nanosekunden beim Zugriff von einem Kern ohne lokalen Arbeitsspeicher bremsten einige Anwendungen aus. Bei Threadripper 3000 fallen diese Unterschiede weg, weil sich alle CPU-Kerne gemeinsam den RAM-Controller des I/O-Die teilen. Mit 68 Nanosekunden erfolgt der Speicherzugriff sogar rund 5 Nanosekunden flotter als bei Threadripper 2000 mit lokalem RAM.

Dadurch verbessert sich die Geschwindigkeit beim Komprimieren mit 7-Zip erheblich. Die Threadripper 2970WX und 2990WX erreichten mit 38 MByte/s beziehungsweise 36 MByte/s nur etwa die Hälfte der Leistung des 2950X (72 MByte/s). Die aktuellen Threadripper 3960X und 3970X packten die Daten hingegen jeweils mit über 130 MByte/s.

Auch bei der Singlethreading-Leistung hat AMD nachgebessert. Hier schneidet die dritte Generation von Threadripper im

Beim TRX40-Board Asus ROG Zenith II Extreme sitzen zwei Minilüfter auf den Kühlrippen der Spannungswandler.



Schnitt 20 Prozent besser ab als Threadripper 2000 und überholt obendrein Intels Core-X-Prozessoren. Davon profitieren unter anderem 3D-Spiele. Die Bildraten bei Shadow of the Tomb Raider und Assassin's Creed Odyssey liegen nun gleichauf mit den Ryzen 3000 und Intels Core-i-Prozessoren. Bei Threadripper 2000 betrug der Rückstand zwischen 10 und 40 Prozent.

Dass mehr Kerne nicht immer besser sind, zeigt sich bei einigen Programmen wie zum Beispiel dem Videokodierer Handbrake. Das Tool kann nicht alle 48 beziehungsweise 64 Threads der Threadripper-CUs auslasten. Da Windows die Software-Threads kontinuierlich auf die freien Kerne verteilt, blockieren sich diese teilweise gegenseitig, wenn per Simultaneous Multithreading (SMT) zwei auf einem physischen Kern laufen. Testweise haben wir SMT einmal im BIOS-Setup abgeschaltet und prompt legte die Kodierrate beim 3970X von 81 auf 109 fps zu.

Bei der Leerlaufleistungsaufnahme liegen die Threadripper 3000 trotz PCI Express 4.0 mit fast 70 Watt in etwa auf dem Niveau der Vorgänger. Im Vergleich zu Intels Core-X-Plattform schluckt das Gesamtsystem 10 bis 15 Watt mehr. Unter Volllast arbeitet die dritte Threadripper-

Generation dank 7-Nanometer-Fertigung aber effizienter. Die neuen TRX40-Prozessoren rechnen nicht nur schneller, sondern schlucken dabei auch etwas weniger Leistung als Threadripper 2000.

### Fazit

Bei Threadripper 3000 handelt es sich nicht nur um eine einfache Modellpflege, stattdessen dringen die CPUs in Leistungsbereiche vor, die auf Desktop-Systemen bisher unerreicht waren. Als i-Tüpfelchen gibt es eine moderne Plattform mit vielen PCIe-4.0-Lanes. Vom Threadripper 3960X und 3970X profitieren hauptsächlich Profinutzer, deren Anwendungen nach Kernen gieren sowie mehrere Grafikkarten und NVMe-SSDs gleichzeitig verwenden können.

Weil Intel auch mit den neuen Core-X-CUs dem nichts entgegensetzen kann (siehe S. 90), kann es sich AMD erlauben, die schon hohen Preise auf 1500 Euro für den 24-Kerner und 2200 Euro für den 32-Kerner noch etwas anzuheben. Hinzu kommen noch mindestens 450 Euro für ein passendes TRX40-Mainboard.

Wessen Performancebedürfnisse selbst vom Ryzen Threadripper 3970X nicht befriedigt werden, der kann sich auf den Threadripper 3990X mit 64 Kernen freuen, der Anfang 2020 für die TRX40-Plattform erscheinen soll. (chh@ct.de) **ct**

## Ryzen Threadripper 3000

Prozessor	Kerne	Takt / Turbo	L2-Cache	L3-Cache	RAM-Kanäle	TDP	Preis
Ryzen Threadripper 3990X	64+SMT	unbekannt	64 x 512 KByte	256 MByte	4 x DDR4-3200	280 W	unbekannt
Ryzen Threadripper 3970X	32+SMT	3,7 / 4,5 GHz	32 x 512 KByte	128 MByte	4 x DDR4-3200	280 W	2200 €
Ryzen Threadripper 3960X	24+SMT	3,8 / 4,5 GHz	24 x 512 KByte	128 MByte	4 x DDR4-3200	280 W	1500 €

## Benchmarks und Leistungsaufnahme

Prozessor	Kerne / Takt / Turbo	Cinebench 20 Singlithreading	Cinebench 20 Multithreading	Blender 2.80 BMW [s]	Handbrake Fast 1080p30 [fps]	Linux-Kernel kompilieren [s]	Flops Double Precision [GFLOPS]	Sysmark 2018	Leistungsaufnahme Leerlauf / Last [Watt]
		besser ▶	besser ▶	◀ besser	besser ▶	◀ besser	besser ▶	besser ▶	◀ besser
Ryzen Threadripper 3970X	32+SMT / 3,7 / 4,5 GHz	514	17255	50	81 <sup>1</sup>	272	2040	1752	66/388
Ryzen Threadripper 3960X	24+SMT / 3,8 / 4,5 GHz	517	13801	61	94 <sup>1</sup>	303	1594	1767	69/399
Ryzen Threadripper 2990WX	32+SMT / 3,0 / 4,2 GHz	430	11592	72	49 <sup>1</sup>	448	879	1397	72/423
Ryzen Threadripper 2970WX	24+SMT / 3,0 / 4,2 GHz	424	9702	85	50 <sup>1</sup>	475	682	1412	70/413
Ryzen 9 3950X	16+SMT / 3,5 / 4,7 GHz	531	9147	92	68	501	940	1972	43/191
Core i9-10980XE	18+HT / 3,0 / 4,8 GHz	493	8113	101	72	501	1631	1895	55/235
Core i9-9980XE	18+HT / 3,0 / 4,5 GHz	460	7875	105	72	528	1631	1841	53/233

<sup>1</sup> ohne SMT schneller, siehe Text



# AV-KONFERENZEN

## OPTIMALE AUDIOLÖSUNGEN FÜR JEDEN KONFERENZRAUMTYP

Audio- und Videokonferenzen gehören nicht nur in internationalen Unternehmen inzwischen zum Alltag. Um die bestmögliche Effizienz bei Meetings zu erreichen, bedarf es einer Audiotechnik, die sehr genau auf die unterschiedlichen Räumlichkeiten abgestimmt ist. Zudem muss sie oft mit einem bereits bestehenden Netzwerk kompatibel sein. Diese zentralen Herausforderungen werden in der Regel im Unternehmen an die IT-Verantwortlichen gerichtet.

Zu Beginn einer sorgfältigen Planung gilt es einige grundlegende Aspekte zu beachten, um daraus die notwendigen Anforderungen an die AV-Technik ableiten zu können.

### GRÖSSE UND NUTZUNGSZWECK DES AUSZUSTATTENDEN RAUMES

#### Huddle Rooms für bis zu vier Personen

Die Teilnehmer sitzen an einem Tisch, häufig mit Blick in eine gemeinsame Kamera. Für die Audioabnahme eignen sich besonders Tisch-Mikrofonarrays mit einer steuerbaren Richtcharakteristik, der Steerable Coverage™ Technologie, mit deren Hilfe sich das Mikrofon nach der Inbetriebnahme automatisch auf den aktiven Sprecher fokussiert und andere Geräusche ignoriert.

#### Konferenzräume für vier bis zwölf Teilnehmer

Bei einer wechselnden Anzahl von Teilnehmern eignet sich beispielsweise ein Decken-Mikrofonarray mit einem entsprechenden Steuerungselement, z.B. einem Audio-DSP. Dieser stellt unter anderem sicher, dass Hall- sowie Echoeffekte verhindert werden. Zudem steuert er die Kanäle für die Sprachabnahme – unabhängig von der Position und der Anzahl der Redner – präzise aus. Durch die Ausbildung von bis zu acht Richtkeulen wird sichergestellt, dass keine Silbe verlorengeht – auch wenn man sich gegenseitig mal ins Wort fällt. So gelingt ein hohes Maß an Sprachverständlichkeit und Bewegungsfreiheit im Raum für die Redner. Die diskrete Integration im Deckenbereich nimmt auch ungeübten Gelegenheitsnutzern etwaige Sprachhemmungen und fördert aktive Kommunikation.

### DIE AKUSTISCHEN GEGEBENHEITEN: RAUMGRÖSSE, DECKENHÖHE, LAGE IM GEBÄUDE

Im besten Fall sind an der Raumplanung neben Architekten auch AV-Experten bereits frühzeitig beteiligt. Oftmals werden Audiosysteme jedoch erst in Räumen bestehender Gebäude nachgerüstet. Dann stellen Umgebungsgeräusche von Heizungs- und Lüftungssystemen, benachbarten Fahrstühlen sowie Trittschall wesentliche Herausforderungen dar. Ausrichtbare Array-Mikrofonsysteme sind speziell dafür ausgelegt, Störgeräusche weitestgehend zu mindern.



Bis zu acht Aufnahmefelder für die Sprachabnahme von oben:  
Shure MXA910 Decken-Mikrofonarray.

### KONFERENZLÖSUNGEN FÜR JEDE NUTZUNGSSITUATION

Für jeden Raum und seinen Zweck lässt sich eine geeignete Audioausstattung zusammenstellen, um die Raumumgebung optimal anzulegen – das heißt, den Klang von Stimmen klar und verständlich hörbar zu machen und Störeinflüsse zu minimieren.

Die Sprachabnahme von mehreren Personen im Raum ermöglichen beispielsweise das **MXA910 Decken-Mikrofonarray** (shu.re/ct6) oder das **MXA310 Tisch-Mikrofonarray** (shu.re/ct5) von Shure. Das MX150 hingegen – als professionelles Subminiatur-Lavalier-mikrofon von Shure – überträgt die Stimme eines einzelnen Redners trotz seines minimalen Durchmessers von nur 5,8 mm mit hoher Klangqualität.

► Ihr Weg zu weiterführendem Wissen:  
**shu.re/ct4**

# Unter Druck gesetzt

## 18-Kern-Prozessor Core i9-10980XE mit Cascade-Lake-Architektur



**Intels neue High-End-CPUs bringen weder mehr Kerne noch größere Performancezuwächse, kosten aber nur noch halb so viel wie bisher. Um gegen Ryzen Threadripper zu bestehen, reicht das nicht ganz.**

**Von Christian Hirsch**

Mit neuer Fertigungstechnik beschert Intel seiner High-End-Plattform LGA2066 ein weiteres Lebensjahr durch die x-te 14-Nanometer-Auflage der Core-X-Prozessoren. Die maximale Kernanzahl bleibt bei den CPUs der Serie Core i9-10900X unverändert bei 18. Um gegen Ryzen 3000 und Ryzen Threadripper 3000 (siehe S. 86) konkurrenzfähig zu bleiben, hat Intel bei „Cascade Lake“ die Preise im Vergleich zu den Skylake-Refresh-Vorgängern in etwa halbiert. Das neue Topmodell Core i9-10980XE kostet nun rund 1000 Euro.

Die Core-X-Prozessoren sind eng mit der im Frühjahr vorgestellten zweiten Generation der Xeon-SP-Serverchips „Cascade Lake“ verwandt, richten sich aber an Privatleute und unterstützen deshalb beispielsweise kein ECC-RAM. Mit 32-GByte-DIMMs steuern sie über vier RAM-Kanäle bis zu 256 GByte Arbeitsspeicher an. Die RAM-Geschwindigkeit steigt von

DDR4-2666 auf DDR4-2933, sofern nur ein Modul pro Kanal steckt.

Des Weiteren hat Intel die Turbo-Taktfrequenzen leicht angehoben. Das neue Spitzmodell Core i9-10980XE taktet nominal wie der Vorgänger Core i9-9980XE mit 3,0 GHz, bei Last auf einem Kern geht es mit Turbo Boost Max 3.0 nun jedoch auf 4,8 statt bisher 4,5 GHz. Das thermische Budget liegt unverändert bei 165 Watt, was allerdings nur die wenigen Boards einhalten. Wir haben deshalb für die Tests von Hand im BIOS-Setup das Power Limit 1 auf 165 Watt, das Power Limit 2 auf 198 Watt und die PL2Tau-Dauer auf 8 Sekunden gestellt.

### Stagnierende Leistung

Bei Multithreading-Anwendungen, die alle 36 CPU-Threads ausschöpfen, rechnet der Core i9-10980XE lediglich 1,6 bis 3 Prozent schneller als der Core i9-9980XE. Beim Komprimieren von Videos mit Handbrake war er gleich schnell. Punkten kann er dank des höheren Turbotakts bei Software, die nur wenige Kerne nutzt. Dann beträgt der Vorsprung auf den Vorgänger bis zu 7 Prozent. In 3D-Spielen wie Shadow of the Tomb Raider liegt die Bildrate knapp 1 Prozent höher als beim Core i9-9980XE.

Durch die geringe Performancesteigerung muss sich Intels schnellster High-End-Desktop-Prozessor Core i9-10980XE bereits dem 16-Kerner Ryzen 9 3950X für die AM4-Plattform geschlagen geben. Der eigentliche Konkurrent von AMD, Ryzen Threadripper 3970X, spielt leistungstechnisch in einer höheren Liga. Die Messwerte finden Sie in der Tabelle auf Seite 88.

Intel spendiert den Cascade-Lake-Prozessoren zusätzlich die sogenannten Vector Neural Network Instructions (VNNI); diese Befehle beschleunigen ausgewählte Inferencing-KI-Berechnungen erheblich. Die zwei AVX-512-Einheiten pro Kern können dank VNNI zusammen bis zu 128 8-Bit-Integer-Werte parallel in Fused-Multiplay-Add-Operationen verarbeiten. Im 8-Bit-Inferencing-Test des

AI-Benchmark AIXPRT mit dem OpenVINO-Toolkit schafft der Core i9-10980XE 1007 Bilder pro Sekunde und ist damit fast doppelt so schnell wie der Core i9-9980XE ohne VNNI. Das sind bisher jedoch sehr spezielle Anwendungen. KI-Aufgaben, die statt Int8 andere Datentypen verwenden, profitieren nicht von den neuen Befehlserweiterungen.

Intel hat bei den Cascade-Lake-Prozessoren einige der Sicherheitslücken wie Meltdown und L1 Terminal Fault durch Hardware-Änderungen behoben. Für viele andere sind weiterhin Patches für Firmware und Betriebssystem notwendig. Zudem wurde kürzlich mit ZombieLoad v2 eine weitere Seitenkanalattacke bekannt, die jedoch hauptsächlich Serverbetreiber betrifft.

Die Plattform hat Intel nicht angeastattet. Nach einem BIOS-Update laufen die Core i9-10900X auf bestehenden LGA2066-Mainboards. Nichtsdestotrotz haben die meisten Board-Hersteller zum Verkaufsstart der Cascade-Lake-Prozessoren noch einmal neue Mainboards mit dem zwei Jahre alten X299-Chipsatz aufgelegt, die unter anderem mit dem brandneuen Controllerchip für USB 3.2 Gen 2x2 mit 20 GBit/s ausgestattet sind. Die Prozessoren stellen nun 48 statt 44 PCI-Express-3.0-Lanes bereit. Über vier weitere PCIe-3.0-Lanes ist der X299-Chipsatz angebunden.

### Fazit

Die aktuellen Core-X-Prozessoren liefern eine zeitgemäße Leistung, für die Intel nach den Preissenkungen endlich keine Unsummen mehr verlangt. Doch das reicht nicht aus, um gegen die neuen High-End-CPUs Ryzen Threadripper 3000 zu bestehen, die in nahezu allen Belangen besser abschneiden. Zu allem Unheil muss sich das Topmodell Core i9-10980XE auch dem preiswerteren 16-Kerner für AMDs Mainstream-Plattform geschlagen geben. Eine der Nischen, für die sich Core-X-Prozessoren lohnen, sind Systeme, die mehr als 20 an der CPU angebundene PCIe-3.0-Lanes benötigen.

(chh@ct.de) **ct**



Die zahlreichen PCIe-3.0-Lanes der Core-X-Prozessoren nutzen die Board-Hersteller wie beim Asrock X299 Taichi CLX für vier PEG-Slots.



## B1 Managed Service & Support

individuell – umfassend – kundenorientiert

Neue oder bestehende Systemlandschaften stellen hohe Anforderungen an Ihr IT-Personal. Mit einem individuellen Support- und Betriebsvertrag von B1 Systems ergänzen Sie Ihr Team um die Erfahrung und das Wissen unserer über 100 festangestellten Linux- und Open-Source-Experten.

Unsere Kernthemen:

**Linux Server & Desktop** · **Private Cloud (OpenStack & Ceph)** · **Containerization (Docker)** ·  
**Orchestration (Kubernetes)** · **Monitoring (Icinga, Nagios & ELK)** · **Patch Management** ·  
**Automatisierung (Ansible, Salt, Puppet, Chef)**

Wir sind für Sie da – mit qualifizierten Reaktionszeiten ab 10 Minuten und  
Supportzeiten von 8x5 bis 24x7!



**B1 Systems GmbH - Ihr Linux-Partner**

Linux/Open Source Consulting, Training, Development & Support

ROCKOLDING · KÖLN · BERLIN · DRESDEN

[www.b1-systems.de](http://www.b1-systems.de) · [info@b1-systems.de](mailto:info@b1-systems.de)



# Schnelle Datentransporter

## Neun schnelle USB-Sticks mit 128 GByte Speicherplatz

**Wer mal eben einen Film auf einen USB-Stick kopieren oder seine Arbeit darauf sichern möchte, muss nicht lange warten: Schnelle Sticks lassen sich mit über 100 MByte/s beschreiben und sind schon für 20 Euro erhältlich.**

**Von Lutz Labs**

**U**SB-Sticks sind praktisch. Einen Film darauf kopieren, die tägliche Arbeit sichern oder im Urlaub ein Backup der Fotos erstellen – das geht alles unkompliziert. Doch bei billigen Sticks sind Schreibraten von nur wenigen MByte/s immer noch üblich.

Bei unseren Testmustern ist das anders. Laut Hersteller schreiben alle mit einer Schreibrate von mindestens 100 MByte/s, damit dauert etwa das Backup eines DVD-Images mit mehr als 4 GByte weniger als eine Minute. Neun USB-Sticks mit Preisen zwischen 20 und 63

Euro haben wir zum Test in die Redaktion geholt: Corsair Flash Voyager GTX, Integral Turbo, Intenso High Speed Line, Patriot Supersonic Rage Elite und Viper Fang Gaming, die SanDisk-Modelle Extreme Go und Extreme Pro, den Trekstor i.Gear SSD-Stick Prime und den Verbatim Keypad Secure. Alle fassen nominell 128 GByte und übertragen die Daten über einen USB-A-Anschluss – der modernere Typ-C-Stecker ist bei den schnellen Sticks bislang noch nicht vertreten, lediglich den Verbatim-Stick gibt es alternativ damit.

Der Keypad Secure sticht auch mit seiner Zehnertastatur aus dem Testfeld heraus. Der Zweck liegt auf der Hand: Damit übergibt man die korrekte Pin, um den Stick freizuschalten. Weniger einfach ist die Sonderstellung des i.Gear SSD-Stick Prime zu erkennen. Erst nach dem Öffnen des Gehäuses – tatsächlich sind auf der Unterseite des Sticks vier Schrauben vorhanden – offenbart sich, dass er aus zwei Teilen besteht: einem USB-auf-M.2-SATA-Umwandler und einer M.2-

SATA-SSD. Auch der Flash Voyager GTX dürfte aus einem solchen Wandler und einer M.2-SSD bestehen, das Gehäuse lässt sich aber nicht öffnen. Auf den ersten Blick baugleich sind Turbo und Supersonic Rage Elite, doch dazu gleich mehr.

### USB-Wirrwarr

Intenso schreibt auf die Verpackung „Super Speed USB 3.1“, Corsair, Integral, Patriot und Trekstor nennen den Anschluss „USB 3.1 Gen 1“. Verbatim gibt sich mit „USB 3.0“ recht konservativ, während bei SanDisk mit „USB 3.1 Gen 1 (USB 3.0)“ sicherheitshalber zwei Bezeichnungen mit der gleichen Bedeutung aufgedruckt sind. Falsch sind sie eigentlich aber alle, denn nach aktueller USB-Nomenklatur arbeiten die Sticks mit USB 3.2 Gen 1, also mit einer Übertragungsrate von 5 GBit/s. Zumindest beim Lesen kommen einige Sticks in die Nähe von 460 MByte/s, der praktischen Grenze für USB-3.0-Geräte (nein, wir nennen das jetzt trotzdem nicht USB-3.2-Gen-1-Geräte).



## Corsair Flash Voyager GTX

Der GTX aus Corsairs Stick-Serie Flash Voyager macht schon optisch etwas her: schweres schwarzes Metallgehäuse und wertige Verarbeitung. Aber auch die Leistung passt. 280 MByte/s beim Schreiben stehen mehr als 400 MByte/s beim Lesen gegenüber, bei Zugriffen auf zufällige Adressen konnten wir ebenfalls sehr hohe Werte messen.

Für die hohe Geschwindigkeit ist eine SSD verantwortlich: SMART-Tools wie CrystalDiskMark melden eine Corsair-SSD; deren Temperatur liegt jedoch angeblich fest bei 33 °C.

- ⬆️ sehr schnell
- ⬆️ robustes Metallgehäuse
- ⬇️ verdeckt benachbarte Ports



## Integral Turbo

Anders als bei dem meisten anderen Slider-Sticks schiebt man beim Integral Turbo nicht den USB-Anschluss aus dem Gehäuse heraus, sondern das Gehäuse über den Anschluss – dazu braucht man zwei Hände. Bei der Geschwindigkeit macht der Turbo seinem Namen alle Ehre: Mehr als 440 MByte/s beim Lesen und 310 MByte/s beim Schreiben sind sehr ordentliche Werte.

Kopfschmerzen bereiteten uns nur die Probleme bei den IOPS-Messungen mit IOmeter. Eine Lösung dafür konnte der Hersteller bis Redaktionsschluss nicht liefern.

- ⬆️ schnell beim Schreiben
- ⬇️ nur zwei Jahre Garantie
- ⬇️ teils unstimmige Messwerte



## Intenso High Speed Line

Als Teilnahmevoraussetzung für diesen Test hatten wir eine Schreibgeschwindigkeit von 100 MByte/s. Laut Datenblatt erreicht der High Speed Line von Intenso dies – in der Praxis aber sank die Schreibrate des Sticks bereits nach wenigen Sekunden darunter.

Nur rund 75 MByte/s erreichte der Stick bei unseren eine Minute lang währenden Messungen. Beim Lesen aber erfreut der High Speed Line mit standesgemäßen 420 MByte/s. Die Leistungsaufnahme im Leerlauf liegt mit nur 0,4 Watt recht niedrig.

- ⬆️ geringe Leistungsaufnahme
- ⬇️ schneller Abfall beim Schreiben
- ⬇️ nur zwei Jahre Garantie

## Internes

Über die Interna moderner USB-Sticks bekommt man so gut wie nichts heraus: Die Hersteller stellen keine Datenblätter zur Verfügung. Aufschrauben ließ sich lediglich der Trekstor-Stick, die darin eingebaute M.2-SATA-SSD meldet sich als Trekstor-SSD. Im Verbatim-Stick steckt ebenfalls eine SSD, diese stammt vom größten chinesischen SSD-Hersteller Longsys, die SSD im Corsair-Stick meldete sich als eine ebensolche. Bei den anderen Sticks kommt man auch mit Software nicht weiter, die Hersteller und Typen von Controller und Flash-Speicher bleiben im Dunkeln.

Das ist schade, denn der in vielen USB-Sticks verwendete Speicher stammt häufig aus dem Ende der Flash-Verwertungskette. Nach der Produktion wird ausgesiebt: Der beste Speicher ist für SSDs vorgesehen, da die Anforderungen dort am höchsten sind. Was dafür nicht taugt, kommt in Speicherkarten zum Einsatz, und was dort noch herausfällt, in USB-Sticks. Immerhin konnten wir mithilfe unseres Testprogramms H2testw (siehe ct.de/ypbq) verifizieren, dass alle Sticks die versprochene Kapazität aufwiesen.

Die beiden scheinbar baugleichen Sticks von Integral und Patriot entpuppten sich im Test als durchaus verschieden.

Zwar haben die beiden Hersteller das Gehäuse wohl vom gleichen Zulieferer bekommen, aber die Elektronik im Inneren unterscheidet sich: Der Stick von Integral schreibt wesentlich schneller. Dennoch kommt wahrscheinlich der gleiche Controller zum Einsatz, denn innerhalb unseres Benchmark-Parcours trat bei beiden Sticks (und auch dem anderen Patriot-Stick) das gleiche Problem auf: Beim Schreiben auf zufällige Adressen mit IOmeter verweigern diese geradezu die Mitarbeit. IOmeter gab in allen drei Fällen Werte zwischen 0,5 und 1,5 IOPS aus, bei Tests mit anderen Programmen lagen die Werte wie erwartet bei einigen Hundert IOPS.

## Schnelle USB-Sticks mit 128 GByte Kapazität

	seq. Transferraten schreiben/lesen <sup>1</sup> [MByte/s]	IOPS schreiben/lesen <sup>2</sup>	Leistungsaufnahme <sup>3</sup> [W]
	besser ►	besser ►	◀ besser
Corsair Flash Voyager GTX	279/407	11013/23557	0,7/1,1/1,3
Integral Turbo	312/443	200/1874	0,2/1,5/2,3
Intenso High Speed Line	77/422	1948/6303	0,4/1,6/1,2
Patriot Supersonic Rage Elite	140/432	596/1682	0,2/0,8/0,6
Patriot Viper Fang Gaming	138/437	599/1690	0,2/0,8/0,6
SanDisk Extreme Go	156/199	415/586	0,7/1,3/1,7
SanDisk Extreme Pro	400/434	2063/2545	1/1,6/2,1
Trekstor i.Gear SSD-Stick Prime	340/460	2442/32005	0,9/1,8/1,8
Verbatim Keypad Secure	198/195	2268/4685	1,2/1,5/1,5

<sup>1</sup> gemessen mit IOmeter, Blockgröße 128 KByte, Testdauer 60 Sekunden <sup>2</sup> gemessen mit WinSat <sup>3</sup> idle/lesen/schreiben



### Patriot Supersonic Rage Elite

Der Schiebemechanismus des Patriot Supersonic Rage Elite ist der gleiche wie der des Integral Turbo, abgesehen von den Farben ist auch das Gehäuse gleich – aber die Innereien nicht. Der Supersonic Rage Elite erreicht zwar beim Lesen die gleiche Geschwindigkeit, beim Schreiben aber kommt er nur auf rund 140 MByte/s – weniger als die Hälfte.

Die Probleme mit den IOPS-Messungen unter IOmeter traten jedoch auch bei diesem Stick auf, mit dem Windows-Tool WinSat erreichten wir knapp 600 IOPS.

- ⬆️ geringe Leistungsaufnahme
- ⬆️ sehr günstig
- ⬇️ teils unstimmige Messwerte



### Patriot Viper Fang Gaming

Patriots zweiter Stick in diesem Test steckt in einem kühlenden Metallgehäuse, ansonsten ähneln sich die beiden recht stark: gleiche Geschwindigkeiten bei sequenziellen Transfers, Probleme mit IOmeter, gleiche – sehr niedrige – Leistungsaufnahme. Während einige andere Sticks im Leerlauf bis zu 1 Watt benötigen, kommt der Viper Fang Gaming mit 0,2 Watt aus, bei Belastung steigt die Leistungsaufnahme auf gerade einmal 0,8 Watt.

Der Viper Fang Gaming kostet drei Euro mehr als der andere Patriot-Stick, das Metallgehäuse ist nach unserer Einschätzung den Aufpreis wert.

- ⬆️ geringe Leistungsaufnahme
- ⬆️ Metallgehäuse
- ⬇️ teils unstimmige Messwerte



### SanDisk Extreme Go

Der günstigere SanDisk-Stick liegt fast überall im Mittelfeld: beim Preis sowie bei der Schreibgeschwindigkeit, der Leistungsaufnahme und der Größe. Der Slider-Mechanismus soll bei einigen Anwendern recht schnell ausgefallen sein, dann muss man den Schieber beim Einstcker festhalten.

Größtes Manko des Extreme Go ist seine eher gemächliche Gangart beim Lesen von Daten. Mit knapp 200 MByte/s kommt er nicht einmal auf die halbe Geschwindigkeit der meisten anderen Sticks in diesem Test; mit dem Windows-Messprogramm WinSat erreichten wir nicht einmal 70 MByte/s.

- ⬇️ Slider-Mechanismus anfällig
- ⬇️ langsam beim Lesen
- ⬇️ teils unstimmige Messwerte

## Wertlose SMART-Infos

USB-Sticks geben, anders als SSDs, nur selten per SMART-Abfrage Informationen zu ihrem Gesundheitszustand heraus. Das ist vielleicht auch besser so, denn die Sticks von Corsair, SanDisk (nur Extreme Pro) und Trekstor verwirren Anwender mit falschen Angaben. Der Extreme Pro würde laut SMART-Abfrage nicht mehr lange durchhalten: Die verbleibende Lebensdauer liegt bei null. Zudem liegt die Stick-Temperatur mit 8 °C außerhalb realistischer Werte. Auch Corsair und Trekstor schummeln bei den

Temperaturen: Sie liegen fest bei 33 beziehungsweise 40 °C, egal wie man die Sticks beansprucht. Verlassen sollte man sich auf die SMART-Angaben daher nicht.

## USB-Stick für Backups

USB-Sticks sind für Backups nach unserer Einschätzung nicht geeignet. Zu häufig erhalten wir Meldungen über defekte Sticks. Manche lassen sich noch lesen, häufig aber melden sie sich gar nicht mehr am Betriebssystem an oder haben eine Kapazität von 0 Byte.

Wenn die Datei auf dem Stick dann die einzige Version der Diplomarbeit war, dann hilft manchmal nur noch der – meistens sehr teure – Gang zum Datenretter. Für Backups empfehlen wir weiterhin externe Festplatten oder einen Cloud-Anbieter (dann aber bitte mit Verschlüsselung der Daten).

Externe SSDs sind als Backup-Medium ebenfalls nicht geeignet, weil sie ihre Daten ohne gelegentliche Spannungsversorgung mit der Zeit vergessen. Als Datentransporteure eignen sie sich natürlich, sie sind bei gleicher Kapazität jedoch teurer.

## Schnelle USB-Sticks mit 128 GByte Kapazität

Modell	Flash Voyager GTx	Turbo	High Speed Line	Supersonic Rage Elite	Viper Fang Gaming
Hersteller	Corsair, <a href="http://www.corsair.com">www.corsair.com</a>	Integral, <a href="http://integralmemory.com">integralmemory.com</a>	Intenso, <a href="http://www.intenso.de">www.intenso.de</a>	Patriot, <a href="http://patriotmemory.com">patriotmemory.com</a>	Patriot, <a href="http://patriotmemory.com">patriotmemory.com</a>
Bezeichnung	CMFVGTX3C-128GB	INF128GBTURBWH3.0	3537491	PEF128GSRE3USB	PV128GFB3USB
Von Windows erkannte Kapazität <sup>1</sup>	119,24 GByte	118,13 GByte	115,23 GByte	115,5 GByte	115,5 GByte
Dateisystem im Auslieferungszustand	NTFS	FAT32	FAT32	FAT32	FAT32
Maße, Gewicht (ohne Kappe, Slider ausgefahren)	75 mm × 26 mm × 9 mm, 39 g	53 mm × 21 mm × 10 mm, 9 g	56 mm × 19 mm × 8 mm, 6 g	53 mm × 21 mm × 10 mm, 8 g	57 mm × 17 mm × 8 mm, 8 g
Straßenpreis	52 €	42 €	29 €	21 €	23 €

<sup>1</sup> Die Hersteller rechnen mit 1 GByte = 1.000.000.000 Byte. Für Windows dagegen ist 1 GByte = 1.073.741.824 Byte, die angezeigte Kapazität ist daher kleiner.



## SanDisk Extreme Pro

Der Extreme Pro von SanDisk ist, ebenso wie der Extreme Go, bereits fast drei Jahre auf dem Markt. Bei der Geschwindigkeit kann der Extreme Pro mit heutigen Sticks nicht nur problemlos mithalten: Mit 400 MByte/s beim Schreiben deklassiert er die gesamte jüngere Konkurrenz.

Auch beim Lesen von Daten liegt der Extreme Pro mit mehr als 430 MByte/s in der Spitzengruppe. Das Metallgehäuse liegt nicht nur gut in der Hand, sondern sorgt auch für eine gute Wärmeableitung; Klagen über den Slider-Mechanismus sind nicht bekannt.

- ⬆️ sehr schnell
- ⬆️ Metallgehäuse
- ⬇️ SMART-Angaben fehlerhaft



## Trekstor i.Gear SSD-Stick Prime

Trekstors USB-Stick i.Gear SSD-Stick Prime ist eigentlich gar kein Stick, sondern eine SSD im Stick-Gewand. Darin verbirgt sich ein USB-auf-M.2-SATA-Wandler mitsamt einer Trekstor-SSD.

Beim Lesen kratzt der Stick mit 460 MByte/s an der Grenze von USB 3.0, beim Schreiben sind immerhin 340 MByte/s drin. Schade nur, dass der Stick bei den SMART-Werten patzt: Die Temperatur liegt laut CrystalDiskInfo immer bei 40 °C, was nicht stimmt.

- ⬆️ sehr schnell
- ⬆️ aufschraubbares Metallgehäuse
- ⬇️ nur zwei Jahre Garantie



## Verbatim Keypad Secure

Das Auffälligste am Keypad Secure ist die Zehnertastatur. Mit dieser schaltet man den USB-Stick erst frei, ohne Freischaltung taucht er nicht einmal in der Datenträgerverwaltung auf. Tippt man 20-mal die falsche Pin ein, wird der Stick dauerhaft gesperrt. Unpraktisch ist, dass der Stick keinen Akku hat, man die Pin also am eingesetzten Stick eingeben muss.

Beim Schreiben kommt der Keypad Secure auf rund 200 MByte/s und liegt damit im Mittelfeld. Aber auch beim Lesen ist er nicht schneller; eine höhere Geschwindigkeit wird eventuell durch die Verschlüsselung verhindert.

- ⬆️ mit Verschlüsselung
- ⬆️ kurze USB-Verlängerung
- ⬇️ hohe Leistungsaufnahme

## Tauschgeschäfte

USB-Sticks sind zum Austausch von Daten da. Daher sollten sie unter möglichst vielen verschiedenen Betriebssystemen lesbar sein. Das klappt nicht mit jedem Dateisystem. Wer häufig zwischen Linux, macOS und Windows wechselt, sollte exFAT nutzen – seit der kürzlich erfolgten Freigabe der exFAT-Patente durch Microsoft (siehe [1]) dürfte exFAT bald auch in den meisten Linux-Distributionen enthalten sein, Windows und macOS beherrschen es bereits seit geraumer Zeit.

Viele Multimediasysteme verlangen jedoch FAT32. Das funktioniert zwar auch mit den drei genannten Systemen, beschränkt aber die Dateigröße auf 4 GByte.

Die Hersteller der Sticks unseres Tests sind sich dann auch nicht einig: Integral, Intenso, Patriot und Verbatim formatieren die Sticks mit FAT32, Corsair und Trekstor nutzen NTFS und SanDisk exFAT.

## Fazit

Beim Lesen sind alle Sticks flott. Rund 200 MByte/s erreichen der Extreme Go

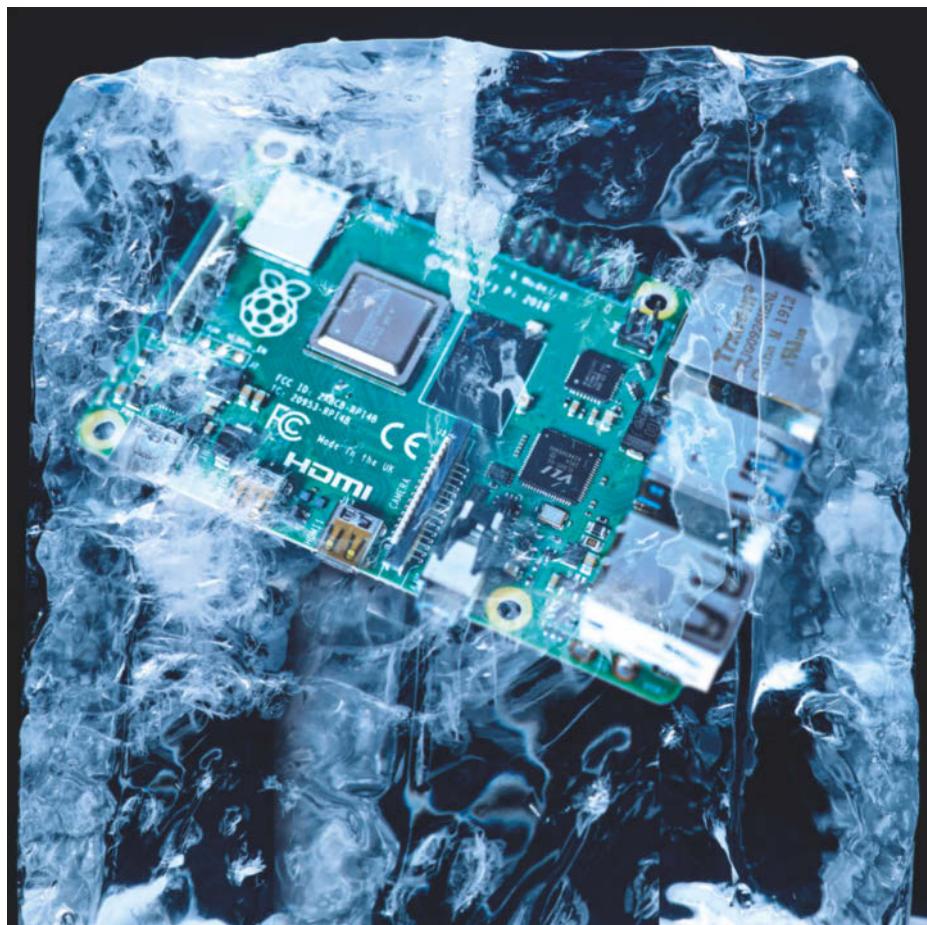
und das Keypad Secure, alle anderen sind sogar mehr als doppelt so schnell. Beim Schreiben aber gibt es größere Unterschiede: Der High Speed Line erreicht die Vorgabe von 100 MByte/s auch bei großen Dateien nicht, mit knapp 80 MByte/s ist er der langsamste in diesem Test. Knapp darüber liegen Supersonic Rage Elite, Viper Fang Gaming und Extreme Go, mit dem Keypad Secure mit rund 200 MByte/s macht es langsam Spaß.

Richtig schnell zur Sache gehen beim Schreiben Flash Voyager GTX, Turbo und i.Gear SSD-Stick Prime, der Spatenreiter Extreme Pro schafft dann 400 MByte/s, das liegt bereits im Bereich interner SATA-SSDs. Das Keypad Secure spielt durch seine Verschlüsselung eine Sonderrolle; wer hier zugreift, wird sich nicht am hohen Preis stören. (ll@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Merlin Schumacher, Microsoft gibt exFAT-Patente und -Spezifikationen für Linux frei, [www.heise.de/-4510623](http://www.heise.de/-4510623)

Download H2testw: [ct.de/ypbq](http://ct.de/ypbq)



# Klüger kühlen

## Sechseinhalb Kühllösungen für den Raspberry Pi 4

**Wenn der Prozessor im Raspberry Pi 4 gut zu tun hat, wird er heiß – und ab 80 Grad Celsius senkt er seine Taktfrequenz. Aktiv oder passiv gekühlt kann er länger auf die Tube drücken. Lösungen für 2 bis 40 Euro zeigen, worauf es ankommt.**

**Von Ingo T. Storm**

**D**as System-on-Chip (SoC) im Raspi 4 wird unter Volllast so heiß, dass es sehr schnell die Taktfrequenz der ARM-Rechenkerne von 1500 MHz auf 1000 MHz drosseln muss: im offiziellen Gehäuse nach wenigen Sekunden, ohne Gehäuse nach eineinhalb Minuten. Übertaktet man auf bis zu 2000 MHz, kommt das SoC noch schneller ins Schwitzen – siehe den Artikel in c't 24/2019 auf Seite 130. Da hilft wie beim PC nur Kühlung. Die (sinnvolle) Auswahl beginnt bei kleinen, passiven Alu-Kühlkörpern für rund 2 Euro und endet beim aktiven Tower-Kühler mit Discobeleuchtung für 25 Euro. Dazwischen tummeln sich passiv oder aktiv kühlende Gehäuse mit sehr unterschiedlicher Optik.

Die schlechte Nachricht: Die perfekte Kühllösung gibt es nicht. Die gute Nachricht: Es ist ohne großen Aufwand und Krach möglich, einen auf 2000 MHz übertakteten Raspi unter dauernder Volllast unter 80 °C zu halten, sodass er nie drosselt. Dann kann man aber keine Aufsteckplatten (HATs) mehr benutzen oder kommt nicht mehr an die internen Anschlüsse für Kamera und Display und die Pfostenleiste mit den GPIO-Ports ran.

Aktive Kühlung mit Lüfter geht auch nicht geräuschlos über die Bühne. Die Lüfter im Test waren jedoch wesentlich leiser, als man es von 25- bis 40-Millimeter-Lüftern erwarten würde. Steht der Raspi beim Basteln vor einem, hört man alle. In irgendeiner entfernten Zimmercke fallen sie nicht mehr auf.

Wenn Ihr Raspi als Mediacenter neben dem Fernseher steht, kommt die Optik ins Spiel. Eine „offene Lösung“ macht sich da nicht so gut wie ein passiv kühzendes Gehäuse. Anhand unserer Messungen können Sie abschätzen, welcher Kompromiss zu den Aufgaben Ihres Raspi passt.

Gemessen haben wir wie im Artikel zum Übertakten des Raspi 4 (c't 24/2019, S. 130) mit den Shell-Skripten monipi.sh und stress-and-log.sh, die Sie über ct.de/ywna auf GitHub finden. Sie setzen den Raspi in drei Etappen verschiedenen Lasten aus – Netzwerk, Desktop, Volllast – und messen währenddessen laufend Temperatur und Takt. Wir haben sie allerdings noch ein wenig weiterentwickelt. Zum Beispiel können Sie jetzt alle benötigten Zusatzpakete und Programme automatisch installieren lassen. Das dritte Skript namens howcool.pl erzeugt mit Gnuplot aus den Logfiles Grafiken, an denen man gut ablesen kann, wie sich Takt und Temperatur des Raspi-SoC bei verschiedenen Lasten entwickeln. Die Basis war immer ein Raspbian Buster mit Desktop und allen Updates bis zum 20. November.

### Update-Risiko

Falls Sie selbst nachmessen und nicht exakt die gleichen Verläufe herausbekommen, kann das mehrere Gründe haben. Vor gut einem Monat hat das recht überraschend eingeführte Firmware-Update unsere Messungen kurz vor Redaktionsschluss über den Haufen geworfen – das kann jederzeit wieder passieren. Im Moment sind die Ingenieure bei der Raspberry Pi Foundation zum Beispiel dabei, noch ein paar Möglichkeiten zum Abschalten unbenutzter Hardware einzubauen. Doch auch andere Än-

derungen an der Firmware oder auch nur an einem Linux-Kernel-Modul können die Leistungsaufnahme und damit die Wärmeentwicklung beeinflussen.

Außerdem haben wir gezielt gefälscht: Einzelne Taksprünge, die in den Ruhephasen dadurch zustande kommen, dass bei einem Multitasking-Betriebssystem mit laufendem Desktop ständig viele Prozesse laufen, haben wir manuell aus den Log-Dateien entfernt. Diese Peaks würden sonst in den Grafiken den Blick auf die Taktentwicklung durch thermisch bedingtes Drosseln verstellen. Die Grafiken zu allen hier vorgestellten Lösungen finden Sie über [ct.de/ynwa](http://ct.de/ynwa). Wir haben jeweils das Verhalten bei 1500, 1750 und 2000 MHz gemessen.

Mehrere Faktoren bestimmen maßgeblich, wie effektiv ein Chip gekühlt werden kann: Der erste ist die Größe der Oberfläche, die Wärme abgeben kann. Der Blechdeckel auf dem Raspi-SoC ist rund 2 cm<sup>2</sup> groß. Setzt man den schon seit Jahren angebotenen Alu-Kühlkörper mit 20 jeweils 4,5 Millimeter langen Zinken und einem 1 Millimeter dicken Boden drauf, wächst die Fläche auf fast 5 cm<sup>2</sup>. Der zweite wichtige Faktor ist die Differenz zwischen der Temperatur der Oberfläche und der Temperatur des sie umgebenden Mediums – normalerweise also Luft: Je größer die Differenz, desto schneller der Wärmeaustausch.

## Heiße Luft

Dieser Effekt schwankt mit der Zeit: Wenn durch Konvektion, also das Aufsteigen der vom SoC erwärmteten Luft, oder durch einen Lüfter immer wieder neue, noch kühle Luft an das SoC strömt, kann der

Kühlkörper oder SoC-Deckel mehr Wärme pro Zeit abgeben, weil der Unterschied zwischen seiner Temperatur und Umgebungs-temperatur länger groß bleibt. Je kleiner und dichter das Gehäuse ist, desto schneller ist die umgebende Luft komplett aufgeheizt und die Kühlwirkung nimmt drastisch ab. Allein deswegen ist das neue Gehäuse von der Raspberry Pi Foundation nur zu gebrauchen, wenn der Raspi selten gefordert wird. Es hat nicht nur wenig Volumen, sondern es ist auch noch sehr dicht.

Die nächsten maßgeblichen Größen sind die Wärmeleitfähigkeit der kühlenden Materialien und die Qualität der Übergänge vom eigentlichen Chip zu seinem Deckel und vom Deckel zum Kühlkörper. Den ersten Übergang kann man schlecht beeinflussen – manche PC-Tuner versuchen es trotzdem, siehe c't 12/2019 auf Seite 96. Beim zweiten Übergang hat man die Wahl zwischen separat gekaufter Wärmeleitpaste, Wärmeleitfolie – oder den Wärmeleitpads, die bei den getesteten Raspi-Kühlern und Kühlgäßen beiliegen. Die Unterschiede halten sich in engen Grenzen.

## Ab 2 Euro

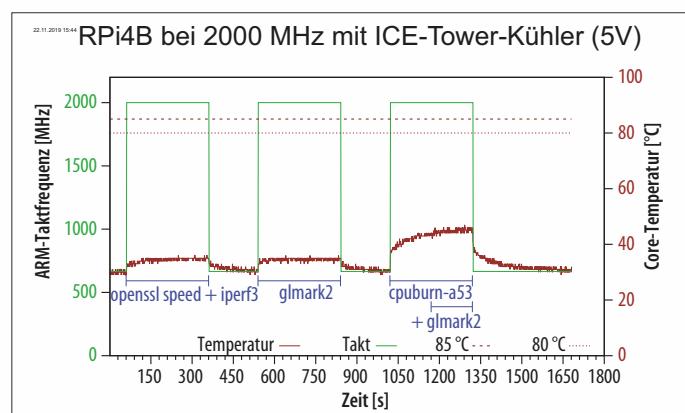
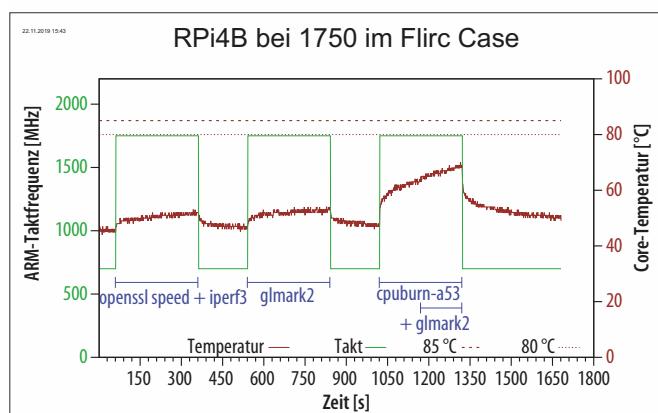
Für rund 2 Euro bekommt man eine halbe Lösung: ein Set aus zwei bis vier passiv kühlenden **Alu-Blöckchen** für das SoC und den USB-Controller. Der Kühlleffekt ist messbar, aber Wunder darf man nicht erwarten. Dafür bleiben alle Anschlüsse gut erreichbar und der Raspi 4 passt immer noch in fast jedes handelsübliche Gehäuse. Wenn Sie die Kühlkörper mit einer Aufsteckplatine nutzen wollen, müssen Sie auf die Höhe des Kühlkörpers für das SoC achten. Das oben zitierte Standardmodell, das schon für ältere Raspis

angeboten wurde, ist zu hoch. Bei den uns bekannten Vierer-Sets ist der SoC-Kühler etwas niedriger und passt gut unter HATs, die nur auf der Oberseite bestückt sind.

Etwas mehr Hitze schaffen passiv kühlende Gehäuse weg. Auch sie sind üblicherweise aus Aluminium. Innen sitzen Zapfen, die über Wärmeleitpads fest auf das SoC und/oder das RAM drücken, sodass der gesamte Gehäusekörper als Kühler dient. Das ergibt dann viel Fläche, die Wärme abstrahlen (und an der man sich die Finger verbrennen) kann. HATs passen auch in solche Gehäuse konstruktionsbedingt nicht hinein, aber die internen Anschlüsse bleiben üblicherweise frei.

## Schickes Kühlgäuse

Recht beliebt ist das **Flirc-Gehäuse**. Es ist schön schlicht und in „Alu natur“ oder in Schwarz zu haben. Beim schwarzen Gehäuse prangt das Logo der Mediacenter-Software Kodi auf dem Deckel und das Open-Source-Projekt bekommt einen Teil der Umsätze. Kamera- und Display-Anschluss liegen hier brach. Die GPIO-Pins kann man über ein Flachbandkabel durch eine Aussparung nach außen führen. Weil es im Gehäuse eng zugeht, passen handelsübliche Kabel nicht rein, aber in den FAQ zum Gehäuse wird ein Kabeltyp genannt, dessen Stecker etwas schlanker ist und nicht ans Gehäuse stößt (siehe [ct.de/ynwa](http://ct.de/ynwa)). Einer unserer Test-Raspis stürzte in diesem Gehäuse nach dem letzten Firmware-Update reproduzierbar bei gut 70 °C SoC-Temperatur ab. Die erreicht er aber nur übertaktet und unter Volllast. Andere Exemplare standen 5 Minuten Vollast bei 2000 MHz regelmäßig durch. Beim Übertakten muss man also immer



Schon das passiv kühlende Flirc-Gehäuse hält einen moderat übertakteten Raspi bei Dauerlast unter der Drosseltemperatur von 80 °C. Unter dem ICE-Tower bleibt selbst ein 2000-MHz-Raspi unter 50 °C. Grafiken zu allen vorgestellten Lösungen finden Sie über [ct.de/ynwa](http://ct.de/ynwa).

Zwei Lüfter und ein dicker gefräster Alu-Block über der Platine, ein dünnerer darunter: Im Armor Case kommt der Raspi auch übertaktet kaum ins Schwitzen.



darauf gefasst sein, dass sich verschiedene Raspis unterschiedlich verhalten.

Passives Kühlen stößt irgendwann an Grenzen. Sei es, weil der Raspi ständig unter Last steht oder dass er in einer ungünstigen Umgebung vor sich hin rechnet, zum Beispiel hinter der versammelten Unterhaltungselektronik unter dem 55-Zoll-Netflix-Altar. Aktive Kühlung mit einem Lüfter bringt aber mehrere Nachteile mit sich: Lüfter brauchen Strom und Platz, außerdem laufen sie nicht lautlos.

Wer besonders günstig aktiv kühlen will, kauft für ein paar Euro einen Lüfter mit 30 Millimeter, besser 40 Millimeter Durchmesser, typischerweise 7 bis 10 Millimeter Dicke – und baut selbst einen Halter dafür. Wichtig ist, dass der Ventilator mit 3,3 oder 5 Volt laufen kann. Die meisten sind bei 5 Volt Versorgungsspannung viel lauter als bei 3,3 Volt. Wenn der Raspi nicht dauerhaft unter Vollast steht, reicht jedoch die niedrigere Drehzahl vollkommen aus. Wie laut ein so kleiner Ventilator ist, lässt sich in der Preisklasse nicht vorhersagen. Die etwas teureren Lüfter von Noctua sind erfahrungsgemäß leiser und langlebiger als No-Name-Ware. **Noctua** bietet auch den einzigen uns bekannten per PWM steuerbaren 5-Volt-Lüfter an, der für Privatkunden zu haben ist. Der kostet allerdings 15 Euro – und die PWM-Regelung müsste man selbst programmieren. Freiwillige vor!

## Raspi im Sandwich

Manche fertigen Gehäuse mit eingebautem Lüfter kosten nur wenig mehr als ein Eigenbau aus Lüfter und Halterung. Einen ungewöhnlichen, aber effektiven Ansatz verfolgt das unter etlichen verschiedenen Namen verkaufte **Armor Case**, das im Grunde ein fettes, geripptes Alu-Sandwich mit zwei eingebauten 25-Millimeter-Lüftern ist. Es kühlte hervorragend und lässt alle Anschlüsse frei. Trotzdem schützt es

den Rest der Platine und die Unterseite vor Kurzschlüssen beim unbedachten Basteln.

Die beiden kleinen Lüfter nehmen zusammen aber mehr Leistung auf als jeweils einer von den größeren, die wir ausprobiert haben. Bei einem Testexemplar fing einer der Lüfter nach relativ kurzer Zeit zu sirren an. Nachdem wir ihn abgeklemmt hatten, war die Kühlung immer noch sehr ordentlich und sogar ganz ohne Lüfter drosselte nur der übertaktete und voll ausgelastete Raspi nach einiger Zeit seinen Takt.

Im **GeeekPi-Gehäuse** sitzt der 40-Millimeter-Lüfter im Gehäuse statt draußen. Die mitgelieferten Kühlkörperchen entsprechen den auch anderswo verkauften Vierer-Sets. Die Kombination kühlte den Raspi bis 2000 MHz genauso zuverlässig, aber etwas weniger auffällig als das Armor Case. Unter dem Deckel bleibt ein Spalt frei, durch den man Jumper-Kabel zu den GPIO-Pins fädeln kann.

## Lüfter zum Programmieren

Für Bastler und Programmierer ist das **Fan Shim** von Pimoroni interessant. Der 30-Millimeter-Lüfter sitzt auf einer kleinen Platine, die man auf die ersten GPIO-Pins schiebt. Alle Pins bleiben dabei physisch

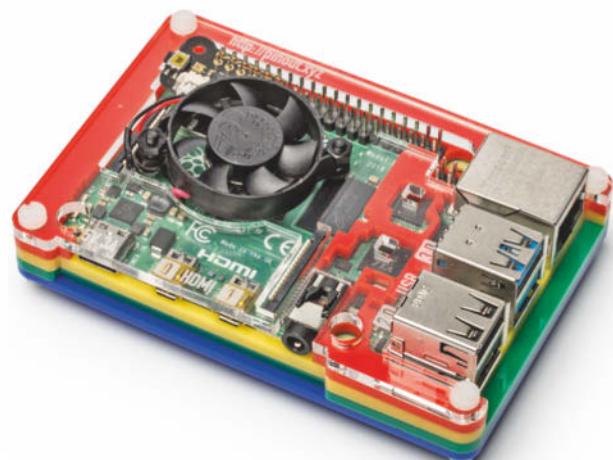
erreichbar, aber die Software belegt ein paar: Pin 17 (in BCM-Nummerierung) schaltet den Lüfter ein und aus, über Pin 14 und 15 steuert man die RGB-LED auf der Platine, über Pin 18 fragt man den aufgelösten Taster ab. Einige Python-Beispielprogramme (siehe ct.de/ynna) zeigen, was man mit der LED anstellen kann, wie man den Taster abfragt und den Lüfter ein- und ausschaltet – auf Wunsch automatisch abhängig von der SoC-Temperatur.

Zusammen mit dem halboffenen Coupé-Gehäuse vom selben Hersteller eignet sich das Fan Shim hervorragend zum Basteln und für die ersten Gehversuche beim Programmieren in Python. Die Kühlleistung reicht auch für übertaktete Raspis. Die Aussparungen in der obersten Gehäuseschicht sind groß genug, dass man an alles gut rankommt und das Gesamtkunstwerk versprüht reichlich Maker-Charme. Die LED und die zusätzliche Logik auf der Platine erhöhen die Leistungsaufnahme gegenüber einem stumpf an 5V und Masse angehängten Ventilator um ein halbes Watt.

## Leuchtturm-Kühler

Noch etwas nerdiger, noch etwas teurer, aber definitiv „cool“ ist der **ICE-Tower** von GeeekPi. Die Idee, einen Lamellenkühler mit einer Heatpipe und einem Lüfter zu kombinieren, ist natürlich für PC-Schrauber ein alter Hut. Für den Raspi haben wir so was vorher noch nicht gesehen. HATs muss man sich hier auch abschminken, ein Gehäuse ebenso, aber zumindest die GPIO-Ports sind erreichbar, wenn man den Kühler so montiert, dass er in Richtung der beiden HDMI-Anschlüsse zeigt.

Die Kühlung ist über jeden Zweifel erhaben. Im Grunde ist der Ventilator mit den eingebauten LEDs unter halbwegs normalen Bedingungen sogar überflüssig. Wenn man ihn stilllegt oder ganz ab-



Neben dem Ventilator sitzen auf dem Fan Shim von Pimoroni noch eine RGB-LED und ein Taster. Das teilweise offene Coupé-Gehäuse passt bestens dazu.

schraubt, bleibt der Raspi auch nach 5 Minuten Vollast bei 2000 MHz noch weit unter der Drosselschwelle von 80 °C. Der ICE-Tower ist daher sowohl aktiv als auch passiv die am effektivsten kühlende Lösung, die wir gefunden haben.

## Stillleben: Raspi in Öl

Wir haben aber auch nicht alles ausprobiert, was theoretisch möglich wäre. Stickstoff- und Wasserkühlung sind teuer und laut. Das Bad in **dünflüssigem Mineralöl** dagegen kostete wenig und macht gar keinen Lärm. Es erreicht beinahe die entspannende Wirkung eines Aquariums mit lebendiger Fischpopulation bei wesentlich weniger Wartungsaufwand. Das Öl kühlt auch übertaktete Raspis zufriedenstellend, wenn auch nicht ganz so gut wie der ICE-Tower. Dagegen steht der unschätzbare Vorteil, dass im Unterschied zu allen anderen vorgestellten Lösungen sämtliche Anschlüsse des Raspi nutzbar bleiben und sich kein Kühlkörper oder Lüfter einer Aufsteckplatine in den Weg stellt.

Dennoch ist das Ölbad aus ziemlich schmierigen Gründen für Projekte, an denen noch herumgestöpselt wird, nur bedingt geeignet. Der WLAN-Empfang reicht mit netto über 5 MByte/s fürs Streaming locker aus. Generell raten wir dazu, nur die Spannungsversorgung kabelge-



Das Gegenteil von Understatement:  
Der ICE-Tower mit LED-Beleuchtung,  
unter dem der Raspi immer cool bleibt.



Nicht nur Top-500-Supercomputer  
kann man mit Mineralöl hervorragend  
kühlen.

bunden zu erledigen, weil das Öl auf Dauer an allen von uns benutzten Kabelmaterialen entlang auch gegen die Schwerkraft den Weg aus dem Bassin findet. Mit anderen Worten: Das Experiment hat uns ein wenig Dreck und eine Menge Spaß beschert.

## Fazit

Ein vielbeschäftiger Raspi 4 braucht Kühlung. Wer nicht oder nur mäßig übertaktet, kann aber um Lüfter und damit Lärm und zusätzlichen Stromaufnahme herumkommen, weil ein komplett aus Alu herstell-

tes Gehäuse schon sehr effektiv kühlt. Beim Austesten der Übertaktungsspielräume ist dagegen aktive Kühlung angeraten. Ob man den Ventilator im dezent geschlossenen GeeekPi-Gehäuse, im massiven Armor-Alu-Block oder weithin sichtbar am ICE-Tower die Luft umröhren lässt, ist letztlich Geschmackssache. Wenn Sie eine eigene originelle oder besonders wirksame Kühlung gebastelt haben – schicken Sie uns bitte eine E-Mail!

(it@ct.de) **ct**

**Mess- und Grafik-Skripte, Grafiken,  
Zusatzinfos:** [ct.de/ywna](http://ct.de/ywna)

## Kühlösungen für den Raspberry Pi 4 – technische Daten und Messungen

Produkt	Armor Case mit Lüftern	Fan SHIM <sup>1</sup>	Flirc Case	GeeekPi-Gehäuse mit Lüfter	GeeekPi ICE-Tower <sup>2</sup>	Ölbad <sup>3</sup>
Hersteller	diverse	pimoroni.de	Flirc.tv	GeeekPi	GeeekPi	Eigenbau
aktiv/passiv	passiv und aktiv	aktiv	passiv	passiv und aktiv	passiv und aktiv	passiv
Lieferumfang	Alu-Gehäuse, Wärmeleitpads, 2 25-mm-Lüfter, Montagematerial	Platine, 30-mm-Lüfter, Montagematerial	Alu-Gehäuse, Wärmeleitpads, Montagematerial	Kunststoffgehäuse mit Lüftungsschlitz, 4 Kühlkörper, Wärmeleitklebefolie, 40-mm-Lüfter	Tower-Kühler, Wärmeleitpad, Montagerahmen und -material	Plexiglastank, Steine, künstliche Pflanzen, Schildkröten, Ruderboot, Mineralöl dünflüssig
<b>Besonderheiten</b>						
GPIO-Pins nutzbar	✓ (belegt: 1 × Spannung, 1 × Masse)	✓ (belegt: Pins 14, 15, 17, 18)	✓ <sup>3</sup>	✓ (belegt: 1 × Spannung, 1 × Masse)	✓ (belegt: 1 × Spannung, 1 × Masse)	✓
HATs nutzbar	–	(✓) <sup>4</sup>	–	–	–	✓
CSI/DSI-Anschlüsse nutzbar <sup>4</sup>	✓ (belegt: 5V, Masse)	✓	(✓, keine Aussparungen im Gehäuse)	✓ (belegt: 5V, Masse)	✓	(✓, längere Kabel nötig)
Lüfter geregelt	manuell: 3,3 oder 5V	✓ (automatisch ein/aus)	–	manuell: 3,3 oder 5V	manuell: 3,3 oder 5V	–
<b>Lautheit/Leistungsaufnahme</b>						
Lautheit bei 5V/3,3V (Sone)	< 0,1/<0,1	0,4/–	–	0,4/<0,1	0,3/<0,1	–
Leistungsaufnahme 5V/3,3V (Watt)	1/0,5	0,5/–	< 0,1/<0,1	0,3/0,1	0,4/0,2	–
<b>Bewertung</b>						
Kühlleistung	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Einbau	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊖
Lautheit	⊕	○	⊕⊕	○	○	⊕⊕
Preis	ca. 15 €	Fan Shim ca. 11 €, Gehäuse ca. 9,50 €	ca. 20 €	ca. 12 €	ca. 25 €	ca. 40 €

<sup>1</sup> gemessen im Pimoroni-Coupé-Gehäuse

<sup>2</sup> gemessen ohne Gehäuse

<sup>3</sup> Aussparung ist vorhanden, Spezialkabel nötig, siehe [ct.de/ywna](http://ct.de/ywna)

<sup>4</sup> theoretisch kann man HATs aufstecken, aber dann sinkt die Kühlleistung

<sup>5</sup> On-board-Anschlüsse für Kamera und Display

⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht   ✓ vorhanden   – nicht vorhanden



Bild: Thorsten Hübner

# Die Spaß-Clouds

## Cloud-Gaming-Dienste Google Stadia & Co.

**Top-Spiele ohne lärmenden  
Gaming-PC oder Spielkonsole: Das  
sollen Cloud-Gaming-Angebote wie  
das kürzlich gestartete Google  
Stadia, Playstation Now, Shadow  
und GeForce Now möglich machen.  
Wie funktionieren sie in der Praxis?**

**Von Jan-Keno Janssen**

**G**erät einschalten, losspielen: Das soll mit Cloud-Gaming klappen. Mit Spiele-PC oder Konsole sieht die Realität besonders für Gelegenheitszocker ganz anders aus. Gerade wenn Konsole oder PC ein paar Wochen nicht eingeschaltet waren, steht oft genug ein wahrer Update-

Exzess auf dem Plan. Zeitraubende Betriebssystem-Updates und Gigabyte-große Spiele-Patches klauen kostbare Spielzeit.

Der für viele größte Vorteil am Cloud-Gaming ist aber nicht nur die Zeitersparnis: Man braucht keinen leistungsstarken PC oder eine Konsole, stattdessen genügt ein bescheidenes Systemchen, das am Netz hängt und einen Videostream anzeigen kann. Statt auf Hardware in den eigenen vier Wänden laufen die Spiele schließlich auf Servern in Rechenzentren. Maus-, Controller- oder Tastaturbefehle werden an die Server geschickt, die wiederum senden einen Videostream zurück. Die eigene Hardware ist lediglich fürs Schicken der Steuerbefehle und das Anzeigen des Videostreams zuständig, dafür reichen auch leistungsschwache Geräte wie (alte) Notebooks, Smartphones oder

– wie bei Google Stadia – HDMI-Streaminggeräte wie Chromecast Ultra.

Für diesen Artikel haben wir vier Cloud-Gaming-Angebote getestet: Nvidias GeForce Now, Googles Stadia, Sonys Playstation Now und Shadow vom gleichnamigen französischen Start-up. Während Shadow einen kompletten, frei bespielbaren Windows-PC in der Cloud bereitstellt, darf man bei den anderen drei Anbietern nur bestimmte unterstützte Spiele nutzen. Bei Stadia muss man jeden Titel extra kaufen (auch wenn man ihn bereits auf einer anderen Plattform besitzt), bei GeForce Now reicht es zumindest, den Titel in der eigenen Steam-, Uplay- oder Battle.net-Bibliothek zu haben. Playstation Now bietet eine Flatrate mit mehr als 650 Spielen – streamt aber lediglich mit 720p-Auflösung. GeForce Now beherrscht 1080p, Shadow und Stadia sogar 4K. Microsoft scharrt übrigens auch bereits mit den Hufen: Anfang nächsten Jahres soll ihr Streamingdienst xCloud mit über 50 Spielen als Flatrate-Abo an den Start gehen.

### Rumpeliger Stadia-Start

Während einige schon von der Gaming-Revolution fabulieren, die Spiele-PCs und Konsolen überflüssig macht, sieht die Realität nicht ganz so rosig aus. Sehr an-

schaulich hat das der ziemlich holperige Start von Google Stadia Ende November gezeigt. Mit viel Bohei angekündigt, wollte Google bislang undenkbare Dinge möglich machen. Zum Beispiel mit der Funktion „State Share“, die das „Verlinken“ auf bestimmte Spielsituationen ermöglichen soll. Wenn man also gerade eine besonders spannende Szene erlebt, kann man diese einfach per Link zugänglich machen, ein Klick, und schon ist man drin, zumindest theoretisch. Praktisch ist diese Funktion zum Stadia-Start noch nicht verfügbar, genauso wie andere Community-Funktionen. Die bei quasi allen relevanten Spiele-Plattformen seit Jahren etablierten Achievements fehlen ebenfalls noch.

Noch schlimmer wiegt allerdings, dass bei vielen Testern nicht einmal die Grundfunktionen richtig klappen. Einige klagen über extrem schlechte Bildqualität, andere über mehrsekündige Verzögerungen zwischen Controller-Tastendruck und Aktion auf dem Bildschirm. Ob das jedoch wirklich an Google oder an der genutzten Internet-Anbindung liegt, lässt sich schwer sagen – denn das ist das Kardinalproblem des Cloud-Gamings. Ohne schnelles und vor allem stabiles Internet geht gar nichts.

Google gibt als Mindestgeschwindigkeit 10 MBit pro Sekunde an, das reicht allerdings nur für 720p-Auflösung. Für 1080p braucht man zwischen 15 und 25 MBit/s, ab 35 MBit/s kann man über 4K nachdenken. Das entspricht auch unseren Erfahrungen mit den anderen Anbietern. Gerade in Deutschland sind solche Geschwindigkeiten für viele Nutzer reine Utopie. Außerhalb von Städten ist man oft froh, wenn man 16 MBit/s bekommt.

Das Problem ist aber nicht nur die reine Geschwindigkeit, sondern vor allem die Stabilität. Schwankt die Geschwindigkeit, ist an flüssiges Spielen nicht zu denken. Anders als beim Videostreaming können die Cloud-Streamingdienste schließlich nicht einige Sekunden oder sogar Minuten vorpuffern, denn sie wissen ja nicht, was die Benutzer im Spiel tun werden.

In der Praxis konnten wir bei allen Anbietern manchmal hässliche Unschärfen inklusive Blockartefakten beobachten – nämlich immer dann, wenn das Netz kurzzeitig nicht die erforderliche Datenrate lieferte. Zu Unschärfen kam es vor allem dann, wenn der Client per 2,4-GHz-WLAN mit dem Netz verbunden war, aber auch mit 5-GHz-WLAN oder angeschlossenem Netzwerkkabel verschlechterte sich die Bildqualität manchmal kurzzeitig sichtbar.

Der „Wie wenig Hardware braucht man zum Spielen“-Preis geht an Google Stadia: Chromecast Ultra plus Controller reichen aus.



Gut zu wissen: Das Spielen war grundsätzlich möglich, das Bild sah bei schlechtem Netz lediglich etwas hässlich aus. Lediglich bei GeForce Now traten manchmal mehrsekündige Hänger auf, bei denen Bild und Ton festklebten – aber der Dienst ist ja auch noch nicht offiziell gestartet.

### Latenz: Schwierig

Der wohl größte Knackpunkt beim Cloud-Gaming ist die Latenz, also die Verzögerung zwischen Controller-Tastendruck und der auf dem Bildschirm sichtbaren Reaktion. Diese kann prinzipbedingt nicht geringer sein als beim Spielen auf lokaler Hardware, schließlich müssen die Nutzer eingaben erst an die Server verschickt, dort verarbeitet und wieder zurückgeschickt werden. Was man dabei allerdings bedenken muss: Auch beim lokalen Spielen kommt es zu Verzögerungen, sogar an einem pfeilschnellen Gaming-PC mit flinkem 144-Hz-LC-Display dauert es zwischen dem Druck auf eine (per Kabel angeschlossene) Maus und der Reaktion auf dem Bildschirm mindestens 25 bis 40 Mil-

lisekunden. An Konsolen sind Verzögerungen von 100 Millisekunden keine Seltenheit. Obendrauf kommt noch die Latenz der Ausgabegeräte – einige Fernseher und Projektoren lassen sich mehr als 100 Millisekunden Zeit bis zur Bildausgabe.

Da uns Google vorab keinen Stadia-Zugang zur Verfügung stellen wollte, konnten wir erst kurz vor Redaktionsschluss stichprobenhafte Latenz-Messungen vornehmen, jedoch nur mit Stadia im Chrome-Browser mit einer Maus als Eingabegerät. Hier zeigte die Hochgeschwindigkeitskamera im besten Fall eine Verzögerung von rund 120 Millisekunden zwischen Tastendruck und Pixelbewegung auf dem Monitor – Werte, die sich nicht sonderlich von einer Spielekonsole unterscheiden. Im Vergleich zu einem lokal laufenden Spiel addierte Stadia bei unseren ersten Stichproben-Messungen 50 bis 95 Millisekunden.

Holt man Stadia mit einem Chromecast-Ultra-HDMI-Dongle auf den Bildschirm und nutzt den offiziellen Stadia-Controller, gehen die Eingaben nicht den



Ungewohnt: Ein von Shadow gestreamter Windows-Desktop auf dem Smartphone. Auch Google Stadia unterstützt Spielen auf dem Smartphone, zurzeit allerdings nur auf Pixel-3(a)-Geräten.

Umweg über den Dongle, sondern direkt vom Controller über WLAN an die Google-Server. Dadurch sollen geringere Latenzen erreicht werden.

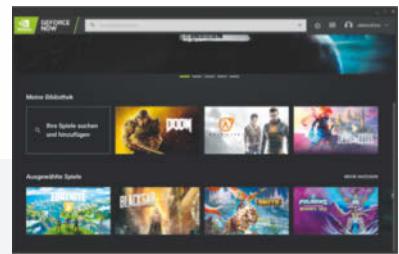
Wir haben auch bei den anderen Diensten Messungen vorgenommen: Auf einem Windows-System fügte Shadow zwischen 20 und 90 Millisekunden zur Grund-Latenz des PCs hinzu, bei PS Now (unter Windows) war es etwas mehr. Bei GeForce Now – noch im Beta-Betrieb – schwankten die Werte zu stark, um belastbare Aussagen darüber zu machen.

## Fazit

Eins ist sicher: Cloud-Gaming macht Spielkonsolen und Gaming-PCs noch lange nicht zum Elektroschrott, dafür sind die Kinderkrankheiten noch zu auffällig, die Netzstabilität ist vielerorts zu schlecht. Belächeln sollte man die Technik aber ebenfalls nicht, denn dafür hat sie zu viel Potenzial. Alleine das flinke Umschalten von einem Gerät auf das andere ist extrem praktisch, zum Beispiel wenn man das auf dem Wohnzimmer-Fernseher begonnene Spiel auf dem Tab-

let im Bett fortsetzen will. Außerdem steht den Spiele-Entwicklern in den Rechenzentren viel mehr Leistung zur Verfügung als auf den vergleichsweise lahmen Heimkonsolen – damit sind ganz neue Spielkonzepte denkbar.

Wer eine stabile Internetverbindung mit mindestens 40 MBit/s hat und darüber hinwegsehen kann, dass das Bild kurzzeitig etwas matschig aussieht, dürfte auf jeden Fall Spaß mit allen der vier Cloud-Gaming-Anbietern haben. Vor allem Titel, bei denen es nicht auf jede Millisekunde Reaktionszeit ankommt, stemmen die Anbieter problemlos – also beispielsweise Action-Adventures wie Tomb Raider. Wer allerdings ambitioniert Multiplayer-Shooter oder Prügelspiele zocken will, wird zurzeit nicht glücklich mit den Spielen aus der Wolke. Aber auch das kann sich noch ändern: Google experimentiert bereits mit „Negativlatenz“-Konzepten, bei denen eine KI Nutzereingaben voraussagen soll. Das Unternehmen verspricht, dass sich damit gestreamte Spiele flinker anfühlen könnten als an einer Konsole mit kabellosem Controller. (jkj@ct.de) **ct**



## GeForce Now

Um einen Zugang für die Beta von GeForce Now zu bekommen, muss man sich auf eine Warteliste setzen lassen – doch auch nach über zwölf Monaten hatten wir noch keinen der offenbar begehrten Plätze bekommen. Für den Test erhielten wir einen Aktivierungscode von der Nvidia-Pressestelle.

Die Spieleanwahl funktioniert etwas unelegant: In einem Suchfeld muss man zuerst den gewünschten Spieldaten auswählen und bestätigen, dass man das Spiel besitzt. Anschließend startet GeForce Now einen von drei Spiele-Online-Shops (Steam, Uplay oder Battle.net), in den man sich dann einloggen muss. Ist das Spiel dort vorhanden, kann man es herunterladen. Was sich seltsam anfühlt: Nutzt man beispielsweise Steam, sieht man dort die komplette eigene Spieldatenliste. Starten darf man aber nur das Spiel, das man am Anfang bei GeForce Now ausgewählt hat. Häufig verwendete Titel sind in wenigen Sekunden heruntergeladen, selten von Kunden genutzten Spiele (in unserem Test zum Beispiel Half-Life 2 von 2004) dauern ein paar Minuten; allerdings sind die Server deutlich schneller angebunden als die meisten Privat-Netzanschlüsse.

GeForce Now kann man auf Windows- und macOS-Rechnern nutzen, außerdem läuft es auf dem Nvidia-Shield-TV-Medienplayer. Das Spielerlebnis war bei unseren Tests zum Teil einwandfrei, zum Teil durchwachsen. Einmal wurde unser Spiel zum Beispiel etwa jede Minute einige Sekunden unterbrochen, wobei nicht nur das Bild stockte, sondern auch der Sound unangenehm in einer Dauerschleife festhielt.

⬆ große Spieleanwahl

⬆ (noch) kostenlos

⬇ manchmal technische Probleme

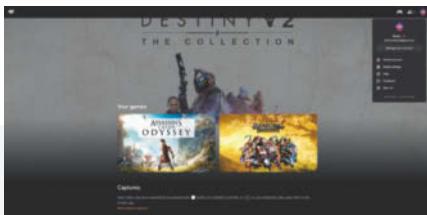
## Cloud-Gaming-Angebote

	GeForce Now	Google Stadia	Playstation Now	Shadow
<b>Hardware</b>				
CPU	Intel Xeon E5-2697 V4	Custom Intel	Custom AMD	Intel Xeon E5 v3 (3 GHz) mit 12 GByte RAM, ab 2020 4-GHz-CPU
GPU	Nvidia Tesla P40 (Pascal-Architektur), RTX-GPUs werden zurzeit ausgerollt	Custom AMD Radeon Vega	Custom AMD	Nvidia Quadro P5000 mit 16 GByte RAM, ab 2020 bis zu Titan-RTX-Äquivalent
<b>Client</b>				
Client läuft auf	Windows, MacOS, Shield TV	Chrome-Browser (Windows, macOS, Linux, Chromebook), TV über Chromecast Ultra, Android (zurzeit nur Pixel-3- und Pixel-3a-Smartphones)	Playstation 4 (Pro), Windows	Windows, macOS, Ubuntu 18.04, Android (ab 5.0), iOS (ab 11.0)
Zugriff auf	Steam, Ubisoft Uplay, Blizzard Battle.net (kein Windows-Desktopzugriff)	Spiele-Direktauswahl (speziell angepasste Stadia-Versionen)	Spiele-Direktauswahl (PS4, PS3, PS2)	Windows-Desktop
unterstützte Spiele	über 400	22	über 650	alles, was auf Windows 10 läuft (auch Anwendungen)
maximale Auflösung / Bildwiederholrate	1080p / 120 fps	4K HDR / 60 fps (nur mit Pro-Abo, sonst 1080p60)	720p / 60 fps	4K mit 60 fps, 1080p mit 144 Hz
Audio	Stereo	5.1 (über Chromecast Ultra, Pro-Abo erforderlich), Stereo (Chrome / Android)	Stereo	5.1
steuerbar über Maus / Tastatur / Controller	✓ / ✓ / ✓	✓ <sup>1</sup> / ✓ <sup>1</sup> / ✓	- / - / ✓	✓ / ✓ / ✓
<b>Preise</b>				
Dienst	noch kostenlos (Beta, lange Warteliste)	9,99 €/Monat für Pro-Variante, kostenlose „Base“-Variante ab 2020	9,99 € (monatlich), 24,99 € (quartalsweise), 59,99 € (Jahr)	ab 12,99 € pro Monat
Spiele	müssen separat bei Steam, Uplay, Battle.net gekauft werden (dort bereits gekaufte Spiele können mit GeForce Now genutzt werden)	müssen separat bei Stadia gekauft werden (auch wenn man sie bereits bei Steam o.ä. gekauft hat), einige Spiele im „Plus“-Abo kostenlos	in Abo-Gebühr enthalten (Flatrate)	müssen im eigenen Steam-, GoG, UPlay-Account o.ä. vorhanden sein oder gekauft werden

<sup>1</sup> nicht per Chromecast

✓ funktioniert

– funktioniert nicht



## Google Stadia

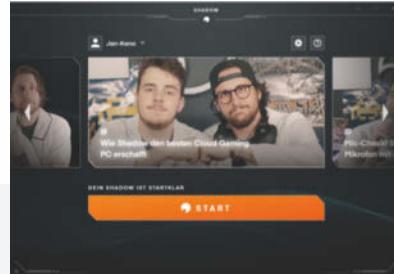
Zuerst die positiven Seiten von Googles Streamingdienst: Stadia lässt sich extrem geschmeidig bedienen, außerdem starten die Spiele so schnell wie bei keinem anderen Anbieter. Toll auch: Stadia läuft auf allen Chrome-Desktop-Browsern, man muss also keine Client-Software installieren.

In Sachen Latenz und Bildqualität hatten wir bei optimalen Bedingungen ebenfalls wenig auszusetzen. Mit einem 100-MBit-Vodafone-Kabelanschluss spielten wir sechs Stunden lang ohne jegliche Ruckler über Chromecast und 5-GHz-WLAN. Ein kleiner Wermutstropfen waren lediglich die Kompressionsartefakte, die vier, fünf Mal für einige Sekunden sichtbar wurden. Außerdem schade: Echte 4K-Auflösung schaffen die Stadia-Server bei den meisten Spielen nicht, sondern rechnen hoch.

So einfach Stadia zu bedienen ist, so kompliziert ist das Geschäftsmodell. Am meisten nervt, dass man so gut wie jedes Spiel einzeln für Stadia kaufen muss, und zwar auch dann, wenn man es beispielsweise schon in der Steam-Bibliothek hat. Zumal die Preise sehr hoch sind: Die PS4-Version von Rage 2 kriegt man im Netz bereits für 20 Euro, bei Stadia kostet sie 60. Stadia-Exklusivtitel gibt es bislang erst eines: das niedliche Horrorschleichspiel Gylt.

Nutzt man Stadia im Pro-Abo (9,99 Euro im Monat), bekommt man zumindest manchmal Spiele umsonst, zurzeit sind das der Lootshooter Destiny 2 und das Prügelspiel Samurai Shodown. Auch 4K, HDR und 5.1-Surround-Sound gibt es nur mit Pro-Abo, außerdem sind manche Spiele etwas günstiger als mit dem kostenlosen „Base“-Account. Dieser ist jedoch noch nicht verfügbar und soll im nächsten Jahr kommen.

- ⬆️ geschmeidige Bedienung
- ⬆️ läuft im (Chrome-)Browser
- ⬇️ Abo-Gebühr plus Kosten pro Titel



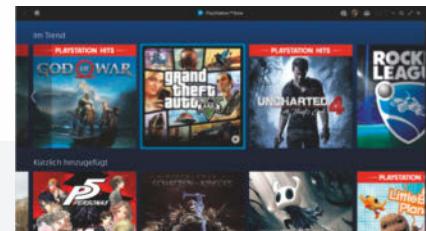
## Shadow

Dass man beim französischen Start-up Shadow ordentlich Respekt vor dem übermächtigen Riesen Google hat, ist offensichtlich: Kurz vor dem Stadia-Start hat Shadow nicht nur die Preise gesenkt, sondern auch die Hardware in den Rechenzentren erneuert. Ab Februar 2020 soll man für 40 Euro im Monat eine Grafikkarte bekommen, die einer Nvidia Titan RTX entspricht, obendrauf gibts eine 4-GHz-CPU mit sechs Kernen, 32 GByte RAM und 1 TByte SSD. Für 13 Euro im Monat bekommt man immerhin eine GTX 1080, eine 4-Kern-CPU mit 3,4 GHz, 12 GByte RAM und 256 GByte SSD.

Da man bei Shadow Komplettzugriff auf einen PC hat – nach dem ersten Start wird man von einem leeren Windows-10-Desktop begrüßt –, ist der Dienst deutlich flexibler als die drei Mitbewerber. Schließlich kann man nicht nur jedwedes Windows-Spiel starten, sondern auf Wunsch auch leistungshungrige Anwendungssoftware, zum Beispiel für 4K-Videoschnitt, im Test klappte das wunderbar. Shadow holt sogar lokale Datenträger in das Cloud-Windows: Steckt man USB-Stick oder -Platte in den Client-Rechner, taucht das Laufwerk-Icon auch auf dem gestreamten Desktop auf.

Allerdings funktioniert Shadow prinzipbedingt nicht so geschmeidig wie Stadia, Software-Updates muss man zum Beispiel selbst installieren. Dank Gigabit-Netzanzbindung im Rechenzentrum klappt das jedoch pfeilschnell. Shadow hat zeitweise eine spezielle Streamingbox namens Ghost für 120 Euro verkauft, diese ist aber zurzeit nicht erhältlich.

- ⬆️ sehr flexibel (komplettes Windows)
- ⬆️ unterstützt 144-Hz-Monitore
- ⬇️ manchmal Server-Probleme



## Playstation Now

Playstation Now bietet Sony in den USA bereits seit Anfang 2014 an, in Deutschland ist der Dienst seit 2017 verfügbar. Auf Googles Stadia-Start hat Sony wie Shadow mit Preissenkungen reagiert: Kostete ein Jahresabo bislang 100 Euro, sind es nun nur noch 60. Vielspieler dürften die Gebühr schnell raushaben, denn anders als bei den anderen Diensten muss man bei PS Now die Spiele nicht einzeln kaufen, sondern hat Flatrate-Zugriff auf über 650 Titel. Da sind zu gegebenermaßen viele alte Kamellen aus PS2- und PS3-Zeiten dabei, seit Kurzem werden aber auch PS4-Kronjuwelen wie God of War und Uncharted 4 angeboten – beides Playstation-Exklusivtitel, die man mit PS Now nun erstmals auch auf PCs spielen kann. Der Streamingdienst funktioniert nämlich nicht nur auf Konsolen, sondern auch unter Windows. Andere Plattformen werden allerdings nicht unterstützt, da hat die Konkurrenz mehr Flexibilität zu bieten. Am PC benötigt man einen Controller, Maus- und Tastatur werden nicht unterstützt.

Größter Wermutstropfen ist die geringe Auflösung: Playstation Now streamt grundsätzlich nur in 720p. Zumindest ist es auf der PS4 möglich, viele PS-Now-Titel auch ganz konventionell lokal zu installieren. Die Spiele verhalten sich dann während der Ablaufzeit exakt so wie im Playstation-Online-Store gekauften Titel; sie laufen also nicht wie im Stream mit 720p, sondern mit bis zu 4K (wenn man eine PS4 Pro hat). Und: Die Startzeiten sind kürzer, diese können beim PS-Now-Streaming nämlich manchmal nervig lang sein.

- ⬆️ geschmeidige Bedienung
- ⬆️ viele Spiele und Flatrate
- ⬇️ nur 720p-Auflösung



# Vier Kilo Action, bitte!

**Zehn Actioncams für Full HD und 4K zwischen 150 und 700 Euro**

**Actioncams machen Videos und Fotos dort, wo man richtige Kamerás nicht dabei haben möchte: wo es nass oder dreckig ist oder wo beide Hände frei sein sollen. Doch der Schritt zu 4K Auflösung allein bringt nicht unbedingt spannende Videos, sondern stellt hohe Anforderungen an Hardware und Optik.**

**Von Ulrich Hilgefort,  
Michael Link und Stefan Labusga**

**E**rrinnerungen sind das Schönste an tollen Erlebnissen: die rasende Abfahrt beim Ski-Urlaub, die Paddeltour auf dem brodelnden Fluss, der Mountainbike-Ausflug auf Schlammwegen in den Bergen oder ein gelungener Stunt auf der Wasserrutsche im Schwimmbad – die Eindrücke bleiben länger lebendig, wenn man das Geschehen filmt.

Mit einer Actioncam tut man das, ohne dass man die ganze Zeit Sorge um die empfindliche Kamera oder das Smartphone haben muss. Und: Dank spezieller Halterungen für die Minikameras bleiben die Hände bei der Aufnahme frei, was gerade bei actiongeladenen Aktivitäten sehr

willkommen ist. Dass sie in anderen Punkten nicht mit „richtigen“ Kamerás oder dem Foto-/Videomodus der Smartphones mithalten können, ist eine Kröte, die man dafür vielleicht sogar gern schluckt.

Billig sind die Kamerás nicht – für ein ordentliches Modell sind schon deutlich mehr als 100 Euro fällig. Selbst für die preisgünstigste Kamera im Testfeld, die GoXtreme Black Hawk +4, muss man noch 150 Euro hinblättern. Wer für das teuerste Modell im Test, die Sony RX0 II, 700 Euro anlegt, erwartet natürlich entsprechend wertige Aufnahmen. Die weiteren Kamerás liegen dazwischen, von der

Rollei 560 Touch (159 Euro) über die YI 4K Action (209 Euro) und die GoPro Hero 7 White (219 Euro), die YI 4K+ Action (349 Euro) sowie die GoPro Hero 7 Black (349 Euro) und die DJI Osmo Action (379 Euro) bis zur GoPro Hero 8 Black (429 Euro) und der Sony FDR-X3000R (599 Euro).

## Keine Wackeldackel

Egal, ob es Fotos sind oder Videos: Die Aufnahmen von Actioncams leben von ihrer Authentizität: Man sieht Dinge fast so, als hätte man sie selbst erlebt. Da verzeiht man die durch die Weitwinkeloptik (damit alles drauf ist) bedingten Verzeichnungen und eklatante Bildschwächen, etwa beim Durchfahren von Rumpelpfaden im Wald – wenn der Weg holpert, dann soll man das auch sehen können. Allzu sehr allerdings auch nicht: Zittert das Bild so sehr, dass einem vom Zusehen schon übel wird, dann wünscht man sich einen Bildstabilisator, kurz Stabi genannt. Er filtert die größten Stöße heraus und macht Action-Videos ansehnlicher. Das haben auch die Hersteller gelernt – jede Kamera im Test hatte mehr oder weniger sanft eingreifende Funktionen zur Korrektur von bewegungsbedingten Wacklern.

Es klingt paradox, doch am besten ist ein Stabi dann, wenn man seinen Einsatz nicht bemerkt. Er soll zwar Bildpassagen ruhig halten, aber beim Verlassen der Perspektive das Bild nicht ruckartig verzerrten, der Einsatz muss also sanft erfolgen. Schwierig ist das ausgerechnet bei Feld-Wald-Wiesen-Situationen wie dem Radfahren auf losen Wegen. Mit den typischen kurzen Rüttelbewegungen kamen die Kameras von GoPro gut zurecht, die GoXtreme Black Hawk + weniger; bei der

Rollei haben wir so gut wie keine Wirkung feststellen können.

## Weite Winkel

Die ursprüngliche Vorliebe für Weitwinkelauflnahmen hatte viel damit zu tun, dass die ersten Actioncams kein Display zur Bildkontrolle hatten und trotzdem auf jeden Fall alles Wichtige im Bild sein sollte. Außerdem haben Weitwinkelauflnahmen einen größeren Schärfebereich und kaschieren Ruckler eher. Displays haben heutzutage zwar die meisten auch der getesteten Actioncams, aber der weitwinkelnde Action-Look bleibt weiter beliebt.

Den größten Bildwinkel erreicht bei einer Auflösung von 4K die GoXtreme, den kleinsten erfasste die Sony RX0 II mit nur 84 Grad. Typischerweise beträgt er etwa 140 Grad; aus etwa einem halben Meter Entfernung kann man damit eine Garagentorbreite erfassen. Unverständlicherweise kommunizieren Hersteller wie GoPro die konkreten Bildwinkel nicht mehr, geben stattdessen vage Bezeichnungen wie „Linear“, „Weit“ und „Super-View“ an. Wer sicherstellen will, dass eine Kameraeinstellung alles Bildwichtige einfängt, kommt ums Probieren nicht herum.

## 4K oder weniger

Viele Kamerahersteller bewerben ihre Kameras als 4K-Actioncams. Wer nach dem Auspacken den Akku lädt, eine Speicherkarte – in der Regel MicroSD – einschiebt und drauflos filmt, wird feststellen, dass viele Kameras in der Voreinstellung nur mit Full-HD-Auflösung arbeiten. Selbst wer 4K explizit als Aufnahmeformat einstellt, bekommt nicht automatisch bei schneller Aktion knackscharfe Videos. So enttäuschte die Sony RX0 II, die es im 4K-Modus nur auf 25 Frames pro Sekunde

brachte – zu wenig für richtige Action-Szenen. 4K mit akzeptablen 50 oder 60 Frames boten nur sechs der zehn getesteten Kameras. Bei den GoPros muss man ebenfalls genau hinsehen. So liefern nicht alle 7er-Modelle 4K-Auflösung – die im Test befindliche GoPro 7 White schafft nur Full HD.

Die Datenrate des Videomaterials lässt einen groben Rückschluss auf die Aufnahmegeräte zu. Bei Full HD lag sie bei Frameraten um 50 bis 60 Hertz im Schnitt bei 40 MBit/s, bei 4K in der Größenordnung von 100 MBit/s.

## Test-Torturen

Wie überzeugend die Aufnahmen der Kameras ausfallen, haben wir in mehreren Durchgängen geprüft. Neben den Tests im Lichtlabor, wo es um Lichtempfindlichkeit, Kontrast, Belichtungssteuerung und Farbwiedergabe ging, mussten die Kandidaten im bewegten Einsatz unter anderem auf dem E-Bike (25 km/h) und bei der Fahrt mit der c't-Seilbahn (max. 55 km/h) detailscharfe Clips abliefern.

Schwächeres Licht führte bei etlichen Kameras zu einem drastischen Verlust an Detailschärfe, was sich insbesondere bei Testfahrten auf der Seilbahn zeigte. Statt eines filigranen Blätterdachs sah man im Ergebnis oft Pixelmatsch. Die besten Aufnahmen bei schlechtem Licht lieferte die DJI Osmo, nahezu unbrauchbar waren sie hingegen bei der GoPro 7 White.

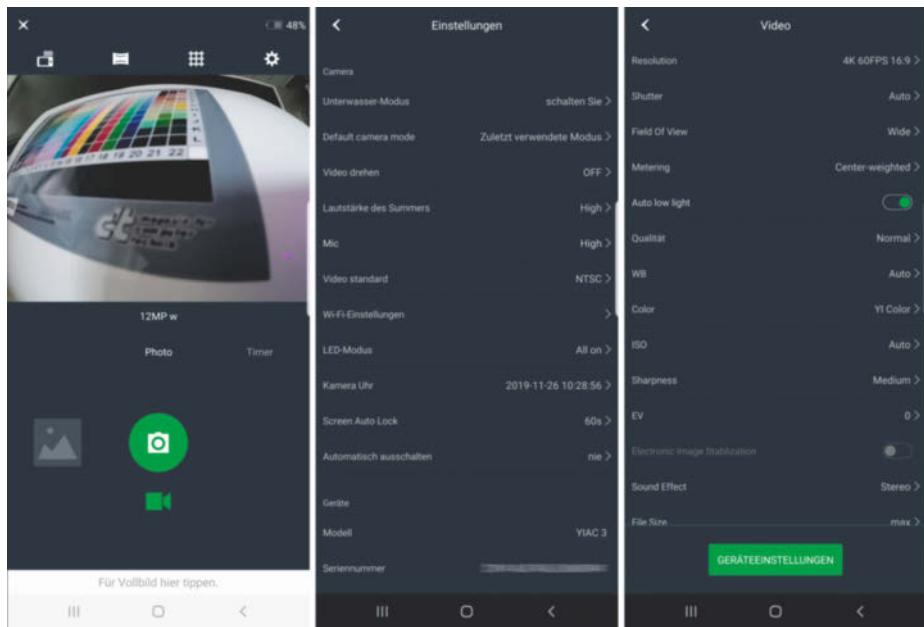
Auch zu viel Licht plättete Details im Bild, etwa die feinen Konturen von Objekten unseres Labor-Testcharts. Die bei Action-Aufnahmen typischen Hell-dunkel-Wechsel steckte die meisten Kandidaten gut weg und zogen die Belichtung ohne auffällige Regelschleifen in rund einer Sekunde wieder gerade. Lediglich bei der



Das Video der GoPro 7 White kann nicht mit den 4K-Kameras mithalten: unnatürlicher Himmel, verzerrt, überschärft.



Auch ohne Sonnenschein liefert die YI 4K Plus detailscharfe Aufnahmen, die der realen Situation entsprachen.



Alle Actioncams im Testfeld lassen sich auch per App steuern, aber nicht alle so komfortabel wie die YI 4K Plus.

GoPro 7 White dauerte die Anpassung mehr als zwei Sekunden.

Obendrein nehmen die Actioncams auch Fotos auf. Dass dies nicht ihre Hauptdisziplin ist, merkt man auch an der Qualität der Fotos, die nicht mit der von guten Foto-Smartphones mithält. Viele Benutzer nehmen das aber in Kauf, sie wollen auch bei laufender Videoaufnahme mal eben ein Foto machen können, zum Beispiel für die eigene Website. Dies ging allerdings bei keiner Kamera im Testfeld.

Beim Ton hätte man gern das Gleiche wie beim Bild, je authentischer, umso besser. Die Konfrontation mit der Physik lässt vom Wunsch nicht viel übrig: Windgeräusche in der Aufzeichnung verpassen selbst einer harmlosen Radfahrt noch Sturmgetöse und Halterungen übertragen auf mechanischem Wege jeden Laut. Am besten fanden wir die Tonspur bei der Osmo Action, obwohl auch sie Windgeräusche noch vernehmlich übertrug. Völlig inakzeptabel war der Klang der Rollei-Aufnahmen – hier konnte man nicht mal die Windgeräusche hören, da sie von Klappergeräuschen überlagert waren. Sprachaufnahmen waren fast gar nicht zu verstehen.

Tipp: Wer eine akzeptable Ton-Atmo braucht, sollte einen Audio-Rekorder in der Kleidung vor Wind geschützt mitführen und dessen Aufnahmen später beim Schnitt hinzufügen.

Im Bemühen, sich von der lästigen Herstellerkonkurrenz abzusetzen, haben viele Hersteller ihre Actioncams mit etlichen Sonderlocken versehen, beispielsweise Szenen-Modi und Zeitraffer-, Zeitlupen- und Intervallaufnahmen, etwa für kurze Filmschnipsel, auf denen während eines Schwenks Wolken sehr schnell über den Himmel ziehen. Doch die Zunahme solcher Funktionen hat den unerwünschten Nebeneffekt, dass damit die Bedienung nicht einfacher wird.

### Menü-Irrgärtchen

Die ersten Generationen von Actioncams hätten wohl selbst undressierte Affen nicht vor intellektuelle Herausforderungen gestellt: roten Knopf drücken, Leuchte blinkt – Kamera läuft. Noch mal drücken stoppt die Aufnahme. Die Menüs aktueller Kameras wirken hingegen zunehmend überfrachtet, das Doptieren der kleinen Videowürfel gelingt kaum noch intuitiv. Zwar versucht beispielsweise GoPro per Sprachsteuerung und programmierbaren Tasten, den Zugriff auf oft Benötigtes zu vereinfachen, doch auch diese Möglichkeit muss man sich erst mal erarbeiten. Einige der von den Herstellern verwendeten Menükürzel waren selbst erfahrenen Testern unbekannt; draußen auf der Piste kann man so etwas aber kaum nachschlagen.

Um in der Tierwelt zu bleiben: Beim Bedienen des Menüs der Sony RX0 II



### DJI Osmo Action

Etwas knapp fällt die Ausstattung der Osmo Action aus, denn sie kommt nur mit Akku, Ladestation und vier Filtern für das Objektiv. Das Akkufach ist mit zwei Hebeln gesichert. Bedient wird die Osmo per großem Touchdisplay, der Farbbildschirm vorn dient zur Bildkontrolle bei der Aufnahme. Ohne Gehäuse ist die DJI bis 11 Meter Tiefe wasserfest. Per ungesicherter Schnellkupplung löst man die Cam schnell von der Halterung – mit Pech auch versehentlich. GPS und HDMI fehlen.

Per Schnellwahlschalter lässt sich zwischen den Modi wechseln. Die Osmo nimmt in 4K mit bis zu 60 fps auf, auch in HDR, dann aber ohne Stabilisator. Bei laufender Aufnahme wird die DJI heiß, selbst bei abgeschaltetem Display. Der Akku reichte im 4K-Modus eine Stunde.

Die Aufnahmen zeigen geringe Verzeichnungen. In Videos aus der Bewegung stellten wir ein Farbrauschen bei schwacher Beleuchtung fest. Im starken Gegenlicht beweist die Osmo eine wirksame Helligkeitssteuerung, trotz starker Kontraste liefert sie natürliche Bilder mit nur leicht überstrahlten Passagen im kräftigen Außenlicht. Im Labor fiel eine leichte Überbetonung heller Passagen auf, das Schwarz wünscht man sich satter. Die Schärfe verdient sehr gute Noten, Gleiches gilt für die Farbwiedergabe, die nur ein leichter Blaustich beeinträchtigt. Die Reaktion auf krasse Belichtungswechsel fiel durch eine Stufigkeit auf.

- ⬆️ farbiges Frontdisplay
- ⬆️ gute Bildqualität
- ⬇️ kein HDMI-Ausgang
- ⬇️ kein GPS



### GoXtreme Black Hawk +4K

Von Lenker- oder Rahmenhalterung über diverse Klebepads und Kabelbindeband ist ein vollständiger Satz an Zubehör dabei. Das mitgelieferte Schutzgehäuse eignet sich für Unterwasser-einsätze bis 60 Meter Tauchtiefe.

Die Bedienung der Kamera ist arg gewöhnungsbedürftig. Mangels Touchdisplay muss man sich mit zwei Tasten an Front- und Oberseite durch die Menüs hangeln. Für Konfiguration und Bedienung eignet sich die App schon besser; sie ist übersichtlich und arbeitet stabil. Die Live-Vorschau auf dem Smartphone zeigt auch bei laufender Aufnahme ein flüssiges Kontrollbild. Mit 73 Minuten Laufzeit ohne WLAN hält der Akku vergleichsweise lange durch, mit aktivem WLAN schrumpft das auf 37 Minuten.

In Bewegung entstanden insgesamt ansehnliche Aufnahmen mit starken Weitwinkelverzerrungen; die Schärfe nahm allerdings mit zunehmender Bewegung ab und reichte im Nahbereich (< 1 m) nicht. Im starken Gegenlicht versanken große Bildbereiche im Schwarz. Die kräftigen Farben rutschten etwas ins Grüne ab. Details im Bildrandbereich wurden von der Komprimierung verwischt; sehr helle Bereiche erscheinen überstrahlt, dunkle zu schwarz. Nicht ganz überzeugen konnte der Bildstabilisator, der mit leichtem Stottern einsetzte, was sich durch Ruckeln im Video bemerkbar machte.

Die Tonspur enthielt nur im linken Kanal ein Signal, das nur gering von Windgeräuschen beeinträchtigt wurde.

- ⬆️ gute Ausstattung
- ⬆️ tauchfähig
- ⬇️ kein Touchdisplay
- ⬇️ komplizierte Bedienung



### GoPro 7 white

Die gut ein Jahr alte 7 White wird immer noch verkauft, auch wenn sie lediglich bis 1920 x 1440 mit 50 Bildern/s filmt. Wie bei den anderen GoPros liegt eine 32 GByte fassende MicroSD-Karte im Karton, so kann man sofort starten. Für Einsätze am Wasser eignet sich die 7 White auch ohne Zusatzgehäuse bis 10 Meter Wassertiefe.

Die 7 White zu konfigurieren ist umständlich, denn die Qualitätseinstellungen lassen sich per Kameramenü nicht ändern. Diese wichtigen Parameter legt man am besten per App fest. Doch das geht nicht reibungslos. Im Test kam es oft zu Abstürzen der Cam, was offenbar auch mit der App zu tun hat. Einen Neustart per Akku-Ausbau herbeizuführen klappt nicht, da der Akku fest eingebaut ist; ein Austausch gegen einen Reserve-Akku ist also auch nicht möglich. Die direkte Wiedergabe der Clips auf einem angeschlossenen Display ist mangels HDMI-Anschluss nicht machbar.

Die Aufnahmen zeigten starke Weitwinkelverzerrungen. Bei schwächerer Beleuchtung schwinden die Kontraste, dagegen entstehen im Sonnenschein ansehnliche, gut stabilisierte Clips mit kräftigen Farben, die aber etwas zu dunkel ausfallen. Zu helles Licht führt zu käsigen Farben. In Bewegung aufgenommen, neigen helle Details zum Verschwimmen. Die Schärfe erreicht kaum mittleres Niveau, die Bilder wirken teils überschärft.

- ⬆️ handlich
- ⬆️ guter Stabi
- ⬇️ neigt zu Abstürzen
- ⬇️ Akku nicht wechselbar



### GoPro 7 black

Die 7er im GoPro-Portfolio muss sich nicht verstecken. Die Bedienung erfolgt per erfreulich scharfem Touchscreen, der allerdings einen breiten schwarzen Rand zeigt. Das Front-Display dient nur zur Parameteranzeige. Auch die 7 Black ist ohne Tauchgehäuse nur bis 10 Meter Tiefe wasser-trocken. Per Touchscreen lässt sich das Menü gut bedienen, dennoch geht das besser per Smartphone-App. Startet man per App ein 4K-Video, zeigt das Smartphone-Display nur den Hinweis „Vorschau nicht unterstützt“.

Der Akku hält ohne WLAN gerade mal 62 Minuten durch, mit WLAN und GPS nur 35 Minuten, obwohl das Display beim Abschalten noch 25 Prozent anzeigen.

Die Testaufnahmen zeigen deutliche Weitwinkelverzerrungen und bei kräftiger Beleuchtung überstrahlte helle Passagen. Die posterartig kräftigen Farben sehen mit leichtem Grünstich zu dunkel aus. Dank des vorzüglichen Stabilisators wirken Videos etwa vom E-Bike wie „geflogen“. Die Schärfe fällt insgesamt knapp gut aus, aber nicht überragend; abseits der Bildmitte werden Details ab Distanzen von mehr als drei Metern leicht unscharf, bei nachlassendem Licht auch etwas un-natürlich. In schneller Bewegung aufgenommen flimmern kontraststarke Details. Die Belichtungssteuerung arbeitet schnell, neigt aber zum Über-schwingen. Starkes Gegenlicht überfordert die 7 Black. Im Ton drangen Windgeräusche deutlich durch.

- ⬆️ guter Stabi
- ⬆️ Touchscreen
- ⬇️ Gegenlichtprobleme
- ⬇️ geringe Akku-Laufzeit



### GoPro 8 black

Das GoPro-Topmodell kommt nur mit Klebehalterung, einem USB-C-Kabel und einem Info-Kärtchen. Wie bei der 7 Black ist das Display mit seinem großen Rahmen zu klein. Ein farbiges Front-Display fehlt, genau so wie ein Stativgewinde. Mit dem Wechsel zur Hero 8 hat GoPro die Gehäusebauform und die Befestigung geändert. Die frontplane Objektivschutzscheibe ist anfällig gegen Verschmutzungen.

Die teils unübersichtliche Menügestaltung macht die Bedienung nicht leicht. Wie bei der 7 Black arbeitet die Vorschau auf dem angekoppelten Smartphone nicht in allen Aufnahmemodi. Muss man wissen: Ab Werk startet die 8 Black nicht in 4K, sondern mit 1080p und 60 Bildern/s.

Die Hero 8 liefert bei kräftiger Beleuchtung detailscharfe Videos, wenn auch mit Weitwinkelverzeichnungen. Bei nachlassendem Licht leiden Detailschärfe und Farbwiedergabe, bei zu kräftigem Licht überstrahlen helle Partien. Die Farben wirken zu knallig, Rot tendiert ins Orange. Bei Aufnahmen in Bewegung sehen Details im Vordergrund scharf aus, mit zunehmender Distanz aber unschärfer. Selbst in 4K-Aufnahmen erscheinen manche Details flächig. Mit Mischlicht kommt die 8 Black nicht sehr gut zurecht. Die Belichtungssteuerung reagiert prompt und separat vom Weißabgleich. Der Stabi arbeitet ausgezeichnet und lässt die Kamera scheinbar fliegen. Im Ton sind Windgeräusche deutlich hörbar.

- ⬆️ sehr guter Stabilisator
- ⬆️ Streamingmöglichkeit
- ⬇️ starke Weitwinkelverzeichnungen
- ⬇️ reduzierte Schärfe bei wenig Licht



### Rollei 560 Touch

Die billigste Kamera im Testfeld kommt mit viel Ausstattung, darunter eine Fernbedienung für das Handgelenk. Damit und mit dem schnell reagierenden Touchdisplay lässt sich die Rollei gut bedienen. Sechs Presets erleichtern die Wahl des Aufnahmemodus. Ins Wasser darf sie nur im mitgelieferten Schutzgehäuse. Im Menü wartet die Rollei mit ungewöhnlichen Abkürzungen auf (LCD), die nicht erläutert werden. Der MicroSD-Slot akzeptiert Karten bis maximal 64 GByte. Aufnahmen spielt die Kamera per HDMI direkt ab.

Die Aufnahmesteuerung verwirrt: Ohne App-Steuerung beendet die Rollei Aufnahmen jeweils nach wenigen Minuten, ohne dies zu signalisieren. Im Test stürzte die Cam mehrfach ab. Die App bietet zwar viele Einstellmöglichkeiten, reagiert aber sehr träge; die Live-Vorschau erscheint mit etwa einer halben Sekunde Verzögerung.

Die Fahraufnahmen zeigten in dunkleren Bereichen ein akzeptables Rauschen. Details in der Entfernung verschwimmen. Der Stabilisator überzeugte nicht. Im Freien lieferte die Rollei natürliche Farben in eher warmer Tönung, allerdings wurden sehr helle und sehr dunkle Töne überstrahlt oder zu dunkel aufgenommen. Bei starkem Licht wirken die Farben eher flau. Im Schutzgehäuse kam es zu Regenboogenartefakten. Die Tonspur schließlich ist unbrauchbar, weil von sehr starken Nebengeräuschen überdeckt.

- ⬆️ günstig
- ⬆️ gute Ausstattung
- ⬇️ 4K-Aufnahmen zu kurz
- ⬇️ Bildstabi nicht überzeugend



### Sony FDR-X3000R

Mit 114 Gramm – im Schutzgehäuse sogar 196 Gramm – ist die FDR zu schwer für Kopfband-Halterungen. Kamera und Unterwassergehäuse (für Tauchgänge bis 60 Meter) haben zwar eine Stativbefestigung, aber sonst lagen weder Halterung noch Klebepads im Karton. Die spritzwassergeschützte FDR-X-3000R filmt mit einer Zeiss-Optik.

Über die pfiffig ausgelegte Fernbedienung mit Farbdisplay lässt sich die Cam steuern. Direkt am Gerät muss man sich mit Mini-Tastern durch das Menü auf einem winzigem Schwarz-Weiß-Display quälen, für die Kontrolle von Blickwinkel und Perspektiven braucht man also die Fernbedienung. HDMI-Ausgang und Mikrofon-Eingang sind vorhanden – nicht mehr selbstverständlich. Hochauflösende Videos setzen eine schnelle Speicherkarte voraus – leider warnt die Kamera nicht, wenn die Karte nicht mitkommt, sondern schneidet die Videoclips ab.

Selbst mit WLAN hielt die Sony in Full HD 100 Minuten durch, in 4K 70 Minuten – wenn es kalt genug ist. Im Haus schaltete sich die FDR nach 35 Minuten wegen zu großer Hitze ab.

Die Aufnahmen enthalten selbst in der Bildmitte noch erkennbare Verzeichnungen. Die fast knalligen Farben tendieren ins Blaugrün. Im Gegenlicht versinken dunkle Bereiche im Schwarz. Kräftiges Gegenlicht macht der Kamera zu schaffen. Bei heller Beleuchtung neigt sie dazu, helle Bildbereiche einzuebnen. Die Schärfe verdient durchweg gute Noten.

- ⬆️ scharfe Aufnahmen
- ⬆️ Fernbedienung mit Live-Vorschau
- ⬇️ knappe Ausstattung
- ⬇️ hoher Preis



## Sony RXO II

Als kleinste und teuerste Kamera im Test – Listenpreis 700 Euro – macht die RX O II äußerlich einen hochwertigen Eindruck. Ohne Schutzgehäuse ist sie bis 10 Meter Tiefe wasserfest. Der kleine Monitor des stoßfesten Gehäuses lässt sich für Selfies hochklappen. Symbole und die Display-Schrift sind extrem klein, die winzigen Knöpfe schlecht zu bedienen. Die RX O II kann in Superzeitlupe mit bis zu 1000 Bildern pro Sekunde aufzeichnen. Einfach drauflos filmen geht selten gut, denn einige Parameter müssen zuvor der Aufnahmesituation angepasst werden.

Auch diese Kamera hat ihre Probleme mit zu großer Hitze. Im Test bei 4K-Aufnahmen meldete sie mehrmals nach nur ein paar Minuten, dass ihr zu warm geworden sei und sie erstmal abkühlen müsse. Die Aufnahmen wurden dann abgebrochen; per Menüpunkt kann man die Hitze tolerant vergrößern. Filmt man via WLAN über ein Smartphone, ging die Cam nach rund 15 Minuten wegen Überhitzung aus. Wechselte man beim Smartphone von der App beispielsweise ins Telefon, brach die Verbindung ab.

Bei den Fahr-Clips lieferte die RXO II Aufnahmen mit guter Schärfe und Kontrasten, mit leicht überstrahlten hellen Passagen und etwas zu kräftigen Farben. Der Stabilisator überzeugte nicht. Die Abbildungsleistungen bei stehender Kamera und die Standfotos verdienten beste Bewertungen. Die Helligkeitssteuerung reagierte aus zu heller Situation heraus etwas träge.

- ⬆ hohe Fotoqualität
- ⬆ Zeitlupe bis 1000 Bilder/s
- ⬇ überhitzt leicht
- ⬇ nervige Handhabung



## YI 4K

Bei der 4K ohne Plus sind 4K-Aufnahmen auf 30 Bilder/s begrenzt. Das mitgelieferte Schutzgehäuse erlaubt Tauchgänge bis 40 Meter Wassertiefe. Das Zubehör in Sachen Befestigung fällt indes karg aus.

Die Bedienung über das Touchdisplay ist mustergültig: übersichtlich und verständlich. Gleiches gilt für die App, die stabil läuft und so gut wie alle Einstellungen, die man an der Kamera selbst vornehmen kann, auch auf dem Smartphone bereitstellt. Die WLAN-Verbindung zur Cam klappt auf Anhieb. Die Aufnahmeverorschau wird mit minimaler Verzögerung angezeigt und läuft während der Aufnahme weiter. Wechselt man von der YI-App auf eine andere oder telefoniert, bleibt die Verbindung zur Kamera bestehen. Ist die YI per USB-Kabel mit dem Rechner verbunden, arbeitet sie auch ohne Akku. Ohne WLAN hält der Kameraakku bei 4K knapp 110 Minuten durch, mit WLAN 55 Minuten.

Videos in Bewegung werden insgesamt mit einer etwas zu dunklen Abstimmung gespeichert, aber mit natürlichen Farben und Kontrasten. Details in der Entfernung wirken durch die Komprimierung flach, dunkle Bereiche zeigen zu wenig Zeichnung. Der Stabi könnte fester zupacken, so begeistert seine Wirkung nicht.

Im Ton drangen Windgeräusche und Grundrauschen stark hörbar auf die Aufnahme durch.



## YI 4K Plus

Die YI 4K Plus kann man von der YI 4K durch die andere Frontgestaltung unterscheiden. Minuspunkt: die magere Ausstattung: Nur eine Anleitung, ein USB-C-Ladekabel und ein USB-C-Adapter für ein externes Mikrofon sind dabei. Ein wasser- und staubdichtes Schutzgehäuse kostet 30 Euro, etliche Sets enthalten noch Zubehör wie Klebehalterungen. Im Schutzgehäuse kam es bei schräg einfallendem Sonnenlicht zu Regenbogen-Artefakten.

An der Bedienung per Touchdisplay gibt es nichts auszusetzen. Wie bei der kleineren YI macht die App einen vorzüglichen Eindruck. Nach problemloser Kopplung mit der Kamera sind die Menüs übersichtlich, die Software auf dem Smartphone reagiert rasend schnell. Die Videovorschau läuft nahezu ohne Verzögerung. Kurz nach dem Connect mit der App fragt die Kamera, ob die neue Firmware installiert werden soll. Der Akku der 4K Plus hält im 4K-Modus mit aktivem WLAN 59 Minuten durch.

In den Aufnahmen machten sich eine Vignettierung und Weitwinkelverzerrungen bemerkbar. Auch bei schneller Bewegung der Kamera lieferte sie Schärfe bis an die Bildränder, schöne Kontraste und natürliche, nur leicht ins Blau tendierende Farben. Der Stabilisator braucht einen Ruck, bis er eingreift, leistet dann aber ganze Arbeit. Bei schwachem Licht lässt die Schärfe etwas nach. Auch auf drastische Lichtwechsel reagiert die Kamera prompt und stufenlos.

- ⬆ Bedienung problemlos
- ⬆ gute App
- ⬇ knappe Ausstattung
- ⬇ Stabi überzeugt nicht

- ⬆ gute Bedienung
- ⬆ hohe Videoqualität
- ⬆ komfortable App
- ⬇ Schutzgehäuse optional

über ihr Mäusekino und winzig kleine, Handschuh-untaugliche Tasten bräuchten selbst Mäuse noch Sehhilfen, so klein ist die Schrift geraten. Auch bei anderen Kameras stoßen Anwender auf ein Sammelsurium von kurzen und langen Tastendrücken, Wischgesten und Blinkmustern – und tief verschachtelten Menüs; eine erfreuliche Ausnahme bildete die recht intuitiv bedienbare YI 4 K Plus.

Es lohnt sich also, die für die zu erwartende Aufnahmesituation Einstellungen vorher mithilfe der Smartphone-App vorzunehmen, die es für jede Kamera gibt. Über die dafür erforderliche, von der Kamera initiierte WLAN-Verbindung streamen fast alle Kameras im Testfeld das Videomaterial als Vorschau auch direkt zum Smartphone, aber nicht in allen Auflösungen. Fürs Live-Streaming des Videos ins Netz ist etwa die GoPro Black 8 geeignet, die dies in 1080p leistet, während die GoPro 7 Black das nur in 720p kann.

Mit eingeschaltetem WLAN lassen sich Aufnahmen auch aus einigen Meter Entfernung starten und steuern – auf Kosten einer geringeren Akkulaufzeit. Mit aktivem WLAN reichte die Akkupuste bei der Rollei Touch ohne Streaming-Funktion zwei Stunden, während die GoPro Hero Black schon nach 35 Minuten aufgab – ohne aktives WLAN schaffte sie 60 Minuten.

Schlecht: Der Akku ließ sich nur noch bei wenigen der getesteten Geräte rasch durch einen frischen austauschen, sodass man sich unterwegs mit Powerbanks samt fragiler Verkabelung behelfen muss. Die kann durchaus zum Sicherheitsproblem werden.

## Nach fest kommt ab

Ob das Videobild einigermaßen ruhig ist und ob das von der Kamera erfasst wird, was man später drauf sehen möchte, wird maßgeblich auch von den Halterungen bestimmt. Hier sind zwei Trends zu beobachten, und beide sind nicht erfreulich. Erstens sind die Beigaben an Klebe-, Klemm- und Stativhalterungen äußerst mager. Nicht mal eine Absturzsicherung liegt den Kameras bei. Und die Abkehr vom ehemals marktübergreifend gültigen De-facto-Standard GoPro-Gehäuseformat und -befestigung führte zu einem Berg von untereinander nicht kompatiblen zukünftigem – und damit teuren – Plastikmüll, wenn die Cam von einer anderen abgelöst wird.

## Actioncams

Produkt	DJI Osmo Action	GoXtreme Black Hawk +4K	GoPro Hero White 7	GoPro Hero Black 7
Hersteller	DJI	GoXtreme	GoPro	GoPro
URL	www.dji.com	www.goxtreme-action-cams.com/	www.gopro.de	www.gopro.de
Auflösung	4K	4K	1080p	4K
<b>Kamera</b>				
Blickwinkel	145	170	k.A.	k.A.
Display	✓	✓	✓	✓
SD-Kartenslot / max. Kapazität	✓ / 256 GByte	✓ / 64 GByte	✓ / 128 GByte	✓ / 256 GByte
Abmessungen ( B × H × T )	65 mm × 42 mm × 35 mm	61 mm × 42 mm × 23 mm	62 mm × 45 mm × 28 mm	62 mm × 45 mm × 33 mm
Schutzgehäuse mitgeliefert	–	✓	–	–
wasserfest bis / im Schutzgehäuse	11 m / –	– / 60 m	10 m / –	10 m / –
Stativgewinde 1/4"	–	✓	–	–
Gewicht <sup>1</sup> / mit Gehäuse	124 g / 182 g	79 g / 166 g	92 g / 140 g	117 g / 166 g
<b>Videoauflösungen</b>				
WVGA (848 × 480) [fps]	–	–	–	–
720 [fps]	200, 240	30, 50, 60, 100, 120, 200, 240	–	50, 60, 200, 240
960 [fps]	–	–	–	100, 120, 200, 240
1080 [fps]	24, 25, 30, 48, 50, 60, 100, 120, 200, 240	25, 30, 50, 60, 100, 120	25, 30, 50, 60	24, 25, 30, 50, 60, 100, 120
1440 [fps]	–	–	25, 30, 50, 60	24, 25, 30, 50, 60
2.7K [fps]	24, 25, 30, 48, 50, 60	25, 30, 50, 60	–	24, 25, 30, 50, 60
4K [fps]	24, 25, 30, 48, 50, 60	25, 30, 50, 60	–	24, 25, 30, 48, 50, 60
max. Video-Clip-Dauer <sup>2</sup>	5,5 min (4K)	3,5 min (4K)	18 min (1920 × 1440)	9 min (4K)
Datenrate voreingestellt (Format)	101131 kBit/s (4K, 60 fps)	150331 kBit/s (4K, 60 fps)	40121 kBit/s (2,7K, 60 fps)	30179 kBit/s (Full HD, 50 fps)
gleichzeitige Video-/Fotoaufn.	–	–	–	–
<b>Foto</b>				
Auflösung(en)	12 MPixel	12 MPixel	10 MPixel	12 MPixel
Selbstauslöser	✓	✓	✓	✓
<b>Audio</b>				
Mikrofon / Anschluss für externes Mikro	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓ <sup>3</sup>
<b>Ausstattung</b>				
Bildstabilisator	✓	✓	✓	✓
Fernbedienung / Reichweite	– / –	– / –	– / –	– / –
HDMI-Schnittstelle / AV	– / –	✓ / –	– / –	✓ / –
WLAN	✓	✓	✓	✓
GPS	–	–	–	✓
<b>Akku</b>				
Kapazität	1300 mAh	1050 mAh	k.A.	k.A.
Laufzeit (lt. Hersteller ohne WLAN)	63 min	k.A.	k.A.	k.A.
Laufzeit gemessen mit WLAN / ohne	38 min / 60 min	37 min / 73 min	80 min / 115 min	35 min / 62 min
Akku wechselbar	✓	✓	–	✓
<b>Bewertung</b>				
Videoqualität / Lichtempfindlichkeit	⊕⊕ / ○	○ / ○	○ / ○	⊕ / ○
Ton / Foto	⊕ / ○	⊖⊖ / ○	⊕ / ⊖	⊕ / ⊖
Handhabung Kamera / Software	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ○	○ / ⊕	○ / ⊕
Zubehör Lieferumfang/ optional	○ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕
Preis (Liste / Straße)	379 € / 279 €	149 € / 140 €	219 € / 185 €	349 € / 300 €

<sup>1</sup> mit Akku/mit Schutzgehäuse oder Kamerarahmen

<sup>2</sup> gemäß c't-Test in max. Auflösung

<sup>3</sup> mit 65 Euro teurem Mikrofon-Adapter

## Fazit

Das Abenteuer beim Action-Kino fängt schon vor dem Kauf an. Denn ohne vorheriges Probieren, ob man mit Handhabung und Menü zurecht kommt, sollte man bei keiner der getesteten Kameras loslegen. Und ob es wirklich eine 300

Euro teure GoPro sein muss oder ob es die halb so teure GoXtreme Black Hawk 4K+ nicht auch tut, ist eine berechtigte Überlegung – wenn man bedenkt, wie leicht so eine Kamera ohne zusätzliche Sicherung im Schlamm eines Badesees verschollen ist.

GoPro Hero Black 8	Rollei 560 Touch	Sony FDR-X3000R	Sony RXO II	YI 4K Action Camera	YI 4K+ Action Camera
GoPro	Rollei	Sony	Sony	YI	YI
www.gopro.de	www.rollei.de	www.sony.de	www.sony.de	www.yitechnology.com	www.yitechnology.com
4K	4K	4K	4K	4K	4K
k.A.	160	k.A.	84	160	155
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓ / 256 GByte	✓ / 64 GByte	✓ / k.A.	✓ / k.A.	✓ / 64 GByte	✓ / 64 GByte
60 mm × 48 mm × 28 mm	60 mm × 40 mm × 24 mm	29 mm × 47 mm × 83 mm	59 mm × 41 mm × 30 mm	65 mm × 42 mm × 30 mm	65 mm × 42 mm × 30 mm
–	✓	✓	–	✓	–
10 m / –	– / 40 m	– / 60 m	10 m / –	– / 40 m	– / 40 m (opt.)
–	✓	✓	✓	✓	✓
125 g / –	80 g / 175 g	114 g / 196 g	130 g / –	89 g / 188 g	89 g / 188 g
–	–	200, 240	–	200	200, 240
–	120	25, 30, 100, 120	25, 30	50, 200	200, 240
–	–	–	–	50, 100	50, 60, 100, 120
24, 30, 60, 120, 240	60, 120	50, 60, 100, 120	25, 30, 50, 60	24, 25, 48, 50, 90, 100	24, 25, 30, 48, 50, 60, 100, 120
24, 30, 60, 120	30	–	–	24, 25, 48, 50	24, 25, 30, 48, 50, 60
24, 30, 60, 120	–	–	–	24, 25, 48, 50	24, 25, 30, 48, 50, 60
24, 30, 60	30, 60	25, 30	24, 25, 30	24, 25	24, 25, 30, 48, 50, 60
5 min (4K)	3 min (4K)	15 min (4K)	17 min (4K)	43 min (4K)	32 min (4K)
99970 kBit/s (4K, 50 fps)	30128 kBit/s (Full HD, 60 fps)	25158 kBit/s (Full HD, 50 fps)	96674 kBit/s (4K, 25 fps)	101478 kBit/s (4K, 25 fps)	135088 kBit/s (4K, 50 fps)
–	–	–	–	–	–
12 MPixel	12 MPixel	8,2 MPixel	15,3 MPixel	12 MPixel	12 MPixel
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓ / ✓ <sup>3</sup>	✓ / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / –
✓	✓	✓	✓	✓	✓
– / –	✓ / ca. 10 Meter	✓ / ca. 10 Meter	– / –	– / –	– / –
– / –	✓ / –	✓ / –	✓ / –	– / –	– / –
✓	✓	✓	✓	✓	✓
✓	–	✓	–	–	–
k.A.	1100 mAh	1240 mAh	700 mAh	1200 mAh	1400 mAh
k.A.	95 min	60 min	60 min	120 min	73 min
50 min / 65 min	80 min / 82 min	55 min / 71 min	40 min / 40 min	55 min / 110 min	58 min / 73 min
✓	✓	✓	✓	✓	✓
⊕ / ○	○ / ○	⊕ / ○	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕
⊕ / ⊖	⊖⊖ / ○	⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕	○ / ○	⊕ / ⊕
○ / ⊕	○ / ⊖	○ / ○	⊖⊖ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
○ / ⊕⊕	○ / ⊕⊕	○ / ⊕	⊖⊖ / ○	○ / ⊕	⊖ / ⊕
429 € / 350 €	159 € / 139 €	599 € / 450 €	699 € / 590 €	209 € / 140 €	349 € / 299 €
⊕⊕ sehr gut⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe

Für welche Actioncam man sich entscheidet, hängt inzwischen zu sehr von den angedachten Aktionen ab, die es zu filmen gilt; fürs Tauchen eignen sich nur Kameras mit Schutzgehäuse, die deutlich mehr als 10 Meter Wassertiefe aushalten. Die beste Videoqualität liefert die YI 4K

Plus, das beste Foto kann man von der Sony RXO II erwarten.

Schon die gebotene Qualität bei unterschiedlicher Bildauflösung und Bildrate unterscheidet sich so deutlich, dass es eine Universalkamera für alle Fälle nicht gibt. Wer detailreiche Aufnahmen bei Tageslicht

benötigt, fährt mit der GoPro HeroBlack 8 am besten. In dunklen Aufnahmesituationen stach die DJI Osmo hervor. Die YI 4 K Plus erwies sich als ausgewogene Kamera für die meisten Aufnahmesituationen mit hervorragender Detailwiedergabe und langer Akkulaufzeit. (uh@ct.de) **ct**

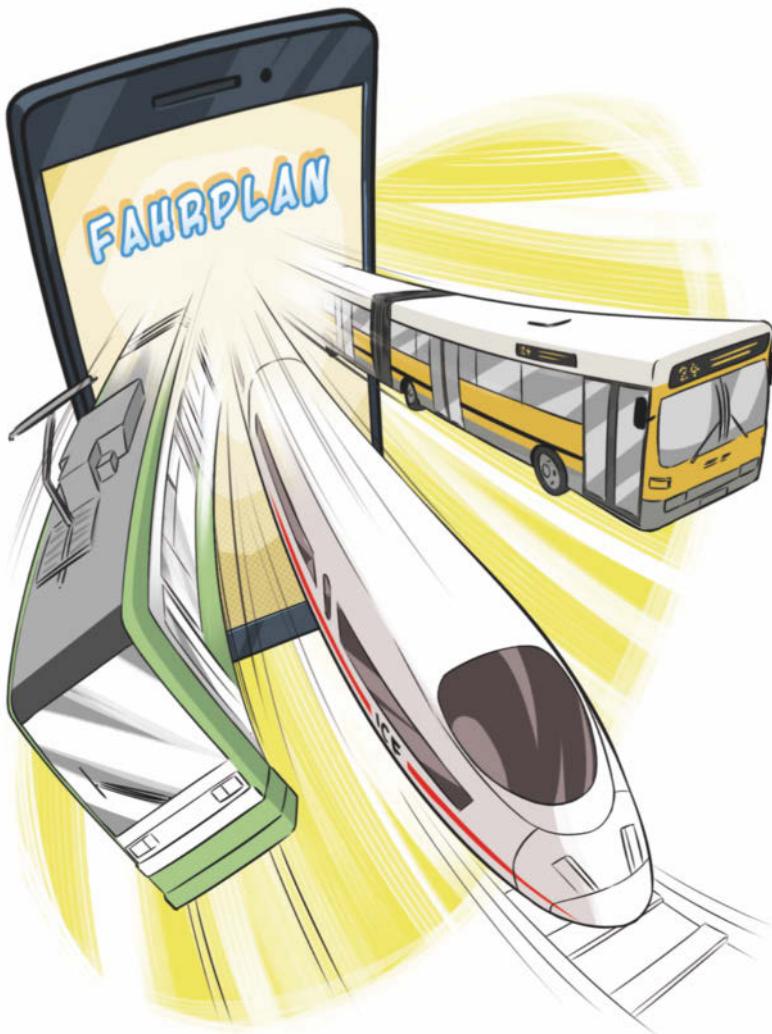


Bild: Albert Hulm

# Gut informiert unterwegs

## Sechs überregionale Mobilitäts-Apps im Vergleich

**Viele Verkehrsbetriebe bieten praktische Apps zur Routenplanung innerhalb ihres eigenen Streckennetzes. Wer weiter verreist, fährt jedoch in Fahrzeugen mehrerer Anbieter und nutzt unterschiedliche Verkehrsverbünde. Dann helfen Netz-übergreifende Routing-Apps.**

**Von Patrick Bellmer und Martin Reche**

**W**as für eine schöne Vorstellung: Einfach mal das Auto stehen lassen und die Reise mit Öffis und Sharing-Diensten erledigen – ganz entspannt geplant mit einer Mobilitäts-App, die über die Grenzen des heimischen Verkehrsverbunds hinweg die richtige Verbindung kennt. Wir haben sechs Apps aus den App-Stores von Google und Apple herausgepickt und geschaut, was sie im Hinblick auf zuverlässige Verbindungsauskunft, Echtzeitdaten und Buchungsoptionen zu bieten haben, und ob sie Anbieter von

Sharing-Diensten für Fahrräder, E-Scooter et cetera einbeziehen.

Außer den wohl bekanntesten Kandidaten DB Navigator und Google Maps haben es Moovit, Öffi, Omio und der ÖPNV Navigator in diesen Test geschafft. Die Apps haben wir sowohl mit Fern- als auch mit Regional- und innerstädtischen Verbindungsanfragen gefüttert und sie für die Reiseplanung ins und im Ausland verwendet. Darauf hinaus haben wir sie auf Filterfunktionen, Preisinformationen und Weiterleitung zu Buchungsportalen abgeklopft. Die Tabelle auf Seite 117 zeigt die Stärken und Schwächen der Apps. ÖPNV steht dort übrigens für den öffentlichen Personennahverkehr, SPFV für Schienenpersonenfernverkehr und SPNF für Schienenpersonennahverkehr.

Alle getesteten Apps sind kostenlos. Einige zeigen Werbung. Das passiert mitunter ganz dezent und kann je nach Situation auch mal praktisch sein: So blendet Google Maps außer ÖPNV-Verbindungen unter „Weitere Möglichkeiten“ unter anderem als Werbung gekennzeichnete Angebote ein, etwa von den Taxi-Apps Free Now und Taxi.eu inklusive Preisangabe und geschätzter Fahrtzeit. Ein Tipp auf eines der Angebote führt zur App-Installation in den Google Play Store.

Soweit vorhanden haben wir uns von den Testkandidaten sowohl die Android- als auch die iOS-Version angesehen. Sie bieten bis auf kleine Ausnahmen den gleichen Funktionsumfang. Google-Maps-Nutzer können beispielsweise unter iOS geplante Verbindungen per Fingertipp wahlweise an den iCalender oder den Google Calender schicken und dort eintragen lassen. Unter Android fehlt diese Funktion zum Testzeitpunkt.

Längst nicht jede App kann etwa Regional- und Fernverkehr gleichzeitig berücksichtigen und eine gemeinsame Verbindung berechnen. So kommt Moovit nur mit Verbindungsanfragen innerhalb bestimmter Regionen klar, bietet aber Fernverbindungen in Dänemark, etwa von Odense nach Kopenhagen. Omio eignet sich vor allem für Fernverbindungen in Deutschland und solche ins Ausland, kann dafür keine Verbindungsanfragen innerhalb von Nahverkehrsverbünden beantworten. Hat man einen Kinderwagen dabei oder ist mit dem Rolli unterwegs, benötigt man Angaben zur Barrierefreiheit. Hier patzen Moovit und Omio, die keinen entsprechenden Filter bereitstellen.

Moderne Funktionen wie Sprachsteuerung sucht man bei vielen der Testkandidaten vergebens. Hier können lediglich die iOS-Ausgaben des DB Navigators und des ÖPNV-Navigators sowie die Android-Version von Google Maps punkten. Alle anderen Testkandidaten ließen sich entweder gar nicht oder nur unzureichend per Sprache bedienen. Und auch auf eine der wichtigsten Kernfunktionen kann man sich bei den Testkandidaten nur bedingt verlassen: auf die Echtzeitinformationen zu Streckenstörungen und Verspätungen. Das liegt aber nicht so sehr an den Mobilitäts-Apps selbst, sondern vor allem

an den Datenbanken, von denen sie die Echtzeitdaten beziehen.

Der von der Deutschen Bahn entwickelte DB Navigator ist in den letzten Jahren zu einem mächtigen Werkzeug geworden, das mittlerweile auch ÖPNV-Nutzer bedient. Leider wurden viele dieser guten Ansätze noch nicht zu Ende gedacht. So weiß die App sehr wohl, wenn der Fahrrad am Umsteigebahnhof außer Betrieb ist, kann dies aber bei der Verbindsberechnung nicht berücksichtigen. Ebenso unverständlich ist es, dass die Deutsche Bahn ihre eigenen Zusatzangebote noch nicht in den DB Navigator integriert hat:

Die App berücksichtigt weder Leih-Fahrräder (Call a Bike) noch Carsharing (Flinkster).

Öffi und der ÖPNV Navigator haben ihre Wurzeln im ÖPNV, berechnen aber mittlerweile auch Verbindungen quer durch Deutschland und ins Ausland. Sie führen verlässlich von Tür zu Tür, auf Wunsch auch mit Zwischenhalten. Beim Fahrkartenkauf müssen beide passen. Moovit verbindet die Fußgänger-Navigationsfähigkeiten von Google Maps mit umfangreichen Filteroptionen. Die Routendarstellung ist übersichtlich, an größeren U- oder S-Bahn-Haltestellen gibt es

## Jelbi: Eine App für alles?

Die App Jelbi der Berliner Verkehrsbetriebe (BVG) bringt einen zukunftsweisenden Ansatz mit. Da sie auf Berlin und Umland begrenzt ist, nimmt sie nicht an unserem Test teil. Jelbi zeigt aber, wie Apps dem Anwender künftig kombinierte Verbindungen aus Bus, Bahn und Sharing-Diensten auflisten könnten, die sich dann auch gleich aus der App heraus buchen lassen. In die Berliner App sind Erfahrungen des IT-Unternehmens Trafifi eingeflossen, das in der litauischen Hauptstadt Vilnius eine App veröffentlicht hat, die ÖPNV und Sharing-Dienste vereint [1].

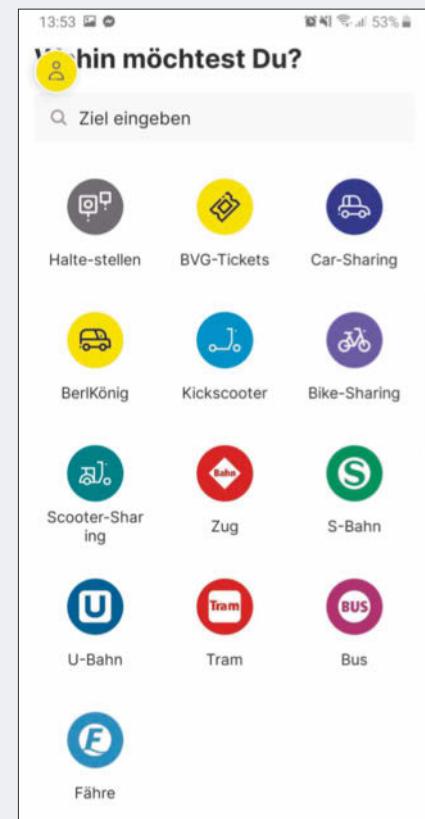
Jelbi bündelt die Angebote und Dienste verschiedener Mobilitätsanbieter der Hauptstadt in einem Programm. Mit der App kann man unter anderem BVG-Tickets kaufen, Leihräder und E-Scooter in der unmittelbaren Umgebung suchen und reservieren sowie Ridesharing-Busse anfordern und Strecken- sowie Fahrpläne einsehen. Jelbi hat den Vorteil, dass sich Nutzer nur einmal registrieren, ihre Bezahl- daten eingeben und eine Führerschein- kontrolle durchführen lassen müssen – letzteres ist optional und Voraussetzung für die Nutzung von Carsharing-Angeboten.

An sogenannten Jelbi-Stationen kann man darüber hinaus in Taxis steigen und On-demand-Shuttles anfordern. Jelbi vereint aktuell mehr als 20

Anbieter in seiner App, darunter der E-Tretroller-Leihdienst Tier, E-Scooter-Verleiher Emmy, das Bikesharing von Deezer-Nextbike sowie das Carsharing-Angebot Flinkster der Deutschen Bahn. Laut BVG sollen in den kommenden Monaten weitere Anbieter dazukommen.

So funktioniert Jelbi: Entweder lässt man den Startpunkt von der App per GPS ermitteln oder tippt einen Startpunkt und ein Ziel ein, etwa „Breite Straße“ und „Gesundbrunnen“. Anschließend berechnet die App den Weg auf zwei Arten: über den „klassischen“ ÖPNV per Bus und Bahn und alternativ mit Sharing-Angeboten. Für beide Arten blendet sie Ankunftszeiten, Preise und zusätzlich den Fußweg ein. Vor allem für die Fahrt mit Leih-Scootern und -räder interessant: Die App zeigt die geplante Route via Google Maps und gibt dazu bei E-Scootern den Akkustand inklusive geschätzter Reichweite an. Nach dem Bezahlung erhält der Anwender einen Code, um das gewählte Fahrzeug zu entriegeln, oder ein BVG-Ticket, das auf dem Mobiltelefon gespeichert wird und auch offline zur Verfügung steht.

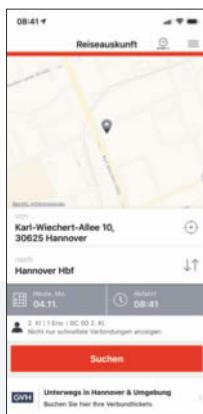
Derzeit lässt sich aus der App heraus immer nur ein Verkehrsmittel für eine Strecke buchen. In Zukunft soll es aber so wie beim Vilnius-Pendant auch möglich sein, eine Strecke mit unter-



schiedlichen Verkehrsmitteln in einem Rutsch zu planen und zu buchen.

## Literatur

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



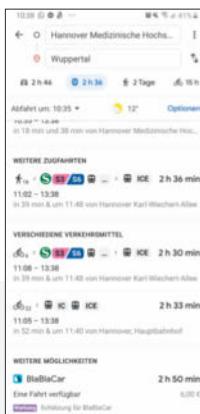
## DB Navigator

Die App der Deutschen Bahn sucht nicht nur innerhalb des eigenen Angebots nach Verbindungen, sondern kennt auch das Angebot anderer ÖPNV- und Bahnunternehmen – und zwar deutschlandweit und mit kleinen Einschränkungen auch europaweit. Hierzulande berechnet die App Verbindungen auf Wunsch von Tür zu Tür. Fernbusverbindungen bleiben allerdings ebenso unberücksichtigt wie Car-Sharing-Dienste. Selbst die DB-eigene Autoflotte Flinkster fehlt.

Bei den Ergebnissen einer Verbindungssuche zeigt der DB Navigator gegebenenfalls die aktuelle Ver-spätung gleich mit an. In der Detailansicht nennt er Umsteigezeiten und Gleise. Verbindungen lassen sich als Favoriten hinterlegen und auf einem iPhone dank erstellbarem Siri-Kurzbefehl auch per Sprachkommando aufrufen. Ärgerlich: Obwohl die Bahn über Informationen zur Barrierefreiheit verfügt und sie auch anzeigt, zieht die App sie nicht für die Verbindungs berechnung heran.

Sobald sich der Anwender für eine Verbindung entschieden hat, lassen sich die Karten direkt in der App buchen, oftmals selbst dann, wenn es sich um Fahrten innerhalb eines Verkehrsverbunds handelt. Auf Wunsch überträgt die App die gebuchten Verbindungen in den Kalender des Smartphones. Ausbaufähig: Obwohl man sich im DB Navigator und dem Browser-Angebot der Bahn mit dem gleichen Nutzerkonto anmelden kann, gibt es kaum Datenaustausch zwischen beiden Angeboten.

- ➔ übersichtliche Darstellung
- ➔ Fahrkartenbuchung in der App
- ➔ zeigt keine barrierefreien Routen



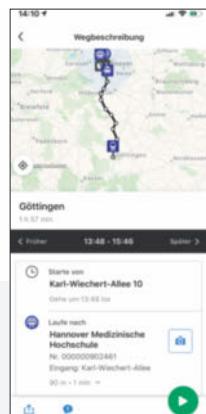
## Google Maps

Wer nach Angabe des Reiseziels auf das Zugsymbol unter dem Eingabefeld tippt, wechselt zur Reiseauskunft der App. Als Suchergebnis spuckt Google Maps eine „empfohlene Route“ aus. Sie umfasst Zeiten und Orte für Abfahrt und Ankunft sämtlicher beteiligter Verkehrsmittel, Fußwege und optional auch alle Zwischenstopps; Preise nannnte die App im Test nicht. Ein Tipp auf die Verbindung zeigt, ob Bahnen und Züge pünktlich fahren – sofern Google in der Region Zugriff auf die Echtzeitdaten hat. Zur Ticket-Buchung leitet Google Maps den Anwender auf die Seiten der Anbieter weiter.

Pendler können ihren Weg zur Arbeit unter „Einstellungen/Einstellungen für Pendelstrecken“ festlegen. Sie werden dann nach Tipp auf den Pendeln-Knopf am unteren Bildschirmrand über Störungen und Verspätungen informiert. Wer die Fahrt zu einer Veranstaltung im Vorfeld fest plant, kann sich per Push-Nachricht daran erinnern lassen. Unterwegs informiert die App über Zwischenstopps und zeigt per Vibrationsalarm, wenn man umsteigen muss.

Google Maps bindet, wo vorhanden, Sharing-Dienste in die Routenplanung ein, kann diese aber nicht mit dem ÖPNV kombinieren. Plant man beispielsweise eine Verbindung von Hamburg Hauptbahnhof nach St. Pauli, listet Google Maps unter „Weitere Möglichkeiten“ den E-Scooter-Verleiher Lime. Ein Tipp auf das Angebot zeigt sämtliche in der Nähe verfügbaren E-Scooter inklusive voraussichtlicher Reichweite und Preis – allerdings nur geschätzt und in US-Dollar.

- ➔ flexible Verbindungssuche
- ➔ gelungene Tür-zu-Tür-Navigation
- ➔ gute Funktionen für Pendler



## Moovit

Moovit berechnet Routen von Tür zu Tür. Grundsätzlich berücksichtigt die App Regional- und S-Bahnen sowie Fernbusse. Allerdings kennt sie im Nahverkehr nur ein gutes Dutzend Anbieter bundesweit, Sharing-Dienste bleiben ganz außen vor.

Die Ergebnisse einer Verbindungsrecherche sortiert Moovit zunächst chronologisch nach Abfahrtszeit. Der Anwender kann die Auswahl mit verschiedenen Filtern anpassen, etwa nach der besten oder kürzesten Route suchen, möglichst wenige Umstiege wünschen oder bestimmte Verkehrsmittel ausschließen. Der Tipp auf eine Verbindung führt zu einer Karten- oder Listenansicht, die alle Umstiegs- und Zwischenhalte zeigt.

Über den „Navigieren“-Knopf starten Sie die sogenannte Turn-by-Turn-Navigation. Läuft Moovit im Vordergrund, weist die App den Nutzer damit auf bevorstehende Umstiege hin. Dabei kann die App auch Echtzeitdaten der Verkehrsbetriebe einbinden. In unseren Stichproben fiel jedoch auf, dass sie davon nicht immer Gebrauch macht. So nutzte sie im Netz des hannoverschen Verkehrsun ternehmens Üstra nur die Echtzeitda ten für Busse, obwohl die Üstra auch Live-Daten für Stadtbahnen bereithält. Wer die nächstgelegene Haltestelle oder die dort verkehrenden Linien nicht kennt, erhält Hilfe in Form einer Karte plus Liste. Außerdem gibt es den Menüpunkt „Linien“, der alle innerhalb des gewählten Gebiets verkehrenden Busse und Bahnen auflistet. Beim Fahrkartenkauf muss Moovit passen.

- ➔ berücksichtigt Fernbusse
- ➔ nützliche Umsteige-Hinweise
- ➔ keine flächendeckende Suche

Hilfestellung bei der Wahl des Ein- und Ausgangs.

Omio ist Fahrplanauskunft und Buchungsportal in einem und zeigt sich bei der Auswahl der Verkehrsmittel erfreulich offen. Auf einen Blick ist erkennbar, ob die Reise von Hannover nach Frankfurt mit Zug, Bus oder Flugzeug günstiger beziehungsweise schneller ist. Haben Sie sich für eine Verbindung entschieden, ist die Fahrkarte respektive das Flugticket binnen kürzester Zeit gekauft. Ein Manko ist lediglich das Fehlen von Echtzeitdaten. Und spätestens am Flughafen oder Hauptbahnhof benötigen Sie eine zweite App, denn auf regionaler Ebene streicht Omio die Segel.

Der überraschendste Kandidat im Test ist Google Maps. Denn dass der Dienst auch ÖPNV- und darüber hinaus gehende Qualitäten hat, ist vielen unbekannt. Anders als bei der Desktop-Version des Dienstes gibt es auf Android- und iOS-Smartphones erfreulicherweise kaum Funktionseinschränkungen. Bus und Stra-

ßenbahn werden ebenso berücksichtigt wie Fernverkehrszüge oder Fernbusse. Einzig auf Flugverbindungen müssen Sie auf dem Smartphone verzichten.

Dieses kleinere Manko macht die Masse der Daten, die Google Maps nutzt, mehr als wett. So akzeptiert Google Maps Points of Interest ebenso als Start und Ziel wie Adressen. Zusätzlich informiert der Dienst basierend auf Nutzerbewertungen über die potenzielle Auslastung der Verkehrsmittel. Durch die Kooperation mit Anbietern von Sharing-Diensten schlägt Google Maps zudem den E-Scooter als Alternative zum Bus vor.

### Fazit

Ob Sie per Bahn, Fernbus oder Flugzeug quer durch Deutschland reisen oder regelmäßig mit der Straßenbahn von zu Hause ins Büro pendeln wollen: Für jedes Szenario gibt es die passende App. Noch fehlt allerdings die eine Mobilitäts-App für alle Anwendungsfälle. Wie eine solche App aussehen könnte, zeigt Jelbi zumindest für

Berlin (siehe Kasten). Bis es eine solch universell nutzbare App für das ganze Land gibt, bleibt Ihnen nichts anderes übrig, als mindestens zwei der Kandidaten auf Ihrem Smartphone zu installieren.

Für Reisen in Nah- und Fernzügen und dem ÖPNV ist der DB Navigator erste Wahl. ÖPNV-Vielfahrer mit Jahres- oder Monatskarte, die Bus oder Straßenbahn spontan auf unterschiedlichen Strecken nutzen, sollten zusätzlich einen Blick auf Öffi oder den ÖPNV Navigator werfen. Für Pendler, die nur innerhalb einer Region unterwegs sind, empfiehlt sich Moovit. Googles Fahrplanauskunft bietet sich für Vielfahrer an, die häufig in fremden Städten unterwegs sind, bei der Wahl des Verkehrsmittels flexibel sein möchten und insbesondere auch Sharing-Angebote nutzen wollen. Und Omio ist der Spezialist für Fernreisen.

(dwi@ct.de) **ct**

Dieser Artikel erschien ursprünglich auf *heise+* und wurde für *ct* überarbeitet.

## Ihr Erste-Hilfe-Set: Das Notfall-System für den Ernstfall

### JETZT NEU! c't wissen Desinfec't 2019/20

Dank Desinfec't 2019/20 analysieren Sie Ihr bedrohtes Windows-System aus mehreren Blickwinkeln: Viren aufspüren, Hardware untersuchen, Daten sichern. Vier Viren-Scanner und diverse Tools helfen Ihnen auch bei der Systemwartung.

Auch als Download erhältlich.  
[shop.heise.de/desinfect2019](http://shop.heise.de/desinfect2019)

12,90 €

Auch auf USB-Stick erhältlich!



**heise shop**

[shop.heise.de/desinfect2019](http://shop.heise.de/desinfect2019)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.



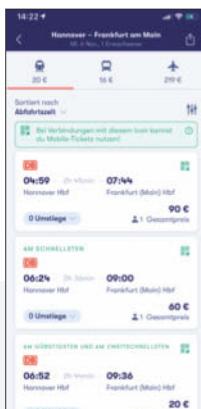
## Öffi

Das nur für Android verfügbare Öffi besteht aus drei Teilen, nämlich je einer App für Haltestellen, Netzpläne und Verbindungen. „Öffi Haltestellen“ zeigt die umliegenden Bus- und Bahnhaltestellen inklusive Distanz und nächster Abfahrt an. Ein Tipp auf eine Haltestelle listet alle dort verkehrenden Busse und Bahnen mit Abfahrtszeiten inklusive etwaiger Verspätungen. Verbindungen lassen sich zu Favoriten hinzufügen. Mit einem Tipp auf „Verbindung von hier“ oder „Verbindung nach hier“ wechselt man zu „Öffi Verbindungen“.

Diese App ermittelt sowohl Verbindungen innerhalb eines Verkehrsverbundes als auch deutschlandweite Fernverbindungen und solche ins Ausland. Je nach Art der gewünschten Verbindung muss der Nutzer erst noch über „Einstellungen/Allgemein/Wähle Verbindung“ die richtige Auswahl treffen – sonst passiert es beispielsweise, dass bei Vorauswahl „Hannover und Niedersachsen“ eine Verbindungsabfrage nach Kopenhagen mit einem Fehler abbricht.

Die Daten für Zugverbindungen decken sich mit den Angaben im DB Navigator. Öffi trägt Verbindungen inklusive aller Verbindungsdetails auf Wunsch in den Google-Kalender des Smartphones ein. Allerdings fehlen der App Buchungs- und Reservierungsfunktionen. „Öffi Netzpläne“ hilft Reisenden, sich im ÖPNV einer fremden Stadt auf die Schnelle zurechtzufinden, da sie auf viele Daten regionaler Verkehrsunternehmen zugreift. Sharing-Dienste kennt Öffi nicht.

- ⬆ umfangreiche Verbindungssuche
- ⬆ kostenlos und werbefrei
- ⬇ keine Buchungsfunktion



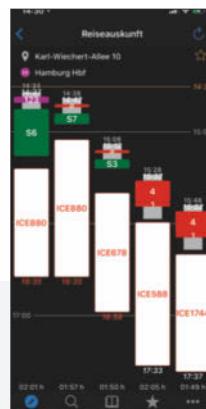
## Omio

Die klar strukturierte Oberfläche von Omio wirft keine Fragen auf, die Einstellungen beschränken sich auf die wichtigsten Punkte. Sie sollten allerdings die Push-Benachrichtigungen deaktivieren, um Werbung zu entgehen. Omio berücksichtigt nicht nur Bahn und Fernbus, sondern auch das Flugzeug und den Mitfahrdienst BlaBlaCar. Der öffentliche Nahverkehr bleibt dagegen bei dieser App außen vor.

Der Anwender gibt Start und Ziel seiner Fahrt, das Reisedatum, die Anzahl der Reisenden und etwaige Rabattkarten wie die BahnCard an. Omio präsentiert daraufhin eine nach Verkehrsmitteln und Abfahrtzeiten sortierte Verbindungsübersicht. Durch Tipp auf eine Verbindung gelangt man zum Buchungsdialog. Für alle angezeigten Vorschläge lässt sich direkt in der App ein Ticket buchen. Für Fahrten mit der Deutschen Bahn kennt Omio dabei fast alle Optionen, die die Bahn selbst bietet, etwa Sparpreise und Ländertickets und auch eine Sitzplatzreservierung. Wer Flüge und Busfahrten in der App bucht, findet dagegen weniger Optionen als beim Originalanbieter. So können Sie einen Lufthansa-Flug nur in der Economy-Klasse buchen. Nettes Detail: Vor einer Flugticket-Buchung weist Omio darauf hin, wie weit der Flughafen vom Stadtzentrum entfernt ist.

Andere wichtige Funktionen fehlen. So lassen sich häufig genutzte Verbindungen nicht als Favoriten sichern; stattdessen zeigt der Startbildschirm stets die letzten Anfragen. Trotz der engen Zusammenarbeit mit der Deutschen Bahn fehlen Echtzeitdaten.

- ⬆ gut für Fernverbindungen
- ⬆ bucht Zug- und Flugtickets
- ⬇ keine ÖPNV-Verbindungen



## ÖPNV Navigator

Hier täuscht der Name: Die nur für iOS angebotene App kennt außer Bus, Straßen- und S-Bahn auch Fernzüge, allerdings keine Fernbus- oder Flugverbindungen. Die Suche ist ohne lästiges manuelles Umschalten zwischen einzelnen Regionen oder Quelldatenbanken möglich. Die App hat auch Zugriff auf die Railteam-Datenbank für SPNV-Abfragen innerhalb Europas.

Als Ziel- und Startort kann man Haltestellen oder Adressen angeben, aber keine Points of Interest. Treffer präsentiert ÖPNV Navigator in einer Art Wasserfalldiagramm – Darstellungsalternativen fehlen ebenso wie eine Sortierung. Ganz links zeigt die App die nächstmögliche Verbindung, spätere Abfahrmöglichkeiten folgen rechts daneben. Jede Fahrt ist in Blöcke unterteilt – so erkennt man leicht, wie oft man umsteigen muss. Zwar signalisieren Farben die unterschiedlichen Verkehrsmittel, beispielsweise Grün für S-Bahnen und Lila für Busse, doch das erschließt sich dem Beobachter nicht ohne Weiteres. Dass ein roter Block mit einer „4“ für die Stadtbahnlinie 4 in Hannover steht, bleibt Ortsunkundigen zunächst unklar. Weil die App auf Echtzeitdaten zugreift, kann man sich pünktliche Fahrten hervorgehoben darstellen lassen.

Wer über die Grenzen eines einzelnen Verbunds hinaus reist, kann sich zwar in der Detailansicht über den Fahrpreis für einen Erwachsenen ohne Rabatt informieren, aber innerhalb des ÖPNV Navigators keine Fahrkarte buchen; die App leitet dazu auch nicht zu anderen Verkehrsanbietern weiter.

- ⬆ zahlreiche Routenoptionen
- ⬆ nutzt Echtzeitdaten
- ⬇ teils unübersichtliche Oberfläche

## Mobilitäts-Apps

	DB Navigator	Google Maps	Moovit	Öffi	Omio	ÖPNV Navigator
Anbieter	DB Vertrieb GmbH	Google LLC	Moovit Inc.	Andreas Schildbach	GoEuro Travel GmbH	Alexander Albers
verfügbar für Android / iOS ab	Version 4.4 / 9.0	variiert nach Gerät / 10.0	variiert nach Gerät / 9.0	Version 4.4 / –	Version 5.0 / 11.0	– / Version 10.0
<b>Verbindungssuche</b>						
in Nahverkehrsverbünden	✓	✓	✓	✓	(–) <sup>1</sup>	✓
deutschlandweit / im Ausland	✓ / ✓	✓ / ✓	– / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
SPNV / SPPV / Fembus / Flugzeug	✓ / ✓ / – / –	✓ / ✓ / ✓ / – <sup>2</sup>	✓ / – / ✓ / –	✓ / ✓ / – / –	(✓) <sup>3</sup> / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / – / –
bei Zugverbindungen: Gleisangabe	✓	✓	–	✓	–	✓
Preisankunft / Buchung	✓ / ✓	– / –	– / –	– / –	(✓) <sup>3</sup> / (✓) <sup>3</sup>	✓ <sup>4</sup> / –
Tür-zu-Tür- / Via-Verbindungen	✓ / ✓	✓ / –	✓ / –	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓
kürzeste / schnellste / günstigste Verbindung / wenig Umsteigen	– / ✓ / – / –	– / ✓ / – / ✓	✓ / ✓ / – / ✓	– / ✓ / – / ✓	– / ✓ / ✓ / ✓	– / ✓ / – / ✓
barrierefreie Verbindungen	–	✓	–	✓	–	✓
Echtzeitinfos bei Verspätung	✓	(✓) <sup>5</sup>	✓	✓	–	✓
<b>Anzeigoptionen</b>						
Kartenansicht	✓	✓	✓	✓	–	✓
Haltestellen in der Nähe	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Netzpläne	–	✓	–	✓	–	✓
<b>Komfortfunktionen</b>						
Verbindungen in / aus Kalender	✓ / –	– / –	– / –	✓ / –	– / ✓	✓ / –
Priorisierung von Verkehrsmitteln	✓	✓	✓	✓	–	✓
Verbindungsfavoriten	✓	✓	✓	✓	–	✓
Sprachsteuerung Android / iOS	– / ✓ <sup>6</sup>	✓ / –	– / –	– / –	– / –	– / ✓ <sup>6</sup>
<b>Bewertung</b>						
Verbindungssuche	⊕	⊕⊕	○	⊕	○	⊕⊕
Funktionsumfang	⊕	⊕	⊖	⊕	⊖	⊕
<small><sup>1</sup> nur Fernbusse u.ä. <sup>2</sup> nur im Browser <sup>3</sup> nicht innerhalb eines Verbunds <sup>4</sup> für 1 Person ohne BC <sup>5</sup> nur einzelne Regionen <sup>6</sup> über Siri-Kurzbefehle</small>						
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden
						k. A. keine Angabe



<webdev>

< Komed, Köln / 4. Februar 2020 >

15  
16  
17  
18  
19

Die Konferenz für Frontend-Entwicklung • **WORKSHOP-PROGRAMM (AUSZUG)**

### Schwarze Magie in TypeScript: Deep Dive (Peter Kröner)

- > Die dunklen Ecken von TypeScript
- > Fortgeschrittene Features des Typsystems
- > Praktisches Formulieren fortgeschrittener Typ-Konstruktionen wie Mapped Types und Conditional Types
- > Praktische Lösungen für häufige Type-Script-Probleme



Peter Kröner

### Build a production ready PWA with Angular and Firebase (Önder Ceylan)

This workshop will focus on:

- > State of the PWA development
- > Displaying Add to Home Screen guidelines
- > Configuring & Extending Angular service worker
- > Hosting your PWA on Firebase
- > Auditing your PWA with Lighthouse



Önder Ceylan

### CSS (endlich) lieben lernen (Nico König)

- > CSS als eine Zutat für Web-Apps
- > Weiterentwicklung mit Flexbox, Grid und Custom Properties
- > Die wichtigsten Konzepte und Features von CSS
- > Umsetzung in handliche Katas



Nico König

22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41

# Zahlen, Daten, Fakten

## Internetkriminalität

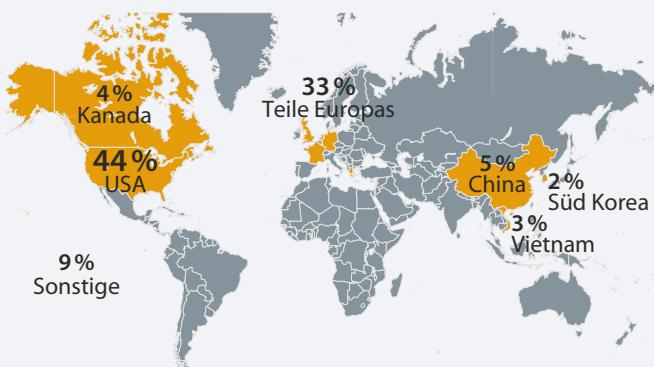
Mit den Umtrieben böser Menschen muss man auch im Internet rechnen. Allein 2018 wurde jeder Vierte in Deutschland Opfer von Internetkriminalität, etwa durch Datendiebstahl. Vielfach

entstehen Kosten durch das Beheben der Folgen von Attacken. Schaut man in Firmen, so spielt Malware zwar die Hauptrolle bei Angriffen, doch Botnets und DDoS-Attacken legen zu. (mil@ct.de)



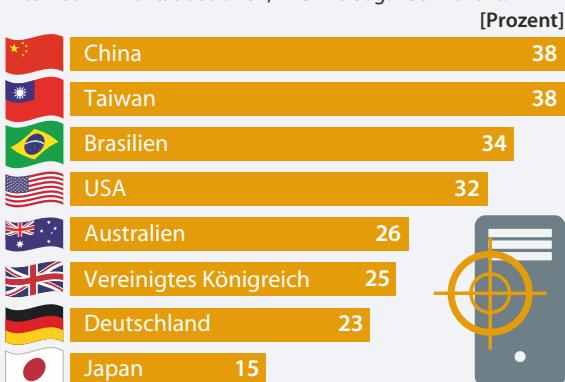
### ► Wo stehen Botnet-Server?

... ein großer Teil steht in den USA, anders als viele vermuten würden.<sup>1</sup>



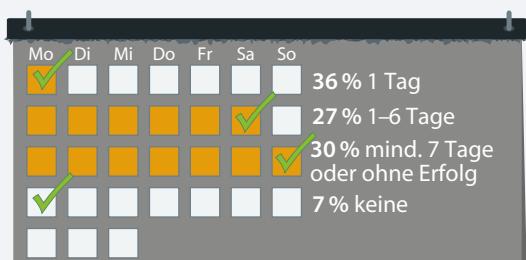
### ► Wie viele wurden 2018 Opfer von Internetkriminalität?

... in Deutschland waren 23 Prozent aller Nutzer von Internetkriminalität betroffen, in China sogar 38 Prozent.<sup>3</sup>



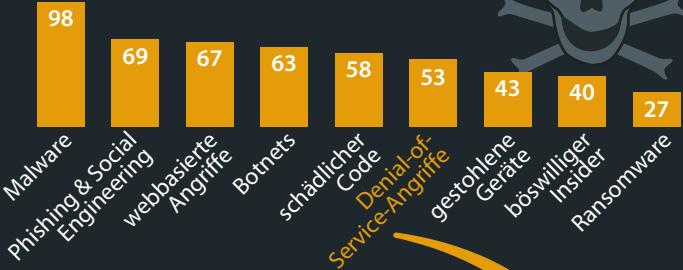
### ► Wie viel Zeit kosteten die Schäden durch Attacken?

... nur knapp die Hälfte der Betroffenen konnten die Probleme innerhalb eines Tages lösen.<sup>5</sup>



### ► Welche Art von IT-bezogener Kriminalität gibt es in Firmen?

... mit Malware hat beinahe jede Firma schon zu tun gehabt, aber Phishing richtet auch oft Schäden an.<sup>2</sup>



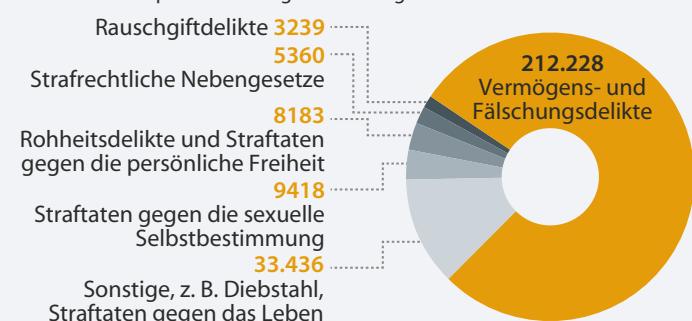
### ► Welche Art Cybercrime ist im Kommen?

... laut BKA haben Denial-of-Service-Angriffe stark zugenommen. Sie dauern immer länger und haben immer mehr Angriffsmethoden.<sup>4</sup>



### ► Bei welchen Delikten spielte das Internet für Kriminelle eine Rolle?

... das Internet spielt bei Betrug eine wichtige Rolle.<sup>6</sup>



## Die Konferenz für Frontend-Entwicklung | Komed, Köln | 5. – 6. Februar 2020 Tages-Workshops am 4. Februar 2020

Nach der erfolgreichen Premiere mit 260 Teilnehmern laden wir zur **ct <webdev> 2020** ein. Insgesamt 40 Talks in drei Tracks bieten eine geballte Ladung Know-how. Es geht um spezielle Themen rund um die JavaScript-Frameworks Angular, React und Vue. Aber auch Basics wie dynamische Layouts mit CSS, Website-Performance und Testing kommen nicht zu kurz. Web-Entwickler berichten aus der Praxis, etwa vom Relaunch der RP-Online-Newsseite. Eine Reihe von Talks wird sich wie im letzten Jahr Sicherheitsthemen widmen.

### Programm-Highlights

- Security Consultant Frank Uilly geht in seinem Beitrag „**Beyond OWASP Top 10**“ auf nicht unbekanntere Schwachstellenarten in Webanwendungen und APIs ein.
- Im Talk „**Custom Code at Scale: The Business and Technology Behind Robust Customer-Specific Solutions**“ zeigt Raquel Kampf, wie man mit Feature Flags, Plug-ins und Custom Libraries schnelle Code-Anpassungen meistert, ohne dass das in wüste Hacks ausartet.
- Um die barrierefreie Gestaltung von Anwendungen dreht sich der Vortrag „**Making Your Apps Accessible: The Right Tools for the Job**“ der UX-Designerin Isabela Moreira.
- Doug Sillars zeigt in seinem Talk „**Building an ARt Gallery in the Browser**“, wie man Bilder dank AR und VR auf völlig neue Weisen präsentiert.



Jetzt  
1 von 100  
Frühbucher-  
tickets  
sichern!

Weitere Informationen und Tickets unter: [www.ctwebdev.de](http://www.ctwebdev.de)

Silbersponsor

**adesso**  
business.  
people.  
technology.

Eine Veranstaltung von



Organisiert von

 **heise**  
Events  
Conferences, Seminars, Workshops



# Elektronische Erntehelfer

## Flugdrohnen und fahrende Roboter ackern

**Autonome Landmaschinen, fliegend oder fahrend, könnten künftig einen Teil der Feldarbeit übernehmen. Mit künstlicher Intelligenz erkennen sie Unkraut und Schädlinge sowie den genauen Nährstoffbedarf des Bodens.**

**Von Arne Grävemeyer**

**D**er heutige Ackerbau hat voraussichtlich noch einige Stufen der Digitalisierung und Automatisierung vor sich. Erst wenn die exakte Zahl der Pflanzen und der genaue Nährstoffgehalt auf jedem Quadratmeter bekannt sind, kann der Landwirt bedarfsgerecht düngen. Und nur wenn Unkrautnester und Schädlingsbefall

einzelnen verzeichnet sind, bringen punktuell eingesetzte Spritzmittel Erfolg. Ein weiteres Problem: Mit jedem Arbeitsgang verdichten Traktor und schweres Arbeitsgerät den Boden und behindern damit das Wachstum auf dem Acker.

Flugdrohnen und leichte, autonom fahrende Roboter könnten die Arbeit auf den Feldern grundlegend verändern. GPS-geführte und ausgestattet mit Kameras und KI sollen sie in Zukunft jede Nutzpflanze einzeln betreuen und dabei Gift- und Düngemitteleinsatz stark verringern. Das ist der Grundgedanke des sogenannten Precision Farming. Die Feldroboter können säen, Unkraut gezielt vernichten und Pilz- oder Schädlingsbefall bekämpfen. Sie sollen schneller eingreifen, als es der Bauer auf dem Traktor jemals könnte, und damit die Felderträge deutlich steigern.

Einfache Flugdrohnen mit Kameras sind bereits heute über Ackerflächen zu sehen. Der Landwirt kann mit ihnen Wildtierschäden oder Wasserrachen erkennen oder auch ein Rehkitz finden, bevor der Mähdrescher losfährt. Bei Raupebefall können Drohnenpiloten Trichogramma-Schlupfwespen abwerfen, die die Schädlinge gezielt befallen.

Drohnen des Dienstleisters geo-konzept streifen im automatisierten Überflug über die Felder. Eine Multispektralkamera schießt dabei überlappende Aufnahmen, mit denen sich das Pflanzenwachstum und damit auch der Stickstoffbedarf ermitteln lässt. Daraus kann der Landwirt die unversorgten Abschnitte seines Ackers besser erkennen als auf Satellitenbildern – und punktuell nachdüngen. Zu dem Zweck erzeugt eine eigene Software des Dienstleisters sogenannte Applikati-

onskarten, mit denen der Landwirt die bedarfsgerechte Düngung planen kann.

## Nutzpflanze oder Unkraut?

Aus der Luft erkennen Drohnen aber noch viel mehr: Mithilfe von KI können sie Schädlingsbefall ausmachen und Unkraut von Nutzpflanzen unterscheiden. Damit lassen sich detaillierte Spritzkarten erstellen, um Insektizide oder Herbizide da einzusetzen, wo Unkrautnester entstehen. Auch das Spritzen übernehmen immer häufiger die Drohnen selbst. Der chinesische Hersteller X AG vertreibt international Drohnen mit Spritzmitteltanks für 10, 16 und 20 Liter. John Deere zeigte auf der Agritechnica Mitte November in Hannover das Konzept einer Drohnenstation aus stapelbaren Containern. Wie zu einem Bienenstock fliegen die Drohnen zu dieser Station, um aufzuladen und beispielsweise neues Spritzmittel aufzutanken. Gemeinsam mit Volocopter bietet John Deere sogar eine Flugdrohne mit einem Durchmesser von über 9 Meter und einer Nutzlast von 150 Kilogramm an.

Allerdings ist das Spritzen aus der Luft in Deutschland und den meisten europäischen Ländern derzeit nicht erlaubt. „Sicherlich hat der Gesetzgeber bei der Schaffung des Pflanzenschutzgesetzes an Spritzflugzeuge mit ihren Streuverlusten gedacht oder an Hubschrauber, aber noch nicht an Flugdrohnen, die sich punktuell einsetzen lassen“, sagt Peter Pickel, Professor an der Technischen Universität Kaiserslautern und stellvertretender Leiter des europäischen Innovation Center von John Deere. Er hofft, dass sich die Gesetzeslage hierzulande ändern wird.

Die Firma Haip aus Hannover will es Landwirten in Zukunft ermöglichen, Unkraut und Krankheiten sowie Pilz- und Schädlingsbefall bei autonomen Feldüberflügen zu erkennen. Dazu setzt das Unternehmen auf hyperspektrale Kameras, die bis zu 500 Farbnuancen unterscheiden können. „Jede Krankheit, jede Störung setzt die Pflanze unter Stress und lässt sich durch ein spezifisches spektrales Muster genau identifizieren“, erläutert Co-Founder Tobias Kreklow. So könne ein trainiertes System Mehltau auf Weizen ebenso gut ausmachen wie Trockenstress. Krankheiten oder Schädlingsbefall ließen sich auf diese Weise wahrscheinlich schneller diagnostizieren, als das heute möglich ist. Derzeit sammelt das junge Unternehmen Aufnahmedaten und trainiert eine KI, um mehr und mehr Belastungen der Pflanzen

auf dem Acker zu erkennen. Auf diese Weise soll es in fünf bis zehn Jahren möglich sein, auf Pflanzenschäden viel früher als heute zu reagieren und mit weniger Mitteleinsatz mehr Pflanzen zu retten.

Auch am Boden deutet sich ein Wandel an. „Im Precision Farming stoßen die großen Maschinen an ihre Grenzen“, sagt Professor Ludger Frerichs von der Technischen Universität Braunschweig. Damit sieht er nach den Universalmaschinen, die möglichst viele Arbeitsschritte zusammengefasst haben, für die Zukunft eine Aufteilung der Einzelfunktionen voraus. „Es werden kleinere, autonome Fahrrobo-ter auf den Feldern arbeiten und miteinander kooperieren, ungefähr im Format des 11er Deutz oder kleiner.“ Es geht also um Fahrzeuge bis zur Größe eines Aufsitzraserenmähers.

## Roboter auf dem Feld

Bereits vor drei Jahren hat Bosch einen Fahrrobo-ter vorgestellt, der autonom das Feld beackert und Unkraut optisch erkennt. Dieser Roboter verbraucht allerdings kein Spritzmittel und er verzeichnet das Unkraut auch nicht auf einer Karte. Er bekämpft es mechanisch, beispielsweise indem er es durch einen schnellen Stoß mit schmalen Stempeln in die Erde rammt. Der Chemieeinsatz und die damit verbundene Umweltbelastung entfällt.

Heute entwickelt die Bosch-Tochter Deepfield Robotics das System weiter. Auf Testfeldern patrouillieren inzwischen Roboter in Schubkarrengröße, die den Ackerboden mit ihrem Gewicht nur unwe sentlich belasten. Sie folgen mit ihrem KI-Steuersystem der ausgesäten Pflanzenreihe und erkennen Unkräuter, die sie mit

mehreren steuerbaren rotierenden Messern tief abschneiden. So merzen die Fahrrobo-ter alle unerwünschten Pflanzen bereits früh aus, die Nutzpflanze kann unbeeinträchtigt gedeihen.

Auch an der TU Braunschweig wird an künstlicher Intelligenz für landwirtschaftliche Helfer geforscht. Den Input liefern ihnen Laserscanner und einfache RGB-Kameras. Die autonomen Fahrzeuge könnten beispielsweise die Bodenbeschaffenheit des Ackers analysieren, Höhen und Senken ermitteln oder Arbeitsgänge kontrollieren, etwa ob Stroh effektiv untergepflügt worden ist oder noch auf dem Acker liegt.

## Universeller Agrarroboter

Eine neue Plattform für diverse Einsatzfälle hat Continental auf der jüngsten Agritechnica vorgestellt. Ab 2020 sollen die ersten Feldtests mit dem neuen Contadino starten. Dieses E-Fahrzeug ist modular aufgebaut und für unterschiedliche Anbaugeräte konzipiert. Der Agrarroboter ist in einem Frontmodul mit einer breiten Palette an Sensorik ausgestattet, von der Kamera bis zum sogenannten Lidar (Laser Detection and Ranging), einem 3D-Laserscanner zur optischen Abstandsmessung. Ein Ultraschallsystem macht Hindernisse in unmittelbarer Nähe aus, während ein Radarsystem hilft, Hindernisse in der weiteren Entfernung zu erkennen.

Zur Bestimmung der Positionskoordinaten auf wenige Zentimeter genau kann der Roboter sogar die RTK-Vermessung einsetzen (Real-Time-Kinematik), bei der mithilfe der eigenen Antenne und einer exakt eingemessenen Referenzstation am Feldrand sowie ungestörtem Signal von

In Ostasien und Südamerika verspritzen Drohnen schon heute Pflanzenschutzmittel aus der Luft.





**Weitgehend autonome Landmaschinen steuert der Landwirt der Zukunft allenfalls mit dem Joystick. Auf großen Touchscreens kann er aber Büroarbeit erledigen, das Team koordinieren oder Drohnenbilder auswerten.**

fünf oder mehr GPS-Satelliten die Position extrem genau berechnet wird. Neben GPS können die Roboter auch andere globale Navigationssatellitensysteme wie Galileo oder das russische Glonass nutzen.

Für die Agrarroboter ist sowohl die Kommunikation mit der Cloud vorgesehen als auch die Nutzung eines lokalen KI-Systems. So findet sich Contadino bereits heute auf dem Feld zurecht und kann der Saatspur sicher folgen. Für künftige Einsätze sollen nun Partner diverse Anbaugeräte entwickeln. Bei Continental sieht man vielerlei Anwendungsmöglichkeiten: Die Roboter könnten aussäen, Unkraut jäten, gegen Schädlinge und Pilzbefall spritzen oder gezielt düngen.

### Command Cabin statt Führerhaus

Zunehmend autonom fahren mittlerweile auch die Traktoren und Mähdrescher über die Felder. „Wir haben bei John Deere be-

reits autonomes Fahren gemäß Level 3 nach SAE J3016 erreicht“, berichtet Peter Pickel. Die SAE-Stufe 3 sieht vor, dass der Fahrer bei Bedarf eingreifen muss. Bei Standardaufgaben ist damit aber nicht zu rechnen.

Entsprechend hat der Hersteller eine Fahrerkabine der Zukunft vorgestellt, in der der Landwirt nicht auf ein Lenkrad schaut, sondern auf mehrere große Touchscreens. Darauf kann er sich per Videotelefonie mit Mitarbeitern absprechen, Kameraaufnahmen von Drohnen begutachten oder sogar autonome Begleitfahrzeuge überwachen. Ebenso gut kann er die sogenannte Command Cabin nicht als Leitstand, sondern als seinen Büroarbeitsplatz ansehen und diverse administrative Arbeiten erledigen. Muss er tatsächlich einmal die Fahrzeugsteuerung übernehmen, dann kommen ein kleiner Joystick und ein Bedienpanel an der rechten Armlehne zum Einsatz. Als kleines Bonbon haben die Ingenieure noch eine Massagefunktion in den Fahrersitz eingebaut.

Auch die großen Maschinen könnten in Zukunft auf die präzisere RTK-Satelliten-navigation setzen. John Deere bietet dafür eigens eine Zusatzantenne für den Feldrand. „Das Ziel der digitalen Landwirtschaft ist es, jede einzelne Pflanze als ein Individuum zu betrachten“, doziert Professor Pickel. Das hilft dem Landwirt, Wasser, Nährstoffe und Pflanzenschutz bedarfsgerecht zu optimieren, den Ressourceneinsatz gering zu halten und den Ertrag zu maximieren. Dementsprechend bleibt der Traktor nicht nur zentimetergenau in der Spur, auch die gezogenen Zusatzmaschinen lassen sich seitlich um wenige Zentimeter versetzen, um beispielsweise akkurat eine Furche zu ziehen oder exakt auszusäen.



Bild: Continental

Mit dem Contadino hat Continental eine Plattform für autonome kleine Helfer auf dem Feld vorgestellt.

Wie düngt man akkurat mit Gülle? Ein Problem ist, dass die Gülle im Tank ein sehr heterogener Stoff ist, der Gehalt an Stickstoff und anderen Nährstoffen variiert Liter für Liter stark. Mit der Analyse einer Stichprobe erhält der Landwirt nur einen Mittelwert, viel zu ungenau für Präzisionslandwirtschaft. Nahinfrarotspektroskopie bietet eine Möglichkeit, direkt auf dem Feld auf diese Schwankungen einzugehen. Kurz vor der Ausbringung analysiert das Harvest Lab 3000, ein Anbaugerät von John Deere, den Nährstoffgehalt im Güllestrom. Ist der Gehalt sehr hoch, so gibt das Messgerät ein Signal an die Traktorsteuerung. Diese erhöht kurzzeitig die Geschwindigkeit und streckt damit den Nährstoffeintrag auf eine größere Fläche.

### Ein Schwarm auf dem Feld

Ein weitgreifendes neues Konzept namens Feldschwarm entwickeln derzeit sieben Unternehmen und vier Institute, darunter die Fakultät Maschinenwesen an der TU Dresden. Die Idee hinter Feldschwarm: Eine Reihe von hochautomatisierten Feldmaschinen kooperiert und wird von nur einem Fahrer auf einer der Maschinen überwacht. Dazu haben die Forscher mehrere Konzepte entwickelt: Eine robuste Sensorik erkennt Hindernisse auf dem Feld. Bei Bedarf soll das Fahrzeug dann ausweichen oder sein Arbeitsgerät anheben. So wird es vor Beschädigungen geschützt. Dynamische Schwarmkarten werden die Routenplanung der Feldschwarm-Einheiten unterstützen.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung einer robusten Mensch-Maschine-Schnittstelle, mit der der Anwender die Steuerung zwischen den unterschiedlichen Schwarmmitgliedern umschalten kann. Voraussetzung dafür ist aber, dass die Einzelmaschinen schon weitgehend autonom handeln, also beispielsweise schwarmgerecht navigieren und eigenständig Werkzeugwechsel vornehmen. Die Kommunikation soll über Mobilfunk auf Basis von 5G erfolgen, insbesondere die Kontrolle einer Einzelmaschine durch den Schwarmführer.

Doch der Weg zu dieser Zukunftsvision ist noch weit. Die ersten Versuche mit einem Testschwarm auf Versuchsfeldern bei Köllitsch in Nordsachsen sind für 2021 geplant. Eventuell muss das Schwarmmanagement bis dahin schon um Komponenten erweitert werden, die die Kooperation mit Drohnen und kleineren Feldrobotern regeln. (agr@ct.de) **ct**



Authorised  
Reseller

# WEIH- NACHTS- STRESS

## bei GRAVIS.

Verbringe Zeit mit deinen Lieben und genieße das Leben. GRAVIS macht den Rest. Zum Beispiel die besten Geschenke für Freunde, Familie und dich.

**GRAVIS**

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



Bild: Albert Hulm

# Schematisch aufforsten

## Dynamische Baumstrukturen in PostgreSQL speichern

**SQL-Datenbanken speichern nur flache Tabellen. Reale Daten liegen aber oft baumartig strukturiert vor. Mit einem generischen Konzept für die Tabellen und den modernen Array- und JSON-Feldern von PostgreSQL speichert die Datenbank beliebige Daten und prüft dabei auch deren Struktur.**

**Von Pina Merkert**

**T**exte zu speichern für Blogs, Flugblätter oder Magazine erscheint einfach: Eine Datenbankanwendung speichert Artikel mit Überschriften, Autorenzeilen und etwas Text mittels SQL und erzeugt daraus automatisch alle nötigen Dateien für den Webserver oder das Desktop-Publishing-Programm.

Doch in der Praxis tauchen schnell Begehrlichkeiten auf. Beispielsweise sollen Textkästen in den Artikeln die Leser mit Zusatzinfos versorgen – und schon müsste das Datenbankschema für die neue Anwendung angepasst werden. Schreiben außer dem Programmierer andere Autoren mit der Software, fehlen

denen die Fähigkeiten, das System an neue Bedürfnisse anzupassen („Im Fließtext hervorgehobene Zitate wären doch toll!“). Der Programmierer wird zwangsläufig zum Flaschenhals.

Das Problem besteht im Aufbau von relationalen Datenbanken, da diese Daten tabellarisch und nicht hierarchisch ablegen. Mit dem richtigen Datenbankschema und den raffinierten Array- und JSON-Feldern von PostgreSQL zeigen wir am Beispiel einer Django-Anwendung namens „AssetStorm“, wie man strukturierte Daten in eine SQL-Datenbank bekommt, ohne sich während des Entwickelns auf deren Schema festzulegen. Völlig schema-

los wie in einer MongoDB soll es aber auch nicht zugehen, damit Anwender gar nicht erst die Möglichkeit bekommen, falsche Daten abzulegen. Stattdessen speichert die Datenbank sowohl die erlaubten Schemas als auch die Daten. Das erlaubt der Anwendung, die Daten beim Speichern zu validieren. Dass Datenstrukturen dabei in anderen Datenstrukturen stecken, stört das System nicht: Die Daten dürfen nämlich baumförmig verästelt sein. AssetStorm bleibt dabei offen für neue Begehrlichkeiten, die auch Anwender ohne Programmierkenntnisse befriedigen können. Unsere Referenzimplementierung der Idee finden Sie im AssetStorm-Repository über [ct.de/ymhx](https://github.com/ct-de/ymhx).

## Baumförmige Daten

Strukturierte Daten wie die Texte in unserem Beispiel sind baumförmig verschachtelt: In einem Artikel (Stamm) gibt es Absätze und andere Blockelemente (Äste), in denen Inline-Formatierungen wie Fettungen oder Links eingebettet sind (Blätter). Sie kennen das beispielsweise aus der HTML-Struktur von Webseiten. Damit die Datenbank für diese sehr unterschiedlich strukturierten Elemente nur eine Tabelle braucht, muss sie die Anwendung in einem generischen Format speichern, das immer passt, egal an welche Stelle im Baum die Daten gehören. Unser Beispiel bezeichnet alle Elemente eines solchen Baums, die eine innere Struktur besitzen, als „Asset“.

Der Trick besteht darin, dass jedes Asset eine Referenz auf einen Typ (Asset-Type) besitzt. In einer anderen Tabelle speichert AssetStorm, wie die Struktur auszusehen hat. Das Schema eines solchen Typs speichert die Datenbank als JSON, ein Datentyp, den PostgreSQL seit Version 9.2 kennt. Das Schema enthält Key-Value-Paare, bei denen der Wert zu jedem Schlüssel aus einer ID eines Typs besteht. Gibt man stattdessen eine Liste mit einer einzelnen ID an, erlaubt die Anwendung laut Schema eine beliebig lange Liste an Assets des angegebenen Typs.

## Blätter für den Baum

Während Asset-Typen die Strukturen definieren, enthalten sie jedoch nur Schlüssel und keine Daten. Für die gibt es in AssetStorm drei atomare Datentypen, die die Blätter des Baums darstellen: Textelemente, URLs und Enums, also aufzählbare Daten, wie die Programmiersprache eines Listings, bei denen der EnumType fest-

legt, welche Einträge zur Auswahl stehen. Diese atomaren Datentypen nutzen in den Schemas die IDs 1, 2 und 3. Ab ID 4 geht es mit den Asset-Typen aus der AssetType-Tabelle weiter.

Bei Enums ist es nötig, im Schema nicht nur den Typ 3 anzugeben, sondern zusätzlich den EnumType. AssetStorm erwartet deswegen im Schema für Enums ein Dictionary mit dem einzelnen Schlüssel "3" und der ID des EnumType. Erlaubt ein Schlüssel beispielsweise die Auswahl einer Programmiersprache (EnumType mit ID 2 in den Tests), gibt man im Schema folgendes Dictionary an:

```
"language": {"3": 2}
```

## Assets in Assets

Frage ein Request den Inhalt eines Assets ab, holt sich die Anwendung zuerst den zugeordneten Typ und dessen Schema. Passend zum Schema enthält jedes Asset ein JSON-Feld namens content\_ids mit Key-Value-Paaren. In dem steht hinter jedem Schlüssel eine Referenz in einer der vier Tabellen mit weiteren Daten: Texte, URLs, Enums oder andere Assets. In welcher Tabelle die Anwendung jeweils nachschauen muss, verrät das Schema aus dem Asset-Type, in dem dieselben Schlüssel stehen (ID 1 bis 3 sind die Tabellen der Texte, URLs und Enums, Werte ab 4 geben die Asset-Typen an).

Mit diesen Informationen hängt sich die Anwendung durch den Asset-Baum: Hinter jedem Schlüssel in den content\_ids kann ein weiteres Asset stecken, das seine eigene Struktur mit Key-Value-Paaren mitbringt. Die eingebetteten Assets fügt das Programm dann als JSON-Dictionary unterhalb des Schlüssels ein. Erlaubt das Schema eine Liste, packt es die Assets hintereinander in eine JSON-Liste. Die Verästelung endet bei den Blättern vom Typ 1 bis 3, die als einfache Strings in der Datenstruktur landen. Ein weitgehend vom Text befreites Asset namens "article" könnte beispielsweise so aussehen:

```
{
  "type": "article",
  "title": "Testilinio",
  "subtitle": "Test-Artikel",
  "abstract": "Ein Vorlauf ganz kurz",
  "author": "Pina Merkert",
  "content": [
    {
      "type": "block-paragraph",
      "text": "Hier steht der Inhalt des Artikels"
    }
  ]
}
```

```
"spans": [
  {
    "type": "span-regular",
    "text": "Text mit Code:"
  }
],
{
  "type": "block-listing",
  "language": "python",
  "code": "a = 2 + 5\nprint(a)"
}
]
```

Dieses Beispiel verwendet vier Asset-Typen: "article", "block-paragraph", "block-listing" und "span-regular". Bei der Liste an Blockelementen im "content" des "article" gibt es eine Besonderheit:

## JSON-Schema

Was AssetStorm als „Schema“ bezeichnet, ist nichts weiter als eine Liste von Schlüsseln, deren zugehörige Werte einem angegebenen Datentyp entsprechen. Beispielsweise hat ein Auto die Schlüssel „Motor“, „Modellname“ und „Energieverbrauch“. Die Datentypen wären in dem Fall Motortyp, Text und eine Angabe in der Einheit kWh/100km:

```
"Auto" = {
  "Motor": 7,
  "Modellname": 1,
  "Energieverbrauch": 1
}
```

Dargestellt als JSON geben die Schlüssel jeweils die ID des Typs an. Ein Typ wie der „Motortyp“ mit ID 7 hat dabei ein eigenes Schema:

```
"Motortyp" = {
  "Drehmoment": 1,
  "Maximaldrehzahl": 1
}
```

Definiert man an der AssetType-Tabelle in AssetStorm diverse Typen mit jeweils einem Schema, erlaubt das baumförmig strukturierte Daten. Wie diese Bäume aussehen und wo welche Schlüssel erlaubt sind, ist dabei alles andere als frei: Die Schemas legen genau fest, wann Datensätze eine valide Struktur besitzen.

```

class AssetType(models.Model):
    type_name = models.CharField(unique=True, max_length=128)
    parent_type = models.ForeignKey('self', related_name="children", on_delete=models.SET_NULL, blank=True, null=True)
    schema = JSONField(blank=True, null=True)

    def __str__(self):
        schema_str = "?" if self.schema is None else "!"
        return "(" + str(self.pk) + ")" + self.type_name + " " + schema_str

class EnumType(models.Model):
    items = ArrayField(models.TextField())

class Asset(models.Model):
    id = models.UUIDField(primary_key=True, default=uuid.uuid4, editable=False)
    t = models.ForeignKey(AssetType, on_delete=models.CASCADE, related_name="assets")
    content_ids = JSONField(blank=True, null=True)
    content_cache = JSONField(blank=True, null=True)
    text_reference_list = ArrayField(models.IntegerField(), default=list)
    uri_reference_list = ArrayField(models.IntegerField(), default=list)
    enum_reference_list = ArrayField(models.IntegerField(), default=list)
    asset_reference_list = ArrayField(
        models.UUIDField(default=uuid.uuid4, editable=False, blank=False, null=False), default=list)
    revision_chain = models.ForeignKey('self', on_delete=models.SET_NULL,
                                       related_name="new_version", blank=True, null=True)

```

Der Screenshot aus der IDE PyCharm zeigt, wie einfach die Datenbankmodelle trotz PostgreSQL-spezifischer JSON- und Array-Felder in Django aussehen.

Das Schema des "article" definiert hier nämlich eine Liste von Assets vom Typ 5 ("block"):

```

"title": 1,
"subtitle": 1,
"author": 1,
"abstract": 1,
"content": [5]

```

Die tatsächlichen Asset-Typen "block-paragraph" und "block-listing" haben aber im Beispiel die IDs 15 und 31. Sie passen ins Schema, weil ein AssetType mit der optionalen Referenz parent\_type einen Basistyp angeben kann. Überall wo der Basistyp "block" mit der ID 5 erlaubt ist, passen auch Assets in den Baum, die beim parent\_type auf ID 5 verweisen.

## Caching

Für jede Abfrage eines Assets einen Baum zu durchlaufen und jeweils ein ganzes Paket an Asset, Text, UriElement, Enum, EnumType und AssetType-Objekten aus der Datenbank zu laden, wäre zu langsam. Deswegen befüllt ein Asset-Objekt einen content\_cache, sobald es nach seinem Inhalt gefragt wird (beim Zugriff auf die Property content). Der content\_cache ist ein JSON-Datenfeld, das den ganzen Baum unterhalb dieses Assets speichert.

Ein Problem entsteht, wenn Assets verändert werden: Dann ist der Cache

nämlich plötzlich veraltet und muss gelöscht werden. Wegen der Baumstruktur veralten aber auch alle Caches, in denen dieses Asset eingebettet ist. Um all diese Assets schnell zu finden, pflegt jedes Asset je eine Liste für die Text, UriElement, Enum und Asset-Objekte, die in content\_ids referenziert werden. Diese Array-Felder lassen schnelle Abfragen zu, in welchen Assets ein Asset mit frisch invalidiertem Cache eingebettet ist. Wegen der Baumstruktur ist allerdings für jedes der gefundenen Assets eine rekursive Abfrage nötig. Änderungen in der Asset-Datenbank sind deswegen bei der Rechenzeit deutlich teurer als Leseoperationen.

## Speichern ohne Fehler

Beim Speichern schickt ein Frontend mit Editor eine JSON-Datenstruktur an die Datenbank. Für unser Beispiel haben wir kein Frontend programmiert, in einer realen Anwendung gehörte das aber dazu. Das Frontend könnte dabei Fehler machen, beispielsweise wenn es beliebiges Markdown oder XML stumpf in JSON übersetzt, ohne sich darum zu scheren, welche Asset-Typen es gibt und wie diese auszusehen haben. Die Anwendung muss die angelieferten Bäume daher zuerst prüfen. Bäume, die irgendwo den Schemas der Asset-Typen widersprechen, muss die Anwendung mit einer Fehlermeldung ablehnen.

Dafür hängt sich die Anwendung durch den im Request gelieferten JSON-Baum und sucht auf jeder Ebene nach dem Schlüssel "type". Hinter dem muss der Baum nämlich stets den Klarnamen (type\_name) des AssetType angeben. Fehlt "type", liefert die Anwendung direkt eine Fehlermeldung im JSON-Format, die die fehlerhafte Stelle im Baum benennt.

Mit dem Wissen um den Asset-Typ kann die Anwendung den gelieferten Baum dahingehend überprüfen, ob er dem im Typ gespeicherten Schema entspricht. Jede Abweichung führt zu einer Antwort mit Fehlerbeschreibung. Nur wenn alle im Schema verlangten Schlüssel vorhanden sind und die Typen zum Schema passen, bevölkert das Programm auch die Datenbank.

Da ein Speichern-Request einen ganzen Baum enthält, legt die Anwendung meist einen ganzen Schwung an Asset-Objekten an. Dass die einzelnen Assets dabei nur im Cache einen Baum speichern und sich sonst mit Key-Value-Paaren begnügen, ist für Nutzer der Anwendung nicht von Belang. Sie schicken JSON-Bäume zu den API-Endpunkten und bekommen bei Anfragen auch nur komplett JSON-Bäume vom Server zurück.

Die Antwort einer Anfrage zum Speichern enthält im Erfolgsfall die ID des Wurzel-Assets, das alle anderen Assets

## Microservice

Unsere Implementierung AssetStorm ist als Microservice gedacht. Die Anwendung läuft dafür in einem Container oder einer virtuellen Maschine und kommuniziert mit der Außenwelt ausschließlich über ihr REST-API per HTTP. Eine API-Definition nach OpenAPI-3.0-Standard liegt dem Repository bei.

Das bedeutet aber auch, dass AssetStorm kein Frontend mitbringt. Das Frontend muss in einem eigenen Microservice laufen, beispielsweise als pro-

gressive Web-App mit React. Dass AssetStorm funktioniert, belegt dabei auch nicht die Kommunikation mit einem Frontend, sondern zahlreiche automatische Tests. Django erweitert die Python-Unitest-Infrastruktur, sodass auch Integrationstests mit simulierten HTTP-Requests möglich werden. Die Tests dienen nicht nur dazu, die korrekte Funktion von AssetStorm zu sichern, sie eignen sich auch als Beispiele zur Orientierung für Frontend-Programmierer.

enthält. Mit dieser ID kann ein Frontend den Baum sofort wieder abfragen, um zu erfahren, welche IDs das System auf allen Ebenen vergeben hat.

### Assets modifizieren

Zum Modifizieren braucht das Frontend keinen eigenen API-Endpunkt. Es schickt einfach eine Baumstruktur mit gültigen "id"-Schlüsseln an den API-Endpunkt zum Speichern. Die Anwendung lädt dann die per ID benannten Assets und vergleicht deren Inhalt mit den Informationen im Baum. Gibt es Unterschiede, ändert sie die Assets, löscht an den nötigen Stellen die Caches und speichert die alte Version des geänderten Assets mit neuer ID in einer Kette, um eine Versionsverwaltung zu implementieren.

Bei Anfragen zum Speichern mit "id" ist die Software auch etwas nachgiebiger beim Erfüllen der Schemas: Fehlt ein Schlüssel im Baum, holt sich die Anwendung den Wert aus dem bekannten Asset.

### Ein Konzept für alle Bäume

Die Erklärung hat sich bisher auf ein Beispiel mit Artikeln, Absätzen und formatierten Textschnipseln gestützt, wie sie bei Webseiten oder einer Print-Publikationen vorkämen. Die Unitests der Implementierung auf GitHub (siehe ct.de/ymhx) nutzen auch dieses Beispiel. Das Konzept läuft aber mit allen strukturierten Daten, die sich über die Schemas in den Asset-Typen definieren lassen.

Beispielsweise ließe sich damit auch eine hierarchische Datensammlung zu

Hirnregionen und den passenden Papern aus der Neurowissenschaft umsetzen. Die Asset-Typen wären dann Regionen, Unterregionen und Bibliographie-Einträge. Am Code müsste man dafür nichts ändern. Lediglich die Schemas der Asset-Typen würden anders aussehen.

### PostgreSQL für alles

AssetStorm zeigt, wie flexibel eine SQL-Datenbank wird, wenn Arrays, Key-Value-Sammlungen und JSON-Felder die üblichen Datentypen erweitern. Mit diesen Typen verschwimmt die Grenze zu modernen Dokumentendatenbanken wie MongoDB. Djangos Datenbank-Wrapper macht den Umgang mit den PostgreSQL-spezifischen SQL-Erweiterungen zu einem Spaziergang. Die Definition der Datenbankmodelle in `DjangoProject/assets/models.py` ist selbsterklärend – schauen Sie ruhig mal in den Quellcode. Lediglich der Code in den Methoden und Propertys der Model-Klassen hat die Komplexität von üblichem Python in Django-Projekten.

AssetStorm ist extrem flexibel, und um es an Ihre eigenen Anwendungsfälle anzupassen, müssen Sie lediglich JSON-Strukturen definieren. Schreiben Sie uns, wenn Sie die Schemas an Ihre Bedürfnisse anpassen. Falls wir doch etwas vergessen haben, freuen wir uns über Pull-Requests auf GitHub. (pmk@ct.de) **ct**

**AssetStorm bei GitHub:** [ct.de/ymhx](https://ct.de/ymhx)

Es gibt **10** Arten von Menschen. iX-Leser und die anderen.

Jetzt Mini-Abo testen: 3 digitale Ausgaben + Leiterplatten-Untersetzer nur 16,50 €

[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)

**3 x testen**

**iX** MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

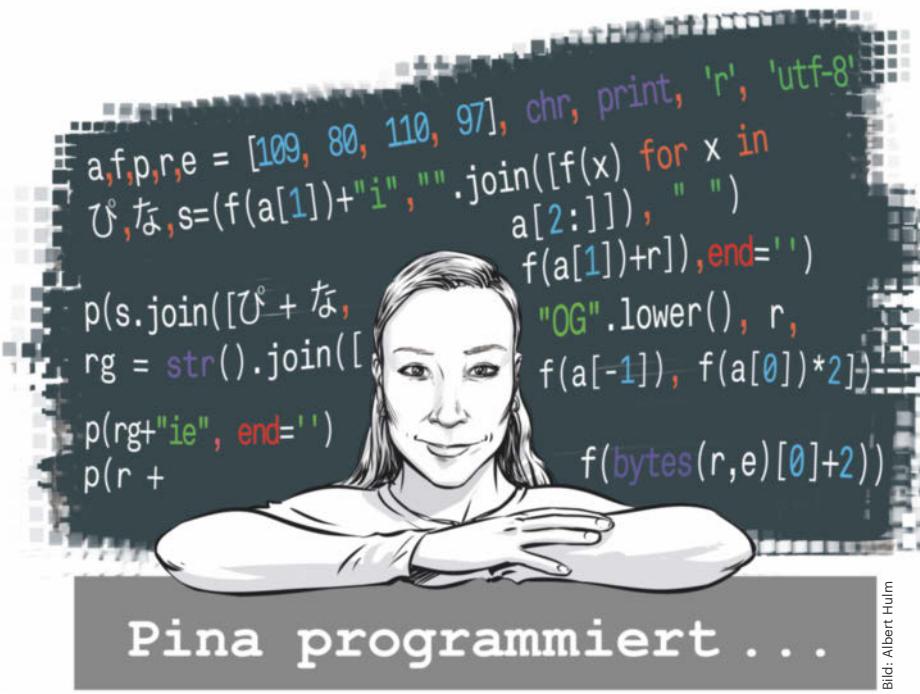


Bild: Albert Hulm

# PyPandoc- Erweiterungen

## Markdown mit YAML und Pandoc in JSON konvertieren

**In Markdown geschriebener Text sieht schon im Texteditor lesbar aus. Der Markup-Konverter Pandoc konvertiert so einen Text in noch hübschere Formate. Mit einem in Python programmierten Webdienst auf Basis des schlanken Frameworks Flask fällt am Ende genau das Markup aus dem Konverter, das man will.**

**Von Pina Merkert**

Das Konsolentool Pandoc konvertiert Markup-Formate wie MediaWiki-Markup, ReStructuredText oder Markdown in andere Markup-Formate wie

ePub, Latex oder HTML. Um beispielsweise aus einer Markdown-Datei `test.md` ein HTML-Dokument `test.html` zu erzeugen reicht die folgende Zeile:

```
pandoc test.md -f markdown -t html  
-s -o test.html
```

Das Tool arbeitet auch als Filter auf der Konsole und konvertiert daher auch Text in Shell-Skripten. Für Python-Programmierer steht mit `pypandoc` ein Python-Wrapper bereit.

Als Programmiererin arbeite ich gern mit schmucklosen Texteditoren. Formate wie Markdown erlauben mir, meine Lieblingstools auch zum Schreiben von Prosa zu verwenden. Die effiziente Syntax garantiert eine gute Übersicht über den Text, gestattet mir aber auch mal eine Hervorhebung oder einen Quellcode-

Schnipsel. Außerdem kann ich eine so erzeugte Dokumentation ohne Umwege auf GitHub hochladen.

So sehr ich beim Schreiben den spartanischen Editor schätze – soll ein Text gedruckt werden oder eine schicke Webseite befüllen, möchte ich auf Layouts mit Bildern, Kästen und Grafiken nicht verzichten. Fürs Layout gibt es Templates für InDesign oder CSS für den Browser. Und damit Text und Bilder ordentlich zusammenfinden, gibt es Datenbanken wie AssetStorm [1] (siehe S. 124).

Leider kennt Markdown nur übliche Auszeichnungen wie Text, Links und Bilder. Kästen oder Bildergalerien fehlen in der Sprachdefinition von Markdown. Dementsprechend kann ich von Pandoc auch nicht erwarten, Kästen oder Bildergalerien in seine HTML- oder Latex-Ausgabe zu integrieren. Mit etwas Programmierfinesse und magischen Kommentaren im Dokument konvertiert ein Flask-Microservice mit Pandoc-Unterbau trotzdem alle Inhalte ins richtige Format für AssetStorm. Das Repository auf GitHub ([ct.de/ye7r](https://ct.de/ye7r)) dokumentiert in allen Details, wie das funktioniert – eine lesbare Übersicht für Ungeduldige liefert dieser Artikel.

### Flask für schlanke Microservices

Ein Microservice wie der Markdown-Konverter dieses Beispiels antwortet auf API-Aufrufe per HTTP. Die Python-Anwendung muss dafür aber nicht unbedingt ein großes Web-Framework wie Django einbinden. Flask kann zwar viel weniger, wer aber beispielsweise keine Datenbank anbindet, kommt damit effizienter und mit weniger Code zum Ziel.

Damit Flask läuft, reichen nämlich zwei Zeilen:

```
from flask import Flask  
app = Flask(__name__)
```

Mit der so initialisierten `app` definiert man anschließend einfach eine Funktion für jeden Pfad (im Flask-Jargon eine `route()`), auf den die Anwendung antwortet. In dieser Funktion formuliert das Programm die Antwort als `flask.Response`-Objekt, wofür das `-app`-Objekt eine bequeme Factory-Methode namens `response_class()` mitbringt:

```
@app.route("/", methods=['POST'])  
def convert():  
    md = request.get_data(as_text=True)
```

```

data = {
    "type": "block-blocks",
    "blocks": json_from_markdown(md)}
response = app.response_class(
    response=json.dumps(data),
    status=200,
    mimetype='application/json'
)
return response

```

Damit in der Antwort valides JSON steht, nutzt die Funktion Pythons json-Modul. Die selbst geschriebene Funktion json\_from\_markdown() übernimmt die eigentliche Arbeit.

Um zu testen, ob Flask korrekt funktioniert, kann man das Skript direkt aufrufen. app.run() startet dann einen Webserver, der HTTP-Anfragen auf Port 5000 beantwortet:

```

if __name__ == "__main__":
    app.run()

```

Auf der Konsole feuert folgender Befehl den passenden Request ab (das zu konvertierende Markdown steht in der Datei test.md):

```

curl -X POST --data-binary @test.md \
  -H "Content-Type:text/plain" \
  -H "http://localhost:5000/"

```

Die Flask-Dokumentation (siehe ct.de/ye7r) erklärt, unter welchen Bedingungen Flask auf Produktivsystemen Gas gibt, beispielsweise mit uWSGI und Nginx.

## Pandocs internes JSON-Format

Nun zum Markdown-Konverter: Pandoc konvertiert in diverse Formate. Meine flüchtige Zusammenstellung von Blockelementen und Spans (Formatierungen und Links im Fließtext) in AssetStorm ist allerdings nicht dabei. Damit Pandoc so viele Kombinationen von Markup-Sprachen übersetzen kann, nutzt es ein internes Datenformat, in das es zuerst einliest und aus dem es in einem zweiten Schritt das Markup der Ausgabesprache erzeugt. An die interne Repräsentation kommt man mit der Ausgabesprache json auch direkt.

Mit PyPandoc genügt ein einziger Befehl, um Markdown-Text (aus der Variable markdown) in JSON zu konvertieren. Der Befehl gibt allerdings einen String zurück, sodass das json-Modul die Datenstruktur noch parsen muss:

```

import pypandoc, json
pandoc_tree = json.loads(

```

```

    pypandoc.convert_text(markdown,
                          to='json', format='md'))

```

Im pandoc\_tree landet dann eine Datenstruktur mit einer Liste an Blockelementen. Blockelemente sind beispielsweise Absätze ("Para"), Überschriften oder Quellcode mit mehreren Zeilen.

Absätze bestehen ihrerseits wieder aus einer Liste an Spans. Das sind als Strings dargestellte Wörter, Leerzeichen, Sonderzeichen, aber auch fett gedruckte oder kursive Abschnitte. Spans bilden hintereinander gehängt die Zeilen, aus denen die Blockelemente bestehen.

## JSON zu JSON

Blockelemente mit eingebetteten Spans sind eine Grundidee layouteter Texte. Um Pandocs Format so zu konvertieren, dass AssetStorm es versteht, reicht es daher, das Format der Objekte umzustellen und Objekte zusammenzufassen. Dafür iteriert die Flask-Anwendung zunächst über alle Blockelemente. Je nach Typ (Pandoc legt den in der Eigenschaft 't' ab) konvertiert es alle Spans (bei Absätzen), sammelt den Text-Inhalt (bei Zitaten) oder parst den Inhalt mit yaml (bei „magischen“ Kommentaren – dazu später mehr). Die Grundstruktur dafür ist eine simple Schleife mit Fallunterscheidung:

```

block_assets_list = []
for block in pandoc_tree['blocks']:
    if block['t'] == 'Para':
        paragraph_asset = {
            "type": 'block-paragraph',
            "spans": convert_list(block['c'])
        }
        add_to_asset_list(paragraph_asset)
    elif block['t'] == 'BlockQuote':
        # ...
    elif block['t'] == 'RawBlock':
        # ...
return block_assets_list

```

In block['c']bettet Pandoc bei Absätzen die Liste von Spans ein. Die haben jeweils die gleiche Grundstruktur mit Typ 't' und Inhalt 'c':

```

[{"t": "Str", "c": "Pina"}, 
 {"t": "Space"}, 
 {"t": "Str", "c": "Programmiert"}]

```

Ausnahmen bilden Leerzeichen und Sonderzeichen, die keinen Inhalt haben. Für sie pflegt das Programm eine Typ-Übersetzungstabelle:

```

CHARACTER_TYPES = {
    "Space": " ",

```

```

    "DoubleQuote": """",
    "SingleQuote": """",
    "SoftBreak": "\n"
}

```

Da in einem Span für fetten oder kursiven Text andere Spans eingebettet sind, konvertiert das Programm Spans mit einer Funktion, die es rekursiv aufrufen kann, am Ende aber alle konvertierten Spans in einer einzelnen Liste sammelt:

```

def convert_list(span_list,
                 span_type="span-regular"):
    spans = []
    for span_element in span_list:
        convert_elem(spans, span_element)
    merge_list(spans)
    return spans

```

Die eigentliche Arbeit erledigt convert\_elem(), das die Fallunterscheidung nach Typ übernimmt. Die Variable span\_type stammt aus den Parametern der übergeordneten Funktion convert\_list(), convert\_elem() ist als Unterfunktion von dieser definiert. Hier ein Auszug:

```

def convert_elem(spans, span_elem):
    if (span_elem['t'] in
        CHARACTER_TYPES.keys()):
        spans.append(create_span(
            span_type,
            CHARACTER_TYPES[span_elem['t']]))
    return
    if span_elem['t'] == "Str":
        spans.append(create_span(
            span_type,
            span_elem['c']))
    return
    if span_elem['t'] in ["Strong",
                         "Emph"]:
        spans += convert_list(
            span_elem['c'],
            PANDOC_SPAN_TYPES[
                span_elem['t']])
    return

```

Im ersten if-Block erschließt sich, wozu das zuvor erstellte Dictionary CHARACTER\_TYPES dient: Es liefert den Text für Sonder- und Leerzeichen-Objekte. Der Typ "Str" gibt seinen Inhalt dagegen ganz einfach über den Schlüssel 'c' preis. Die Funktion create\_span() erstellt in beiden Fällen ein Dictionary mit den Schlüsseln, die AssetStorm erwartet.

Bei den beiden Hervorhebungen kommt es dagegen zur zuvor erwähnten Rekursion. Die Spans enthalten nämlich ihrerseits wieder eine Liste mit Spans, die convert\_list() ins Format von AssetStorm

übersetzt. Statt des `span_type "span-regular"` nutzen die beiden Hervorhebungen aber `"span-strong"` oder `"span-emphasized"`. Dadurch bekommen die von der `rektiv` aufgerufenen Funktion erstellten Spans einen anderen `"type"`. Trotzdem landen am Ende alle Spans in einer einzelnen flachen Liste. Das Programm entfernt somit die Baumstruktur der Spans aus Pandocs internem JSON. Die flache Struktur erschien mir beim Definieren der Asset-Typen in AssetStorm als übersichtlicher und weniger fehleranfällig.

## Kompressibler Text

Die so konvertierte Liste enthält des Öfteren Spans mit gleichem Typ direkt hintereinander. Das widerspricht zwar nicht den in AssetStorm definierten Schemas, bläht die Liste aber unnötig auf. Deswegen fasst `merge_list()` die Einträge gleichen Typs zu jeweils einem zusammen:

```
def merge_list(span_list):
    pos = 0
    while len(span_list) > pos+1:
        if (span_list[pos]['type'] == span_list[pos+1]['type']):
            content_key = "text"
        if (span_list[pos]['type'] == "span-listing"):
            content_key = "listing_text"
        pop_item = span_list.pop(pos+1)
        span_list[pos][content_key] += pop_item[content_key]
    else:
        pos += 1
```

## YAML-Kommentare

Bildergalerien oder Textkästen kennt Markdown gar nicht. Um sie trotzdem im gleichen Dokument eingeben zu können, musste ich etwas tricksen: Viele Markdown-Parser verstehen HTML-ähnliche Kommentare, die mit `<!--` beginnen und mit `-->` aufhören. Mein Markdown-Editor stellt so eingefasste Blöcke einfach als grauen Text dar. Pandoc versteht diese Syntax auch und gibt den Blöcken den Typ `"RawBlock"`. Den Inhalt eines solchen Blocks lässt Pandoc unangetastet und gibt ihn unter dem Schlüssel `'c'` im Block an.

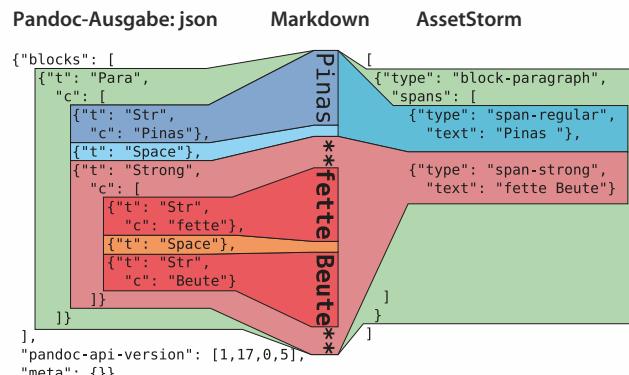
Mein Programm prüft mit einer Regex, ob der `"RawBlock"` dem Format eines solchen Kommentars entspricht:

```
r"^\<!--(?\s<yaml>[\s\S]*?)-->$"
```

In der Capturing-Group `„yaml“` sammelt sich bei einem Match der eigentliche In-

## Markdown zu JSON

Aus dem Satz in Markdown (mitte) erzeugt Pandoc das JSON links. Aus dem erzeugt das Python-Programm JSON im richtigen Format für AssetStorm (rechts)



halt zwischen den Start- und Endzeichen. Der Name `„yaml“` verrät schon, wie es mit meinen magischen Kommentaren weitergeht: Ich kippe ihren Inhalt einfach in einen YAML-Parser und übernehme die angegebene Struktur:

```
import yaml
yaml_tree = yaml.safe_load(
    matches.groupdict()['yaml'])
```

Dass Menschen YAML leicht lesen und nur schwerlich Fehler darin einbauen können, kommt der Syntaxerweiterung zugute.

Eine Schwierigkeit stellt sich aber dennoch: Textkästen enthalten Blockelemente mit Spans, die ich nicht als YAML darstellen möchte, sondern lieber als Markdown. Deswegen sucht das Programm bei allen Schlüsseln im YAML nach dem magischen Inhalt `MD_BLOCK`. Findet es den, legt es den aktuellen Block in der Variable `unfinished_block` ab und speichert den magischen Schlüssel, unter dem es die Blockelemente einfügen muss.

Gibt es einen solchen Block ohne Abschluss, liest das Programm hinter dem Block wie üblich Markdown ein, fügt es aber nicht an die Liste der Blöcke an. Stattdessen wartet es auf den nächsten magischen Kommentar, der den Textblock abschließt. So ein magischer Kommentar darf sogar ganz ohne Inhalt sein.

Die Blockelemente zwischen den beiden Kommentaren fügt das Programm dann unter dem Schlüssel in den vom Kommentarpaar definierten Block ein, bei dem es `MD_BLOCK` als Inhalt angegeben hat. Außerdem setzt es `unfinished_block` zurück und liest folgendes Markdown wieder als Blockelemente auf höchster Ebene.

Ein einfacher Textkasten sieht mit dieser Syntax so aus:

Erste Zeile.

```
<!--
type: block-info-box
title: Kastenüberschrift
content: MD_BLOCK
-->
Dieser Text gehört in den Kasten.
Er hat **zwei** Absätze.
<!-->
Text hinter dem Kasten.
```

## Markup statt Formular

Mit eigenen Erweiterungen wie meinen magischen Markdown-Kommentaren gibt man ohne Mühe manches ein, wo die Markup-Sprache zu kurz greift. Eigene Parser ersparen dabei manchmal sogar ein Web-Formular oder eine grafische Oberfläche. Denn für viele Anwender sind die Markup-Sprachen samt Erweiterungen leichter zu lernen als die Bedienung verschachtelter Oberflächen – zumindest wenn der Anwender zum Parser auch die passende Doku bekommt.

Programmiert ist so ein Parser schnell, wenn man die schwere Arbeit an Pandoc auslagert. Als Flask-Microservice läuft er irgendwo im Heimnetz und arbeitet mit beliebigen Frontends zusammen. Deswegen integriert sich so eine Lösung auch mit wenig Aufwand in bestehende Systeme zum Schreiben, Dokumentieren und Veröffentlichen. (pmk@ct.de)

## Literatur

[1] Pina Merkert, Schematisch aufforsten, Dynamische Baumstrukturen in PostgreSQL speichern, c't 26/2019, S. 124

Programm bei GitHub, Dokumentation: [ct.de/ye7r](https://ct.de/ye7r)

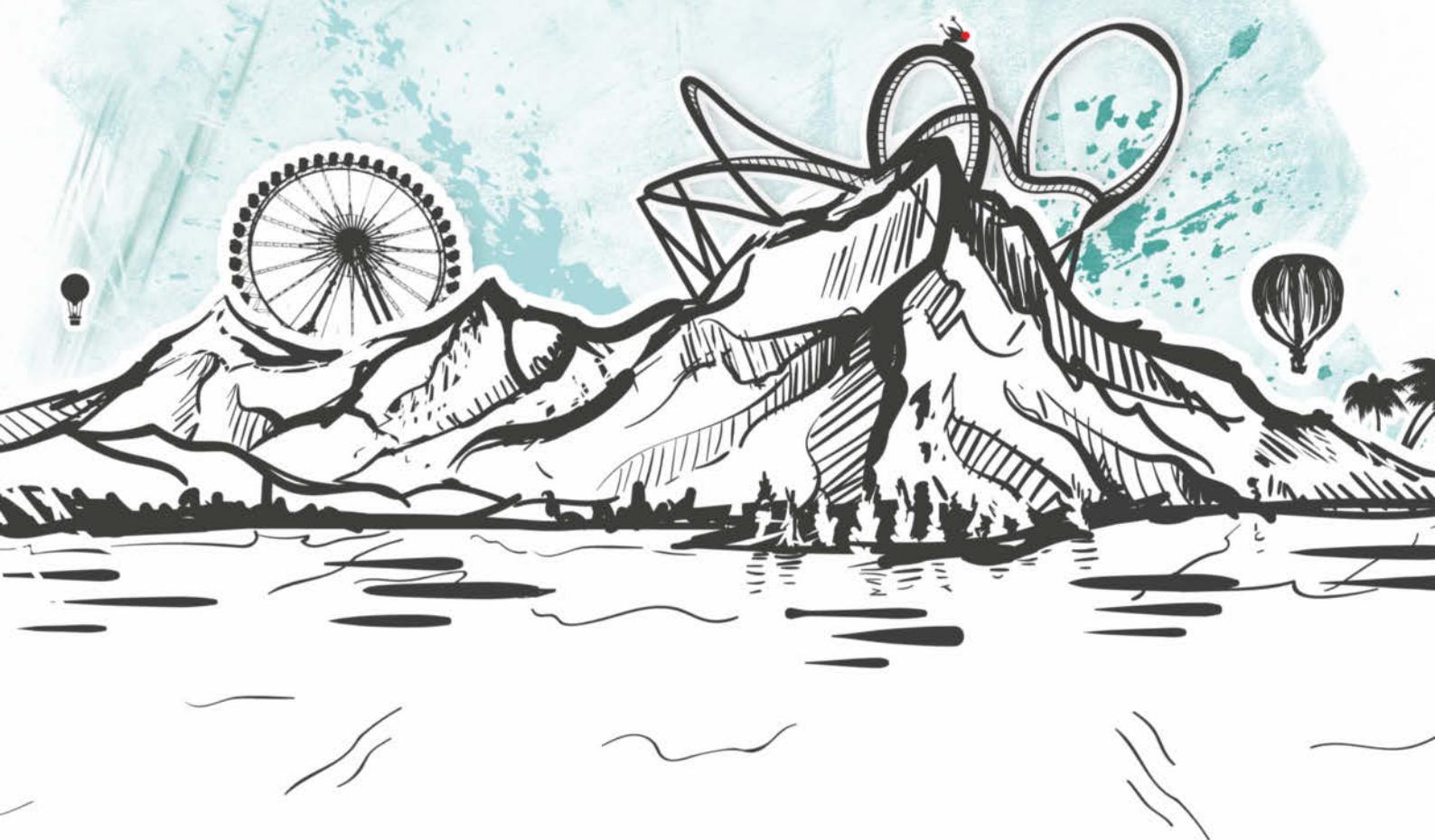
Early Bird  
bis 21. Januar 2020

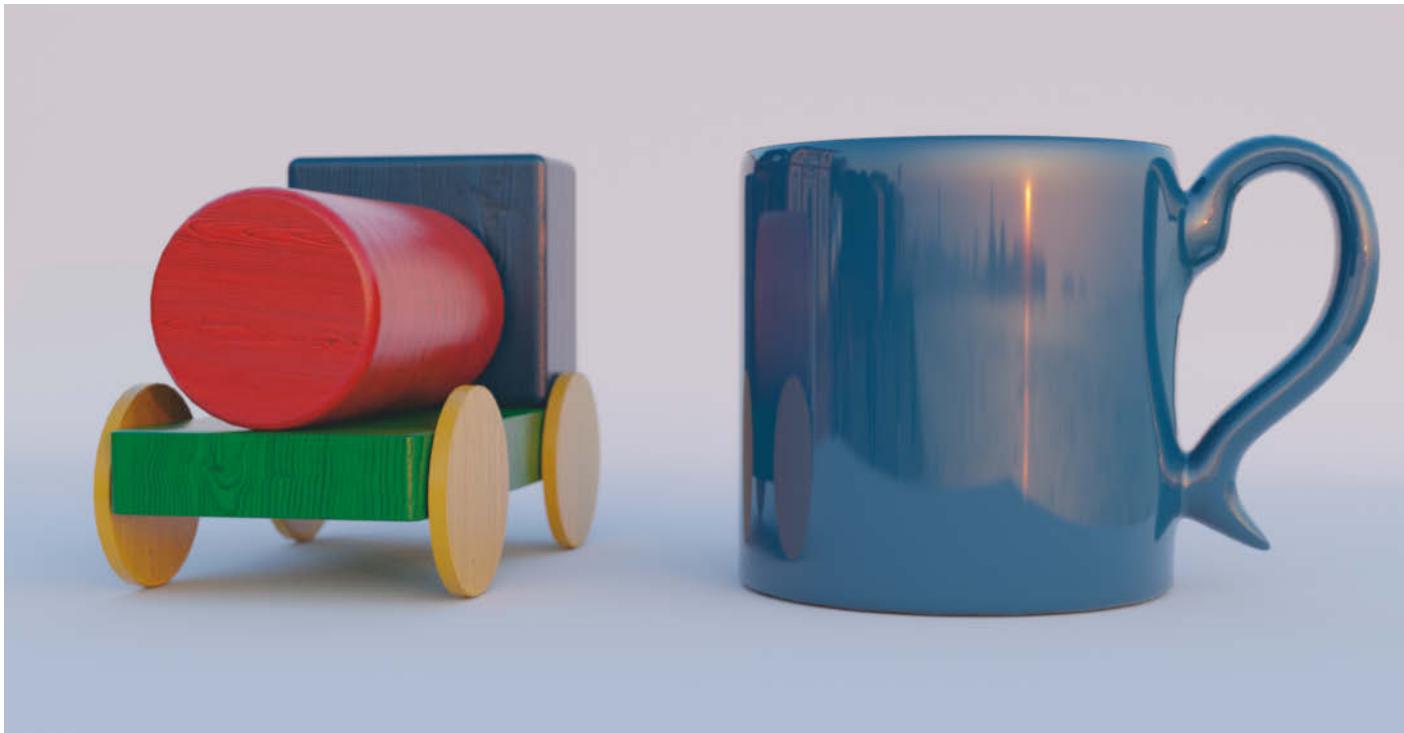
# JavaLand

2020

17. - 19. März 2020 in Brühl bei Köln  
Ab sofort Ticket & Hotel buchen!

[www.javaland.eu](http://www.javaland.eu)





# Virtuelles Fotoshooting

## Blender-Workshop, Teil 4: 3D-Modelle gekonnt in Szene setzen

**Mit Blender können Sie in der virtuellen Welt Fotos schießen wie in der realen, nur dass Sie dafür kein teures und schweres Equipment brauchen. Und Sie müssen nicht um die Welt reisen, wenn Sie Ihre Modelle im Licht eines venezianischen Sonnenuntergangs erstrahlen lassen wollen.**

**Von Gottfried Hofmann**

In den ersten drei Teilen unseres 3D-Workshops haben Sie plastische Modelle geformt und deren Oberflächen mit realistischen Materialien gestaltet. Im Shading-Workspace sieht das Ergebnis schon richtig gut aus. Bleibt nur noch, die Szene zu rendern. Denn erst beim Rendering entsteht aus den 3D-Daten ein realistisches Bild, das Sie in Formaten wie PNG oder JPEG verewigen und herzeigen können.

Dieses Tutorial erreicht Sie, wenn das Update auf Blender 2.81 bereits erschie-

nen ist. Deshalb haben wir mit der Beta-Version gearbeitet, deren Oberfläche und Funktionen mit der finalen Version identisch sind.

Laden Sie die Datei mit der Holzeisenbahn und der Porzellantasse. Falls Sie einen der bisherigen Teile verpasst haben, finden Sie die Ausgangsdatei für diesen Workshop unter [ct.de/yq9x](http://ct.de/yq9x).

Die Taste F12 oder „Render/Render Image“ im Header oben links veranlasst die Render-Engine, ein Standbild zu berechnen. Zunächst öffnet sich ein neues Fenster, in dem nach kurzer Zeit die gerenderten Objekte erscheinen sollten. Das Ergebnis unterscheidet sich allerdings deutlich von dem, was Blender im Shader Editor anzeigt.

Das Bild scheint aus einer ganz anderen Perspektive aufgenommen worden zu sein und außerdem haben Tasse und Spielzeugeisenbahn die im Viewport deutlich sichtbaren Spiegelungen verloren. Im Viewport wiederum fehlen die Glanzpunkte, die im Rendering an unterschiedlichen Stellen aufblitzen. Einen Anhaltspunkt, was da los sein könnte, liefert der

in einheitlichem, dunklem Grau gehaltene Hintergrund: Es sieht ganz so aus, als habe Blender fürs Rendering andere Lichtquellen und einen anderen Hintergrund benutzt als die Viewport-Vorschau im Shading Workspace.

### Echte Rendervorschau

Im Shading Workspace befindet sich der Viewport standardmäßig im „Material Preview“-Modus – zu erkennen an den beiden Kugeln rechts unten. Dieser Modus ist für die Materialbearbeitung gedacht, simuliert also eine Art Laborumgebung mit genormter Beleuchtung, in der man Materialeigenschaften rasch und zuverlässig beurteilen kann. Wenn Sie rechts oben auf das rechte der vier Kugelsymbole klicken, wechselt die Viewport-Ansicht in die Render-Vorschau.

Für diese Vorschau berücksichtigt Blender ausschließlich die Beleuchtung, die Sie in der Szene definiert haben. Da Sie daran aber bislang keine Änderungen vorgenommen haben, erscheinen die Objekte in der recht neutralen Standardausleuchtung mit dunkelgrauem Hintergrund

und einer einzelnen Punktlichtquelle, von der die Glanzlichter stammen.

Es gibt noch weitere Unterschiede zwischen den beiden Modi: So lassen sich in der Rendervorschau diverse Effekte zuschalten, die im Material Preview eher stören würden. Wenn Sie darüber hinaus noch eine andere Render Engine als das voreingestellte Eevee verwenden, werden die Unterschiede noch auffälliger. Dies nur am Rande, denn eigentlich soll die Szene jetzt rasch eine passende Umgebung bekommen. Dafür müssen Sie kein professioneller Beleuchter sein, denn Blender kann ganze Settings selbstständig anhand eines stimmungsvollen Fotos berechnen.

## Licht zum Herunterladen

Der Material-Preview-Modus gewinnt die Spiegelungen und die Beleuchtung aus einem 360°-Panoramafoto mit hohem Dynamikumfang. Diese High Dynamic Range Images (HDRI) können sowohl extrem helle Objekte als auch im Schatten liegende Bildbereiche detailliert darstellen. Hochwertige HDRI mit einem Dynamikumfang von 24 Blendenstufen und mehr geben sogar die Sonne als Ball mit sichtbarer Zeichnung anstatt als überstrahlte weiße Scheibe wieder.

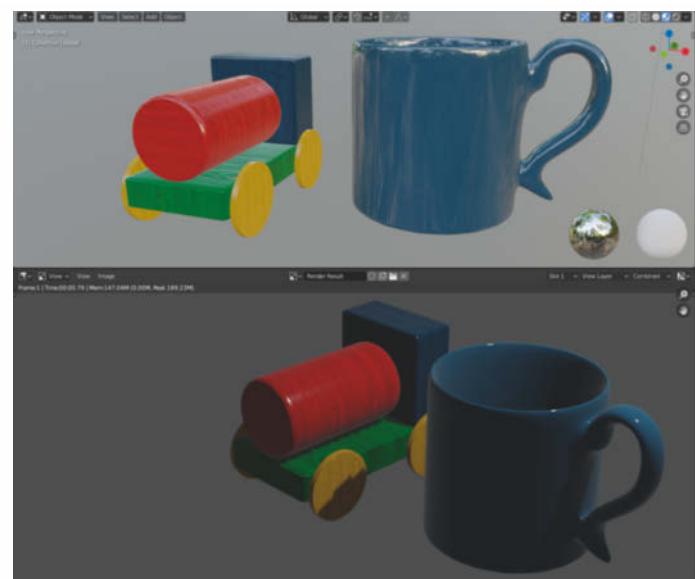
Stellen Sie sich die Umgebung in der virtuellen Welt von Blender wie das Innere einer umhüllenden Kugel mit extrem großem Radius vor, ähnlich dem Firmament am Himmel. Über diese gewölbte Fläche, in Blender „World“ genannt, können Sie ein 360-Grad-HDRI-Panorama legen, genauso wie Sie die Holzmaserung als Textur auf die Einzelteile der Eisenbahn gelegt haben.

Und ähnlich wie Blender die Helligkeit von Objektbereichen aus den Farben der Textur berechnet hat, rekonstruiert es aus den Tonwerten des HDRI die Beleuchtungssituation am Tag der Aufnahme. Diese Art von Bildern konserviert also eine komplette Lichtsituation, die Blender vom Motiv separieren und auf beliebige Szenen übertragen kann.

## Weltverbesserer

Praktischerweise müssen Sie dafür weder reisen noch fotografieren, denn vom venezianischen Sonnenuntergang bis hin zum norwegischen Nordlicht gibt es nahezu jede erdenkliche Stimmung zum Download. Einige Seiten wie HDRI Haven haben sich auf hochwertige High-Dynamic-Range-Bilder spezialisiert und erlaub-

**Das Rendering unten weicht deutlich von der Viewport-Ansicht ab. Die Perspektive stimmt nicht, Spiegelungen fehlen. Dafür sind Glanzpunkte auf den Objekten erschienen.**

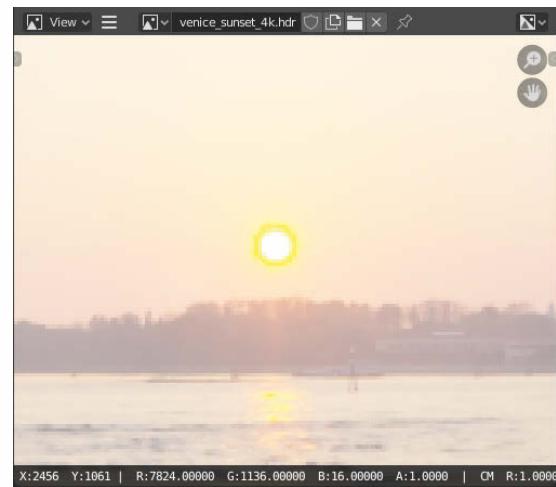


ben sogar die kommerzielle Nutzung ohne Nennung des Autors. Laden Sie sich dort den Venice Sunset in einer Auflösung von 4K oder besser herunter, siehe ct.de/yq9x.

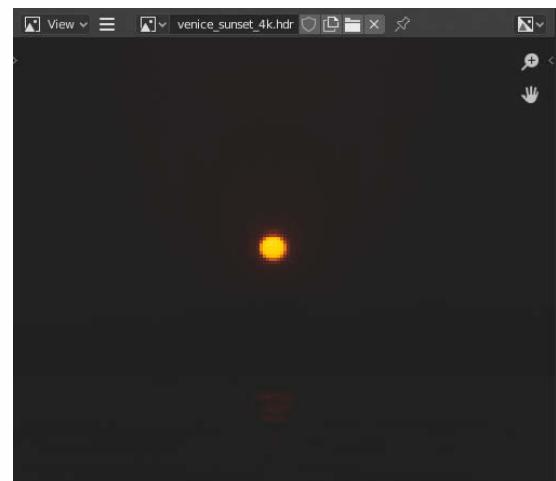
In Blender gestalten Sie die Welt mit den gleichen Methoden wie andere Objekte auch, nur mit ein paar Einschränkun-

gen. Im Shader Editor unter dem 3D Viewport finden Sie links oben neben dem Editor-Drop-down einen weiteren, der standardmäßig auf „Object“ eingestellt ist. Ändern Sie ihn auf „World“. Im Shader Editor erscheinen nun die beiden Standard-Nodes der World, nämlich „World

**Die Helligkeit in der Mitte der Sonne beträgt 7824.0 im Rotkanal, 1136.0 im Grünkanal und 16.0 im Blaukanal. Im Format PNG oder JPG könnte jeweils nicht mehr als 1.0 abgebildet werden.**



**Das gleiche Bild, nur massiv abgedunkelt. Man erkennt, dass die Sonne eigentlich eine Kugel ist, sämtliche Zeichnung ist erhalten. Das ist wichtig für Spiegelungen auf Materialien, die viel Licht schlucken.**



Output“, in dessen Surface-Socket eine Background-Node steckt. Dieses Setup sagt einfach nur aus, dass die Umgebung der Szene aus einem leuchtenden Hintergrund besteht.

Die Helligkeit regeln die beiden Eingänge „Strength“ und „Color“. Man kann es sich so vorstellen, dass Blender die Basis Helligkeit über den Color-Eingang definiert und mit dem Wert von Strength multipliziert. Das frisch heruntergeladene Panorama muss also in den Color-Socket.

Doch Vorsicht: Die Methode, per Drag & Drop Bilder hinzuzufügen, funktioniert in diesem Fall nicht, da die HDRI-Panoramen mit Spezialtechnik auf den Hintergrund gemappt werden – wofür ein eigener Node zuständig ist. Drag & Drop würde lediglich einen herkömmlichen Image-Node ergänzen.

Wählen Sie stattdessen „Add/Texture/Environment Texture“ und verbinden Sie den neuen Node mit dem Color-Eingang des Background-Node – woraufhin plötzlich die gesamte Szene in grellem Pink leuchtet. Mit dieser Farbe signalisiert Blender, dass eine Textur fehlt. Weil aber das Objekt, auf dem die Textur fehlt, der gesamte Hintergrund ist, wird gleich das komplette Arrangement eingefärbt. Die aufdringliche Farbe wurde übrigens in den 80er-Jahren als halboffizielle Farbe für Fehler in der Computergrafik definiert, da das naheliegendere Rot zu häufig regulär in Verwendung war. Eine Umfrage in der noch jungen Computergrafik-Gemeinschaft nach der unbeliebtesten Farbe ergab dieses Pink.

Wählen Sie „Open“ und navigieren Sie zum gerade heruntergeladenen HDRI.

Lassen Sie sich dabei nicht vom neuen Design des Dateibrowsers verwirren. Der Knopf zum Laden des Bildes findet sich jetzt ganz rechts unten und ist mit „Open Image“ beschriftet

Endlich erscheinen Eisenbahn und Tasse im Glanz eines venezianischen Sonnenuntergangs. Anders als im Material-Preview-Modus ist der Hintergrund auch nicht unscharf gerendert, sondern klar zu erkennen. Wenn Sie den Node anwählen und rechts die Sidebar über das Tastenkürzel N öffnen, finden Sie unter „Texture Mapping“ eine Funktion, um die Texture entlang der Z-Achse zu rotieren. Damit können Sie die Umgebung so lange drehen, bis Ihnen die Spiegelungen und die allgemeine Ausleuchtung der Objekte gefallen.

Sie fragen sich jetzt möglicherweise, warum Sie extra ein HDRI herunterladen mussten, obwohl Blender doch offensichtlich genau solche Bilder bereits mitliefert. Da Blender aber noch keinen Asset Manager zur Verwaltung von Texturen, Materialien, 3D-Modellen et cetera besitzt, kommt man an die HDRI nur umständlich ran. Deshalb arbeitet es sich momentan mit einer selbst aufgebauten, übersichtlichen Bibliothek besser – zumal die intern verfügbaren Bilder ebenfalls von HDRI Haven stammen, aber in deutlich geringerer Auflösung geladen wurden.

### Fotostudio im Eigenbau

Dank des HDRI zaubert Blender jetzt eine realistische Beleuchtung mit ebenso realistischen Spiegelungen in die Szene. Leider wirkt die Gesamtkomposition eher läienhaft: Diese venezianische Straßenszene

passt eben nicht zu jedem 3D-Objekt und den Gegenständen fehlt die Bodenhaftung – sie scheinen zu schweben. Ein neutraler Hintergrund muss her: Mit einer Hohlkehlenkonstruktion wie in einem Fotostudio können Sie sich unpassender Motive entledigen und schwebende Objekte erden.

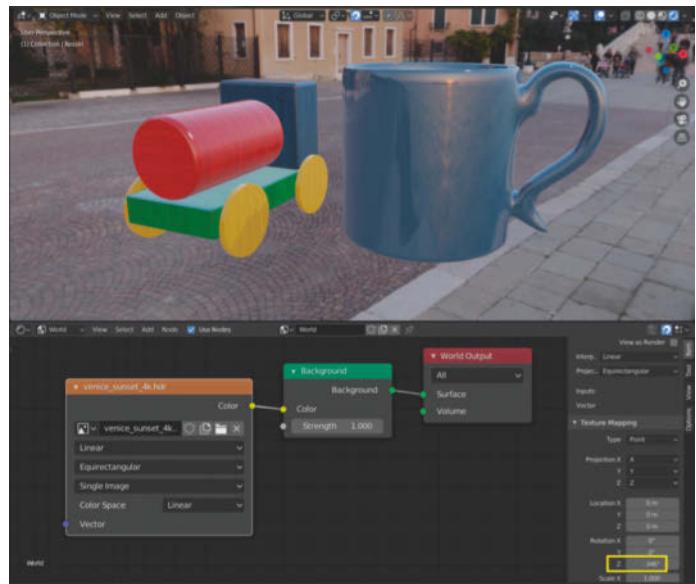
Wechseln Sie in den Viewport, wählen dort Shift+S und dann „Cursor to World Origin“. Fügen Sie per Add/Mesh/Plane eine Ebene hinzu. Vergrößern Sie diese im Edit Mode um den Faktor fünf mittels der Tastenkombination „S“ und „5“, womit die Ebene genügend Platz für beide Objekte bieten sollte. Andernfalls passen Sie die Größe weiter an. Aktivieren Sie nun das Auswahlwerkzeug für Kanten, selektieren die hintere Kante und extrudieren diese drei Meter nach oben. Die Werkzeugeiste ist im Shading-Modus standardmäßig ausgeblendet. Der Shortcut T oder der kleine Pfeil in der linken oberen Ecke des Editorfensters bringt sie zum Vorschein.

Es sieht vielleicht nicht danach aus, aber die Tasse ist zwei Meter hoch, da wir der Einfachheit halber auf die Modellierung nach realen Größen verzichtet haben. Wichtig ist nur, dass die Wand hinter den Objekten hinausragt.

### Studiohintergrund

Begeben Sie sich wieder in den Object Mode. Möglicherweise stehen entweder die Spielzeugeisenbahn oder die Tasse nicht perfekt auf dem Boden, sondern darüber oder darin. Passen Sie in diesem Fall die Position an. Sie können alle Teile der Spielzeugeisenbahn auf einmal selektieren, indem Sie im Outliner einen Rechtsklick auf die Collection ausführen und „Select Objects“ auswählen.

Der Boden hat nun quasi eine Rückwand bekommen, aber der Übergang ist eine harte Kante und keine Hohlkehle. Erinnern Sie sich noch an den ersten Teil der Tutorial-Serie, in dem Sie die Klötzchen der Spielzeugeisenbahn mit einem Bevel Modifier abgerundet haben? Das geht auch von innen, Sie können damit also den Übergang vom Boden zur Wand abrunden. Fügen Sie einen Bevel Modifier hinzu, indem Sie den Boden auswählen und im Modifiers-Tab im Properties Panel „Add Modifier/Bevel“ auswählen. Stellen Sie Width auf einen Meter und Segments auf 5. Ein perfektes Ergebnis erhalten Sie mit der Option „Harden Normals“ und der Auto-Smooth-Funktion (im Tab „Object Data Properties/Normals“).



Über den Environment Texture Node kann man ein HDRI als Hintergrund setzen, das dann auch gleich die komplette Szene beleuchtet. In der Sidebar können Sie die Textur drehen.

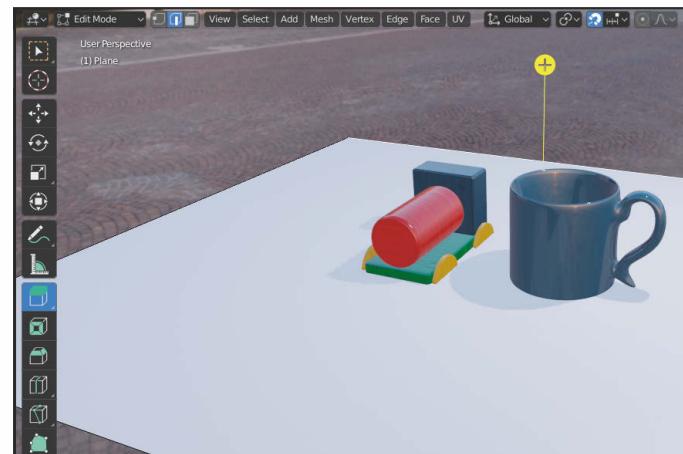
Voilà, Sie haben sich soeben einen gut anpassbaren Studiohintergrund gebaut. Sie können ihn auch verbreitern oder die Hinterwand höherziehen. Dank Bevel Modifier behalten Sie jederzeit die Kontrolle über die Stärke der Rundung. Sie sollten ihm daher einen aussagekräftigen Namen wie etwa „Studiohintergrund“ geben und seine Existenz im Hinterkopf behalten, wenn Sie Ihre 3D-Modelle herzeigen wollen.

### Realistische Schatten

Schalten Sie wieder in den Render-Preview-Modus. Auf dem Studiohintergrund müssten jetzt Schatten liegen. Diese passen allerdings nicht zur Beleuchtung aus dem HDRI, sondern stammen von der Lichtquelle, die Blender standardmäßig in jeder neuen 3D-Szene platziert und mit „Light“ benannt.

Wenn Sie diese im Outliner löschen, verschwinden die Schatten, der Boden wird dunkler und die Objekte scheinen wieder zu schweben, da auch der soge-

Die Werkzeugleiste öffnet sich mit dem Tastenkürzel T. Mit dem Extrude-Werkzeug ziehen Sie aus der hinteren Kante die Rückwand nach oben.



nannte Kontaktshatten fehlt. An diesem recht kleinräumigen Schatten direkt am Objektboden erkennt das menschliche Gehirn, ob Objekte in der Luft schweben oder auf einer Oberfläche stehen.

Eine einfache Form von Kontaktshatten stellt Ambient Occlusion dar. Dabei wird Geometrie umso dunkler wiedergegeben, je näher sie sich an anderer

Geometrie befindet. Rufen Sie dafür das Render Properties Tab auf und setzen ein Häkchen bei Ambient Occlusion.

### Profi-Kamera

Wenn Sie jetzt erneut rendern, erscheinen zwar Spiegelungen und Studiohintergrund, aber die Ansicht unterscheidet sich noch in einem wichtigen Detail von der im

## Deep-dive-Trainings zu Machine Learning und KI



17. – 19. Februar 2020

Print Media Academy, Heidelberg

Die ML Essentials bieten an drei Tagen insgesamt 18 Halbtages-Workshops zu den wesentlichen Themen aus Machine Learning und Künstlicher Intelligenz.

Frühbucherrabatt  
bis zum 20. Dezember 2019

### Themen sind unter anderem:

- Einführung in datengetriebene Projekte
- Unsupervised und Reinforcement Learning
- Deep Learning
- Text Mining und NLP
- Security
- Modellqualität
- Predictive Analytics
- Vom Modell zur Produktion
- Neural Embeddings
- Generative Adversarial Networks (GANs)

>>> Sie können sowohl Drei- als auch Zweitagestickets buchen. . <<<

Veranstalter:

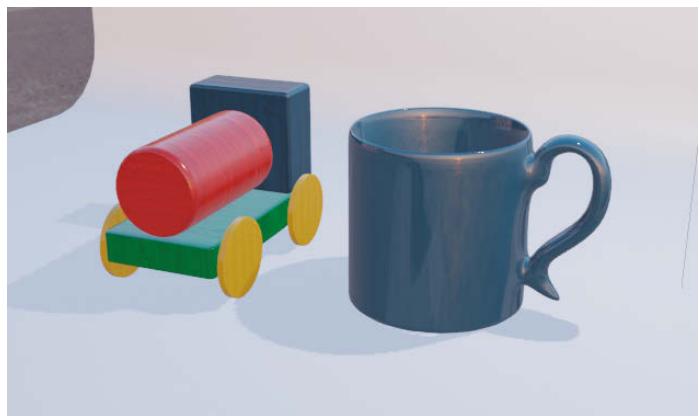


heise  
Developer

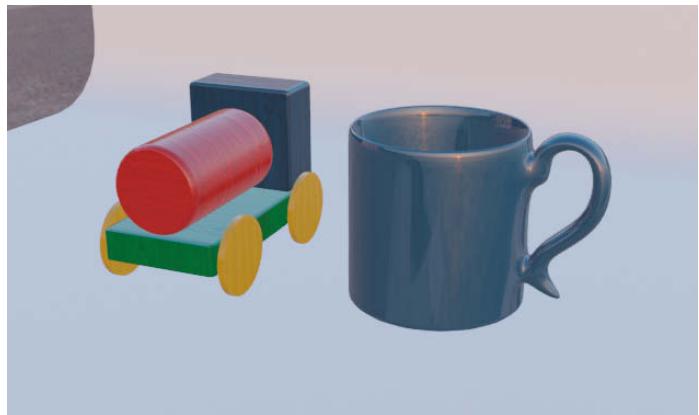


dpunkt.verlag

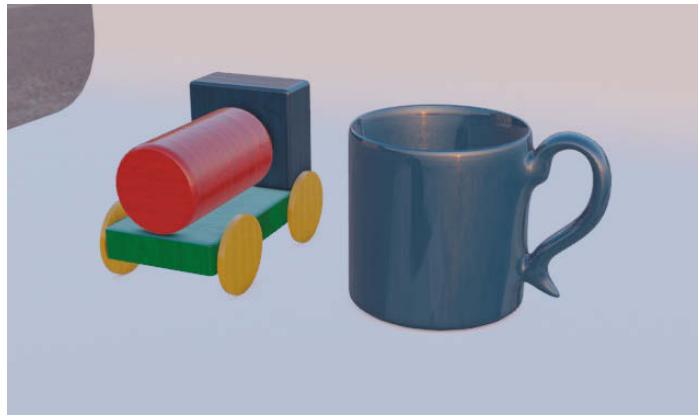
[www.ml-essentials.de](http://www.ml-essentials.de)



Die Standard-Punktlichtquelle wirft unrealistische Schlagschatten, die nicht zur sanften Beleuchtung aus dem HDRI passen.



Nach Löschen der Lichtquelle fehlen auch die Kontaktschatten, die Objekte scheinen zu schweben.



Ambient Occlusion verleiht Lok und Tasse wieder Bodenhaftung.

her. Auch durch Klicken und Ziehen mit der mittleren Maustaste kommen Sie aus der Kameraansicht heraus.

Sie könnten die Kamera nun genauso bewegen wie andere Objekte auch. Besser nutzen Sie aber die komfortablen Kamera-Spezialfunktionen: Bewegen Sie sich so lange im Viewport, bis Sie eine passende Ansicht gefunden haben und wählen Sie „View/Align View/Align Active Camera to View“.

Der dunkle Rahmen und die als Passepartout abgedunkelte Umgebung signalisieren, dass Sie jetzt durch die Kamera sehen. Die Perspektive sollte zu hundert Prozent mit der vorherigen Ansicht übereinstimmen, wobei es aber passieren kann, dass der von der Kamera eingefassste Bereich zu klein oder zu groß gerät. Und vielleicht sind Sie mit der Perspektive noch nicht ganz zufrieden. In der Sidebar, die Sie mit N öffnen und schließen können, findet sich im View-Tab die Option „Lock Camera to View“. Wenn Sie diese einschalten, folgt die Kamera jeder Ihrer Bewegungen im Viewport. Das ist perfekt, um Feinkorrekturen an der aktuellen Ansicht vornehmen zu können. Vergessen Sie aber nicht, die Option wieder auszuschalten, sobald Sie den richtigen Standort gefunden haben. Sonst laufen Sie Gefahr, Ihre sorgsam ausgesuchte Kameraposition gleich wieder zu verlieren.

Wenn Sie jetzt mit F12 rendern, sieht das Ergebnis schon ganz ansehnlich aus. Speichern können Sie das Bild mit „Image/Save As“. Das Ausgabeformat wählen Sie im Dateibrowser rechts oben. Die Standardeinstellung PNG eignet sich gut, um Bilder verlustfrei zu archivieren.

## Effektvoller Feinschliff

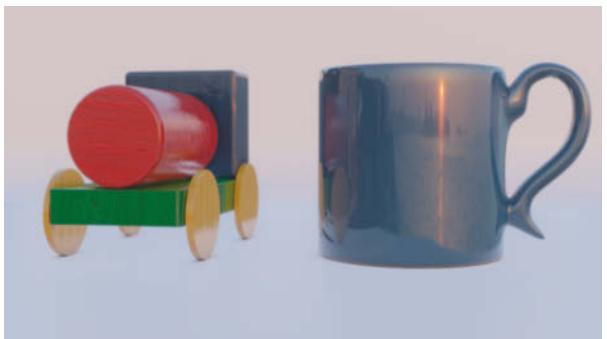
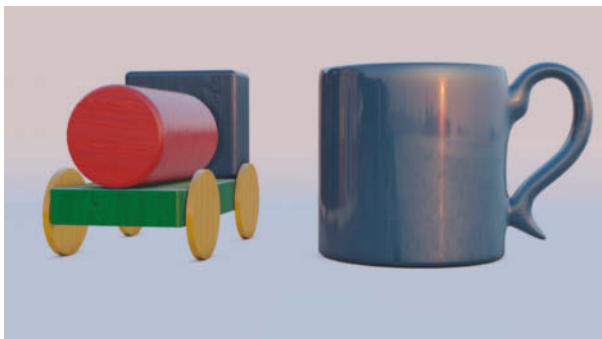
Sie können das Ergebnis aber noch deutlich verbessern. Trotz der Kontaktschatten sieht die Tasse noch ein wenig entrückt aus. Das liegt daran, dass sich der weiße Studioboden nicht in ihr spiegelt.

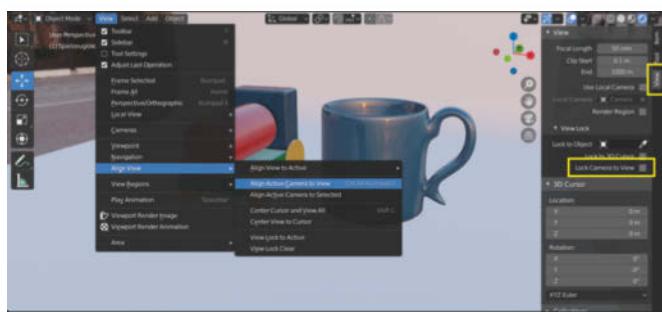
Viewport: der Perspektive. Diese wiederum wird beim Rendern vom Standort der virtuellen Kamera bestimmt.

Sie können durch die Kamera sehen, indem Sie auf das Kamera-Icon am rech-

ten Rand des Viewport-Fensters klicken. In Blender 2.80 befand sich die gesamte Icon-Gruppe übrigens noch am oberen Rand. Ein erneuter Klick auf das Icon stellt die ursprüngliche Perspektive wieder

Links das Rendering nur mit Ambient Occlusion, rechts zusätzlich mit Screen Space Reflections, Bloom und Depth of Field.





Platzierungshilfen: „Align Active Camera to View“ synchronisiert die Kameraposition mit der Viewport-Ansicht. „Lock Camera to View“ lässt die Kamera der Bewegung im Viewport folgen.

Und links sollte sie doch eigentlich einen Teil der Eisenbahn reflektieren.

Schalten Sie in den Render Properties „Screen Space Reflections“ ein. In der Tasse spiegeln sich jetzt die Eisenbahn, der Boden und sogar der eigene Henkel. Weil das Ganze noch etwas grobkörnig aussieht, öffnen Sie das Screen-Space-Reflections-Panel via Klick auf den kleinen Pfeil links und schalten „Half Res Trace“ aus. Damit berechnet Blender die Reflexionen in voller Auflösung. Sollte sich in der Tasse der Sonnenuntergang spiegeln, so fügt ein Häkchen bei „Bloom“ den durch die Sonne erzeugten Glanzpunkten einen feinen Lichtkreis oder Halo hinzu, was die Szene nochmals etwas aufwertet.

Bleibt noch ein weiterer Effekt, den Sie unbedingt zuschalten sollten: Schärfentiefe beziehungsweise Depth of Field, zu finden in den Object Data Properties der Kamera (der grüne Tab mit dem Filmkamera-Icon). Dort finden Sie zahlreiche Einstellungen, vergleichbar mit den Funktionen einer echten Kamera. Sie können dabei nicht nur so banale Dinge wie die Brennweite (Focal Length) wählen, sondern auch teure Spezialobjektive wie Lens Shift simulieren. Für Fotografen eine wahre Freude.

Schalten Sie „Depth of Field“ ein und wählen einen relativ geringen F-Stop-Wert von 0.8. Im Viewport erscheinen nun manche Bereiche leicht unscharf. Je geringer der F-Stop-Wert, umso schmäler wird die scharf dargestellte Zone und umso stärker verschwimmt das Bild in den unscharfen Bereichen.

Begeben Sie sich mit der Maus wieder über den Viewport und wählen Sie im Rechtsklickmenü „DOF Distance (Pick)“. Der Cursor verwandelt sich in eine Pipette. Wenn Sie damit auf eine Stelle in der Szene klicken, stellt Blender exakt auf diesen Punkt scharf, indem die Fokus-Distanz angepasst wird – wie der Touchscreen-Autofokus im Smartphone.

Das Rendering wirkt nun dank der zugeschalteten Effekte deutlich realistischer. Man kann aber noch mehr herausholen: Wenn Sie im Render Properties-Tab bei „Render Engine“ statt dem Echtzeit-Renderer Eevee die Pathtracing Engine Cycles auswählen, dauert der Renderprozess zwar deutlich länger, das Ergebnis geht dann aber noch etwas mehr in Richtung Fotorealismus. Das großformatige Rendering auf Seite 132 haben wir mit Cycles produziert. Cycles wird auch im fünften und letzten Teil dieses Workshops die Engine der Wahl sein, wenn es darum geht, die Szene weihnachtlich zu gestalten. (atr@ct.de) **ct**

Download 3D-Modelle: [ct.de/yq9x](http://ct.de/yq9x)

# Für kreative Köpfe



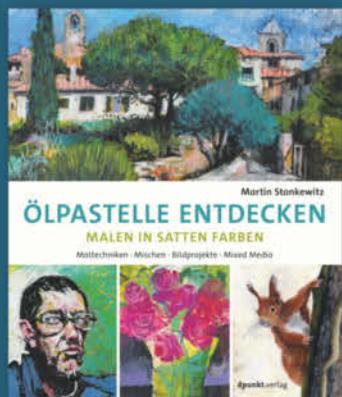
2019, 202 Seiten  
€ 26,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-694-7



2019, 198 Seiten  
€ 22,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-635-0



2019, 120 Seiten  
€ 19,95 (D)  
ISBN 978-3-86490-639-8



2019, 130 Seiten  
€ 19,95 (D)  
ISBN 978-3-86490-661-9



2. Auflage  
2019, 208 Seiten  
€ 24,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-636-7

**plus+**  
Buch + E-Book:  
[www.dpunkt.plus](http://www.dpunkt.plus)



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

# Kringel, Häkchen, Zickzack-Strich

## Word-Texte mit Tablet und Stift bearbeiten

**Tablets mit Stift sind fürs Malen und Notieren? Ja, aber es geht noch mehr. In Microsoft Word lassen sich damit Texte wie auf Papier überarbeiten, nur noch besser.**

**Von Stefan Wischner**

Vielen korrigieren und überarbeiten Texte lieber mit Papierausdruck und Kugelschreiber als am Rechner. Dabei geht das mit einem Windows-Tablet mit Eingabestift und Microsoft Word noch viel besser. Das ist besonders praktisch, wenn gerade kein Drucker zur Verfügung steht oder schlicht der Platz fehlt – etwa im Zug oder Flugzeug.

Die simpelste Methode ist es, Tablet-Display und Stift genauso zu benutzen wie Sie Korrekturen auf Papier vornehmen, also in das Dokument zu malen und zu schreiben. Wählen Sie im Zeichnen-Menü einen beliebigen virtuellen Stift, und kritzeln Sie drauflos. Für Word bleibt alles, egal ob simple An- oder Durchstreichungen oder Textanmerkungen, lediglich eine Ansammlung von Grafikobjekten, die sich in keiner Form auswerten oder gar in digitalen Text umwandeln lassen. Die eigentlichen Korrekturen nimmt man später

ganz konventionell einzeln per Tastatur vor. Danach löscht man die Grafikobjekte wieder. Das geht auf Wunsch auch auf einen Rutsch, nämlich über Überprüfen/Freihand ausblenden/Alle Freihandanmerkungen im Dokument löschen.

### Korrektur-Gesten

Wenig bekannt ist eine andere Stift-Funktion in Word. Damit lassen sich Korrekturen anhand einer Handvoll spezieller, leicht zu erlernender Gesten sofort ausführen. Dazu kennt Word einen eigenen Modus, den Sie über Zeichnen/Freihand-Editor und den Menüeintrag „Freihand-Editor aktivieren“ einschalten. Wählen Sie dann einen beliebigen Stift aus der Palette im Zeichnen-Menü, jedoch keinen Textmarker. Die Korrekturzeichen, die Sie damit in den Text malen, werden nur kurz zur Kontrolle angezeigt und verschwinden dann sofort wieder.

Um ein Wort in zwei Teile zu trennen und dazwischen ein Leerzeichen einzufügen, zeichnen Sie an der gewünschten Stelle einen senkrechten Strich. Zwischen zwei Wörter platziert, fügt die Geste gegen eine Absatzmarke ein, entspricht also einem Druck auf die Eingabetaste. Dasselbe passiert, wenn Sie ein gespiegeltes „L“ zeichnen. Gewöhnen Sie sich lieber letzteres an, denn das funktioniert auch mitten in einem Wort. Dabei wird

die Absatzmarke hinter dem Wort eingefügt.

Um zwei Wörter miteinander zu verbinden, das Leerzeichen dazwischen also zu löschen, zeichnen Sie einen „u“-förmigen Bogen. Achten Sie dabei darauf, dass das Symbol beide Wörter an einem beliebigen Buchstaben berührt.

Möchten Sie einen Textabschnitt löschen, bieten sich dafür mehrere Gesten an. Einzelne Wörter oder kurze Passagen streichen Sie horizontal durch oder „zerkritzeln“ sie mit einer Zickzacklinie. Letzteres funktioniert auch großflächig für ganze Absätze. Einfacher ist aber, diese mit einer diagonalen Linie durchzustreichen.

Um einen Textabschnitt für weitere Aktionen zu markieren, malen Sie einen Kringel drumherum. Zum optischen Herheben von Textteilen wählen Sie als Stift einen Textmarker und nutzen dann dieselben Gesten wie für das Löschen, also horizontales Durchstreichen, Zickzacklinie oder diagonaler Strich für größere Abschnitte.

### Text handschriftlich einfügen

Kurze Textpassagen können Sie auch direkt per Stift einfügen: Malen Sie an der entsprechenden Stelle – in der Regel zwischen zwei vorhandenen Wörtern – ein auf dem Kopf stehendes „V“. Der Inhalt des Editorfensters verblasst daraufhin und Sie können nun an beliebiger Stelle den einzusetzenden Text mit dem Stift schreiben. Sobald Sie ein paar Sekunden nichts schreiben, wandelt die Handschrifterkennung Ihre Eingabe in Maschinentext um und setzt ihn an der Stelle ein, die Sie markiert hatten. Diese Methode erfordert ein wenig Übung und Timing, denn: Wenn Sie nicht sofort mit der Handschrifteingabe beginnen, sondern den blassen Editor-Bereich mit dem Finger antippen, wird der normale Textcursor an die gewählte Stelle gesetzt und die Bildschirmtastatur öffnet sich. Das kann ungewollt passieren, wenn Sie eigentlich



Für das direkte Bearbeiten von Textdokumenten per Stiftgesten aktiviert man in Word zunächst den Freihand-Editor-Modus.

## Stifteingabe in den übrigen Office-Programmen

Den Freihand-Editor zum Bearbeiten von Texten gibt es nur in Microsoft Word; in Excel, PowerPoint oder Outlook fehlt er. Outlook hat mit dem Stift überhaupt nichts am Hut und nutzt diesen lediglich als Mausersatz. Excel bietet Stiftnutzern dieselben Zeichenfunktionen wie Word für handschriftliche Notizen oder Markierungen und produziert dabei ebenfalls nur verschiebbare Grafikobjekte. Wie auch in Word und PowerPoint steht in Excel zudem ein Formeleditor zur handschriftlichen Eingabe mathematischer Ausdrücke zur Verfügung. Der lässt sich wider Erwarten aber nicht für Rechenformeln in Tabellenzellen verwenden. Dafür müssen Sie wieder die (Bildschirm-)Tastatur bemühen, auf Wunsch auch im Handschrift-Modus.

Ein bisschen mehr lässt sich in PowerPoint mit dem Stift anstellen: Neben den Maloptionen inklusive geometrischer Formenerkennung und dem Formeleditor dürfen Sie handschriftliche Notizen an beliebiger Stelle einer Folie vornehmen. Die Funktion „Freihand in Text“ im Menü „Zeichnen“ wandelt einen Schriftzug in gedruckten Text um, nachdem Sie ihn mit der Stiftspitze zur Markierung eingekreist haben. Das funktioniert sogar mit einfacheren Listen mit Aufzählungszeichen. Das Notizprogramm OneNote ist sogar stark auf Stifteingaben spezialisiert. Dabei unterscheiden sich die zwischenzeitlich aus Office entfernte, bald aber zurückkehrende Office-Version und die davon unabhängige UWP-App in Windows 10.

mit den bisher gezeigten Methoden kombinieren.

Für die Überarbeitungsfunktion ist es nämlich egal, auf welche Art Textpassagen gelöscht oder ergänzt wurden. Wenn Sie den Überarbeitungsmodus zuvor im Menü „Überprüfen“ mit „Änderungen nachverfolgen“ aktiviert haben, werden auch per Stift und Korrekturgesten vorgenommene Änderungen farblich oder mit Durchstreichungen markiert und lassen sich später einzeln oder gesammelt annehmen oder ablehnen. Für Randnotizen nutzen Sie die konventionelle Kommentarfunktion, anstatt Text per Stift an den Rand zu malen. Wenn Sie die Anmerkungen handschriftlich verfassen wollen, stellen Sie – wie zuvor bei den Textergänzungen gezeigt – die Bildschirmtastatur auf Handschrifteinaben um. Die Kommentare erscheinen dann im Dokument nicht mehr in Handschrift, sondern wie gewohnt als digitaler Text in Sprechblasen am Rand.

Gegenüber der Korrektur auf Papier braucht das Überarbeiten mit Tablet und Stift ein wenig Umgewöhnung und Übung. Nach einer Weile geht es aber mindestens genauso gut von der Hand und bringt zudem einige deutliche Vorteile – vom Papier sparen ganz abgesehen.

(swi@ct.de) 

per Stift schreiben möchten, dabei aber mit dem Handballen den Bildschirm berühren.

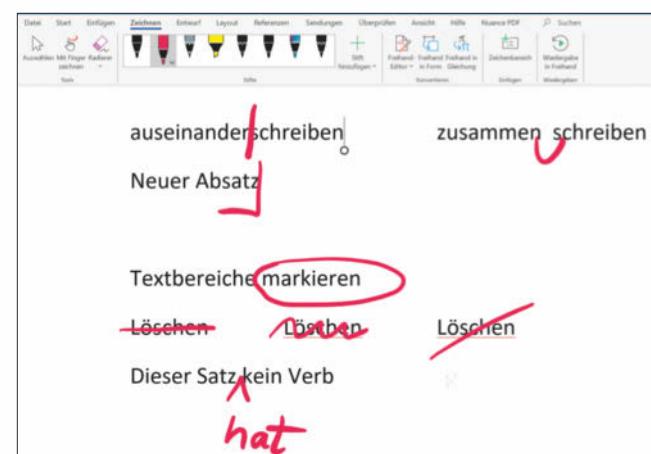
Für längere Texteingaben ist diese Methode nicht so gut geeignet. Nutzen Sie dafür besser die Bildschirmtastatur, die Sie – falls Sie lieber per Hand schreiben möchten – auf Handschrifteinabe umstellen können: Tippen Sie links oben auf das Tastatursymbol mit dem Zahnrad und wählen dann das Rechteck mit dem Stift. Anstelle der Tastatur öffnet sich das zur Ink-Funktion von Windows gehörende, horizontal scrollende Eingabefeld, in dem Sie längere handschriftliche Texte verfassen können. Die werden automatisch in Maschinenschrift umgewandelt und an der aktuellen Cursorposition im Text eingefügt. Das ist übrigens keine Word-eigene Funktion, sondern ein Bestandteil von Windows Ink und funktioniert in allen Programmen unter Windows 10.

## Überarbeitungsmodus und Kommentare

Die auch schon in früheren Word-Versio-nen vorhandenen Überarbeitungs- und Kommentarfunktionen sind besonders hilfreich, um Texte zu korrigieren, die jemand anderes geschrieben hat. Die Überarbeitungsfunktion dokumentiert alle Änderungen durch spezielle Markierungen, anstatt sie direkt auszuführen. Die

Kommentarfunktion ermöglicht Randanmerkungen, die sich bestimmten Textpassagen zuordnen lassen. Beide Funktionen unterstützen die Stifteingabe zwar nicht direkt, lassen sich aber problemlos

Mit einer Handvoll leicht zu lernender Gesten lassen sich per Stift Textpassagen löschen, hinzufügen, Absätze erzeugen, Wörter trennen und zusammenfügen.



Der Handschrift-Modus der Bildschirmtastatur erlaubt das handschriftliche Eingeben von Texten per Stift mit automatischer Umwandlung in digitalen Text. Das klappt nicht nur in Word, sondern in jedem Windows-Programm.



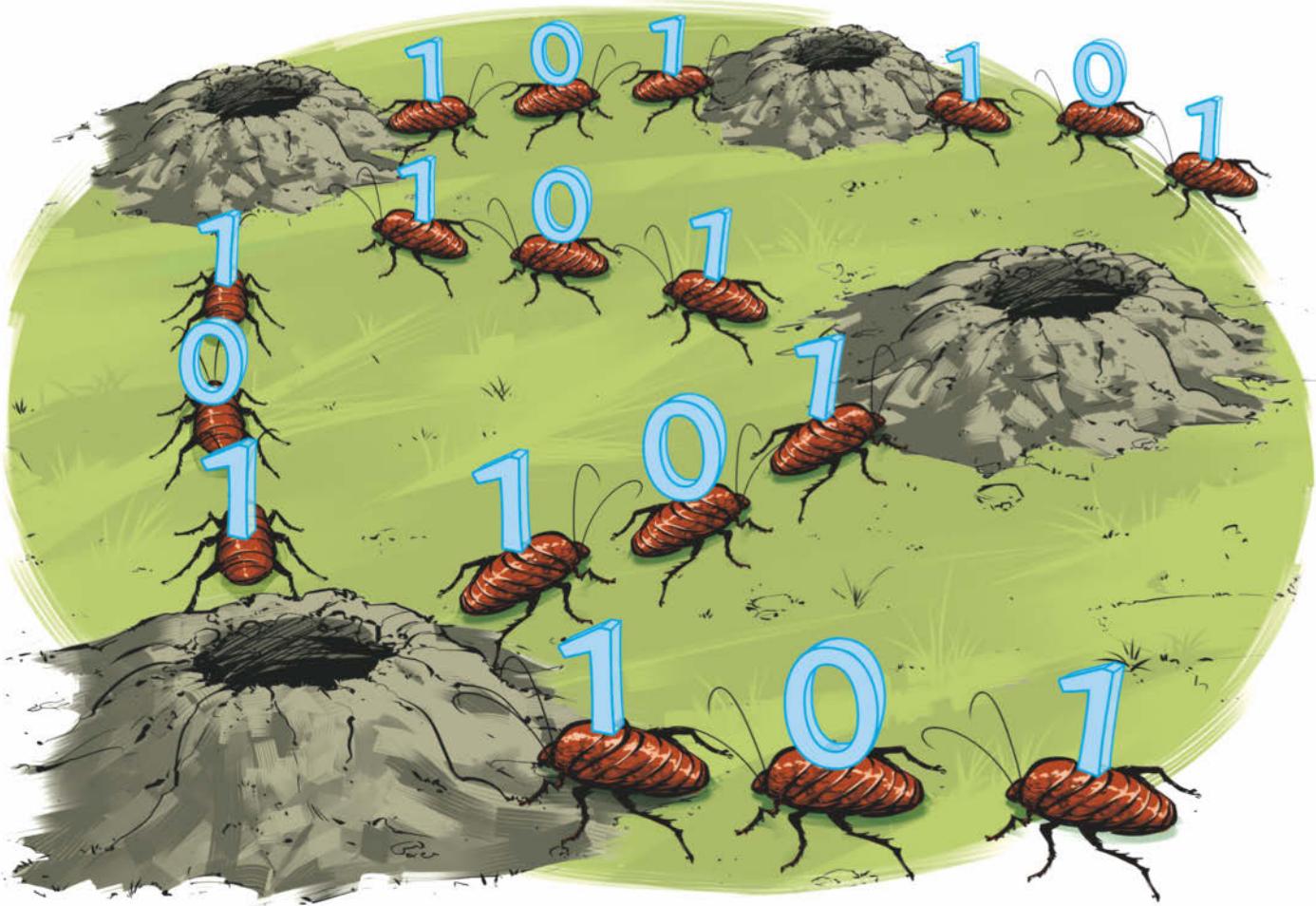


Bild: Albert Hulm

# Verteile und herrsche

## Verteilte Datenbanken mit CockroachDB

**Eine Datenbank ist das Herzstück vieler Anwendungen – und mit steigender Nutzung wird sie schnell zum Flaschenhals. Während sich gängige SQL-Datenbanken wie MySQL mit der Skalierung schwertun, ist CockroachDB darauf ausgelegt, auf vielen Servern synchron zu laufen – für Ausfallsicherheit und Performance.**

**Von Jan Mahn**

Entwickler von Datenbank-Anwendungen, etwa dynamische Webseiten oder APIs, stehen häufig nach einigen Jahren vor dem Problem, dass der darunterliegende Server an seine Leistungsgrenzen kommt, wenn immer mehr Nutzer

und Daten dazukommen. Einen Teil des Problems kann man mit Container-Technik sehr elegant lösen und schnell weitere Instanzen der Anwendung starten. Bei der Datenbank ist das dagegen ungleich komplizierter. Genau dieses Problem geht CockroachDB an. Die Datenbank ist von Anfang an darauf ausgelegt, Daten auf beliebig vielen Knoten auf dem gleichen Stand zu halten. Das ist attraktiv für Entwickler, die ihre Software besonders leistungsfähig, ausfallsicher oder weltweit gleich schnell erreichbar gestalten wollen.

CockroachDB hat auch kein Problem damit, dass einzelne Knoten mal ausfallen können oder wegen Netzwerkproblemen nicht erreichbar sind. Mit dem namensgebenden Tier, der Küchenschabe, hat CockroachDB zwei Dinge gemeinsam:

Die Datenbank ist besonders robust konstruiert und die Server treten immer in Gruppen auf. Kommen einzelne Knoten gewaltsam zu Tode, gefährdet das nicht den Datenbestand.

Die Idee für verteilte und ausfallsichere Datenbanken ist nicht ganz neu. So verfolgt Google zum Beispiel mit dem Projekt „Spanner“ einen ähnlichen Ansatz. Spanner braucht eine Atomuhr oder zumindest einen GPS-Empfänger in jedem Server, damit sich die Datenbankknoten einigen können, in welcher Reihenfolge Transaktionen stattfanden. Die

Software setzt voraus, dass die Uhren aller beteiligten Knoten um höchstens 7 Millisekunden abweichen. Daher wartet das System nach jedem Schreibvorgang genau 7 Millisekunden, bevor der Eintrag als ge-

**ct Hardcore**

schrieben markiert wird. Die Macher von CockroachDB haben sich viele Gedanken darüber gemacht, wie ihre Datenbank auf beliebiger physischer oder virtualisierter Hardware läuft. CockroachDB synchronisiert die Zeit über NTP und geht von 250 Millisekunden maximaler Abweichung aus. Statt nach jedem Schreibvorgang zu warten, wird nach einem Lesevorgang geprüft, ob ein neuer Eintrag innerhalb der letzten 250 Millisekunden dazu kam. In diesem seltenen Fall wird der Lesevorgang erneut gestartet.

CockroachDB ist unter der Business Source License (BSL) veröffentlicht. Das bedeutet, dass der Code quelloffen ist und die Software für kommerzielle und nicht-kommerzielle Projekte kostenlos benutzt werden darf. Als kommerzieller Entwickler dürfen Sie die Datenbank auch in Softwareprojekten nutzen, die Sie an Ihre Kunden verkaufen.

Sie dürfen jedoch keine Database-as-a-Service anbieten, also eine gehostete CockroachDB vermieten. Damit wollen sich die Entwickler vor großen Cloud-Anbietern wie Amazon, Google oder Microsoft schützen, die auch andere Datenbankinstanzen stundenweise vermieten, ohne sich an der Entwicklung zu beteiligen. Einen solchen Dienst will das Unternehmen in Zukunft selbst bereitstellen. Unter Open-Source-Puristen gilt CockroachDB durch diesen Ausschluss nicht als Open-Source-Software im strengen Sinne, obwohl der Code offenliegt. Gegen Geld bietet Cockroach Labs außerdem Support für kommerzielle Projekte.

## Sandkasten

Um den Datenbankserver auszuprobieren, brauchen Sie eine geeignete Testumgebung. Ein Cockroach-Cluster sollte immer aus mindestens drei Nodes bestehen. Erste Wahl für eine Testumgebung und für den Betrieb von mittelgroßen Umgebungen wäre eigentlich Docker-Swarm [1]. Kurz vor Erscheinen dieses Artikels wurde jedoch bekannt, dass das Unternehmen Docker Inc. seine Enterprise-Sparte verkauft hat und der neue Eigentümer Mirantis Docker Swarm zum Auslaufmodell erklärt hat. Das Beispiel können Sie aber genauso gut auf einem Server mit Docker (ohne Swarm) mit drei CockroachDB-Containern laufen lassen. In der Praxis ist ein Kubernetes-Cluster das natürliche Zuhause für eine verteilte Datenbank – die Dokumentation erklärt die Installation per kubectl oder Helm.

Auf Seite 142 sehen Sie eine Docker-Compose-Datei für die minimale CockroachDB-Umgebung. Angelegt werden drei Container: `cockroach1`, `cockroach2` und `cockroach3`. Sie alle beziehen das offizielle Image `cockroachdb/cockroach` aus dem Docker-Hub und bekommen je einen lokalen Ordner auf dem Gastsystem im Ordner `data`. Sie finden das Dockerfile über [ct.de/y8gr](https://ct.de/y8gr) zum Kopieren.

Legen Sie die Datei als `docker-compose.yml` auf einem System mit installiertem Docker in einem leeren Ordner ab und navigieren Sie auf der Kommandozeile in diesen. Mit `docker-compose up` startet die Zusammenstellung.

Die drei Container unterscheiden sich inhaltlich kaum voneinander. Alle starten mit dem Befehl `--insecure`. In einer Umgebung, die sich über öffentliche Netzwerke wie das Internet erstreckt, müssen Sie entweder ein VPN aufspannen oder Cockroaches eigene verschlüsselte Übertragung einrichten – dafür müssen Sie zunächst Zertifikate erzeugen und allen Beteiligten zuweisen. Für die ersten Schritte oder in einem anderweitig gesicherten Netzwerk ist das nicht nötig.

CockroachDB kennt keine Master und Slaves. Die Partner sind alle gleichberechtigt und arbeiten weitgehend demokratisch. Fällt ein Knoten aus, beschließen die anderen beiden per Mehrheitswahl, ihn zwischenzeitlich als abwesend zu markieren. Da alle Knoten gleichberechtigt sind, ist es auch egal, an welchem Knoten Sie später ein SQL-Statement abladen, um Daten zu lesen oder zu schreiben.

Damit aus den einzelnen Instanzen ein Cluster wird, müssen Sie beim ersten Start den Namen eines Cluster-Mitglieds kennen. Die Knoten `cockroach2` und `cockroach3` (dieses Beispiel können Sie nach Belieben erweitern), haben dafür im Compose-File zusätzlich den Befehl `--join=cockroach1` bekommen. Beim ers-

ten Start suchen sie `cockroach1` und beginnen, den Cluster zu knüpfen. Diesen Prozess können Sie auf der Kommandozeile nebenbei beobachten. Auch bei einem Blick in den Ordner `data`, der neben der Compose-Datei auf dem Gastgebersystem erschienen ist, sehen Sie, dass die Küchenschaben ihrer Arbeit nachgegangen sind.

## Blick ins Innere

Für Freunde grafischer Oberflächen haben die Cockroach-Entwickler eine Webseite angebaut. In der Docker-Compose-Datei ist für `cockroach1` eine Portweiterleitung auf Port 8080 eingetragen. Öffnen Sie auf der Maschine, auf der Docker installiert ist, die Adresse „localhost: 8080“ im Browser, um diese Seite anzuzeigen. Im Internet sollten Sie diese Seite nicht veröffentlichen – eine Anmeldung ist nicht vorgesehen. Wenn Sie von außen darauf zugreifen möchten, sollten Sie einen HTTP-Router wie Traefik davor schalten [2]. Der sollte einerseits HTTPS aktivieren und andererseits irgendeine Form der Authentifizierung vorschalten.

Die Weboberfläche verrät viele Details zum Status Ihres Clusters. Unter „Metrics“ finden Sie Diagramme zur Auslastung, die Sie zum Beispiel nach Knoten filtern können. In einem frischen Cluster ist das aber noch nicht sonderlich spannend – abgesehen von der Systemdatenbank ist die Umgebung ja noch leer.

## Daten bitte

Um SQL-Statements abzusetzen, können Sie einfach auf der Kommandozeile in einen der Container springen und dort einen SQL-Client starten. Öffnen Sie dazu ein neues Terminalfenster im Ordner, in dem die Compose-Datei liegt, und führen Sie `docker-compose exec` aus:

```
docker-compose exec cockroach1
./cockroach sql --insecure
```



Die Weboberfläche macht dem Administrator die Arbeit leichter und zeigt, ob alle Knoten mitarbeiten.

Sie befinden sich jetzt im Container `cockroach1` direkt im SQL-Client (Gleiches funktioniert auch mit den anderen beiden Containern). Legen Sie eine frische Datenbank an, öffnen Sie diese und richten Sie eine Tabelle `users` an:

```
CREATE DATABASE test;
USE test;
CREATE TABLE users(
    user_id SERIAL PRIMARY KEY,
    username VARCHAR (50) UNIQUE NOT
NULL
);
```

Mit einem `INSERT`-Befehl können Sie eine Zeile anlegen:

```
INSERT INTO users (username) VALUES
('max.muster');
```

In der Weboberfläche sehen Sie das Ergebnis im Menüpunkt „Databases“. Anders als etwa die weitverbreitete MySQL-Weboberfläche `phpmyadmin` ist die Oberfläche von CockroachDB jedoch kein vollständiger Daten-Explorer, sondern nur ein Monitoring-Werkzeug für den Administrator. Die Inhalte der Einträge sehen Sie hier nicht.

Um sich die frisch angelegten Zeilen anzusehen und nebenbei die Replikation zu bewundern, öffnen Sie am besten ein weiteres Konsolenfenster und springen Sie in einen der anderen Container:

```
docker-compose exec cockroach2
./cockroach sql --insecure
```

Mit `USE test;` wechseln Sie die Datenbank und mit

```
SELECT * FROM users;
```

sehen Sie die Zeile, die Sie vorher angelegt haben. Wenn Sie sich davon überzeugen wollen, dass CockroachDB auch mit temporären Ausfällen kein Problem hat, können Sie beispielsweise ein weiteres Konsolenfenster öffnen, mit `docker-compose stop cockroach3` den dritten Container anhalten, im Container `cockroach1` eine Zeile ergänzen, Container 3 mit `docker-compose start cockroach3` wieder aktivieren und dort alle Einträge auflisten lassen.

## Im richtigen Leben

Wenn Sie sich dafür entscheiden, CockroachDB in einem richtigen Projekt einzusetzen, müssen Sie noch ein paar Überlegungen anstellen, die von Ihrem Projekt abhängen. Als Ersatz für eine bestehende PostgreSQL-Datenbank ist ein CockroachDB-Cluster schnell eingerichtet – auch das PostgreSQL-Feature, JSON-

Daten zu verarbeiten, kennt CockroachDB. Wenn Sie dagegen in Ihrem Projekt bisher auf Besonderheiten von MySQL setzen, kommen Sie nicht umhin, Ihren Code anzupassen.

Da die Datenbank das Protokoll von PostgreSQL nutzt, müssen Sie nicht nach einer speziellen Cockroach-Bibliothek oder einem Cockroach-ORM für Ihre Programmiersprache suchen – diese würden Sie nicht finden. Verwenden Sie stattdessen eine PostgreSQL-Bibliothek, wie es sie für jede halbwegs verbreitete Sprache gibt.

Auch die Verteilstrategie hängt stark von Ihrer Anwendung ab. Geht es Ihnen nur darum, Ihre Daten zwischen mehreren Unternehmensstandorten synchron zu halten, müssen Sie lediglich darauf achten, dass Sie mindestens drei Instanzen laufen haben. Betreiben Sie eine weltweit erreichbare Webseite, finden Sie in der Dokumentation viele weitere Funktionen. So ist es beispielsweise möglich, Serverknoten Standorte zuzuweisen und einzelne Daten nur auf bestimmte Standorte zu replizieren. Damit können Sie mit wenig Aufwand Ihren Datenschutzbeauftragten glücklich machen und sicherstellen, dass bestimmte personenbezogene Daten Europa nicht verlassen.

Damit die Zugriffszeiten immer möglichst kurz bleiben, ist es empfehlenswert, die Anwendung, die auf die Datenbank zugreift, ebenfalls über alle Knoten zu verteilen und jede Kopie der Anwendung so einzurichten, dass sie mit ihrer lokalen Kopie der CockroachDB kommuniziert.

## Kein Spielzeug

CockroachDB nimmt replizierten Datenbanken den Schrecken. Wer etwa mal einen replizierten SQL-Server von Microsoft oder ein Galera-Cluster eingerichtet hat, kennt die Tücken von Replikationen. Wirklich lohnt sich die Umstellung aber nur bei größeren Projekten in Unternehmen. Sie bekommen mit überschaubarem Aufwand viel Ausfallsicherheit und sparen sich bestenfalls selbstgebaute Synchronisationsskripte, um Standorte auf dem neuesten Stand zu halten. (jam@ct.de) 

## Literatur

- [1] Peter Siering, Schwärmen, Docker Swarm: Container verteilen und verwalten, c't 5/2019, S. 142
- [2] Jan Mahn, HTTP-Einweiser, Eingehenden HTTP-Verkehr mit Traefik routen, c't 17/2019, S. 158

**Beispielprojekt:** [ct.de/y8gr](http://ct.de/y8gr)

## CockroachDB-Cluster

```
version: "3"
services:
  cockroach1:
    image:
      cockroachdb/cockroach:v19.2.0
    command: start --insecure
    ports:
      - "8080:8080"
    volumes:
      - ./data/cockroach1:/data/cockroach-data
  networks:
    cockroachnetwork:
      aliases:
        - cockroach1
  cockroach2:
    image:
      cockroachdb/cockroach:v19.2.0
    command: start --insecure
    --join=cockroach1
    volumes:
      - ./data/cockroach2:/data/cockroach-data
  networks:
    cockroachnetwork:
      aliases:
        - cockroach2
  cockroach3:
    image:
      cockroachdb/cockroach:v19.2.0
    command: start --insecure
    --join=cockroach1
    volumes:
      - ./data/cockroach3:/data/cockroach-data
  networks:
    cockroachnetwork:
      aliases:
        - cockroach3
  networks:
    cockroachnetwork:
      driver: bridge
```

Drei Instanzen von CockroachDB bilden das kleinstmögliche Cluster. Das Beispiel können Sie auf beliebig viele Instanzen erweitern. Einen Master gibt es nicht, die Knoten sind gleichberechtigt.

# Das Krea-Tief überwinden!



## Mac & i EXTRA - Workshops

Mac & i präsentiert einen Allrounder für alle, die kreativ arbeiten und sich ausprobieren wollen. Mit 14 Workshops vom kreativen Schreiben übers Vloggen, Layouten, 3D-Modellieren, Bildbearbeiten bis zum professionellen Präsentieren, bereiten Profis Schritt für Schritt alles verständlich auf.

[shop.heise.de/mac-workshops](http://shop.heise.de/mac-workshops)

10,90 € >



 **heise shop**

[shop.heise.de/mac-workshops](http://shop.heise.de/mac-workshops)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.



# Flitze-RAM

## Schnellerer Arbeitsspeicher dank Subtiming-Tuning

**Übertakter-RAM bringt bei manchen Anwendungen mehr Performance – nicht nur durch höhere Datentransferraten, sondern auch durch kürzere Latenzen.**

**Von Christian Hirsch**

**M**oderne Prozessoren wie Ryzen 3000 können laut Spezifikation mit DDR4-3200-RAM umgehen. Im Dual-Channel-Modus überträgt ein Paar solcher Module 51,2 GByte/s. Overclocking-Module bieten höhere Geschwindigkeiten als DDR4-3200, wenn Prozessor, Mainboard und BIOS mitspielen. Davon profitieren unter anderem Packprogramme, Videotranskodierer und 3D-Spiele [1].

Der höhere Durchsatz wirkt sich jedoch nur dann aus, wenn die CPU größere

Datenmengen am Stück liest oder schreibt. Bei Zugriffen auf kleinere Datenhäppchen, die verteilt im RAM liegen, spielen Latenzen eine wichtigere Rolle, die eine Folge der Speicher-Timings sind. Mit den passenden

Software-Tools und einem Board mit umfangreichen BIOS-Optionen lassen sich diese durch geschicktes Optimieren reduzieren und der Arbeitsspeicher schneller betreiben, als der Modulhersteller garantiert.

### Speicherkunde

Um Speicher-Timings zu verstehen, muss man sich kurz vergegenwärtigen, wie Arbeitsspeicher funktioniert. Am grundsätzlichen Aufbau und der Funktionsweise von Dynamic Random Access Memory (DRAM) hat sich seit der Einführung von SDRAM (Synchronous DRAM) Mitte der 90er Jahre nichts geändert. Die ein-

zelnen Module kommunizieren über 64 Datenleitungen mit dem Speichercontroller, der heutzutage direkt im Prozessor sitzt.

**Hardcore**

Der Speichercontroller liest und schreibt nicht bloß Daten in die SDRAM-Chips auf den einzelnen Dual Inline Memory Modulen (DIMMs). Er übernimmt auch die Adressierung und Verwaltung der ziemlich „dummen“ SDRAMs. Damit der RAM-Controller weiß, wie viele Chips auf dem DIMM sitzen und wie diese angebunden sowie intern aufgebaut sind, gibt es auf dem Speichermodul einen kleinen Flash-Speicher, das SPD-EEPROM (Serial Presence Detect). Darin sind auch die zulässigen Betriebsparameter des Speichermoduls für unterschiedliche Taktfrequenzen hinterlegt. Das BIOS liest die SPD-EEPROMs aus und stellt den Speichercontroller passend ein.

Steht nun ein Zugriff auf die SDRAM-Chips an, überträgt der Speichercontroller

die einzelnen Bestandteile der physischen Adresse des gewünschten Datums in einer genau festgelegten Reihenfolge. Diese folgt der Organisationsstruktur der Module und SDRAM-Chips mit den darin liegenden Bänken. Jedes DIMM trägt ein oder zwei Ränge (Ranks) von Speicherchips; damit ist eine Chip-Gruppe gemeint, die zusammen alle 64 Datenleitungen des Speicherkanals belegt (bei ECC-Speicher sind es 72). Den gewünschten Rank im Speicherkanal wählt der Speichercontroller per Chip-Select(CS)-Signal aus. Dann muss er sich zunächst für die jeweilige Bank in allen SDRAMs dieses Ranks entscheiden, wozu er die Bank-Address-Bits nutzt. Als nächste Adressierungsebene folgt die Angabe der gewünschten Speicherzeile (Row) und zu guter Letzt die Spaltenadresse (Column Address).

Die Speicherzellen liefern jedoch nicht sofort die Daten an die CPU. Das Aktivieren der einzelnen Banks benötigt ebenso einige Taktzyklen, wie das Auslesen der einzelnen Spalten und Zeilen. So tauchen die Bits aus den ausgewählten Spalten erst nach einer Wartezeit namens Column Address Strobe Latency (CAS oder  $t_{CL}$ ) an den externen Anschlüssen des Chips auf. Diese beträgt bei modernem DDR4-3600-RAM mit 1800 MHz I/O-Takt beispielsweise 16 Takte beziehungsweise 8,869 Nanosekunden. Weitere wichtige Parameter sind das Row-to-Column-Delay ( $t_{RCD}$ ), die Row-Precharge-Time ( $t_{RP}$ ) und die Activate-to-Precharge Time ( $t_{RAS}$ ). Alle vier sind oft als Ziffernfolge wie zum Beispiel CL16-16-16-36 auf der Beschriftung der DIMMs aufgedruckt.

## Tipparbeit

Außer den genannten Speicherparametern gibt es noch etwa 25 weitere, die so genannten Sub-Timings. Viele davon sind in den SDRAM-Spezifikationen der Industrievereinigung JEDEC festgelegt. Die zur jeweiligen RAM-Frequenz passenden Werte sind im BIOS hinterlegt, einige stehen auch im SPD-EEPROM. Bei Overclocking-Modulen muss man im BIOS-Setup zusätzlich das XMP-Profil laden, damit diese mit vollem Tempo arbeiten. Manche DIMMs haben nicht nur ein Profil, sondern mehrere für unterschiedliche Taktfrequenzen, falls das System mit dem maximalen RAM-Tempo nicht stabil läuft.

Möchte man die Subtimings optimieren, kann man die rund 25 Parameter

**Der Taiphoon**  
**Burner extrahiert**  
**unter anderem die**  
**Latenzen aus dem**  
**SPD-EEPROM und**  
**packt sie in eine**  
**HTML-Datei.**

XMP PARAMETER	PROFILE 1	PROFILE 2
Speed Grade:	DDR4-3604	N/A
DRAM Clock Frequency:	1802 MHz	N/A
Module VDD Voltage Level:	1.35 V	N/A
Minimum DRAM Cycle Time (tCK):	0.555 ns	N/A
CAS Latencies Supported:	16T	N/A
CAS Latency Time (tAA):	8.869 ns	N/A
RAS# to CAS# Delay Time (tRCD):	8.869 ns	N/A
Row Precharge Delay Time (tRP):	8.869 ns	N/A
Active to Precharge Delay Time (tRAS):	19.875 ns	N/A
Active to Active/Refresh Delay Time (tRC):	28.639 ns	N/A
Four Activate Window Delay Time (tFAW):	24.000 ns	N/A
Short Activate to Activate Delay Time (tRRD_S):	2.029 ns	N/A
Long Activate to Activate Delay Time (tRRD_L):	4.849 ns	N/A
Normal Refresh Recovery Delay Time (tRFC1):	350.000 ns	N/A
2x mode Refresh Recovery Delay Time (tRFC2):	260.000 ns	N/A
4x mode Refresh Recovery Delay Time (tRFC4):	160.000 ns	N/A
Show delays in clock cycles		

nicht beliebig verändern, weil viele von einander abhängen. Als komfortables Hilfsmittel gibt es deshalb Overclocking-Tools, die einem den Hauptteil der mühseligen Suche nach funktionierenden Parameterkombinationen abnehmen.

Ausgangspunkt fürs Speicher-Tuning sind die im SPD-EEPROM hinterlegten Informationen. Diese liest zum Beispiel das Windows-Tool Taiphoon Burner aus, das Sie wie alle im Artikel genannten Tools über ct.de/yf4f herunterladen können. Das mächtige Tool kann in der Bezahlversion unter anderem das SPD-EEPROM neu programmieren. Fürs Auslesen reicht aber die kostenlose Freeware-Variante aus.

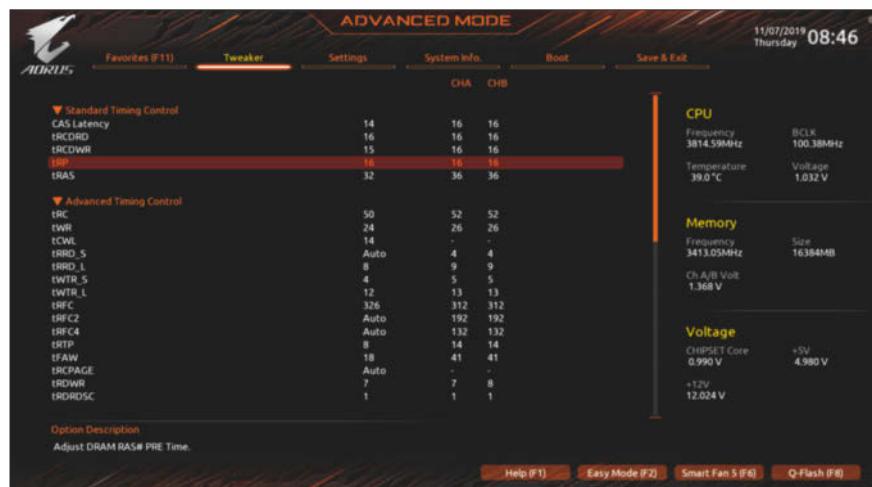
Starten Sie das Tool und rufen Sie unter dem Menüpunkt EEPROM die Option „Read SPD on SMBUS#0 at 52h“ auf. Je nach System und Anzahl der DIMMs kann die Adresse abweichen. Das Programm zeigt nun einen verkürzten Bericht an, Sie benötigen aber die vollständige Ausgabe. Diese erhalten Sie per Klick auf die Schaltfläche „Report“.

Der ausführliche Bericht gibt unter anderem Auskunft über den Hersteller und die Revision der verwendeten DDR4-Chips. Bei unseren Modulen vom Typ Trident Z Royal Gold lötet der Hersteller G.Skill SDRAM-Chips von Samsung in der sogenannten B-Revision auf, die für ihr gutes Übertakterpotenzial bekannt sind.

Scrollen Sie in der Ansicht nun ganz nach unten und klicken Sie in der letzten Zeile auf „Show delays in nanoseconds“. Diese Ansicht ist für die folgenden Schritte notwendig. Speichern Sie den Report unter „File“ > „Export to...“ > „Complete HTML Report“ als HTML-Datei zum Beispiel in Ihrem Benutzerverzeichnis. Den Taiphoon Burner können Sie nun wieder schließen.

Um aus den ermittelten Basisdaten die optimierten Timings zu errechnen, benötigen Sie bei einem System mit Ryzen-Prozessor das Tool DRAM Calculator for Ryzen. Laden Sie über die Schaltfläche „Import XMP“ den gespeicherten HTML-Report. Nun müssen Sie noch oben links die Auswahlfelder für Prozessor, Basistakt und so weiter richtig konfigurieren. Bei





Das händische Eintragen der vielen RAM-Parameter im BIOS-Setup lässt sich beim Subtimings-Tuning leider nicht automatisieren.

unserem System mit Ryzen 5 3600X und zwei 8-GByte-DIMMs mussten wir beispielsweise die folgenden Parameter einstellen: Processor: Ryzen 2 gen, Memory Type: Samsung B-die, Profile version: V1, Memory Rank: 1, Frequency: 3600, BCLK: 100, DIMM Modules: 2 und Motherboard: X570.

Über den Schalter „Calculate SAFE“ ermittelt das Programm die Subtimings, die mit den von G.Skill im XMP-Profil vorgegebenen 1,35 Volt Speicherspannung stabil laufen sollten. DDR4-Module nach JEDEC-Spezifikation haben eine Standardspannung von 1,2 Volt. „Calculate FAST“ errechnet straffere Zyklen, die eine erhöhte DRAM-Spannung von 1,45 Volt benötigen. Wir empfehlen, einen Screenshot der vorgeschlagenen Einstellungen auszudrucken oder diese mit dem Smartphone abzufotografieren.

Im nächsten Schritt starten Sie den Rechner neu und gehen ins BIOS-Setup. Nicht jedes Board bietet die Möglichkeit, die Subtimings zu verändern, und die dazu nötigen Optionen finden sich in ganz unterschiedlichen Untermenüs. Bei

dem von uns verwendeten Mainboard Gigabyte Aorus X570 Master befanden sich die Einstellungen unter Tweaker / Advanced Memory Settings / Memory Subtimings. Nun ist etwas Fleißarbeit angesagt, denn Sie müssen die mit dem DRAM Calculator ermittelten Werte von Hand übertragen. Optionen, für die der Calculator keine Werte ausgespuckt hat, belassen Sie auf Auto. Wir empfehlen, anschließend die Einstellungen als BIOS-Profil abzuspeichern.

## Mehr Leistung mit mehr Spannung

Am stärksten wirkt sich das Subtimings-Tuning in synthetischen Speicher-Benchmarks aus, wie zum Beispiel beim Intel Memory Latency Checker. Hier kletterte der Durchsatz trotz identischem Speicheraktakt um 22 bis 26 Prozent. Die Gesamtlatenz beim Zugriff blieb hingegen unverändert. Daran zeigt sich, dass nicht jedes Speicherzugriffsmuster gleich von den Optimierungen profitiert.

In der Praxis komprimieren Packprogramme wie 7-Zip bis zu 14 Prozent

schneller durch die kürzeren Subtimings. Beim Videokodieren mit Handbrake und 3D-Spielen wie CS:GO fällt das Geschwindigkeitsplus im Vergleich zu den vom Hersteller vorgegebenen Latenzen mit zwei bis vier Prozent deutlich geringer aus. Bei Rendering-Programmen Blender gibt es überhaupt keine Verbesserung.

Bevor Sie die schärferen Timings im Alltag verwenden, sollten Sie unbedingt lang laufende Stabilitätstests mit Prime95 (Torture Test: Large FFTs), Memtest86 oder dem in Windows integrierten Speicher-Test durchführen, um sicherzugehen, dass es nicht zu Datenfehlern oder Abstürzen kommt. Zudem erfordert die Fast-Einstellung des DRAM Calculator häufig eine erhöhte Speicherspannung. Bei unserem DDR4-3600-RAM mussten wir sie auf 1,45 Volt anheben. Da diese auch am Speicher-Controller des Prozessors anliegt, ist Vorsicht geboten, um nicht die CPU zu grillen. Weiterhin mussten wir die Ryzen-internen Spannungen für das SoC und für den DDR4-Phy (CLDO VDDP) leicht anheben. Die Leistungsaufnahme des Rechners im Leerlauf kann dadurch deutlich steigen.

## Fazit

Subtimings-Tuning ermöglicht es, aus dem Arbeitsspeicher Leistungsreserven herauszukitzeln, ähnlich wie beim Übertakten des Prozessors. Mit einem passenden Mainboard und etwas Glück lassen sich Overclocking-Modulen noch ein paar Prozent mehr Performance entlocken. Aber speziell für diesen Zweck ein teureres Board und kostspielige Module anzuschaffen, lohnt in der Regel nicht. Sinnvoller ist es, die Preisdifferenz in mehr RAM oder eine schnellere Grafikkarte zu investieren.

(chh@ct.de)

## Literatur

[1] Christian Hirsch, Turbo-RAM, Das bringt schneller Arbeitsspeicher, c't 8/2019, S. 148

## Benchmarks Speicher-Tuning

Speicher	Memory Latency Checker Durchsatz [GByte/s]	Memory Latency Checker Latenz [ns]	7-Zip Komprimieren [MByte/s]	Handbrake Fast 1080p30 [fps]	CS:GO [fps]
	besser ►	◀ besser	besser ►	besser ►	besser ►
<b>Ryzen 5 3600X, 2 x 8 GByte G.Skill Sniper X, GeForce RTX 2080 Ti, 500 GByte-SSD</b>					
XMP-Profil: DDR4-3400 CL16-16-16-36	39,0	55,2	46,5	50,9	407
Optimiert: DDR4-3400 CL14-15-15-30	47,6	55,5	51,9	53,1	416
<b>Ryzen 5 3600X, 2 x 8 GByte G.Skill Trident Z Royal, GeForce RTX 2080 Ti, 500 GByte-SSD</b>					
XMP-Profil: DDR4-3600 CL16-16-16-36	40,4	53,2	46,4	51,5	410
Optimiert: DDR4-3600 CL14-15-14-28	51,1	53,4	53,0	53,3	420

NEU

# Das Beste aus einem Jahrgang c't:



## c't Schlagseitenkalender 2020

Die besten Schlagseiten von Ritsch & Renn des  
abgelaufenen c't-Jahrgangs in einem hochwertigen  
Kalender für 2020.  
Der perfekte Wandschmuck für Heim und Büro  
echter c't-Fans!

7,90 € für c't-Netzwerker!

9,90 €

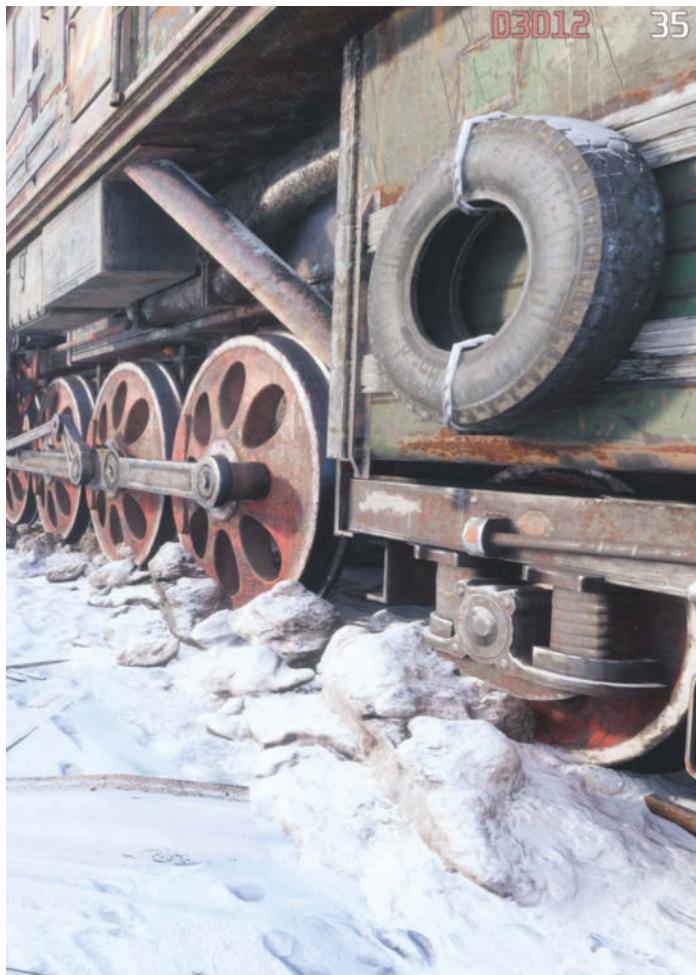
PORTOFREI  
AB 15 €  
BESTELLWERT

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

[shop.heise.de/kalender2020](http://shop.heise.de/kalender2020)





# Flotter zocken

## Spiele mit dem Grafiktreiber aufhübschen

**Mit einfachen Tuning-Tricks im Treiber zeigen auch günstige Grafikkarten schöne Spielegrafik auf hochauflösenden Monitoren.**

**Von Carsten Spille**

**B**ei Spielen kommt es auch auf die Optik an. Kaum jemand bevorzugt niedrig auflösende, verwaschene Umgebungen im Vergleich zu detailreichen, knackigen 3D-Welten. Doch damit das Spiel der Wahl dabei noch mit flüssiger Bildrate läuft, muss man mitunter tief in die Trickkiste greifen. Eine niedrigere Render-Auflösung im Optionsmenü zu

wählen, ist dabei meist die schlechteste Wahl – dieser Artikel zeigt, wie es besser geht. Dabei nutzen wir Funktionen, die die Grafiktreiber von GeForce und Radeon unter Windows 10 kostenlos bereitstellen. Auf halbwegs aktuellen Radeon- und GeForce-Karten verbessern sie den Schärfeeindruck deutlich.

### Nichts geht über native Auflösung

Der Trend zu Bildschirmen mit immer höheren Auflösungen ist ungebrochen. Full HD mit  $1920 \times 1080$  Pixeln ist mittlerweile beinahe unterer Standard. Wide-Quad HD ( $2560 \times 1440$ ) und die überbreite 21:9-Variante mit  $3440 \times 1440$  Bildpunkten sind auf dem Vormarsch und selbst 4K-Monitore gibt es schon für 200 Euro.

Leider ist die alte Weisheit, dass die native Auflösung das schärfste, knackigste Bild liefert, trotz immer fortschrittlicherer Skalierungsfunktionen noch immer gültig: Wer in niedrigerer Auflösung spielt oder rendert lässt, verschenkt zwangsläufig Bildqualität.

Doch nur wenige können oder wollen hunderte von Euro für einen High-End-Boliden wie die GeForce RTX 2070 oder Radeon 5700 XT auf den Tisch legen, ganz zu schweigen von den über tausend Euro, die man für eine GeForce RTX 2080 Ti oder Titan RTX als aktuell schnellste Grafikkarten hinblättern muss. Und genau solche Karten sind eigentlich nötig, wenn man auch anspruchsvolle, aktuelle Titel wie Metro Exodus & Co in vollen Details mit mindestens 30, besser 60 fps in knackscharfem Ultra HD genießen will.

### Bildskalierung und Render-Auflösung

Die Grafik in Computerspielen hat in den letzten 20 Jahren enorme Fortschritte gemacht, ist aber trotzdem noch nicht foto-realistisch. Denn auf hohem Niveau kosten zusätzliche, kleine Verbesserungen überproportional viel Rechenleistung.

Die sich immer weiter öffnende Schere zwischen benötigter Grafikkartenleistung

und Bildqualität haben auch die Spielehersteller erkannt. Daher gibt es in den Grafikoptionen vieler moderner Spielen bereits sogenannte entkoppelte Renderauflösungen, manchmal auch Bildskalierung oder Shading-Rate genannt. Diese werden als Faktoren oder Prozentsätze der regulär gewählten Auflösung, etwa Full HQ oder WQHD angegeben. Werte kleiner 1 oder weniger als 100 Prozent senken die Leistungsanforderungen und die Bildqualität.

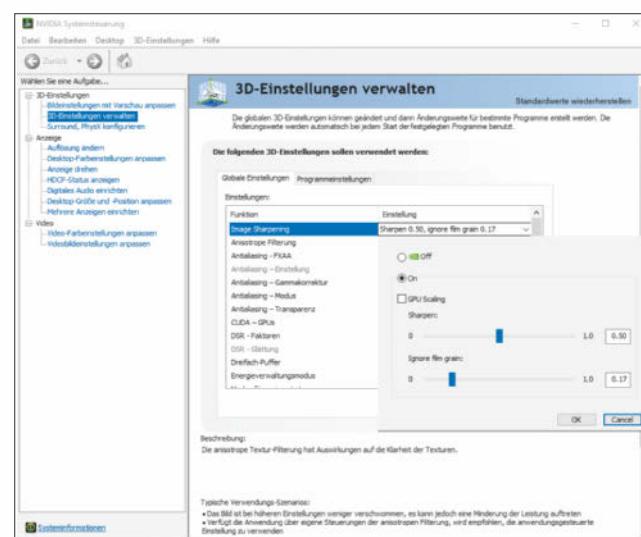
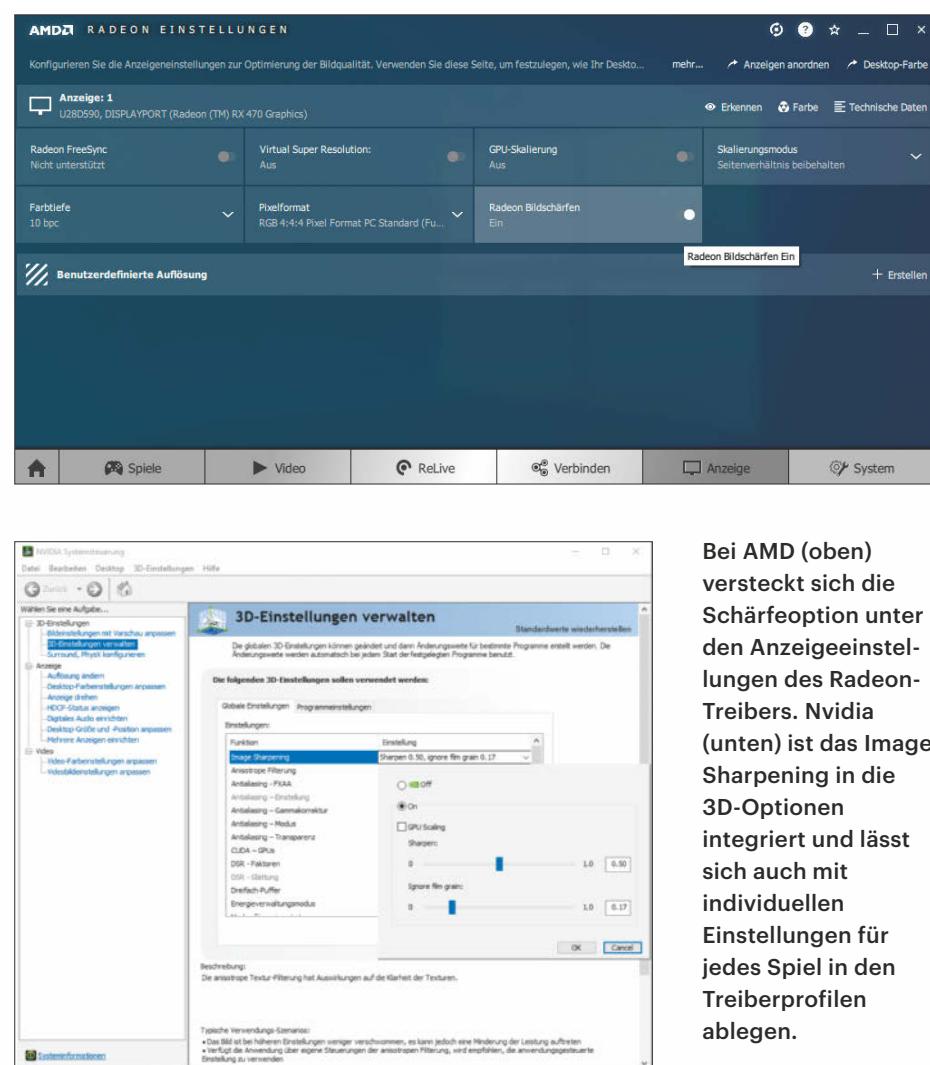
Dabei werden die aufwendigen Berechnungen in niedrigerer Auflösung durchgeführt, um die fps zu erhöhen, und hinterher auf die (eingestellte) Bildschirmauflösung hochskaliert. Der Vorteil gegenüber einer auf herkömmliche Weise eingestellten, niedrigen Auflösung: Immerhin bleiben die UI-Elemente und die meisten Texteinblendungen scharf und gut lesbar. Die 3D-Szenerie allerdings verschwimmt mit niedriger werdender Shading-Rate zusehends im Pixelmatsch. Und genau hier greifen die Nachschärfefunktionen der GeForce- und Radeon-Windows-Treiber.

## Image Sharpening für Radeon

AMD koppelte das Radeon Image Sharpening (RIS) an die Vorstellung der Spielergrafikkarten Radeon RX 5700 im Juli 2019. Anfangs funktionierte die Technik im Treiber Radeon Software Adrenalin Edition 19.7.1 nur mit den frisch erschienenen Navi-Grafikchips auf den RX-5700-Grafikkarten. Zwei Monate später zog der Hersteller sukzessive für die meisten Polaris- und Vega-GPUs nach. Ab dem Leistungsniveau einer Radeon RX 470 taucht die Funktion als „Radeon Bildschärfen“ in der deutschen Version des Treibers unter den Anzeige-Einstellungen auf.

Besitzer einer Radeon RX 560/460 und kleiner schauen in die Röhre. Ebenso schaltet AMD RIS bei Kombiprozessoren mit Vega-Grafik, also dem Ryzen 3 2200G, Ryzen 5 2400G und ihren 3000er-Pendants sowie den Athlon GE, die Funktion nicht scharf. Das ist unverständlich, denn gerade die Grafikeinheiten mit der geringsten Leistung würden von einer niedrigeren Renderauflösung stark profitieren.

Beim RIS handelt es sich um einen simplen An/Aus-Schalter, weitere Einflussmöglichkeiten für den Nutzer sind nicht vorgesehen. Er wirkt unter den aktuellen Programmierschnittstellen Di-



Bei AMD (oben) versteckt sich die Schärfefunktion unter den Anzeigeeinstellungen des Radeon-Treibers. Nvidia (unten) ist das Image Sharpening in die 3D-Optionen integriert und lässt sich auch mit individuellen Einstellungen für jedes Spiel in den Treiberprofilen ablegen.

rect3D 12 und Vulkan. Dazu kommt Direct3D-9-Support, den aber derzeit nur RX-5000-Karten bieten. An Support für Direct3D 11 und die offene Schnittstelle OpenGL arbeitet AMD noch.

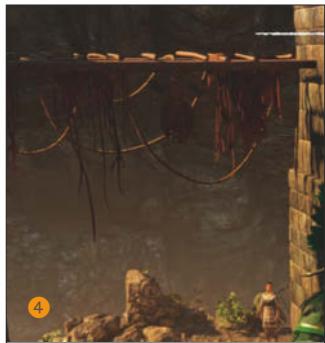
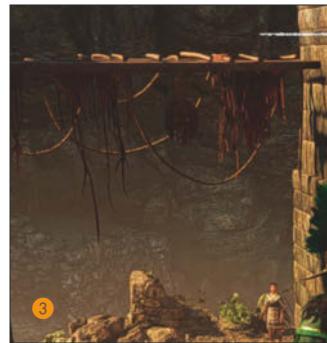
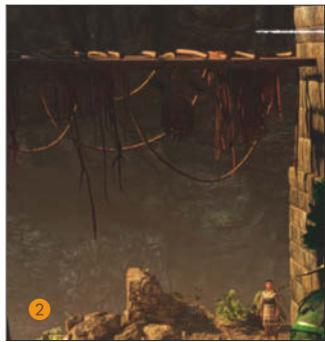
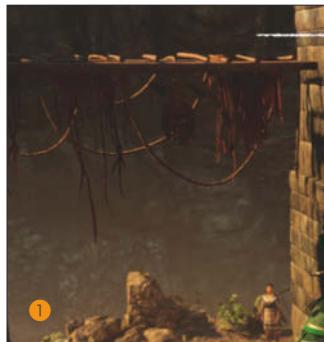
## Image Sharpening für GeForce

AMDs Konkurrent Nvidia zog einige Monate später nach: Mit dem Launch-Treiber für die GeForce GTX 1660 Super, GeForce 441.08, reichte man Ende Oktober den Schärfefilter aus der GeForce Experience in den normalen Treiberumfang weiter. Die bislang nicht eingedeutschte Nachschärfung ist als Image Sharpening jetzt also auch ohne vorherige Registrierung und Installation von GFE möglich, die vielen Nutzern nach wie vor ein Dorn im Auge ist.

Laut Nvidia ist der Schärfefilter für alle im Treiber unterstützten Grafikkarten verfügbar, das bedeutet ab den GeForce-7-Karten der Kepler-Generation, die 2012

vorgestellt wurden. Nvidia konzentriert sich beim Schärfen zunächst ganz auf Direct3D und unterstützt die Versionen 9, 11 und 12. Support für Vulkan und OpenGL soll in einer kommenden Treiberversion hinzugefügt werden, das quasi bedeutungslose D3D10 wird wie üblich totgeschwiegen.

Anders als AMD bietet Nvidia einige Optionen, mit denen Spieler die Schärfung an ihren Geschmack anpassen können. So lässt sich der Schärfungsgrad von 0 bis 1 in feinen 0,01er-Schritten regulieren und es gibt eine Option, die versucht, den häufig per Shader eingefügten Filmkorn-Effekt von der Schärfung auszuschließen. Das ist sinnvoll, da sich ansonsten Nachschärf-Artefakte um die Filmkörner häufen und den kompletten Bildeindruck zerstören könnten. Die Einstellungen kann man entweder global vornehmen oder in den Spielprofilen ändern, sodass sich je nach Bildinhalt ein nach eigenem Geschmack optimierter Schärfegrad ab-



In *Shadow of the Tomb Raider* (1) übertreibt es die GeForce-Voreinstellung (2) bisweilen mit der Detailschärfe. Schärfungsartefakte (3) vermeidet man durch einen Schärfewert von 0,25 im Treiber (4). Die Radeon ist ab Werk weniger aggressiv. Bei ihr braucht man in SotTR nicht nacharbeiten, hat aber auch nicht die Option dazu.

speichern lässt. Die Standardwerte sind 0,5 für die Schärfung und 0,17 für den Schwellwert des Filmkorns.

Außerdem verfrachtet Nvidia die Option, das Bild per GPU-Scaler anstelle der im Monitor eingebauten Hardware auf die native Auflösung hochzurechnen, mit in die Schärfungsfunktion. Grafikkarten mit den aktuellen Turing-Grafikchips, also die RTX-Reihe sowie die GeForce-GTX-1600-Modelle, verwenden dabei ihren Upscaler mit fünf Taps (Abtastpunkten). Einige Monitore haben bereits Scaler mit sechs Taps. Ältere GeForce-Karten haben nur einen bilinearen Upscaler, der ein weniger hübsches Bild liefert. Abhängig von Ihrem Monitor kann also entweder das Upscaling per GPU oder die Monitor-Scalerhardware bessere Resultate liefern.

In den Treiber-Logs weist Nvidia darauf hin, dass Sharpening derzeit nicht mit Displays im HDR-Modus funktioniert und listet zusätzlich eine Latte an Einschränkungen für das GPU-Scaling auf.

## Postverarbeitung

Radeon- wie GeForce-Variante der Nachschärfung arbeiten als Post-Processing-Effekt. Das bedeutet, die Spiele berechnen ihre Bilder wie gewohnt zu Ende und erst auf das fertige Bild wird das Compute-Shaderprogramm angewendet. Der Effekt ähnelt der Nachschärfung eines digitalen Fotos in der Bildbearbeitung: In Grenzen

hübscht er das Bild auf, übertreibt man es aber, verleiden einem Artefakte die Freude am Bild. Doch in allen Fällen gilt: Geschmäcker sind verschieden.

AMD gab im Vorfeld ein paar Details zu ihrer Implementierung preis. Sie funktioniert als Contrast Adaptive Sharpening nach einem ähnlichen Prinzip wie die Kantenglättung FXAA und wurde vom selben Programmierer Timothy Lottes entworfen. Das Shaderprogramm erkennt Bereiche mit geringem Kontrast innerhalb des Bildes und verstärkt diese. Die adaptive Komponente soll dabei helfen, hochfrequente, also besonders feine Bildinhalte, frei von Artefakten zu halten. Der AMD-Shader arbeitet im Screen-Space, ohne temporale Komponente Bild für Bild, sodass die Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit im Spiel keine Auswirkung auf die Wirkungsweise hat. In gewisser Weise eine Art Anti-FXAA.

## Im Spiel

Damit die Nachschärfung im Spiel funktioniert, muss man zunächst die Treiberoption aktivieren, bevor man das Spiel startet. Zur Laufzeit funktionierte das An- und Abschalten im Test nicht zuverlässig.

Ist die Nachschärfung einmal aktiviert, lässt sich bei nativer Auflösung im Spiel ein deutlicher Unterschied auch ohne direkten Vergleich erkennen. Viele kleinere Oberflächendetails wirken plas-

tischer und deutlicher hervorgearbeitet. Beschriftungen auf Oberflächen lassen sich teilweise besser lesen und Strukturen etwa in Stoffen treten sichtbar hervor. Das gilt für AMD- und Nvidia-Grafikkarten gleichermaßen.

Ebenso treten in den Standardeinstellungen teils unschöne Ränder um feine Objektdetails wie Blätter auf. Das ist bei Nvidia ausgeprägter als bei AMD, lässt sich dafür auch eingrenzen. In *Shadow of the Tomb Raider* etwa reduzierte ein von 0,50 auf 0,25 abgesenkter Schärfungswert die störenden Artefakte in unserer Testszene beträchtlich.

Auch wenn durch die Nachschärfung ein zusätzliches Shaderprogramm läuft, kostet sie kaum Leistung. In unseren Tests, die wir absichtlich mit Grafikkarten aus dem langsameren Spektrum der unterstützten Modelle durchgeführt haben, konnten wir nur einen sehr geringen Rückgang der Bildrate messen. Schon eine Radeon RX 470 mit 8 GByte Speicher verlor in *Shadow of the Tomb Raider* mit Full-HD-Auflösung nicht einmal ein halbes Bild pro Sekunde (57,3 zu 56,9) und blieb damit innerhalb der Messstoleranz. Auf Navi-Grafikkarten (RX 5000) und RX Vega nutzt der Compute-Shader mit adaptiver Kontrastschärfung FP16-Genauigkeit, mit der die Karten einen verdoppelten Durchsatz haben – hier fällt der fps-Verlust theoretisch noch weniger ins Gewicht.

Bei einer Nvidia GeForce GTX 1660 Super maßen wir einen Rückgang von 2,9 Bildern pro Sekunde, aber auch das ist bei 76,8 verbleibenden fps absolut verschmerzbar.

## Angewandt

Auch mit Nachschärfung kann man keine Information, sprich Bilddetails, aus dem Nichts herbeizaubern. Doch in einigen Spielen wie etwa dem anspruchsvollen *Metro Exodus* erlaubt Image Sharpening durchaus, die Shading-Rate von 1,0 auf 0,8 abzusenken, damit auch eine Radeon RX 470 in Full HD über die 60-fps-Marke kommt. Der entstehende Detailverlust wird durch Image Sharpening allerdings nicht komplett ausgeglichen, dennoch schlägt diese Kombination in Sachen Bildqualität eine niedrigere Spielauflösung deutlich.

Und selbst in Spielen, die keine entkoppelte Renderauflösung anbieten, macht Image Sharpening den Wechsel auf eine niedrigere Auflösung erträglicher.

(csp@ct.de) 

# Jetzt im Handel

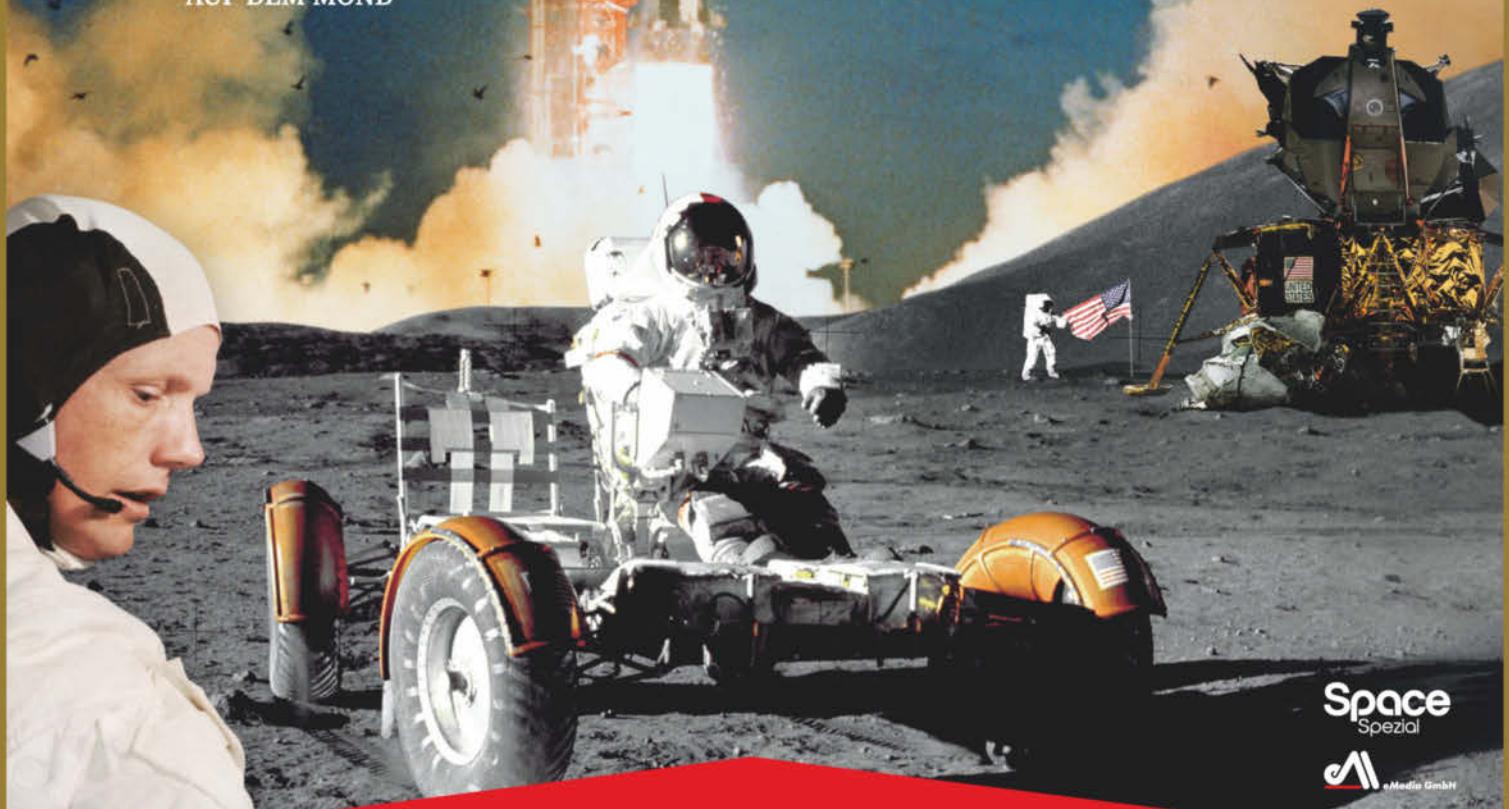
WIE DIE NASA DEN WETTLAUF ZUM MOND GEWANN

# DIE APOLLO STORY



STORY

- 50 JAHRE LANDUNG AUF DEM MOND
- ALLE APOLLO-MISSIONEN
- ERFOLGE UND NIEDERLAGEN
- FAKTEN, FOTOS, INTERVIEWS



Space  
Spezial  
 eMedia GmbH

Am Kiosk oder unter  
**[shop.heise.de/space-apollo](http://shop.heise.de/space-apollo)**

# Gratishelper fürs papierlose Büro

## Durchsuchbare PDF-Dokumente mit OCRmyPDF

**Als praktischer Helfer fürs  
papierlose Büro macht das Linux-  
Tool OCRmyPDF aus eingescannten  
Schriftstücken durchsuchbare PDF-  
Dokumente. Bei Bedarf kann es  
Scans drehen und entzerren, Bilder  
optimieren und auch umfangreiche  
Dateien einlesen.**

**Von Liane M. Dubowy**

Briefe, Artikel und andere Schriftstücke lassen sich gut digital archivieren und sichern. Sind sie als durchsuchbare PDF-Dokumente gespeichert, braucht man auch kein Dokumenten-Management, um etwas wiederzufinden: Eine einfache Desktop-Suche stöbert ein Schreiben dann vermutlich schneller auf, als Sie einen Ordner aus dem Regal ziehen und durchblättern können.

Das kostenlose Kommandozeilen-Tool OCRmyPDF versieht einfache PDF-Dokumente mit einer unsichtbaren, durchsuchbaren Textebene und legt sie im Format PDF/A ab, das für die Langzeitarchivierung elektronischer Dokumente gedacht ist und sich auch in vielen Jahren noch öffnen lassen soll. Dabei platziert OCRmyPDF die Textebene recht präzise im Dokument, sodass Sie Textabschnitte mit der Maus markieren und per Copy & Paste weiterverwenden können. Ganz exakt liegen die Buchstaben dabei nicht auf dem Original, unter anderem wegen fehlender Schriftarten.

PDFs könnten Sie auch mit Ghostscript oder ImageMagick in ein Bild umwandeln und dann mit Tesseract ein durchsuchbares PDF erstellen. Dabei gehen allerdings häufig Bildqualität und viele Details verloren. OCRmyPDF analysiert dagegen vor der Verarbeitung jede Seite eines PDFs, um den Farbraum und

die Auflösung zu bestimmen, die nötig sind, damit keine Details verloren gehen.

Das Python-Programm greift auf bewährte Konsolenwerkzeuge wie ImageMagick, Pdftk und Ghostscript zurück. Für die Texterkennung nutzt es die bewährte OCR-Engine Tesseract; dementsprechend gut ist das Ergebnis. Rund 100 Sprachen werden unterstützt. Statt PDF/A kann auch ein anderes Format ausgegeben werden.

Ist die Qualität des Ausgangsmaterials mangelhaft, kann OCRmyPDF die PDFs vor der Verarbeitung entzerren, drehen und geraderücken.

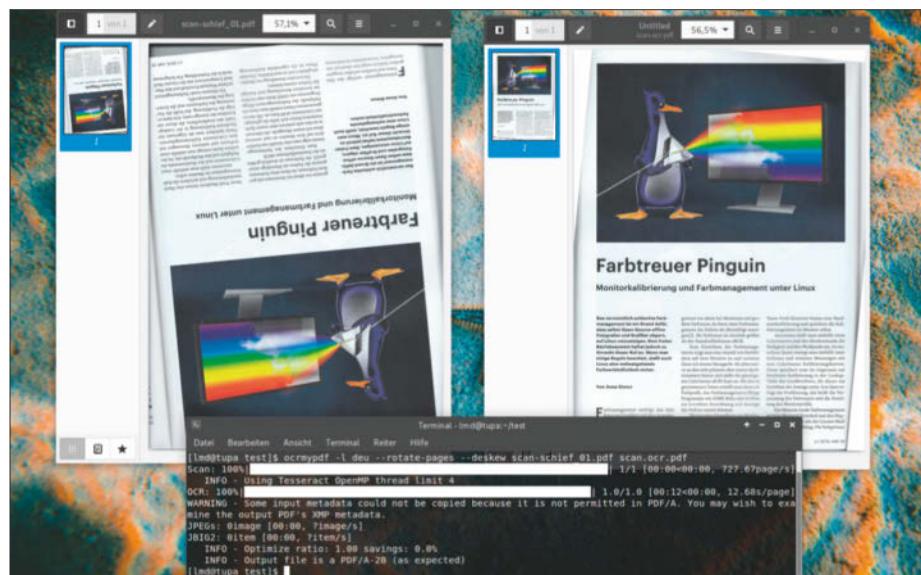
### Blätterstapel scannen

Bevor OCRmyPDF loslegen kann, müssen Sie Ihren Papierkram digitalisieren: Ein Dokumentenscanner verarbeitet schnell große Papierberge, die wichtigsten Schriftstücke lassen sich aber auch in kurzer Zeit mit einem Flachbettscanner einlesen. Zur Not tut's auch ein Foto mit dem Smartphone. Auf dem Linux-Desktop können Sie zum Scannen das mächtige grafische Tool Xsane oder übersichtlichere Werkzeuge wie Simple-Scan oder Skanlite verwenden. Achten Sie darauf, eine Scanauflösung von mindestens 300 dpi zu verwenden, bei sehr kleinen Schriften sollten es besser 600 dpi sein.

OCRmyPDF erwartet als Eingabeformat eine oder mehrere PDF-Datei(en). Xsane und Simple-Scan speichern den Scan auf Wunsch direkt als PDF-Datei, während Skanlite ihn nur als Bilddatei ablegen kann. Falls Ihnen nur Bilddateien vorliegen, sollten Sie diese vorab ins PDF-Format konvertieren, beispielsweise mit dem Konsolentool img2pdf:

```
img2pdf --output out.pdf bild.jpg
```

Handelt es sich um ein einzelnes Bild, kann OCRmyPDF es selbst in ein PDF umwandeln:



Gedreht und schief: OCRmyPDF rotiert das Dokument, rückt es gerade und erkennt den Text.

```
ocrmypdf --image-dpi 300 bild.png ↴
↳ out.pdf
```

Tesseract kann ebenfalls PDFs aus Bildern erstellen, doch Funktionen wie Bildverarbeitung, Metadatenkontrolle und das PDF/A-Format fehlen dem Tool.

## OCRmyPDF einrichten

Am besten installieren Sie OCRmyPDF mit der Python-Paketverwaltung `pip`. Zwar bieten viele Linux-Distributionen das Tool in ihren Paketquellen an – so auch Linux Mint 19.2 und Ubuntu 18.04 – doch die hier vorläufige Version 6 ist stark veraltet; aktuell ist 9.03.

OCRmyPDF greift auf einige Pakete zurück, die im Python-Fundus fehlen und daher bei der Installation mit `pip` nicht mit eingerichtet werden. Die fehlenden Pakete müssen Sie selbst mit der Paketverwaltung nachrüsten. OCRmyPDF braucht mindestens Python 3.6, die Python-Paketverwaltung `pip`, Ghostscript 9.15, `qpdf` 8.1.0, die Bibliothek `libxml2` und die OCR-Engine Tesseract 4.0 Beta samt ihrem deutschen Sprachpaket.

Einige weitere Pakete sind optional, wir raten aber, sie einzurichten, um alle Funktionen von OCRmyPDF nutzen zu können. Sind die Pakete `jbig2enc` und `pngquant` installiert, kann das Tool verlustfrei kleinere PDF-Dateien erzeugen. Das Tool `unpaper` ist hingegen nötig, um Scans zu verbessern. Es entfernt beispielsweise dunkle Ecken und kann Seiten geraderücken. Unter Linux Mint/Ubuntu installieren Sie die nötigen Pakete mit dem Befehl

```
sudo apt install python3 python3-pip ↴
↳ ghostscript qpdf libxml2 tesseract ↴
↳ -ocr tesseract-ocr-deu jbig2enc ↴
↳ pngquant unpaper
```

Der folgende Befehl installiert schließlich die aktuelle Version von OCRmyPDF:

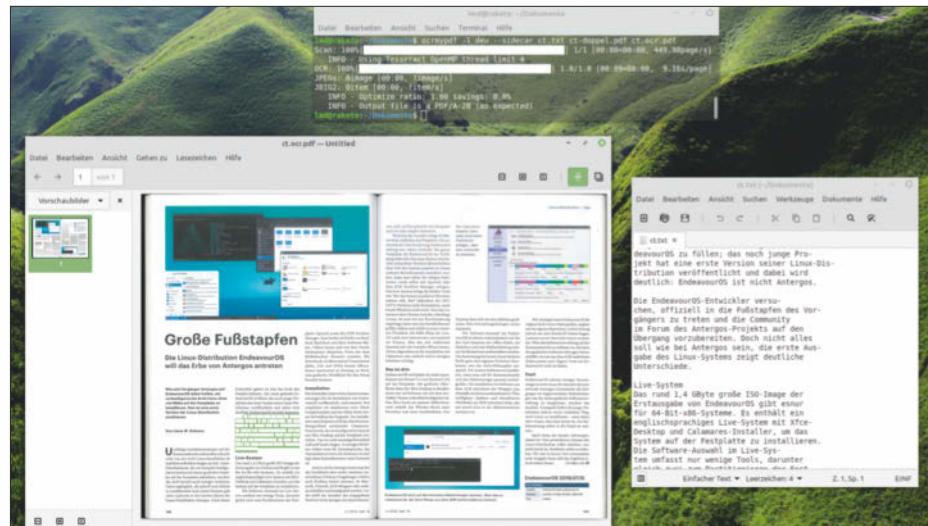
```
sudo pip3 install ocrmypdf
```

## Durchsuchbare PDFs

Um aus einem deutschsprachigen PDF ein durchsuchbares PDF/A-Dokument zu machen, dient der kurze Befehl:

```
ocrmypdf -l deu in.pdf out.pdf
```

Dabei ist `in.pdf` die einzulesende PDF-Datei, und `out.pdf` die durchsuchbare Ausgabe. `-l deu` verrät der OCR-Engine Tesseract, dass es sich um ein deutschsprachiges Dokument handelt. Wenn Sie diesen Parameter vergessen, fehlt in der



Um den Text aus einem PDF zu extrahieren, geben Sie OCRmyPDF die Option `--sidecar` mit.

Ausgabedatei die deutschen Umlaute, da Tesseract von einem englischsprachigen Dokument ausgeht. Ist ein Text zweisprachig, können Sie OCRmyPDF auch das mitteilen:

```
ocrmypdf -l deu+eng in.pdf out.pdf
```

Damit die Texterkennung in anderen Sprachen als Englisch und Deutsch klappt, müssen Sie die passenden Sprachpakte für Tesseract installieren.

Stimmt die Seitenausrichtung des Ausgangsdokuments nicht, kann OCRmyPDF das während der Verarbeitung korrigieren, dazu geben Sie zusätzlich den Parameter `--rotate-pages` an. Das Tool erkennt dabei selbst, um wie viel Grad es eine Seite drehen muss. Ist das eingescannte Dokument dagegen nur leicht schief, behebt `--deskew` die Schräglage.

Bei Zeitungsartikeln oder Belegen kann es vorkommen, dass der Hintergrund durchscheint oder nicht ganz weiß ist, was die Texterkennung erschwert. Der Parameter `--remove-background` versucht, solche Störungen zu erkennen und vor der Texterkennung zu entfernen. Steht ein Dokument auf dem Kopf, ist dazu noch schief und hat einen störenden Hintergrund, können Sie diese Optionen miteinander kombinieren.

## Text extrahieren

OCRmyPDF bietet viele weitere Optionen, die je nach Anwendungsbereich praktisch sein können. Geht es darum, Platz zu sparen, kann OCRmyPDF die Bilder eines PDFs verlustfrei optimieren. Mit dem Parameter `--optimize 0` lässt sich die

Optimierung ganz verhindern, verwendet man als Wert 1 oder 2 optimiert das Tool leicht beziehungsweise etwas stärker. Während die ersten beiden verlustfrei arbeiten, nimmt der Wert 3 eine niedrigere Bildqualität in Kauf. Eine besonders kleine PDF-Datei erzeugt daher

```
ocrmypdf --optimize 3 in.pdf out.pdf
```

Geht es vor allem darum, den enthaltenen Text zu extrahieren, erzeugen Sie mit der Option `--sidecar` zusätzlich zum durchsuchbaren PDF auch eine Textdatei:

```
ocrmypdf -l deu --sidecar text.txt ↴
↳ in.pdf out.pdf
```

OCRmyPDF kann auch in eigene Python-Programme eingebunden werden, beispielsweise so:

```
import ocrmypdf
ocrmypdf.ocr('input.pdf', 'output.pdf', ↴
↳ deskew=True)
```

Mehr darüber verrät die Dokumentation unter [ct.de/ycb2](http://ct.de/ycb2).

## Fazit

Zwar ist OCRmyPDF nicht perfekt, doch es erledigt seine Aufgabe wirklich gut. Abhängig von der Qualität des Ausgangsmaterials wird Fließtext zuverlässig in hoher Qualität erkannt und als durchsuchbares PDF/A-Dokument gespeichert. Mit einer Desktop-Suche wie Recoll finden sich so abgelegte Dokumente sehr leicht wieder.

(lmd@ct.de)

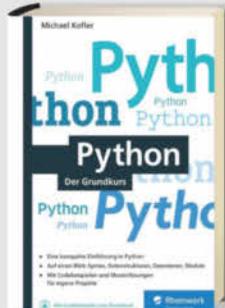
**Dokumentation mit vielen Optionen:**  
[ct.de/ycb2](http://ct.de/ycb2)

# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

[shop.heise.de/buecher](http://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. Auflg.)

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 € >



Ralf Wirdemann

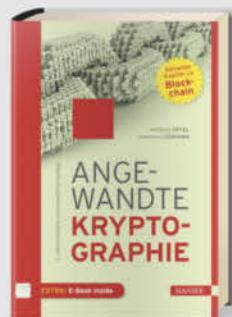
### SCRUM mit User Stories

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

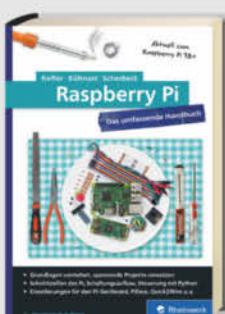
### Angewandte Kryptographie

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 € >

PORTOFREI  
AB 15 €  
BESTELLWERT

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

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

NEU



### Waveshare Game HAT für Raspberry Pi

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](http://shop.heise.de/game-hat)

41,90 € >

BEST-SELLER



### ODROID-GO

Mit diesem Bausatz emulieren Sie nicht nur Spiele-Klassiker, sondern programmieren auch in der Arduino-Entwicklungs-Umgebung.

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

49,90 € >



### NVIDIA Jetson nano

Das Kraftpaket bietet mit 4 A57-Kernen und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen ideale Voraussetzungen für die Programmierung neuronaler Netze, die ähnlich wie Gehirnzellen arbeiten.

Im Set mit Netzteil!

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

134,90 € >



### Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.

[shop.heise.de/raspi-kameras](http://shop.heise.de/raspi-kameras)

ab 18,50 € >



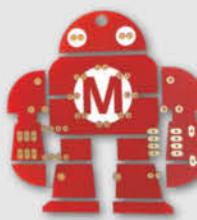
NEU

### ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

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

69,90 € >



### Makey Lötbausatz

Hingucker und idealer Löt-Einstieg: das Maskottchen der Maker Faire kommt als konturgefräste Platine mitsamt Leuchtdioden, die den Eindruck eines pulsierenden Herzens erwecken.

Jetzt neu mit Schalter!

[shop.heise.de/makey-bausatz](http://shop.heise.de/makey-bausatz)

ab 4,90 € >



### 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](http://shop.heise.de/ct-shirts)

je 15,00 € >



### Stockschirm protec'ted

Innen ist Außen und umgekehrt. Dieser etwas andere Regenschirm sorgt für interessierte Blicke auch bei grauem und nassen Wetter. Als Highlight kommt noch das stilvolle und dezente Design in Schwarz und Blau mit der mehr als passenden Aufschrift "Always protec'ted" daher.

[shop.heise.de/ct-schirm](http://shop.heise.de/ct-schirm)

22,90 € >

### c't Tassen

c't-Leser und -Fans trinken nicht einfach nur Kaffee, sie setzen Statements. Und zwar mit drei hochwertigen Blickfängern, individuell designt für Ihr Lieblings-Heißgetränk: „Kein Backup, kein Mitleid“, „Deine Mudda programmiert in Basic“ oder „Admin wider Willen“. Perfekt für Büro und Frühstückstisch!

[shop.heise.de/ct-tassen](http://shop.heise.de/ct-tassen)

ab 12,90 € >

NEU

### „No Signal“ Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung.



[shop.heise.de/no-signal-sleeve](http://shop.heise.de/no-signal-sleeve)

29,90 € >



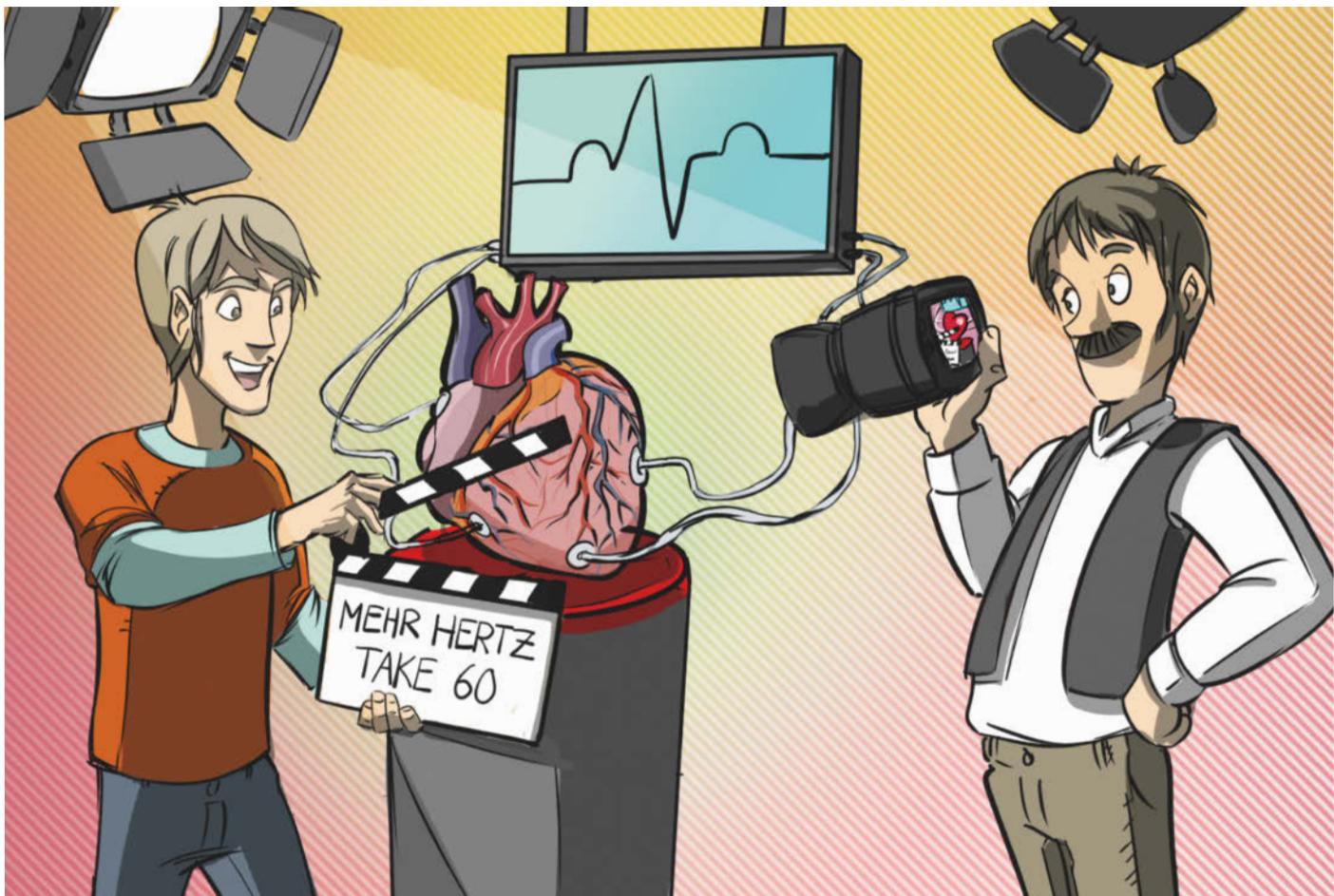


Bild: Thorsten Hübler

# Mehr Hertz zeigen

## Videos und Streams auf 60 fps umstellen

**Nach der Ablösung des klassischen Fernsehers durch Mobilgeräte und Smart-TVs verursachen Videos mit 25 und 50 Frames pro Sekunde ein Problem: Für die Wiedergabe müssen sie auf 30 fps gewandelt werden, wodurch Flackern und Ruckeln entsteht. Wir zeigen, wie Sie Ihre Videos und Streams auf 60 fps umstellen und Ihren Zuschauern flüssige Videos liefern.**

**Von Mirko Dölle**

**D**a kann der Kameramann noch so viel üben: Wenn Videos, die mit den in Europa üblichen 25 oder 50 Bildern pro Sekunde entstanden sind, auf Smartphones,

Tablets, Smart-TVs oder Computern abgespielt werden, die standardmäßig 60 Bilder pro Sekunde anzeigen, ruckelt auch der gleichmäßigste Kamerenschwenk. Schuld daran ist das sogenannte Pull-up, mit dem aus 25 respektive 50 Bildern pro Sekunde 30 oder 60 berechnet werden – das Video läuft nicht mehr flüssig. Wer heute Videos für YouTube oder eine Streaming-Plattform produziert, sollte deshalb unbedingt mit 30 oder 60 fps arbeiten, denn der klassische Fernseher ist ein Auslaufmodell.

Die Schwierigkeit besteht darin, alle Videoquellen auf den gleichen Nenner zu bringen: Bei einem Let's Play sollte also nicht nur das Spielgeschehen von der Grafikkarte mit 60 fps ausgegeben werden. Außerdem muss die Face-Cam, die den Spieler aufnimmt, mit 30 oder 60 fps arbeiten, damit das im Bildmischer oder der Videosoftware zusammengeführte Video

nicht ruckelt. Auch die Beleuchtung kann Probleme verursachen, Glühlampen, Halogenleuchten und Neonröhren flackern mit den im europäischen Stromnetz üblichen 50 Hz – was bei einer Kamera, die mit 30 oder 60 fps aufzeichnet, zu hässlichen Interferenzen und Flimmern führt.

Die Wurzel des Übels sind die unterschiedlichen Netzfrequenzen der europäischen und amerikanischen Stromnetze: Die Netzfrequenz von 60 Hz führte in den USA zur Entwicklung des NTSC-Fernseh-Standards mit 30 Bildern pro Sekunde, während die in Europa üblichen 50 Hz zur Entwicklung von PAL mit 25 Bildern pro Sekunde führte. Da die Studiobeleuchtung mit der gleichen Netzfrequenz betrieben wird und so synchron mit der doppelten Bildwechselrate flackert, sieht man selbst dann kein Flimmern im Fernsehbild, wenn direkt nebenan eine Lampe steht.

Gibt es bei der Frame-Rate der Kamera und dem Flackern der Beleuchtung keinen gemeinsamen Nenner, fällt dies sofort auf: Wer etwa mit dem Smartphone die unmittelbare Umgebung einer Neonröhre filmt, wird mit bloßem Auge ein deutliches Flackern feststellen. Deshalb zeichnen Consumer-Camcorder und -Digitalkameras, die in Europa oder einem anderen Land mit einer Netzfrequenz 50 Hz verkauft werden, nur mit 25 oder

50 Frames pro Sekunde auf – während die US-Modelle mit 30 oder 60 fps filmen.

Die Kamera zwischen EU- und US-Betrieb umzuschalten, ist bei den günstigeren Produkten in der Regel nicht vorgesehen, der Kasten auf Seite 158 enthält aber eine Anleitung, mit der Sie bei diversen Panasonic-Camcordern das Werksmenü aufrufen und dort zwischen PAL (EU) und NTSC (US) umschalten können. Bei Systemkameras wie der Panasonic GH5 und bei höherpreisigen 4K-Digitalkameras findet man die Umschaltung auf 30 oder 60 fps in den regulären Menüs. Webcams zeichnen grundsätzlich mit 60 oder 120 fps auf, egal, wo sie verkauft werden.

## Es werde Licht

Mit den richtigen LED-Leuchtmitteln klappt es auch, die Beleuchtung von der Netzfrequenz abzukoppeln und so für Videoaufnahmen mit 60 fps umzurüsten. Dabei sollten Sie Leuchtmittel mit 4000 Kelvin Farbtemperatur bevorzugen, denn damit fällt es dem Chroma-Keyer leichter, den blauen Pulli sauber vom Greenscreen zu unterscheiden und so den Hintergrund durchsichtig zu machen.

Grundsätzlich darf man davon ausgehen, dass alle mit Gleichstrom betriebenen LED-Videoleuchten gar nicht oder mit einer so hohen Frequenz flimmern, dass dies keine Rolle spielt. Videoleuchten, die mit warm- und kaltweißen LEDs bestückt sind und deren Farbtemperatur im Bereich von unter 3000 Kelvin bis über 5000 Kelvin einstellbar ist, haben den Vorteil, dass sie sich auch für nicht abgedunkelte Räume eignen: Hier wird die Farbtemperatur an die des Umgebungslichts angepasst. Solche Leuchten sind oft auch für den Akkubetrieb vorbereitet.

Während Gleichstrom-LED-Lampen stets unkritisch sind, gibt es bei wechselstrombetriebenen LED-Leuchtmitteln große Unterschiede, selbst beim gleichen Hersteller. Die LED-Röhren aus Osrams SubstiTube-Familie etwa, mit denen sich herkömmliche Neonröhren ersetzen lassen, flackern im Takt der Netzfrequenz und eignen sich somit nicht, um ein Videostudio auf 60 fps umzustellen. Auch viele LED-Lampen mit E27-Sockel, die herkömmliche Glühbirnen oder Energiesparlampen ersetzen, flackern mit Netzfrequenz. Kaum merklich ist das Flimmen bei Osrams LED-Lampen der Familie Base Classic A, flimmerfrei leuchten Osrams Lampenfamilien LED Star GX53 und Parathom Retrofit Classic A.

Der Grund, warum hier nur Osram-Produkte genannt werden, ist die Verfügbarkeit: Im stationären Handel gibt es fast ausschließlich warm-weiße LED-Leuchten mit 2700 oder 2800 Kelvin Farbtemperatur. Ikea etwa bietet, mit Ausnahme eines Pflanzenstrahlers, ausschließlich LED-Lampen in Warm-Weiß mit 2700 Kelvin Farbtemperatur an, und auch bei Discountern, Supermärkten und Baumärkten findet man ebenfalls überwiegend Eigenmarken in Warm-Weiß. Sofern man vor Ort überhaupt Lampen oder Leuchtmittel in Kalt-Weiß mit 4000 Kelvin Farbtemperatur bekommt, stammen diese meist von Osram.

## Hertzensangelegenheit

Wer mit professioneller Video-Hardware wie Bildmischern oder HDMI-Recordern arbeitet, steht vor dem Problem, seine Grafikkarte auf 59,94 fps umstellen zu müssen. Diese ungewöhnliche Framerate geht auf die Einführung von Farbfernsehen beim NTSC-Fernsehstandard zurück und ist im Videobereich sehr weit verbreitet.

Als erste Anlaufstelle ruft man die Systemverwaltung von Windows respektive die Systemeinstellungen von macOS und Linux auf. Manchmal liefert aber auch der Hersteller des Grafiktreibers spezielle Programme dafür mit. Durch Fehler oder Unzulänglichkeiten in den EDID-Daten, die Bildmischer oder Framegrabbler via HDMI an die Grafikkarte zurückmelden, kommt es vor, dass die grafischen Tools die gewünschte Frame-Rate gar nicht anbieten. In der Abbildung unten etwa bietet Nvidia Settings unter Linux für

den angeschlossenen Bildmischer maximal 60 Frames pro Sekunde nur interlaced an. Die korrekte Einstellung wären jedoch 59,94 fps progressive.

Unter Linux hat man mit dem Kommandozeilenprogramm `xrandr` die Möglichkeit, etwaige Beschränkungen der Herstellerprogramme zu umgehen und die korrekte Bildrate einzustellen. Der Befehl, um den Ausgang `HDMI-0` auf 59,94 fps umzuschalten, lautet:

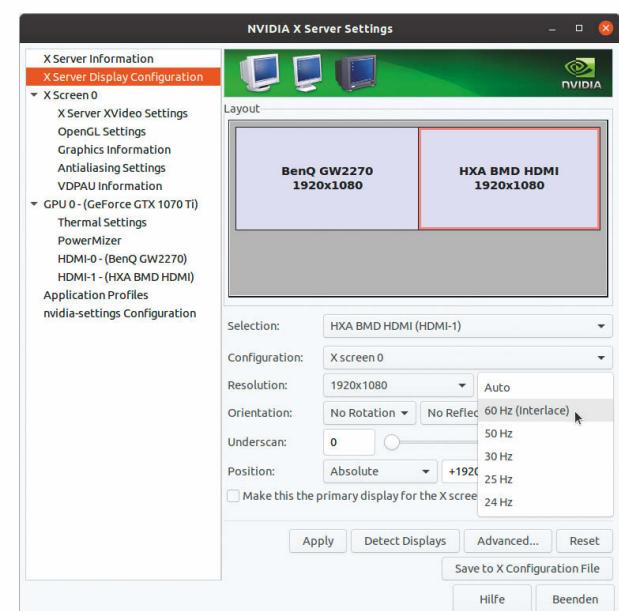
```
xrandr --output HDMI-0 --rate 59.94
```

Die Namen unterscheiden sich von System zu System. Wie der Videoanschluss Ihrer Grafikkarte heißt, finden Sie mit dem Befehl `xrandr --listmonitors` heraus. Um gleichzeitig die Auflösung zu ändern, können Sie diese hinter dem zusätzlichen Parameter `--mode` angeben. Außerdem können Sie bei Grafikkarten und Notebooks mit zwei oder mehr Ausgängen mit `xrandr` dafür sorgen, dass der Bildschirminhalt des ersten Ausgangs auf den zweiten gespiegelt wird. Ein vollständiger Aufruf mit Auflösungen, Frame-Raten und Spiegelung sieht wie folgt aus:

```
xrandr --output HDMI-0 \
--mode 1920x1080 --rate 59.94 \
--output HDMI-1 \
--mode 1920x1080 --rate 59.94 \
--output HDMI-1 --same-as HDMI-0
```

Auf diese Weise wird ein Bildmischer korrekt mit 59,94 fps versorgt.

Unter macOS gibt es mit `displayplacer` ein vergleichbares Kommandozeilenprogramm, das Modi einstellen kann, die Sie in den Systemeinstellungen von



**Treiberprobleme und falsche EDID-Informationen führen mitunter dazu, dass einzelne Video-Modi in den Grafikeinstellungen fehlen. 1080p59.94 lässt sich unter Linux nur mit `xrandr` über die Kommandozeile einstellen.**

macOS ansonsten nicht finden. In hartnäckigen Fällen kann es nötig sein, einen EDID-Emulator einzusetzen, damit sich Grafikkarte und Monitor, Bildmischer und Frame-Grabber verstehen. In unserem Studio bei c't greifen wir gelegentlich auf Dr. HDMI von HD Fury zurück, das Gerät gibt es ab 65 Euro.

## Raspi als Video-Zuspieler

Beim Raspberry Pi lässt sich der Grafikmodus über die Raspi-Konfigurationsdatei `/boot/config.txt` einstellen und dort auch angeben, dass der Raspi die per EDID gelieferten Daten ignorieren soll – nämlich indem Sie in der Konfigurationsdatei folgende Zeile eintragen:

```
hdmi_ignore_edid=0xa5000080
```

Auflösung und Frame-Rate werden beim Raspberry Pi gemeinsam über die Parameter `hdmi_group` und `hdmi_mode` eingestellt. Für die im Videobereich üblichen Modi 1080p, 1080i und 720p tragen Sie `hdmi_group=1` in die Raspi-Konfigurationsdatei ein, gefolgt von dem `hdmi_mode` aus der Tabelle rechts oben, der Auflösung und Frame-Rate festlegt. Der Raspi unterstützt allerdings nicht alle gängigen Modi, ausgerechnet die im professionellen Bereich benötigten  $1920 \times 1080$  Pixel mit 59,94 fps gibt es nicht.

Da der Raspberry Pi 4 zwei HDMI-Ausgänge besitzt, müssen Sie explizit an-

## Video-Modi des Raspberry Pi

Auflösung	Framerate	hdmi_mode
1920 × 1080	60 fps, progressive	16
1920 × 1080	50 fps, progressive	31
1920 × 1080	30 fps, progressive	34
1920 × 1080	25 fps, progressive	33
1920 × 1080	60 fps, interlaced	5
1920 × 1080	50 fps, interlaced	20
1280 × 720	60 fps, progressive	4
1280 × 720	50 fps, progressive	19

geben, auf welchen Anschluss sich die Einstellung bezieht. Um beide Ausgänge des Raspi 4 auf  $1280 \times 720$  Pixel mit 60 fps zu zwingen, müssen Sie deshalb folgende Zeilen eintragen:

```
hdmi_group:0=1
hdmi_mode:0=4
hdmi_group:1=1
hdmi_mode:1=4
```

Nicht nur beim Raspberry Pi, auch bei Smartphones oder Tablets als Videozuspieler muss man mit den Auflösungen und Frame-Raten zureckkommen, die das jeweilige Gerät beherrscht. Bei iPhone und iPad mit Lightning-HDMI-Adapter sind das zum Beispiel Full HD mit 59,94 fps. Um dieses Signal auf 50 fps zu wandeln, etwa weil in einer Werkstatt mit Neonbeleuchtung gefilmt wird, benötigen

Sie einen Konverter. Damit können Sie auch umgekehrt eine Kamera, die nur 25 oder 50 fps liefert, an einen Bildmischer anschließen, der 59,94 fps verlangt, mit den bekannten Problemen wie Rücklern bei Kameraschwenks.

Ein gemeinsamer Nenner ist nicht nur bei Kameras und Beleuchtung wichtig, sondern auch bei der Hintergrundgestaltung – etwa wenn wie bei der `#heise`-show mit einem Beamer ein sich bewegender Hintergrund projiziert wird oder wie bei c't uplink ein Fernseher mit einem Logo oder einer Grafik im Hintergrund zu sehen sein soll. Dafür eignen sich Smart-TVs mit integrierten Mediaplayern, die per USB-Stick gefüttert werden, prinzipiell gut.

Der Haken daran: Die Mediaplayer verwenden üblicherweise die gleiche Frame-Rate wie im Fernsehmodus – bei in Europa verkauften Geräten also wiederum 50 fps. Um auf 59,94 oder 60 fps zu kommen, müssen Sie das Smart-TV als Monitor verwenden und etwa per HDMI ein Signal mit der passenden Frame-Rate einspeisen.

In unserem Studio führte die Umstellung auf 60 fps deshalb dazu, dass die Fernseher im Hintergrund ihr Signal aus einem der Mediaplayer des Bildmischers enthalten. So konnten wir die alten Geräte, wenn auch neu verkabelt, weiterverwenden.

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

## Panasonic-Camcorder von 50 auf 60 fps umschalten

In Europa verkaufte Camcorder und Digitalkameras lassen sich üblicherweise nur zwischen 25 oder 50 Frames pro Sekunde umschalten, die Einstellungen für 30 oder 60 fps fehlen in den Menüs. Ausnahmen sind Systemkameras und 4K-Modelle sowie alle in den USA verkauften Modelle – dort sind 30 und 60 fps üblich.

Wir haben herausgefunden, wie Sie verschiedene Camcorder von Panasonic auf 60 fps umstellen können. Dazu rufen Sie zunächst das nicht dokumentierte Werksmenü auf und ändern dort das Fernsehformat von PAL auf NTSC.

Bei den Modellen HC-V710, HC-V720(M), HC-V727 und mutmaßlich allen anderen Camcordern mit Bildstabilisator-(OIS) und Aufnahmeautomatiktaste (iA) auf der Oberseite gelangen Sie mit folgenden Schritten ins Werksmenü:

- Camcorder einschalten
- Zoom-Hebel auf „W“ schieben und halten
- OSi-Taste drücken und halten
- iA-Taste drücken und für etwa drei Sekunden halten
- Sobald der Camcorder „FACT SETTING“ auf dem Touchscreen anzeigt, alle Tasten loslassen

Bei den Modellen HC-V730, HC-V750(M), HC-V757, HC-V760, HC-V770(M), HC-V777, HC-VX870(M), HC-VX878, HC-W850(M), HC-W858, HC-WX970(M), HC-WX979 und mutmaßlich allen anderen Modellen mit Ausgleichsaufnahme-Taste („Wippe“) an der Seite sind folgende Schritte nötig:

- Camcorder ausschalten
- Zoom-Hebel auf „W“ schieben und halten
- Aufnahme-/Wiedergabe-Taste (Record/Play) drücken und halten

- Ausgleichsaufnahme-Taste („Wippe“, Level-Shot) drücken und halten
- Einschalter drücken und für etwa drei Sekunden halten
- Sobald der Camcorder „FACT SETTING“ auf dem Touchscreen anzeigt, alle Tasten loslassen

Die weitere Bedienung erfolgt bei allen Geräten nur noch über den Touchscreen:

- „BAK“ antippen, um zum Hauptmenü zu wechseln
  - Zum Menüpunkt „NTSC PAL SET“ blättern, mit „SET“ auswählen
  - „NTSC“ auswählen, mit „SET“ bestätigen, daraufhin führt der Camcorder einen Neustart durch
  - Speicherkarte neu formatieren
- So können Sie Ihren Camcorder auch problemlos an einem 60-fps-Set einsetzen.

# DEVELOPER-KONFERENZEN + -WORKSHOPS 2020



## Java für die Community von der Community

Termin: 17. – 19.03.2020  
Ort: Phantasialand, Brühl

## Internet of Things & Industrie 4.0

Termin: 02. – 04.03.2020  
Ort: Haus der Technik,  
Essen

## Deep-Dive- Trainings für Machine Learning und KI

Termin: 17. – 19.02.2020  
Ort: Print Media Academy,  
Heidelberg

## Machine Learning & Künstliche Intelligenz

Termin: 16. – 18.06.2020  
Ort: Darmstatium,  
Darmstadt

## DevOps, Continuous Delivery & Container- isierung

Termin: 16. – 18.06.2020  
Ort: Darmstatium,  
Darmstadt

## Die Entwickler- konferenz zur automatica

Termin: 16.06.2020  
Ort: Messe München



DevOps  
Essentials 2019



Veranstalter:



Weitere Informationen unter:

[www.heise.de/developer/](http://www.heise.de/developer/)



Bild: Albert Hulm

# Sailfish-Experience

## Sailfish X als Android-Alternative

**Auf Smartphones herrscht wenig Vielfalt: An der Marktmacht von Android und iOS sind selbst Microsoft und Nokia kolossal gescheitert. Doch das finnische Unternehmen Jolla begeistert mit dem Linux-basierten Sailfish OS eine kleine, treue Fangemeinde und bietet Sailfish für bestimmte Telefone zum Selbstinstallieren an. Lohnt sich der Kauf?**

**Von Keywan Tonekaboni**

Regelmäßig beklagen Netzaktivisten und Politiker die Abhängigkeit von US-amerikanischen Tech-Konzernen, denn ohne deren Cloud-Dienste läuft nichts. Das gilt insbesondere für die Be-

triebssysteme auf Mobilgeräten. Sailfish OS könnte eine europäische Alternative sein, die aber vielen unbekannt ist. Es nutzt viele Linux-Bestandteile als Unterbau und kettet die Nutzer nicht durch eng verzahnte Online-Dienste an sich. Damit man auf populäre Apps nicht verzichten muss, gibt es ein Android-Subsystem.

Hinter Sailfish OS steckt die kleine finnische Firma Jolla, die einst von ehemaligen Nokia-Mitarbeitern gegründet wurde. Sie präsentierte Sailfish OS erstmals 2014 auf dem JollaPhone [1]; die weitere Geschichte haben wir im Kasten auf Seite 163 zusammengefasst. Mittlerweile konzentriert sich Jolla als reine Software-Firma auf die Weiterentwicklung von Sailfish. Auf Drängen der treuen Community bietet Jolla seit gut zwei Jahren Sailfish X als Kaufversion für Endanwender an. Zwar sind weite Teile von Sailfish Open Source, aber einige wesent-

liche Komponenten wie das Android-Subsystem eben nicht.

Den Download bietet Jolla aber nur für eine Handvoll Geräte an: das betagte Sony Xperia X, die neueren Xperia XA2-Modelle und das Xperia 10 (Plus), sowie das Tastatur-Smartphone Gemini PDA[2]; Letzteres aber ohne Android-Unterstützung.

### Für wen

Interessant ist Sailfish X vornehmlich für zwei Gruppen von Nutzern: Erstens für Fans von Jollas Oberfläche mit dem markanten Design und der Bedienung mittels Wischgesten und zweitens für jene Nutzer, denen der Linux-Unterbau wichtig ist. Diese können eine Shell mit Root-Zugriff und SSH-Verbindung aktivieren und auf viele gewohnte Tools zurückgreifen.

Für viele Zwecke sind extra für Sailfish programmierte Apps verfügbar, die einen eigenen Charme haben. Mehr Apps

findet man für das Android-Subsystem. Allerdings laufen Googles omnipräsente Play-Dienste nicht – Segen für Datenschützer und Fluch für die Kompatibilität. Mit etwas Glück laufen notwendige Apps für Musik-Streaming, Carsharing oder zum Fahrkartenkauf aber auch ohne Play-Dienste ausreichend gut, wie Erfahrungsberichte von Jolla-Nutzern zeigen (siehe [ct.de/ys99](http://ct.de/ys99)). Hier senkt Jollas Android-App-Support die Hemmschwelle für den Wechsel. Wer jedoch eine problemlose Unterstützung aller Android-Apps benötigt, fährt vermutlich mit Lineage OS – der freien Android-Variante – besser.

## Erster Start von Sailfish

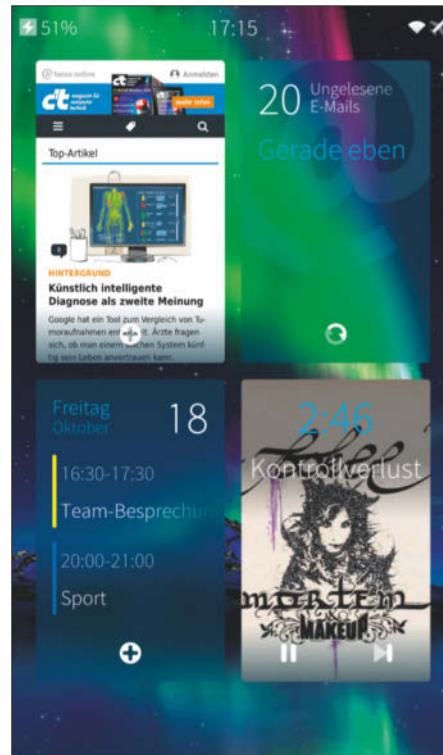
Nach dem ersten Start richtet man Sprache, WLAN und Jolla-Konto ein, das man zum Installieren der Apps aus dem Jolla Store benötigt. Dann wählt man, welche Basis-Apps wie Mail, Kalender oder Medienplayer man installieren möchte. Auch der Android-Support ist optional. Schließlich führt ein Tutorial in die anfangs ungewöhnliche, aber schnell ein-gängige Bedienung ein. In sechs Schritten vermittelt das Tutorial mit Animationen und kleinen Tests die wichtigsten Interaktionen.

## Gestensteuerung und Multitasking

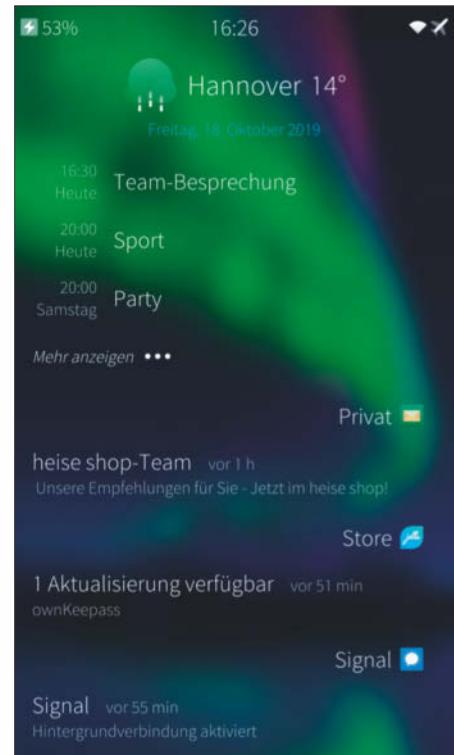
Das Entriegeln des Sperrbildschirms, der mit einer PIN oder per Fingerabdruck gesichert ist, leitet man mit einem Wisch vom seitlichen Bildschirmrand ein.

Wisch man zu einem beliebigen Zeitpunkt vom oberen Bildschirmrand, erscheint ein Menü, in dem man WLAN oder mobile Daten an- und abschaltet, die Helligkeit ändert oder die Kamera-App im Selfie-Modus startet. Die Benachrichtigungen zeigt Sailfish in der Ereignisan-sicht an, die man mit einem Wisch des Startbildschirms zur Seite öffnet.

Sailfish blendet weder Statusleiste noch Navigationsknöpfe dauerhaft ein. Um auf den Startbildschirm zu kommen, wischt man in einer App vom rechten oder linken Bildschirmrand, bis der Startbildschirm eingeblendet wird und lässt dann los. Will man nur kurz auf den Akustikstand, die Uhrzeit oder die Empfangsbalken spicken, hält man den Finger beim Wischen auf dem Bildschirm, bis der Startbildschirm mit den Angaben zu sehen ist, und wischt dann statt loszulassen wieder zurück, bis die App wieder sichtbar ist. Wischt man hingegen aus



Laufende Apps liegen auf dem Sailfish-Startbildschirm als Miniaturen und bieten Buttons für wichtige Funktionen.



Wisch man in Sailfish OS vom Startbildschirm zur Seite, öffnet sich die Benachrichtigungszentrale.

einer der oberen Ecken nach unten, beendet man die aktuelle App.

Auf dem Startbildschirm selbst liegen keine Programm-Icons. Stattdessen werden hier die laufenden Apps in kleinen an Spielkarten erinnernden Kacheln angezeigt. Viele Sailfish-Apps zeigen dort ihre jeweiligen Inhalte in einer speziellen Mini-Ansicht an, wie anstehende Termine oder der aktuell laufende Song. Teilweise gibt es auch ein bis zwei Knöpfe, um aus der Übersicht eine Aktion auszulösen, beispielsweise einen neuen Termin einzutragen oder den Musikplayer zu pausieren.

Das ist sehr ansprechend, aber hat man viele Apps geöffnet, wird es insbesondere durch Android-Apps schnell unübersichtlich. Diese zeigen nur einen verkleinerten Screenshot an und ohne Symbol oder Titel an der Kachel fällt es schwer, die gesuchte App schnell zu finden.

Die Apps befinden sich alle in einer virtuellen Schublade, die man mit einem Wisch vom unteren Rand hochschiebt. Das klappt aus jeder laufenden Anwendung heraus. Die Apps sind dort erst einmal nach Installationszeitpunkt sortiert. Hält man ein Icon länger gedrückt, dann wechselt Sailfish in einen Modus, in dem man die Apps nach Belieben neu an-

ordnen und diese auch in Ordner bündeln kann.

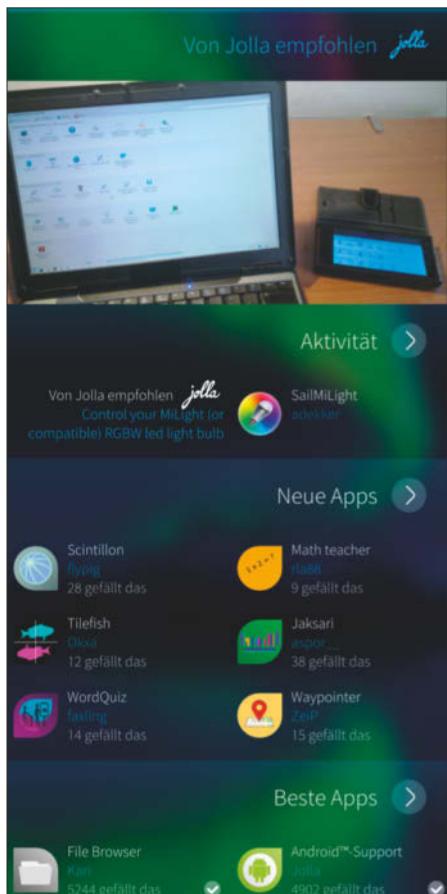
## Gesten innerhalb von Apps

Innerhalb einer Sailfish-App kann man mit den Wischgesten durch die Dialoge navigieren, wenn deren Entwickler dies implementiert haben. Schiebt man in der Mail-App mit dem Finger den Posteingang zur linken Seite, dann öffnet sich von rechts eine Liste der Verzeichnisse im Postfach. Hat man eine Mail geöffnet und wischt nach rechts, kommt man wieder zurück zum Posteingang.

Ist in einer App am oberen Rand ein Farbstreifen zu sehen, dann kann man das sogenannte Pulley-Menü herunterziehen. Hier ruft man weitere Aktionen auf, wie das Postfach zu aktualisieren oder eine Mail zu verfassen.

Auch Anrufe nimmt man mit einem Wisch nach unten entgegen und lehnt diese mit einem nach oben ab. Will man einen Anruf stummschalten, dreht man das Telefon mit etwas Schwung mit dem Bildschirm Richtung Boden.

Da der Hintergrund der Sailfish-Apps transparent ist, lässt sich das Aussehen des Systems stärker anpassen, als es bei iOS oder Android möglich ist. Das Hinter-



Der Jolla Store ist eine Möglichkeit, Apps zu installieren.



Android-Apps wie Signal laufen gut in Sailfish, aber nicht immer problemlos.

grundbild schimmert auch durch viele Dialoge hindurch und bestimmt so den Look. In den Einstellungen lassen sich sogenannte Ambiente erzeugen, indem man ein Hintergrundbild mit einer Farbe, Klingeltönen und einer definierten Lautstärke zu einem Profil kombiniert.

Dank solcher Ideen macht die Bedienung von Sailfish Spaß. Doch leider sind die Interaktionen nicht immer konsequent zu Ende gedacht. Navigiert man wissend durch eine App, wirkt es manchmal wie ein magisches Labyrinth, dessen Pfade sich ändern, wenn man eine Tür passiert. Auch ist es etwas umständlicher, eine Aktion aus dem Pulley-Menü zu fischen, statt einfach auf eine Schaltfläche zu tippen. Dafür wird der gesamte Bildschirm für den Inhalt der App genutzt.

## Sailfish-Apps

Jolla liefert eine Reihe von Standardapps wie Browser, Kalender, Mail oder Medienplayer mit. Diese bieten im Wesentlichen Grundfunktionen und haben sich seit dem ersten Erscheinen vor fünf Jahren nicht erheblich verändert. Gerade der Browser

und die E-Mail-Anwendung sind eher ein Trauerspiel. Der Browser nutzt Mozillas Gecko-Engine und ist recht langsam. Manche Webseiten erkennen ihn nicht als mobilen Browser und überlasten ihn zusätzlich mit der Desktop-Variante. Einige HTML-Mails zeigt das Mail-Programm unlesbar mit weißer Schrift auf weißem Grund an. Auch lässt sich aus Mails kein Text kopieren. Die Kamera-App ist recht einfach gehalten und bietet Weißabgleich oder die Anzeige eines Gitters, aber beispielsweise eine Funktion für Panorama-Bilder fehlt.

Die Karten-App von Jolla gibt es nicht mehr. Sie nutzte das Kartenmaterial von Here Maps – einst auch ein Nokia-Produkt. Stattdessen ist die Android-App von Here Maps im Jolla Store verfügbar, deren Funktionsumfang größer und deren Benutzerfreundlichkeit deutlich besser ist.

## Online-Konten und Einstellungen

In den Einstellungen richtet man VPN-Verbindungen (unter anderem OpenVPN und L2TP) und Konten für Online-Diens-

te ein. Integriert sind diverse Social-Media-Dienste, das Chat-Protokoll XMPP, Dropbox und OneDrive, aber die Implementierungen sind meist rudimentär. Zur Synchronisierung von Kontakten und Terminen stehen Google, Exchange und CalDAV/CardDAV zur Auswahl.

Daneben gibt es im Jolla Store von unabhängigen Entwicklern zahlreiche für Sailfish programmierte Apps, die diverse Bereiche wie Podcasts, Fahrpläne, Social-Media, System-Informationen oder auch einfache Spiele abdecken. Da es im Jolla Store entgegen des Namens keinen Abrechnungsmodus gibt, sind alle Apps kostenlos. Sie enthalten auch keine Werbung und viele sind sogar Open Source. Teilweise finden sich aber auch verwaiste, nicht mehr funktionsfähige Apps, die trotz Hinweisen von Nutzern nicht entfernt werden.

## Fehlende Sicherheit

Ein großes Manko ist das fehlende Rechte-Management. Eine Sailfish-App darf auf Kamera, Mikro, Standortdaten und mehr zugreifen, ohne dass man als Nutzer widersprechen kann. Auch der Zugriff auf die Daten anderer Apps und die Mails ist möglich. Anders sieht es bei Android-Apps aus, die wie gewohnt nach Rechten fragen. Außerdem haben diese keinen unmittelbaren Zugriff auf die Benutzerdaten im Sailfish-System. Es gibt eine Schnittstelle zu den Kontakten, aber nicht für Kalendereinträge. Sailfish-Apps können aber auf sämtliche Android-Dateien über den Ordner „android\_storage“ im Home-Verzeichnis zugreifen.

Das Dateisystem ist unter Sailfish nicht verschlüsselt, aber zumindest ist es das Nutzerverzeichnis beim Xperia 10; Bei weiteren Modellen soll es folgen. Bereits jetzt kann man in den Einstellungen eine eingesetzte Speicherkarte mit LUKS verschlüsseln. Seit Version 3.2 sorgt zudem SELinux für etwas zusätzlichen Schutz.

Die Einstellungen der Apps werden eigentlich zentral in der Einstellungs-App verwaltet. Doch nur Apps von Jolla selbst haben Zugriff auf diesen Bereich. Drittanbieter müssen ihre Einstellungen selbst verwalten. Ironischerweise ist für Android-Apps hier aber der Zugriff auf Android-Funktionen wie „Cache löschen“ oder „Beenden erzwingen“ hinterlegt.

## Android-Apps und mehr

Über den Jolla Store kann man einen alternativen Client für den Aptoide-Store installieren, wo man weitere Android-Apps

findet. Aber vor Redaktionsschluss lieferte die Android-Store-App ein verdächtiges Update aus. Jolla warnt derzeit vor dem Update und verweist auf die Version im Jolla-Store. Alternativ bietet die offizielle Aptoide-App Zugriff auf den App-Katalog. Diese muss man manuell von der Website herunterladen. Dort sind populäre Apps wie DB Navigator, Mediatheken oder Spotify verfügbar, die grundsätzlich unter Sailfish liefen. Der DB Navigator nervte zwar mit Hinweisen, dass die PlayDienste fehlen, aber neben der Reiseauskunft klappte unter anderem der Ticketkauf tadellos. Auch ein WhatsApp-Anruf mit Ton und Video funktionierte, während beim Messenger Signal zwar Nachrichten und Video übertragen wurden, der Ton aber nicht.

Im Test erkannten die Android-Apps manchmal keine Internetverbindung. Selbst ein Neustart der Android- und Netzwerk-Subsysteme half nicht. Irgendwann klappte es ohne nachvollziehbare Gründe wieder.

Jolla hat nach eigenem Bekunden die Android-Unterstützung selbst entwickelt. Zwar trägt sie mit Alien Dalvik weiter den Namen des früher zugekauften Systems, sie ist technisch aber anders gelöst und auf dem Stand von Android 8.1. Die Installation der Play-Dienste von Google ist ungleich schwerer als beim älteren Alien Dalvik und Jolla rät davon ab. Wir haben es nicht getestet, da man wie gesagt lieber zu Lineage OS greifen sollte, wenn man die Play-Dienste braucht.

Weitere Apps kann man auch über den freien App-Store F-Droid laden, den man zunächst über dessen Website herunterladen und manuell installieren muss. Apps der Community findet man auf OpenRepos. Mit der App Storeman lassen sich die Pakete bequem herunterladen und installieren. Wie bei allen Drittanbieter-Quellen muss man sich über das Risiko bewusst sein, sich potenziell auch Schadsoftware einfangen zu können – auch über Updates.

## Fazit

Sailfish X richtet sich an Enthusiasten, die die außergewöhnliche Oberfläche schätzen – inklusive Work-in-Progress Charme, denn auch nach fünf Jahren Entwicklung ist die Bedienung immer noch nicht rund. Für Sailfish-Fans ist aber so der problemlose Umstieg auf neuere Hardware und aktuelle Android-Unterstützung möglich.

Trotz des Angebots für Endanwender reicht Sailfish X nicht als finanzielles Standbein für Jolla. Vermutlich soll es potenziellen Investoren das Interesse an Sailfish demonstrieren. Außerdem kann Jolla so das eigene System mithilfe der aktiven Community weiterentwickeln. Der Fokus von Jolla liegt auf Mobilfunkanbietern, Geräteherstellern und Regierungen. Deren Wünsche und Anforderungen haben bei der Entwicklung Priorität. Das sollte einem bei der Wahl für Sailfish X bewusst sein.

Zwar ist es vielleicht reizvoll, Google meiden zu wollen, aber in Bezug auf Sicherheit ist Jolla nicht auf Höhe der Zeit. Der Android-Support ist praktikabel, aber nicht immer fehlerfrei. Wer mit diesen Einschränkungen leben kann, findet über die ct.de/ys99 Anleitungen zur Installation von Sailfish X. (ktn@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Achim Barczok, Keywan Tonekaboni, Frischer Wisch, Jolla Phone mit Sailfish OS im Test, c't 4/2014, S. 60
- [2] Ronald Eikenberg, Das Anti-Smartphone, Tastatur-PDA mit Android, Linux und Sailfish OS, c't 15/2019, S. 94

**Anleitungen, Erfahrungsberichte und Downloads:** [ct.de/ys99](http://ct.de/ys99)

## Sailfish X

Smartphone-Betriebssystem	
Hersteller	Jolla, <a href="https://jolla.com/sailfishx/">https://jolla.com/sailfishx/</a>
Version	3.2
Systemvoraussetzungen (Preis)	Sony Xperia XA2/10 (49,90 €) / Gemini PDA (29,90 €) <sup>1</sup>

<sup>1</sup> ohne Android-App-Support

## Sailfish: Stürmische Geschichte

Sailfish hat eine wechselvolle Geschichte hinter sich. Der Ursprung liegt in Nokias Linux-System Maemo. Kurz nachdem das Projekt mit Intels Moblin zu MeeGo fusionierte, zog sich Nokia Richtung Windows Phone zurück. Eine Gruppe ehemaliger Mitarbeiter aus dem MeeGo-Team gründeten Jolla und nutzten MeeGos Open-Source-Beckenteile im Community-Projekt Mer als Basis für Sailfish OS.

Sie brachten damit Ende 2013 ein eigenes Smartphone heraus, das ein Achtungserfolg war. Es folgte eine spektakulär erfolgreiche Crowdfunding-Kampagne für ein Jolla-Tablet, doch daran zerbrach 2015 die junge Firma beinahe, denn sie unterschätzte dessen komplexe Entwicklung. Ein Investor zog sich zurück, Jolla war fast

pleite und Mitarbeitern musste gekündigt werden. Die Unterstützer der Kampagne bekamen ihr Geld erst spät und häppchenweise zurück.

Das verbliebene Team konzentrierte sich auf das Kerngeschäft: Software-Entwicklung. Eigentliches Ziel von Jolla war und ist es, Lizenzen für das hauseigene Sailfish OS an Gerätehersteller, Provider oder staatliche Einrichtungen zu verkaufen.

Das schaffte Jolla zumindest mit einem Deal in Russland, wo Sailfish OS für Regierungstelefone zertifiziert ist und von Rostelecom als Aurora OS vertrieben wird. Andere Projekte wie das Smartphone Aqua Fish von Intex in Indien waren hingegen nicht von Dauer. Mittlerweile ist Rostelecom an Jolla beteiligt.





# Kater im Trenchcoat

Noir-Krimi Blacksad: Under the Skin

**Das Adventure Blacksad: Under the Skin erinnert an den Rockstar-Games-Klassiker L.A. Noire, nur dass hier der Detektiv Schnurrhaare und ein seidenweiches Fell besitzt.**

**Von Peter Kusenberg**

Die Putzfrau eines New Yorker Boxclubs entdeckt frühmorgens die Leiche des Club-Betreibers Joe Dunn; zur gleichen Zeit verschwindet Bobby Yale, der Star des Clubs. Dunns Tochter engagiert Privatdetektiv John Blacksad, damit er Yale aufspürt. Bereits zu Beginn der Ermittlungen gerät Blacksad in Kontakt mit der Unterwelt: Der Fall ist offenbar größer als vermutet.

Als literarische Vorlage diente den spanischen Entwicklern die Blacksad-Comic-Serie ihrer Landsleute Juan Díaz Canales und Juanjo Guarnido, die vor knapp 20 Jahren eine Welt im Stil klassischer Humphrey-Bogart-Kriminalfilme schufen. Die Figuren sprechen und bewegen sich wie Menschen, doch äußerlich gleichen sie Tieren – ähnlich wie im Pixar-Kinofilm *Zoomania*. Dunn und seine Tochter sind Luchse, während auf Blacksads Trenchcoat-Körper der Kopf eines schwarzen Katers thront. Selbst der Comic-unkundige Spieler

wird sich rasch an die Tierwesen gewöhnen, denn deren ansprechende Mimik nebst größtenteils gelungener deutscher Sprachausgabe machen sie zu ausdrucksstarken Typen, deren Naturell den Charakter bestimmt. Die Gangster sind häufig Reptilien, derweil Blacksad seine ausgeprägten Sinne einsetzt, um den beschleunigten Puls oder den Sardinen-Atem eines Verdächtigen zu ermitteln.

## Reaktionstests und Mini-Games

Diese sinnlichen Informationen finden ihren Niederschlag in der Dialogauswahl, bei der man meist unter Zeitdruck den gewünschten Punkt auswählt. Ähnlich wie in L.A. Noire und den Adventures von Telltale Games beeinflussen die Entscheidungen im Spiel den Handlungsverlauf. Sechs verschiedene Enden soll es geben, was plausibel klingt.

Das gilt ebenso für die Quick-Time-Events, die mitunter gar zu flinke Reflexe erfordern. Zwar bringen einige der Reaktionsspielchen Schwung in die Handlung, doch meist sind sie eher lästig. Dass häufig automatisch gespeichert wird, vermeidet Frustration, wobei sich meist eine Szene an die andere reiht und damit Leerlauf in der Handlung verhindert.

Die Entwickler haben die Handlungsstränge kunstvoll miteinander verwoben

und sorgen so für anhaltende Spannung. So begegnet der Held mehrmals dem cholischen Nashorn aus dem Prolog, das sich für eine von Blacksads Gefälligkeiten revanchieren muss. Dass die Pendulo Studios auf ein klassisches Inventar wie im Vorgängerspiel *Yesterday Origins* verzichteten, erspart sinnloses Hin- und Herlaufen und mühsames Kombinieren. Dafür darf man gewonnene Erkenntnisse miteinander verknüpfen und Schlussfolgerungen ziehen.

Als harmlos, doch unterhaltsam erweisen sich die Minispiele, etwa das Öffnen von Schlossern. Das Sammeln von Karten hingegen nervt schnell, denn es gibt Aberdutzende davon, die keinen spielerischen Zweck erfüllen. In puncto 3D-Design erinnert das Spiel an L.A. Noire, wobei der Film-Noir-Look perfekt abgestimmt ist auf den Cool-Jazz-Soundtrack. Lobenswert ist die Möglichkeit, die bisher erlebte Handlung in Comicform zu betrachten. Mindestens zwölf Stunden dauert das Spiel, das neben der packenden Krimi-Handlung Themen wie Krieg, Fraueneindlichkeit und Rassismus verhandelt, wobei es nicht geizt mit drastischen Szenen und wahrlich fiesen Schlägern, Morden und Päderasten.

Die Steuerung wirkt spröde; mit Gamepad lässt sich der gute Blacksad leichter steuern als mit Maus und Tastatur. Die PC-Version verlangt einen leistungsfähigen Rechner, doch immerhin haben die Entwickler mit mehreren großen Patches die schlimmsten Bugs beseitigt: Ruckler, verschluckte Textpassagen oder eine verschobene Kamera. In der Collector's Edition für PS4 konnte bis zum Redaktionsschluss der angelegte Spielstand nicht geladen werden, was das Spiel praktisch unmöglich macht.

Als stimmungsvoller Noir-Krimi mit klasse Story, packender Ermittlungsarbeit und herrlich kaputten Typen ist Blacksad eine Wucht. Hätten die Pendulo-Studios auf Reaktionstests verzichtet und die Steuerung optimiert, könnten sie mit diesem charmanten Katzen-Krimi locker das Niveau von L.A. Noire erreichen.

(lmd@ct.de) **ct**

## Blacksad: Under the Skin

### Detektiv-Adventure

Vertrieb Microds, <https://www.microds.com/us/game-blacksad-under-the-skin-us>

Systeme Windows 7, PS4, Xbox One, Nintendo Switch

Preis 34 bis 50 €

Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Leiterplatten-Untersetzer  
nur 16,50 €

[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



49 (0)541 800 09 120



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



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK

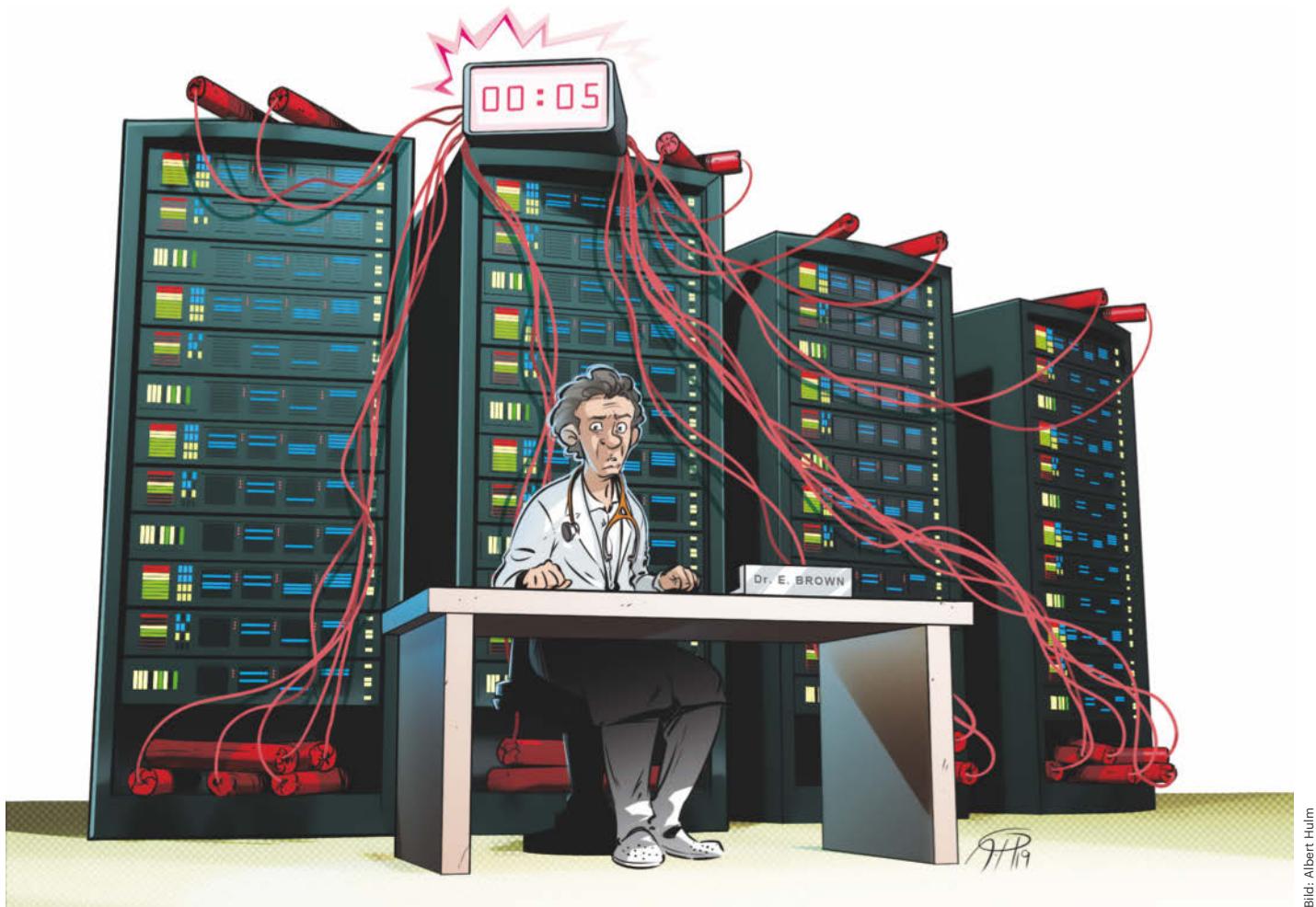


Bild: Albert Hulm

# Die Bomben ticken

## Warum zehntausenden Arztpraxen ein Daten-GAU droht und welche Alternativen es gibt

**Meldungen über Datenpannen in der Medizin reißen nicht ab. Die Ursachen liegen in mangelhaften Sicherheitsvorgaben und strukturellen Fehlern der IT-Architektur. Höchste Zeit umzudenken, meint IT-Sicherheitsexperte Thomas Maus: Die Digitalisierung im Gesundheitssystem ließe sich wesentlich einfacher, günstiger und sicher gestalten.**

**Von Thomas Maus**

**N**ach dem Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) sollen die Gesundheitsdaten von 73 Millionen Mitgliedern der gesetzlichen Krankenversicherung in Deutschland in einer riesigen Datenbank zusammenfließen. Schätzungen des US-Wirtschaftsmagazins Bloomberg Businessweek zufolge war bereits 2007 ein einzelner Datensatz mit den gesammelten Gesundheitsinformationen eines Patienten auf dem Schwarzmarkt rund 2600 Dollar wert. Rechnet man diesen Wert hoch, wird die gemeinsame Gesundheitsdatenbank der gesetzlichen Krankenkassen einen Wert von circa 150 Milliarden Euro haben.

Solche Schatzkammern rufen nicht nur kriminelle Banden auf den Plan, die mithilfe von Profi-Hackern sehr viel Energie aufbringen können, die Daten zu steh-

len. Auch im Heer unterbezahlter Pflege- oder IT-Kräfte könnte der ein oder andere der Versuchung erliegen, sein karges Salär mit dem Verkauf einiger stibitzter Patientendaten aufzubessern.

Bei einem solch großen Bedrohungspotenzial sollte man meinen, dass die Verantwortlichen in der Politik, IT und Medizin alles dafür tun, das Risiko einer Datenpanne so klein wie möglich zu halten – komplett eliminieren lässt es sich nicht. Doch das ist nicht der Fall: Der von c't in der vorigen Ausgabe aufgedeckte Fall von 30.000 Patientendatensätzen einer Praxis, die aufgrund einer Fehlkonfiguration eines Telekom-Routers frei im Netz standen, ist nur ein Vorfall von vielen.

Zuvor wurden in einem Zeitraum von nur zwei Monaten vier weitere Pannen mit

Gesundheitsdaten in Deutschland bekannt: Am 17. Juli 2019 legte ein Erpressungstrotjaner elf Krankenhäuser des DRK Südwest für Tage lahm. Am 28. Juli meldeten Zeitungen, dass Pass- und Gesundheitsdaten deutscher Thailand-Reisender im Internet einsehbar waren. Am 28. August wurde der Bayerische Blutspendedienst dabei ertappt, dass er potenziellen Blutspendern online hochsensible Gesundheitsfragen stellte und die Antworten indirekt an Tracking-Firmen übermittelte. Und am 17. September flog schließlich auf, dass Röntgen- und Tomografie-Daten aus „Picture Archiving and Communication“-Systemen (PACS) Millionenfach im Internet zugänglich waren. Zu den Betroffenen zählten mindestens 13.000 deutsche Bürger.

Zwar war der Autor dieses Artikels bei keinem der vier Vorfälle an der Aufklärung beteiligt, als Sicherheitsberater in der IT hat er binnen der vergangenen zwölf Monate aber rund 60 ähnliche Vorfälle bearbeitet. Sie zeigen die ewig gleichen fundamentalen Sicherheitsprobleme und -patzer, die die Medizinbranche teils seit Jahrzehnten plagen. Von diesen 60 Vorfällen drang nur ein einziger an die Öffentlichkeit.

Was uns in Deutschland bei einer schlecht abgesicherten Digitalisierung des Gesundheitssystems bevorsteht, zeigt ein Blick in die USA: Laut Zahlen der American Medical Association und von Accenture wurden dort 2017 insgesamt 83 Prozent der Ärzte Opfer von Cyber-Angriffen. Rund 24 Prozent der Datenlecks mit mehr als 500 Betroffenen ereigneten sich im Gesundheitssektor und verursachten 2,5 Milliarden Dollar Schaden – und 2017 war ein vergleichsweise harmloses Jahr.

## Verheerende Auswirkungen

Diese Zahlen sind schockierend, denn Gesundheitsdaten sind mit Abstand diebrisantesten und schutzbedürftigsten Personendaten. Selbst vollkommen harmlos scheinende Informationen können plötzlich und nachträglich eine enorme Brisanz gewinnen.

So sollen etwa im Notfalldatensatz der Gesundheitskarte – der logischerweise relativ leicht und ohne Patientenmitwirkung zugänglich sein muss – auch Medikamentenunverträglichkeiten abgelegt werden. 2007 wiesen Wissenschaftler in einer Studie nach, dass eine Überreaktion auf den Augentropfen-Wirkstoff Pilocarpin die frühzeitige Diagnose verschiedener Demenzerkrankungen erlaubt, darunter Alzheimer. Alzheimer wiederum ge-

hört zu den Krankheiten mit erblicher Disposition.

Solche Informationen können ganze Familienverbände ins Elend stürzen: Denn wenn Arbeitgeber oder Versicherungen davon erfahren, erleidet nicht nur der Patient Nachteile. Man kann leicht ausrechnen, welches Risiko Eltern oder Geschwister tragen, und natürlich auch alle Kinder und Kindeskinder der Familie. Zwei bis drei Generationen werden Lebens-, private Berufsunfähigkeits- oder Krankenversicherungen entweder gar nicht oder nur zu hohen Kosten erhalten. Damit fehlen ihnen Sicherungsinstrumente für den Zugang zu Krediten. Nachteile gibt es auch im Berufsleben: Ein Arbeitgeber wird teure Aus- oder Fortbildungen eher in genetisch nicht vorbelastete Arbeitnehmer investieren, wodurch das Einkommen der Betroffenen beeinträchtigt wird. Der Zugang zu bestimmten Arbeitsstellen könnte erschwert sein, ebenso der Erfahrungsaufstieg im Alter.

## Fehlende Folgeabschätzung

Die Gesellschaft für Telematikanwendungen der Gesundheitskarte (Gematik) sowie die Kassenärztliche Bundesvereinigung werden nicht müde zu betonen, dass in der deutschen Telematik-Infrastruktur höchste Datenschutz- und Sicherheitsstandards gelten. Doch die Realität sieht leider anders aus.

So ist in §291 sowie §291b SGB V die Beteiligung des Bundesbeauftragten für Datenschutz und Informationsfreiheit (BfDI) geregelt. Ihm ist Gelegenheit zur Stellungnahme zu geben, heißt es dort. Mit anderen Worten: Der BfDI darf sich

äußern, die Gematik darf dies ignorieren. So läuft es wohl auch: Der BfDI fordert seit über einem Jahr vergeblich eine Datenschutzfolgeabschätzung ein, die eigentlich vor Inbetriebnahme der Gesundheitstelematik und des Versicherten-Stammdaten-Managements (VSDM) in der Fläche hätte vorliegen müssen. Erstaunlicherweise finden Instrumente wie Fristsetzung und Bußgeldbescheide keine Anwendung.

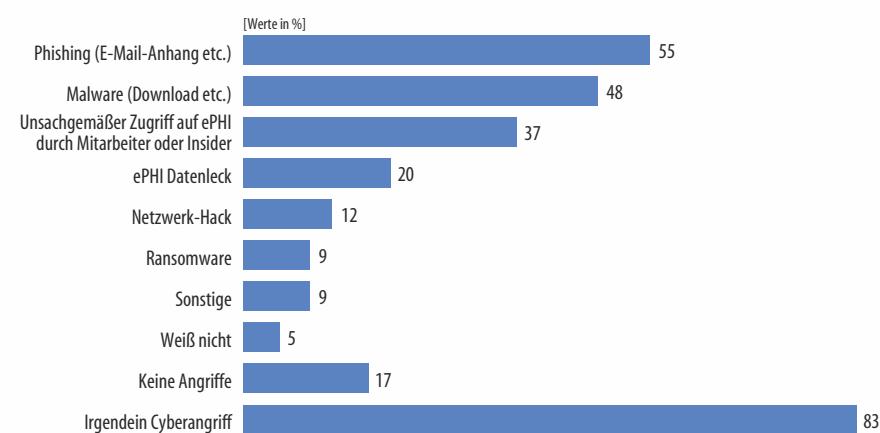
Dabei geht die Gematik in ihren Datenschutz- und Sicherheitseinschätzungen offenkundig von falschen Prämissen aus. So behauptet sie etwa, dass im VSDM-Betrieb keinerlei medizinische Daten involviert seien. Das ist gleich doppelt falsch: Denn erstens wird beim VSDM-Austausch auch der Teilnahme- status an Disease-Management- oder Chroniker-Programmen (DMP) übermittelt. Und da eine DMP-Teilnahme eine gesicherte medizinische Diagnose voraussetzt – beispielsweise Asthma, Brustkrebs oder Diabetes –, lässt sich diese den VSDM-Daten natürlich entnehmen.

Zweitens beachtet die Gematik nicht, dass in den Praxen bereits höchst schutzbedürftige Patientendaten liegen. Viele Praxisverwaltungssysteme (PVS) wurden nun erstmalig überhaupt von außen zugänglich, womit auch ein möglicher Angriffskanal geöffnet wurde. Nistet sich ein Angreifer etwa bei einem Krankenversicherer ein, könnte er mittels manipulierter Versicherten-Stammdaten Buffer-Overflow-, SQL- oder XML-Injections-Angriffe gegen die PVS versuchen.

Derartige Angriffsszenarien aus der Telematik-Infrastruktur (TI) oder aus den

## Cyberangriffe auf Ärzte in den USA

Anteil von Ärzten in den USA, die schon einmal Opfer eines Cyberangriffs geworden sind, Stand August 2017, Umfrage unter 1300 Ärzten.



# Der Fall Vivy

Wer aus der Geschichte nichts lernt, ist bekanntlich dazu verdammt, sie zu wiederholen. Wie unzuverlässig Sicherheitsprüfungen und Zertifizierungen hierzulande sind, zeigt das Beispiel des Gesundheitsunternehmens Vivy, bei dessen App der Sicherheitsforscher Martin Tschirsich nach der Markteinführung Ende 2018 eklatante Sicherheitsprobleme aufdeckte. Diese waren keinesfalls neuartig: Bereits 2004 fanden sich ähnliche Mängel bei der Untersuchung eines Systems, das damals ebenso wie Vivy als Testballon für die elektronische Patientenakte (ePA) diente.

Die logische Struktur und Architektur der zwei Systeme war nahezu deckungsgleich – beide wiesen praktisch identische Sicherheitsprobleme auf. Sie dienten dem Austausch medizinischer Dokumente, die mit starken Algorithmen verschlüsselt auf einem zentralen Server zwischengespeichert wurden. Den Zugriff vermittelte der Patient, indem er dem Arzt einen Zugriffscode übergab. Die Codes für den Zugriff auf die Patientendokumente ließen sich allerdings per Brute-Force-Attacke binnen relativ kurzer Zeit durchprobieren, denn der Suchraum war bei beiden Systemen nicht gerade üppig.

Mit fünf Kleinbuchstaben Zugriffscode ließen sich bei Vivy bereits heikle Metadaten zum Patienten auslesen (Name, Mail-Adresse, Arzt sowie dessen Spezialisierung etwa auf Geschlechts-, Sucht- oder Geisteskrankheiten). Dazu genügte ein Zugang zum Internet. Bei dem 2004er-System war der Zugriffscode mit 16 Zeichen zwar deutlich länger, aber letztlich nur eine Kodierung von Datum, Arzt-ID und Tageszähler. Der effektive Suchraum war also ähnlich mickrig wie bei Vivy.

Hatte man den Zugriffscode bei beiden Systemen geknackt, gelangte man an ein verschlüsseltes Dokument mit weiteren Patientendaten. Dieses war bei Vivy lediglich mit einer vierstelligen PIN ohne jeden Brute-Force-Schutz abgesichert – vielleicht in der Hoffnung, den Angreifer zu neutralisieren, weil er sich totlacht.

Bei dem 2004er-System gab es immerhin eine Transport- und eine Datei-Verschlüsselung. Die Transport-Verschlüsselung und -Authentisierung erfolgte über einen Private-Key auf einer Smart-Card, der aus Performance-Gründen über die USB-Schnittstelle ins RAM geladen und so dem Angreifer auf dem Silbertablett serviert wurde. Die eigentlich sehr sichere Smart-Card wurde also auf das Niveau einer Diskette reduziert – ein Beweis, dass sich auch hochsichere Technikbausteine völlig sinn- und sicherheitswidrig einsetzen lassen.

## Kein Schutz gegen Brute-Force

Entscheidend ist aber die Dateiverschlüsselung und deren Schlüssel. Der bestand wiederum aus nur fünf Zeichen: Kleinbuchstaben und Ziffern, die aus der am Dateinamen ersichtlichen Erstellungszeit des Dokuments abgeleitet und somit ohne Mühe zu knacken waren. Vivy machte es nicht besser: Für die Dateiverschlüsselung nutzte es den Public-Key des Zielarztes, der remote per Cross-Site-Scripting auslesbar war.

In beiden Systemen war es zudem möglich, Dokumente mit Angriffscode an den Arzt zu senden – Schutz dage-

gen bot einzig das jeweilige Sicherheitsniveau des Arzt-PCs. Das gibt Anlass zur Sorge, denn Antiviren-Software ist bekanntermaßen fehlbar – und gegen Silver-Bullets, also maßgeschneiderte Angriffsvehikel, regelmäßig unwirksam. Erlangt der Angreifer Zugriff auf die Praxissysteme, steht weit mehr auf dem Spiel als eine einzelne Patientenakte.

Hier wie dort offenbarte sich seitens der Entwickler jeweils ein eklatantes und umfassendes Unverständnis der verwendeten Sicherheitsmechanismen und der zu lösenden Sicherheitsprobleme. Statt Sicherheit solide zu konstruieren, scheint man nach dem Prinzip „viel hilft viel“ einfach Sicherheitsbausteine aufeinander gestapelt zu haben, bis es sich sicher „anfühlte“. Beide Hersteller relativierten die Schwachstellen, verneinten die Relevanz für reale Patientendaten und ergingen sich in mehr oder minder subtilen juristischen Drohungen gegen die Entdecker der Sicherheitsmängel.

## Versagen der Prüfer

Die von Tschirsich 2018 untersuchte Vivy-Version bot eine größere Angriffs-oberfläche und eine höhere Angriffs-exposition als das System von 2004. Wirklich erschütternd ist allerdings: Vivy wurde zuvor in einer europaweiten Ausschreibung unter 15 Bewerbern ausgewählt und hatte die Unterstützung von 15 Krankenversicherern, darunter ausgesprochene Schwergewichte, die eigene IT-Sicherheitskompetenz besitzen. Darüber hinaus schmückte Vivy sich mit der Zulassung als Medizinprodukt der Klasse 1, einem Datenschutz-Gutachten samt Gütesiegel, einem TÜV-Zertifikat über eine Sicherheitsprüfung sowie zwei bestandenen Penetrationstests. Zwar besserte Vivy später nach, das Kind war jedoch bereits in den Brunnen gefallen. Wie soll Vertrauen in die Sicherheit künftiger digitaler Medizinprodukte aufkommen, wenn die zur Zulassung nötigen Prüf-systeme und Zertifizierungsstellen so eklatant versagen?

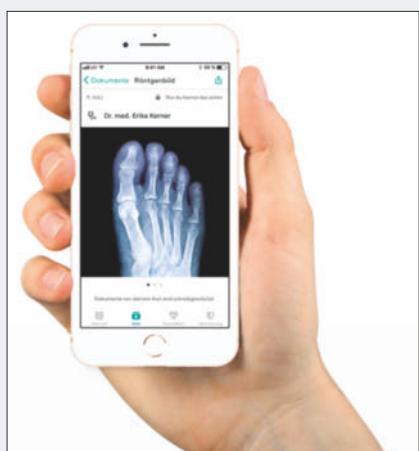
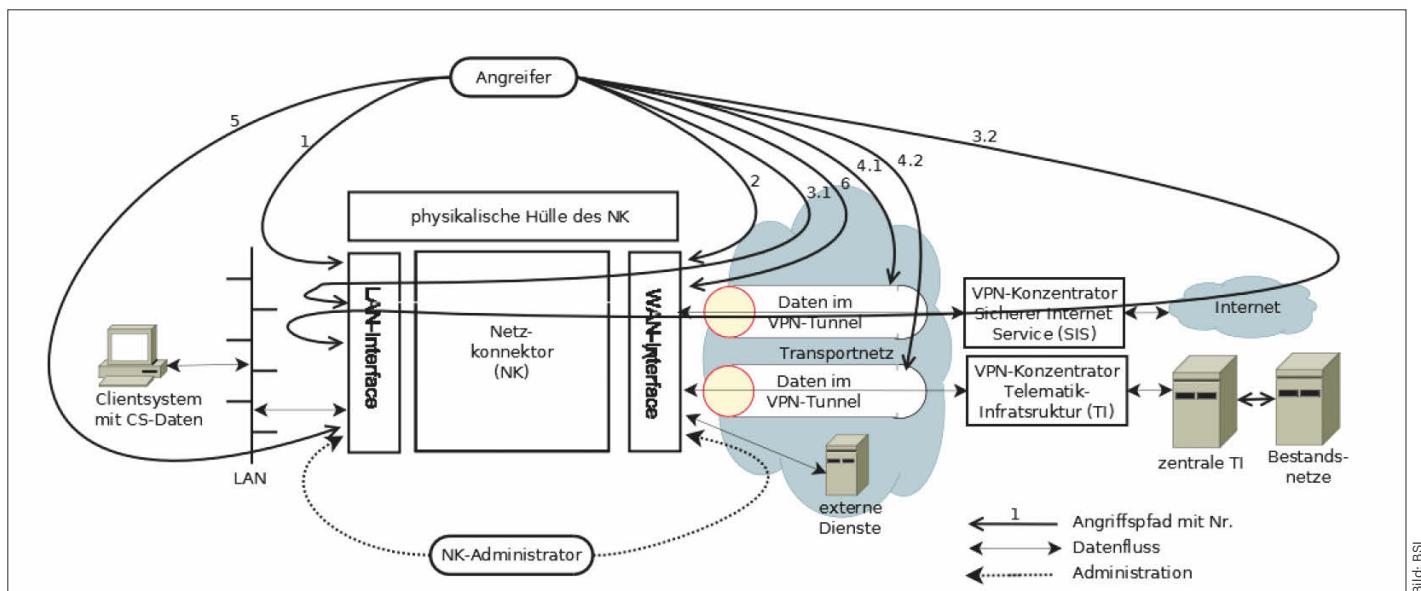


Bild: Vivy

**Systemversagen: Trotz zahlreicher Datenschutzgutachten und Prüfsiegel wies die Vivy-App zum Marktstart eklatante Sicherheitsmängel auf.**



Das Schutzprofil des TI-Netzkonektors sieht nur Angriffe aus dem LAN der Arztpraxis sowie aus dem WAN vor. Angreifer, die von außen in den Wartungskanal des NK-Administrators eindringen oder aber aus dem zentralen Netz der TI oder den Bestandsnetzen der Krankenversicherung kommen, finden in den Vorgaben des BSI keine Beachtung.

Bestandsnetzen der Krankenversicherer wurden bei der Sicherheitsprüfung der TI-Konnektoren und Kartenterminals jedoch explizit ausgeblendet. Zertifiziert werden diese nach der Norm ISO/IEC 15408 – auch bekannt als Common Criteria. Es gibt sieben Zertifizierungsniveaus oder Evaluation Assurance Levels von 1 bis 7.

Auf dem höchsten Gipfel, Niveau EAL 7, ist es einsam: Es gibt derzeit nur ein bekanntes Produkt – eine hochsichere Firewall. Knapp darunter, auf EAL 6+ (also EAL 6 plus Teile von EAL 7), tummeln sich Produkte von Weltkonzernen für eHealth und eReisepässe.

## Unsicherer als Stromzähler

Gängige sicherheitsrelevante Komponenten wie SmartCards sowie digitale Stromzähler oder Tachos werden immerhin auf EAL 4+ geprüft. Das Zertifizierungsniveau der jetzigen und kommenden TI-Konnektoren und -Kartenterminals ist dagegen auf EAL 3+ festgelegt – nein, kein Tippfehler: EAL drei plus. Die Gewährleistung der Sicherheit unserer Gesundheitsdaten ist dem Zertifizierungsniveau des BSI zufolge also weniger Sorgfalt wert als eine korrekte Stromablesung.

Knifflige Sicherheitsprobleme, die die Installation der TI in den Arztpraxen mit sich bringt, blendet das Schutzprofil für den Netzkonktor der TI einfach aus. So tauchen dort weder mögliche Angriffe über den von außen zugänglichen Wartungskan-

nal für die TI-Komponenten auf, noch Angriffe aus der TI selbst oder aus den Bestandsnetzen der Krankenversicherer – was angesichts der dort häufig auftretenden Sicherheitsprobleme schlicht weltfremd ist.

Auf dem Sorgfaltsniveau EAL 3+ wurde übrigens auch der Hamburger Wahlstift geprüft, der 2009 vom Chaos Computer Club spektakulär gehackt wurde. Im Zusammenhang mit TI-Konnektoren und Kartenterminals von „höchsten Sicherheitsstandards“ zu sprechen ist also gewagt.

## Schlamperei mit System

Dass die häufigen Datenpannen kein Zufall, sondern Folgen eines strukturellen Versagens sind, zeigt nicht zuletzt das Gematik-Dokument „Anschluss medizinischer Einrichtungen an die TI – Ein Überblick für Dienstleiter vor Ort (DvO)“ vom 12. Oktober 2018 (siehe ct.de/yr77). Auf Seite 6, Abschnitt 1.1.2 forderte die Gematik darin als Fachkenntnisse für einen DvO, der die TI-Komponenten einer Praxis einrichtet und wartet: „Um als (selbstständiger) Dienstleister vor Ort tätig zu werden, benötigen Sie keine gesonderte Zertifizierung.“ Aufgezählt waren im Anschluss lediglich minimale IT-Kenntnisse.

Inzwischen hat die Gematik diese Anforderungen nachgebessert – viel zu spät, um im Feld noch viel zu retten. Gezwungen wurde sie unter anderem von einem Beschluss der Datenschutzkonferenz vom

12. September 2019, der bestätigte, dass die Gematik als Joint-Controller bei einer Datenpanne in einer Arztpraxis eine Mitverantwortung trägt. Dennoch werden die Gematik und Gesundheitsminister Spahn nicht müde, gebetsmühlenartig die Verantwortung der Ärzte zu betonen. Das ist höchst scheinheilig, denn beiden ist seit mindestens 2014 bewusst, dass dies für die Mediziner technisch nicht möglich ist: Im Schutzprofil der Konnektoren, die in den Praxen verbaut sind, steht in Abschnitt 7.6.2 „... muss nach dem Stand der Technik davon ausgegangen werden, dass Leistungserbringer [= Ärzte] eine Kompromittierung eines ihrer IT-Systeme im LAN nicht sicher verhindern beziehungsweise nicht in jedem Fall frühzeitig erkennen können.“

Dabei darf man ein besonderes Handicap nicht übersehen, mit dem Arztpraxen umgehen müssen: Die hochmodernen digitalen Diagnostikgeräte sind letztlich Computer und manche Marktführer liefern da durchaus noch Windows 2000 als Betriebssystem aus. Die Telematikinfrastruktur wird seit 1998 geplant. In all diesen Jahren hätte der Gesetzgeber eine Voraussetzung für die Digitalisierung des Gesundheitswesens schaffen können, indem er die Hersteller digitaler Medizineräte auf die Einhaltung und langjährige Pflege eines hohen Sicherheitsniveaus verpflichtet – doch passiert ist in dieser Hinsicht nichts.

Es steht also zu befürchten, dass durch den TI-Zwangsanschluss in zehntausenden Arztpraxen eine prekäre Sicherheitslage geschaffen wurde. Ärzten kann man daher nur empfehlen, den TI-Konnektor sofort abzuschalten und zumindest die Systeme mit Patientendaten vom Internet zu trennen. Eine Datenschutzpanne könnte schnell existenzbedrohend werden, da nicht nur die DSGVO saftige Bußgelder vorsieht, sondern auch jeder betroffene Patient Anspruch auf Schadenersatz hat (siehe nachfolgenden Artikel „Höchst sensibel“ auf Seite 172). Der gesetzlich geforderte Honorarabzug bei einer Nichtinstallation ist hingegen überschaubar. Ohnehin stellen sich spannende juristische Fragen: Durften TI-Konnektoren im Lichte von Artikel 26 DSGVO überhaupt in Betrieb gehen? Ist der Honorarabzug vor diesem Hintergrund rechtmäßig? Trifft Mitverantwortliche etwa eine Schadenersatzpflicht?

## Altbekannte Alternativen

Da die aktuellen Probleme bei der Digitalisierung des Gesundheitssystems bereits auf dessen Konzeption zurückgehen, muss eine mögliche Therapie genau dort ansetzen. Die folgenden Vorschläge sind seit 2005 bekannt, haben aber nichts von ihrer Aktualität verloren.

Die Technik muss nicht alles lösen oder erfassen. Das Gesundheitswesen funktioniert mit seinen bestehenden Organisationsprinzipien seit Jahrzehnten sehr gut. Es genügt, punktuell Verbesserungen und Erleichterungen in Standardfällen anzubieten und das gut geölte Räderwerk möglichst nicht zu stören. Alle aufwendigen, schwierigen oder heiklen Sonderfälle lässt man besser in den bewährten Händen von Menschen.

Das Gesundheitswesen muss hochresilient sein. Es sollte keine zentralen Komponenten geben, deren Ausfall mehrere voneinander unabhängige Einheiten lahmt. Der Patient, der in der Arztpraxis sein dringend benötigtes Insulinrezept erhalten hat, muss in der Apotheke dieses Insulin auch dann noch bekommen, wenn zwischenzeitlich der Strom oder die Kommunikation ausgefallen sind und der Apotheker das Rezept im Kerzenschein lesen muss. Im Idealfall muss jede Einheit autonom auf dem Effektivitätsniveau weiter arbeiten können, welches technisch vor Ort noch möglich ist.

Deshalb darf kein Schönwetter-System eingesetzt werden – es muss möglichst



Bild: CGM

Die Kocobox MED+ ist laut Hersteller CGM der erste von der Gematik zertifizierte TI-Konnektor. Das digitale Zertifizierungsniveau EAL 3+ ist allerdings niedriger als das eines Stromzählers.

auch unter widrigen Bedingungen funktionieren. Ersatzbeschaffungen in der Fläche müssen einfach, das einsetzbare Produktangebot breit und günstig sein. Technisches Versagen darf zum Verlust von Effizienzgewinnen oder Handlungsoptionen führen, aber niemals zur Einschränkung nicht technischer Ersatzverfahren.

Missbrauchspotenzial und auch der Marktwert von Patientendaten sind enorm. Datenschutz und Datensicherheit haben daher Vorrang vor allen anderen Erwägungen. Jede Vernetzung schafft Angriffsvektoren – ein Restrisiko bleibt immer. Patientendaten sollten deshalb möglichst dezentral gehalten werden, damit es keinen extrem attraktiven „Single Point of Attack“ gibt. Die ideale Konstruktion verlangt den Angreifern mehrere Erfolge gegen verschiedene Institutionen und Sicherheitsmechanismen ab, um große Mengen vollständiger Patientenakten zu gewinnen. Sie sollte zudem die Prinzipien der gestaffelten Verteidigung und des hinhaltenden Widerstands befolgen.

Im Gesundheitswesen sind zudem erstaunlich viele Kranke unterwegs. Das schränkt die den Patienten zumutbare Technik drastisch ein – sie muss sehr intuitiv und auch praktisch vollständig delegierbar sein. Das liegt nicht nur daran, dass wir mit Blinden oder Dementen rechnen müssen. Und es wird sich auch nicht dadurch bessern, dass immer mehr technik-affine Menschen älter und kränker werden.

Selbst der größte IT-Virtuose ist in seinen Fähigkeiten empfindlich eingeschränkt, wenn die Hornhaut etwa durch eine Agavenspitze geritzt oder Finger in einer Autotür geklemmt wurde. Mit über 40 Grad Fieber dampfen auch über 40

Jahre IT-Erfahrung des Autors auf ein kleines „Bitte helft mir“ zusammen. Das Erinnern und Eingeben von PINs oder Passwörtern, wie sie für das neue eRezept geplant sind, kann in all diesen Fällen schnell eine unüberwindliche Hürde werden. Es kann also bei kranken Patienten keine ausgefeilte Sicherheitstechnik wie in Großkonzernen oder Behörden mit gesunden Fachleuten eingesetzt werden.

Auch auf Seiten des medizinischen Personals darf sich die Technik nicht zwischen Patient und Behandler drängen und um Aufmerksamkeit buhlen. Im Zentrum der Aufmerksamkeit muss der Patient stehen. Im Notfall ist das offenkundig, aber auch im Alltag ist die ganzheitliche Wahrnehmung des Patienten für die Ärzte wichtig: Geübte Ärzte nehmen abseits des Gesprochenen oder vorgelegter Dokumente vieles wahr, was Patienten verdrängen oder verschweigen. Die Empathie und das Vertrauen in der Arzt-Patienten-Beziehung trägt zur Heilung bei. Medizinische Studien belegen, wie die Wirksamkeit von Medikamenten steigt, wenn sie oder mindestens das Rezept als Symbol der Heilung unmittelbar vom Arzt dem Patienten übergeben werden. In diesem Licht wirft ein rein virtuelles eRezept eine grundsätzlich untersuchungsbedürftige Frage auf.

## Daten auf Papier

Das Versicherten-Stammdaten-Management müsste man deshalb nach diesen Grundprinzipien umgestalten: Der Versicherte erhält von seiner Krankenkasse jedes Quartal bei Bedarf einen Nachweis in Form eines DIN-A5-Blatts, auf dem lesbar aufgedruckt die notwendigen Daten stehen. Außerdem ist ein 2D-Barcode auf-

gedruckt, der dieselben Daten noch einmal enthält – maschinenlesbar und von der ausgebenden Krankenkasse digital signiert.

Beim ersten Besuch eines Arztes im Quartal gibt der Versicherte den Nachweis ab. Der 2D-Code wird ausgewertet, die Signatur verifiziert, das Ergebnis und der geprüfte Inhalt angezeigt und gegebenenfalls in das Praxisverwaltungssystem übernommen.

Ein solcher Versicherungsnachweis wäre begrenzt gültig, fälschungs- und manipulationssicher, zudem dezentral und offline nutzbar. Und bei Stromausfall? Sichtprüfung des lesbaren Textes und Ablegen in einer Schublade zur Nacherfassung – die meisten Patienten sind dem Arzt ohnehin persönlich bekannt.

Langjährig Versicherten kann die Krankenkasse die Nachweise für die gesamte Familie zu Jahresbeginn gebündelt zusenden. Bei anderen Versicherten kann die Kasse die bedarfswise Zusendung zur impliziten Adressprüfung nutzen. Wenn man die Versichertendaten etwas ent-schlackt und diagnoseähnliche Informationen in separate Nachweise ausgliedert, erhält man einen deutlich weniger sensi-tiven Datensatz mit geringeren Sicher-heitsanforderungen. Damit rücken ein Web-Self-Service, ein mobiler Versiche- rungsnachweis oder im Bedarfsfall ein Fax-Versand durchaus in den Bereich des Verantwortbaren.

## Wirtschaftlichkeit

Der alte Landarzt stände bei einer solchen Lösung auch nicht vor der Abwägung, technisch aufzurüsten oder seine Praxis aufzulösen. Selbst ohne IT kann er teil-nehmen – heutzutage genügt ein Smartphone ohne SIM-Karte im Flug-zeug-Modus, damit WLAN und Bluetooth deaktiviert werden: Eine kleine App kann die Deaktivierung der Netzverbindung überwachen, den 2D-Code lesen, die Signatur prüfen und die Daten anzeigen.

Ein Versand von 20 Millionen Versicherungsnachweisen pro Quartal wäre am Ende auch nicht teurer als die Telematik-Infrastruktur. Die TI soll in etwa 200.000 Praxen und Kliniken ausgerollt werden. Für jede Konnektor-Installation werden rund 3000 Euro erstattet, für den Betrieb rund 250 Euro pro Quartal – die tatsächlichen Kosten liegen höher, wahrscheinlich deutlich. Die Konnektoren müssen nach spätestens fünf Jahren zwingend er-setzt werden, weil festverbaute Krypto-

Zertifikate ablaufen. Es ergibt sich also mindestens je Praxis und Quartal ein Be-trag von 400 Euro oder 80 Millionen Euro insgesamt je Quartal – dafür lassen sich eine Menge Nachweise verschicken. Traut man den 2006 vom Gesundheitsministe-rium genannten Zahlen, spart der VSDM dem Gesundheitswe-sen jedes Jahr zwei Milliarden Euro ein – das Beharren auf dem Großprojektan-satz und das Ignorieren von Alternativen seit 2005 waren also ziemlich teuer.

Ein wichtiges Ar-gument für die Ein-führung der eRezepte ist der bessere Schutz gegen Missbrauch, indem sie bei der Einlösung in der Apothe-ke etwa die Eingabe einer PIN vorsehen. Allerdings begünstigen sie auch neue Be-trugsmaschen. Denn das TI-eRezept ist für viele Patienten nicht nachvollziehbar oder prüfbar. Ein krimineller Arzt könnte mit einem Apotheker als Komplizen einem technisch unbedarften Patienten durchaus weitere Medikamente auf dem eRezept un-terjubeln, die der Apotheker zwar ver-bucht, aber nicht aushändigt.

Um bisherige Rezepte besser zu schützen, würde es genügen, dass ein Arzt sie weiterhin im Klartext druckt sowie daneben dieselben Daten digital signiert als 2D-Barcode. Die Klartextseite wird traditionell unterschrieben, gestempelt und damit zur Urkunde.

Die digitale Signatur verhindert eine Fälschung oder Manipulation von Rezepten durch Patient oder Apotheke. Illegale Kopien und Mehrfacheinlösungen bleiben zwar weiterhin möglich, lassen sich aber durch die eindeutige Rezeptnummer er-kennen und verfolgen. Ebenso „Luftrezepte“, bei denen ein Arzt ein Rezept ohne Wissen eines Patienten ausstellt und durch einen Komplizen einlöst – sie ließen sich durch statistische Analysen aufdecken.

Auf eine zusätzliche PIN-Eingabe vor jeder Signatur kann man getrost verzichten und stattdessen die Signierkarte oder eine reine Software-Signatur nur ein- oder zweimal täglich freischalten. Bevor man weitere Kopierschutzmechanismen ein-setzt, sollte man zunächst die Zahl der tat-sächlichen Missbräuche abwarten. Spezialpapiere und UV-Licht-Prüfer wären je-derzeit leicht nachrüstbar.

Ein solches alternatives eRezept wahrt das menschliche Maß: Es ist als physisches Objekt für Patienten und An-gehörige einfach zu handhaben und zu delegieren. In der Apotheke kann es wie bisher als Gedächtnissstütze und Checklis-te beim Einsammeln der Medikamente

aus den Apotheken-schränken genutzt werden – notfalls im Kerzenschein. Es kann ohne Authenti-sierung, ohne Kon-nektivität und auch bei Stromausfall völ-lig problemlos zu-nächst eingelöst und gegebenenfalls später überprüft werden. Apotheker und Pa-tient können die aus-

gehändigten Medikamente am Rezept ge-meinsam abhaken und prüfen.

Medizinisch ist auch dieser persönli-che Akt ein Zeichen heilender Zuwen-dung im Rahmen des Curabo-Effekts – man sollte dieses bewährte Vorgehen nicht opfern, ohne die Folgen vorher soli-de zu untersuchen.

Da sich der Prozess an sich nicht än-dert, bleiben sowohl die Vertrautheit der Beteiligten wie die Wirtschaftlichkeit be-stehen. Der vielbemängelte Medienbruch ist dank effizienter OCR-Prozesse zur Re-zepterfassung und 2D-Bar-Codes ohnehin bereits überwunden.

Nach demselben Schema wie Versi-cherungsnachweise und eRezept ließen sich eMedikationspläne, eÜberweisun-gen, eImpfausweise oder auch Arbeits-Unfähigkeitbescheinigungen (eAU) realisieren. Zusätzliche 2D-Scancodes auf Papierausdrucken lassen sich einfacher, billiger und sicherer einführen als eine komplette Umstellung auf rein elektronische Übermittlungen über unsichere IT-Systeme, wie sie derzeit geplant sind.

(hag@ct.de) 

*Thomas Maus ist Diplom-Informatiker und berät seit 1993 freiberuflich Unterneh-men und Behörden vornehmlich zu IT-Si-cherheitsfragen. Dazu gehören unter anderem das Management großer, unter-nehmenskritischer Installationen, der Aufbau von Pen-Test-Teams und das Training internationaler Polizeikräfte zur Cyber-Crime-Bekämpfung.*

**Dokumente und Quellen:** ct.de/yr77

## Mit über 40 Grad Fieber dampfen auch über 40 Jahre IT-Erfahrung des Autors auf ein kleines „Bitte helft mir“ zusammen.



Bild: Albert Hulm

# Höchst sensibel

## Wie die DSGVO Gesundheitsdaten schützt

**Gesundheitsdaten zählen zu den sensibelsten Informationen über einen Menschen und bergen ein hohes Missbrauchspotential. Umso erstaunlicher ist es, dass Ärzte, Krankenhäuser oder Hersteller medizinischer Apps damit oft nachlässig umgehen. Schlimmer noch: Das neue Digitale-Versorgung-Gesetz gibt Krankendaten zur Nutzung frei und erlaubt Apps auf Krankenschein.**

**Von Joerg Heidrich**

**D**ie Zeiten, in den Patienteninformationen allenfalls in einem geschützten Raum zwischen Ärzten, Laboren und

Krankenkasse hin und her geschickt wurden, sind vorbei. Medizinische Daten sind längst ein Milliardenmarkt, von dem von Pharmagiganten über Forschungseinrichtungen bis hin zu mehr oder weniger seriösen App-Herstellern alle ihr Stück abhaben wollen.

Dieser schönen, neuen Medizmwelt soll jetzt ein Anfang November beschlossenes Gesetz zum Durchbruch helfen. Das Digitale-Versorgung-Gesetz (DVG) sieht unter anderem Apps auf Rezept (siehe Kasten) und die Freigabe von Patientendaten für Forschungszwecke vor. Während sich Gesundheitsminister Jens Spahn (CDU) für die neuen Möglichkeiten begeistert, sind Daten- und Patientenschützer alles andere als angetan.

Das zentrale Schutzobjekt der DSGVO sind die sogenannten personen-

bezogenen Daten. Das sind Informationen, die sich auf eine natürliche Person beziehen und diese identifizieren oder mithilfe von zusätzlichen Informationen identifizierbar machen.

### **Gesundheitsdaten in der DSGVO**

Noch stärker geschützt sind die „besonderen Kategorien von personenbezogenen Daten“. Art. 9 der DSGVO definiert darunter „Daten, aus denen die rassische und ethnische Herkunft, politische Meinungen, religiöse oder weltanschauliche Überzeugungen oder die Gewerkschafts-zugehörigkeit hervorgehen“. Ebenso fallen darunter genetische Daten, biometrische Daten zur Identifizierung von Personen, Informationen zum Sexualleben oder der sexuellen Orientierung – und eben auch die Gesundheitsdaten.

Letztere definiert die DSGVO als Informationen, „die sich auf die körperliche oder geistige Gesundheit einer natürlichen Person, einschließlich der Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen, beziehen und aus denen Informationen über deren Gesundheitszustand hervorgehen“. Diese Definition ist sehr weit ausgelegt und umfasst auch solche Angaben, aus denen auf den Gesundheitszustand einer Person geschlossen werden kann, also Diagnosen, Laborbefunde, Rezepte oder Pflegeinformationen. Nicht relevant ist die Herkunft der Daten, also ob diese direkt von einem Arzt oder einem Krankenhaus kommen oder auch von einem Apotheker oder dem Beschäftigten einer Krankenkasse.

Ebenfalls zu den Gesundheitsdaten gehören solche Angaben, die einen Rückchluss auf die Konstitution einer Person zulassen: EKG-Werte, Dioptrien, Gewicht, Reha-Aufenthalte, Medikamentenliste. Schließlich fallen auch solche Daten darunter, die typischerweise an Gesundheits-Apps übermittelt werden, wie Puls oder Herzraten, aber auch genetische Daten aller Art. Auch können Dokumente als Gesundheitsdaten unter den strengen Schutz des Art. 9 DSGVO fallen. Das gilt beispielsweise für Kontoauszüge, aus denen sich regelmäßige Zahlungen an eine Diabetes-Praxis oder der Kauf von orthopädischem Gerät ergibt.

## Gesundheitsdaten rechtssicher nutzen

Hinsichtlich jeder Art von Nutzung personenbezogener Daten sieht die DSGVO ein sogenanntes Verbot mit Erlaubnisvorbehalt vor. Diese bedeutet, dass die Erfassung, Verarbeitung oder Weitergabe der Informationen erst einmal verboten ist – sofern nicht ausnahmsweise eine gesetzliche Erlaubnis vorliegt. Für „normale“ Daten sieht Art. 6 hier sechs verschiedene Möglichkeiten vor. Relevant sind insbesondere die Verarbeitung zu Zwecken der Erfüllung eines Vertrags und auf Basis eines „berechtigten Interesses“, welches allerdings das Interesse der betroffenen Personen überwiegen muss. Ebenfalls möglich ist es, eine Einwilligung des Betroffenen einzuholen.

Eine passende Rechtsgrundlage zu finden, ist bereits im Rahmen von Art. 6 DSGVO schwer genug. Für sensible Informationen wie Gesundheitsdaten schränken strenge Regelungen in Art. 9 die Möglichkeiten noch stärker ein. Dort findet

sich beispielsweise eine Erlaubnis zur Verarbeitung „aus Gründen des öffentlichen Interesses im Bereich der öffentlichen Gesundheit, wie dem Schutz vor schwerwiegenden grenzüberschreitenden Gesundheitsgefahren“. Ausnahmsweise rechtlich möglich ist auch die Nutzung der Krankheitsdaten im Bereich der Gesundheitsvorsorge, der Arbeitsmedizin oder der Forschung. Einige spezielle Sonderregelungen gibt es zudem im Bereich der betrieblichen Nutzung durch Paragraf 22 des neu gefassten Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG-neu) sowie durch Regelungen in den Sozialgesetzbüchern, den Landesgesetzen oder dem kirchlichen Datenschutz.

## Gut informiert?

Eine Nutzung außerhalb des klassischen Ärzte-, Krankenhaus- und Forschungsumfelds sehen die strengen Vorgaben der DSGVO nur sehr eingeschränkt vor. Darunter leiden insbesondere die Anbieter von Gesundheits-Apps – zumindest so weit sie den Datenschutz tatsächlich ernst nehmen, was nicht immer der Fall ist. Denn die einzige Möglichkeit zur Nutzung der sensiblen Kundendaten ist in der Regel die Einholung einer Einwilligung der Betroffenen. Und dies rechtswirksam zu tun, ist alles andere als trivial. Denn eine Einwilligung muss nicht nur freiwillig erfolgen: Die jeweilige Person muss detailliert darüber belehrt werden, was genau wie mit ihren Daten passieren soll.

Dabei reichen pauschale Formulierungen wie „Ich bin damit einverstanden, dass Anbieter XY meine Daten verarbeitet“ nicht aus. Nicht ausreichend ist es

auch, Einwilligungen beispielsweise in den AGB oder der Datenschutzerklärung zu verstecken und diese pauschal abnicken zu lassen. Tatsächlich muss darüber informiert werden, wer welche Daten wie und gegebenenfalls auch wo verarbeitet. Wichtig ist auch die Angabe, dass der Betroffene seine Einwilligung jederzeit widerrufen kann, und die Angabe der Kontaktdata, gegenüber wem er seine Zustimmung zurücknehmen kann. Seine Einwilligung auf dieser Basis muss der Betroffene dann explizit bestätigen, offline durch eine Unterschrift, online zum Beispiel durch das Ankreuzen eines Kästchens.

Auf Basis dieser Informationen muss der Betroffene wissen, worauf er sich mit der Einwilligung und der damit verbundenen Datenweitergabe einlässt. Stimmt er dem dann freiwillig zu, so können auch sensible Informationen verarbeitet werden. Ist die Information allerdings unvollständig, so fehlt es an einer Rechtsgrundlage zur Erhebung der Daten – was schlimmstenfalls mit einem Bußgeld geahndet werden kann. Die Erfahrung einer unrichtigen Einwilligung musste etwa Ende 2017 Facebook machen. Dort gab es kostenlose Spiele von Drittanbietern. Nach einer Entscheidung des Kammergerichts Berlin (Az. 5 U 155/14) waren die bereitgestellten Informationen allerdings nicht geeignet, die User ausreichend zu informieren oder eine freiwillige Einwilligung in die Weitergabe ihrer personenbezogenen Daten einzuholen.

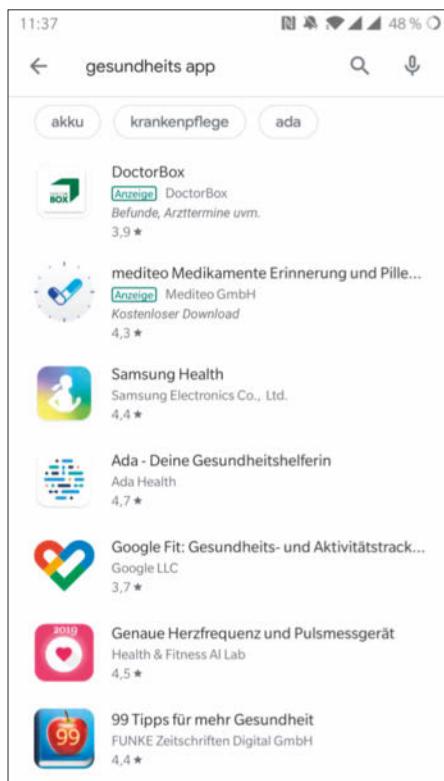
## Heftige Sicherheitsanforderungen

Neben diesen umfangreichen rechtlichen Vorgaben für die Nutzung von Kranken-

Bundesgesundheitsminister Jens Spahn (CDU) hat die Gesundheitsdaten gesetzlich Versicherter für die Forschung zugänglich gemacht.



Bild: BMG



Obwohl der Umgang mit Gesundheitsdaten sehr streng geregelt ist, gibt es bereits ein umfangreiches Angebot an mobilen Anwendungen.

daten sieht die DSGVO auch noch weitere Anforderungen im Bereich der IT-Sicherheit vor. Dabei gilt grundsätzlich, dass personenbezogene Daten in einer Weise verarbeitet werden müssen, „die eine angemessene Sicherheit der personenbezogenen Daten gewährleistet“. Zentrale Vorschrift ist der Art. 32 der DSGVO. Danach muss der Verarbeiter der Daten geeignete technische und organisatorische Maßnahmen ergreifen, um ein „dem Risiko angemessenes Schutzniveau zu gewährleisten“. Wichtig dabei: Bei dem zu beurteilenden Risiko handelt es sich um die Gefahren, die für die Rechte und Freiheiten der betroffenen Person bestehen – nicht etwa für das verarbeitende Unternehmen. Um ein angemessenes technisches Schutzniveau zu erreichen, ist dabei insbesondere der Stand der Technik zu berücksichtigen, aber auch die Schwere des bestehenden Risikos.

Verarbeitet man Gesundheitsdaten, so entsteht daraus in den allermeisten Fällen ein potenziell hohes Risiko für den Betroffenen. Werden solche Informationen publik, können durch deren Nutzung erhebliche Nachteile entstehen. Hieraus

ergibt sich, dass die Anforderungen an die IT-Sicherheit auch entsprechend hoch sein müssen. So dürfen diese Informationen im Normalfall nicht unverschlüsselt gespeichert werden, schon gar nicht offen in der Cloud. Auch die Weitergabe der Daten an Dritte ist in vielen Fällen kritisch und nur eingeschränkt möglich. Dies gilt umso mehr, wenn diese Dritten außerhalb der EU sitzen, etwa in den USA.

Die IT-Sicherheit spielt auch im Rahmen des Digitale-Versorgung-Gesetzes (DVG) eine Rolle. So soll die Kassenärztliche Bundesvereinigung bis zum 31. März 2020 in einer Richtlinie „die Anforderungen zur Gewährleistung der IT-Sicherheit in der vertragsärztlichen und vertragszahnärztlichen Versorgung“ festlegen. Die darin festzulegenden Anforderungen müssen dem Stand der Technik entsprechen und sind jährlich an die technischen Entwicklungen und an das Gefährdungspotenzial anzupassen.

## Teurer Schadenersatz

Verstöße gegen die DSGVO werden von den zuständigen Landesdatenschutzbehörden sanktioniert. Die dabei möglichen Bußgelder sollen „in jedem Einzelfall wirksam, verhältnismäßig und abschreckend“ sein. Bezuglich der Höhe sieht Art. 83 vor, dass diese „bis zu 20 Millionen Euro oder im Fall eines Unternehmens bis zu 4 Prozent seines gesamten weltweit erzielten Jahresumsatzes“ ausmachen können. Nachdem mittlerweile auch in Deutschland Millionenbußgelder verhängt wurden, ist kaum damit zu rechnen, dass die Behörden hier speziell bei einem Verstoß hinsichtlich Patientendaten Milde walten lassen.

Hinzu kommt noch das Damokles-schwert des drohenden Schadensatzes nach Art. 82 DSGVO. Danach hat jede Person, der wegen eines Verstoßes gegen die Verordnung ein materieller oder immaterieller Schaden entstanden ist, Anspruch auf Schadenersatz gegen den Ver-

## Fragwürdige Apps auf Rezept?

Apps erleichtern vielen Patienten den Alltag im Umgang mit ihrer Erkrankung. Ob Tagebücher für Diabetiker oder Aufzeichnungen für Bluthochdruckpatienten: Spätestens dann, wenn im Rahmen der Nutzung persönliche medizinische Daten an den App-Anbieter oder Dritte übertragen werden, sind zum Schutz der Betroffenen die strengen Vorgaben des Datenschutzes wie auch zur IT-Sicherheit zu beachten.

Die Erfahrung zeigt allerdings, dass es die Hersteller oft nicht allzu genau mit diesen harten Vorgaben nehmen. Zudem sind diese in der Praxis in Teilen auch hochgradig interpretationsbedürftig. Die Bundesregierung möchte trotz dieser nicht ungefährlichen Gemengelage die Verbreitung dieser digitalen Hilfsprogramme fördern. Im Rahmen des Digitale-Versorgung-Gesetzes wurde festgelegt, dass die Kosten für medizinische Apps von den Krankenkassen erstattet werden sollen.

Um zu einer Erstattungsfähigkeit zu kommen, muss der Anbieter sein Produkt beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte in ein Verzeichnis digitaler Gesundheitsanwendungen ein-

tragen lassen. Voraussetzung für eine Eintragung ist eine Kontrolle durch das Institut, das die App auf Datensicherheit, Datenschutz und Funktionalität überprüfen soll. Hierfür hat das Amt drei Monate Zeit. Wird diese Hürde überwunden, so bezahlen die gesetzlichen Kassen die Nutzung der Produkte für ein Jahr. Be merkenswert dabei ist die Tatsache, dass die Wirksamkeit des Produkts nicht zu den Dingen gehört, die explizit nachgewiesen werden müssen. Vielmehr hat der Anbieter im Rahmen einer Erprobungsphase ein Jahr Zeit nachzuweisen, dass diese einen „positiven Versorgungseffekt“ aufweist. Hierfür muss er ein wissenschaftliches Evaluationskonzept vorlegen.

Datenschutzrechtlich muss der Anbieter „Nachweise darüber beifügen“, dass die App „den Anforderungen an den Datenschutz entspricht und die Datensicherheit nach dem Stand der Technik gewährleistet“. Das Bundesinstitut dürfte daher die Software nicht selber prüfen, nur auf Basis der übermittelten Unterlagen darüber urteilen, ob die hohen Anforderungen von DSGVO oder IT-Sicherheit erfüllt sind.

antwortlichen. Ein solcher immaterieller Schaden kann zum Beispiel dann anzunehmen sein, wenn im Rahmen des Betriebs einer App die Gesundheitsdaten von Betroffenen offen im Netz auftauchen. Besonders bedrohlich für die Unternehmen ist dabei die Tatsache, dass jeder Einzelne der Betroffenen einen solchen Anspruch hat. Auch wenn das Gericht einen solchen Schaden nur mit 1000 Euro pro Person bemisst, kann der Schaden bei einer Vielzahl von Betroffenen schnell existenziell bedrohlich werden.

Wie unangenehm ein solcher Verstoß gerade im Bereich der sensiblen personenbezogenen Daten werden kann, muss gerade die österreichische Post erleben. Diese hatte unerlaubterweise eine Datenbank geführt, in der Informationen über politische Präferenzen ihrer Kunden aufgeführt waren. Auch solche Angaben fallen unter den Schutz des Art. 9 DSGVO. Hierfür gab es bereits ein Bußgeld in Höhe von 18 Millionen Euro. Daneben hatte jedoch auch ein Betroffener geklagt, dem ein Schadensersatz in Höhe von 800 Euro zugesprochen worden war. Klingt nicht viel, allerdings gab es 2,2 Millionen Kunden in dieser Datenbank, die alle einen solchen Anspruch geltend machen könnten. Wenig überraschend formieren sich diese Kunden gerade zu Sammelklagen, die für die Post sehr teuer werden können.

## Datenweitergabe im Digitale-Versorgung-Gesetz

Doch wie vertragen sich all diese rechtlichen Vorgaben mit dem Anfang November 2019 verabschiedeten DVG? In dessen Rahmen müssen die gesetzlichen Krankenkassen sensible personenbezogene Daten ihrer Mitglieder an den GKV-Spitzenverband weitergeben. Zwar gibt es eine vergleichbare Datensammlung bereits heute. Die bisherige „Datenaufbereitungsstelle“ soll jetzt zu einem Forschungsdatenzentrum weiterentwickelt werden. Dieses neue Zentrum erhält künftig umfangreiche Informationen über nahezu alle Bundesbürger. Verwaltet wird dieser Pool voller höchst sensibler Informationen dann von einem Forschungsdatenzentrum, welches beim Bundesgesundheitsministerium angesiedelt wird. Konkret werden nach DVG etwa Angaben zu Alter, Geschlecht und Wohnort ebenso übermittelt wie Angaben zum Versicherungsverhältnis, Kosten- und Leistungsdaten, Angaben „zum Vitalstatus und zum Sterbedatum“ sowie Angaben „zu den abrechnenden Leistungserbringern“. Er-



**DIGITAL VERSORGT - GESÜNDER VERNETZT!**

Das Digitale-Versorgung-Gesetz:

- ⊕ Ärzte verschreiben Gesundheitsapps
- ⊕ Ausbau des digitalen Netzwerks im Gesundheitswesen
- ⊕ mehr Informationen zu Online-Sprechstunden im Internet

[bundesgesundheitsministerium.de](http://bundesgesundheitsministerium.de)

Das Bundesgesundheitsministerium wirbt auf seinen Seiten für die neuen Möglichkeiten des Digitale-Versorgung-Gesetzes.

fasst werden insgesamt rund 73 Millionen gesetzlich Versicherte. Die Mitglieder der privaten Krankenkassen unterfallen der Neuregelung nicht und entgehen der Datensammlung, was ebenfalls für Kritik gesorgt hat.

Sinn und Zweck dieser Konzentration hochsensibler Informationen ist laut Gesundheitsminister Spahn die Nutzung für „Forschung, insbesondere für Längsschnittanalysen über längere Zeiträume, Analysen von Behandlungsabläufen oder Analysen des Versorgungsgeschehens“. Hierfür werden die Daten von dem Sammlungszentrum auf Antrag an Behörden, Forschungseinrichtungen oder Universitätskliniken herausgegeben. Eine Übermittlung an privatwirtschaftliche Stellen ist dagegen bislang ausgeschlossen.

## Kritik von Datenschützern

Datenschutzrechtlich soll eine Nutzung dieser höchst sensiblen Informationen vor allem durch Pseudonymisierung erfolgen. Dadurch kann zwar die verarbeitende Stelle immer noch einen Personenbezug herstellen, nicht jedoch der Empfänger der Daten. Für diesen handelt es sich dann um anonyme Informationen, auf die der Datenschutz keine Anwendung findet. Tatsächlich sieht das Verfahren in der im Bundestag verabschiedeten Version eine solche Pseudonymisierung gleich an zwei Stellen vor.

Dennoch wird auch dieses Verfahren unter Hinweis auf die Möglichkeit der

Schaffung eines „gläsernen Versicherten“ durch die Zusammenführung dieser Daten ebenso wie die bloße Existenz einer solchen riesigen Sammlung von Krankeninformationen heftig kritisiert. Dies gilt auch für die Tatsache, dass die Bürger nicht gefragt werden, ob sie ihre Daten dafür zur Verfügung stellen wollen. Bedenklich sei, dass in dem Gesetz das Recht der Patienten auf Datensouveränität und informierte Einwilligung nicht ernst genommen werde, kritisiert etwa Peter Dabrock, der Vorsitzende des Deutschen Ethikrats.

## Fazit

Der europäische Gesetzgeber hat mit der DSGVO sehr hohe Hürden für den Umgang mit den höchst sensiblen Gesundheitsdaten aufgestellt. Diese für neue Geschäftsmodelle oder eben auch die medizinische Forschung zu nutzen, ist daher schwierig. Vor allem gilt das für Erfassung, Speicherung und Weitergabe im Rahmen von privatwirtschaftlicher Nutzung, besonders bei Apps und entsprechenden Websites. Hier bleibt den Betreibern meist nur, eine informierte Einwilligung der Betroffenen einzuholen. Wird dabei nicht alles richtig gemacht, so drohen Geldbußen und Schadensersatzansprüche durch die Betroffenen. Es steht zu befürchten, dass man in der Zukunft häufiger von solchen Bußgeldern hören wird.

(uma@ct.de) 

# Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

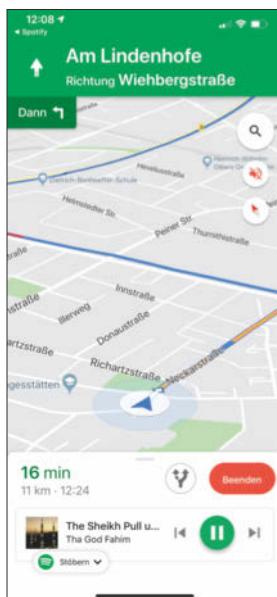
# Beim Navigieren Musik hören

Ich nutze Google Maps zum Navigieren im Auto und höre dabei oft Musik via Spotify über mein iPhone. Nun nervt es mich aber, immer zur Spotify-App zu wechseln, wenn ich ein Lied überspringen will. Das ist ja während einer Autofahrt auch gefährlich, am Smartphone herumzufummeln.

! Dafür gibt es eine praktische Lösung: Man kann Google Maps mit verschiedenen Musik-Apps verknüpfen und dann die Wiedergabe in der Navi-App steuern. Dafür müssen Sie in Google Maps lediglich die Einstellungen öffnen, dort auf „Navigation“ klicken und dann den Punkt „Musikwiedergabesteuerung“ auswählen. Dort steht unter iOS neben Spotify noch Apple Music zur Auswahl. Wer Android nutzt, kann zwischen Spotify und Google Play Music wählen. Anschließend kann man im Interface von Google Maps die Wiedergabe starten, pausieren, Lieder überspringen und in der eigenen Musiksammlung stöbern – ganz ohne App-Wechsel. (des@ct.de)

(des@ct.de)

Google Maps lässt sich mit verschiedenen Musik-Apps verknüpfen. So kann man während der Navigation die Wiedergabe bequem steuern, ohne die App wechseln zu müssen.



## Helligkeit ändert sich ungewollt

Bei meinem Huawei Mate 20 Pro ändert sich die Displayhelligkeit, obwohl ich die automatische Helligkeitsanpassung abgeschaltet habe. Wie kann ich dieses Verhalten unterbinden?

! Für dieses Verhalten ist eine Automatik verantwortlich, die besonders bei hellem Auflicht das Display noch lesbar halten soll. Der zuständige Menüpunkt verbirgt sich in den Entwickleroptionen. Falls Sie die Entwickleroptionen noch nicht nutzen können, erhalten Sie folgendermaßen Zugang: Rufen Sie die Einstellungen auf, dann ganz unten „System“ und „über das Telefon“. Tippen Sie sieben Mal auf den Eintrag neben „Build-Nummer“ und geben Sie dann Ihr Bildschirmpasswort ein. Unten im Display wird daraufhin eingeblendet: „Sie sind nun ein Entwickler“. Navigieren Sie zum Unter- menü „System“ und „Entwickleroptionen“. Unterhalb des Eintrags „Debugging“ findet sich die Zeile „Lesbarkeit bei Sonnenlicht verbessern“. Deaktivieren Sie diese Option. (mil@ct.de)

## Total Commander ohne Splashscreen

Ich nutze eine registrierte Version des Total Commander anstelle des Windows Explorers. Was mich schon immer stört, ist die kurze Anzeige eines Info-Bildschirms beim Start des Programms. Leider finde ich keine Einstellung, diesen Splashscreen komplett zu deaktivieren.

! Sie müssen lediglich der Datei `wincmd.ini` eine Zeile mit dem Befehl „`StartupScreen=0`“ (ohne die Anführungszeichen) hinzufügen. Den Speicherort der `wincmd.ini` ermitteln Sie am einfachsten, indem Sie im Total Commander

„Über Total Commander...“ im Hilfe-Menü wählen. Gegebenenfalls müssen Sie noch die Anzeige von versteckten und Systemdateien aktivieren, um zum entsprechenden Ordner zu gelangen. Das machen Sie im Total Commander unter „Konfigurieren, Einstellungen..., Ansicht“. Setzen Sie hier Häkchen bei „Versteckte Dateien anzeigen“ und „Systemdateien anzeigen“. (swi@ct.de)

## LTE-Tarif mit öffentlicher IP-Adresse

Ich bin Nutzer des Homespot-Tarifs von Congstar, mein heimisches Internet wird also via LTE bereitgestellt. Die IP-Adresse im LTE-Tarif ist jedoch nicht öffentlich. Deshalb kann ich meine Smart-home-Geräte nicht von unterwegs ansteuern. Congstar stellt das auch auf Nachfrage nicht um. Gibt es einen Trick?

! Tatsächlich ist es normal, als Nutzer eines LTE-Tarifs keine öffentliche IP-Adresse zu erhalten. So handhabt das nicht nur Congstar, sondern auch die Telekom, Vodafone und O2. Ohne öffentliche IP-Adresse entspricht Ihre Verbindung NAT Typ 3. Darüber laufen im Übrigen auch viele Multiplayerspiele nicht. Im Telekom-Netz, dem Congstar angehört, haben Sie jedoch Glück im Unglück. Dort ist es möglich, auf eine andere APN-Konfiguration umzustellen, die Ihnen eine öffentliche IP-Adresse verschafft.

## Congstar-APN

Profilname	T-Mobile
APN-Typ	statisch
APN-Name	internet.t-d1.de
Telefonnummer	*99#
Benutzer	internet oder t-mobile
Passwort	t-d1 oder tm
Protokoll	PAP

Diese APN-Konfiguration ist eigentlich nur für Testzwecke gedacht. Sie funktionierte bisher bei uns aber auch im Alltagsbetrieb. Alternativ kann auch ein vServer angemietet und für eine VPN-Verbindung ins Internet genutzt werden. (mjo@ct.de)

## OneNote-App: Festes Seitenformat

Ich möchte meine in der Windows-10-App von OneNote gespeicherten Notizen gelegentlich auch ausdrucken. Da finde ich es wenig hilfreich, dass die Seiten endlos groß sind. Ich würde sie lieber schon vor der Eingabe auf DIN A4 begrenzen, wie das in OneNote 2016 möglich ist. Geht das?

Nicht direkt. Die Entwickler haben diese Funktion aus dem Desktop-OneNote in den übrigen Versionen bislang nicht implementiert. Das gilt nicht nur für die Windows-10-App, sondern auch für OneNote für macOS, iOS, Android und den Webbrowser. Aber: Die Windows-10-App respektiert vorhandene Seitenbegrenzungen, die mit einem Desktop-OneNote festgelegt wurden und zeigt sie auch an. Deshalb können Sie zumindest OneNote 2016 oder eine frühere Desktop-Version für Windows verwenden, um im entsprechenden Notizbuch ein Seitenformat festzulegen (über „Ansicht, Papierformat“), beispielsweise A4. Sie können dann sowohl im Desktop-OneNote als auch in der UWP-App für Windows 10 bestimmen, dass neue Seiten im aktuellen Abschnitt immer diese Vorlage

mit den Seitengrenzen nutzen sollen. Tipp: Legen Sie sich gleich eine oder mehrere Leerseiten mit den gewünschten Dimensionen in OneNote 2016 an und behalten Sie sie als Vorlage. Bei Bedarf kopieren Sie eine solche Seitenvorlage dann in einen beliebigen Abschnitt.

Es bleibt natürlich bei der konzeptbedingten Einschränkung, dass pro Notizbuchseite nur genau eine Seite mit festen Dimensionen entsteht, nicht etwa mehrere Seiten untereinander. Die Begrenzung soll nur verhindern, dass Sie auf eine einzelne Notizseite mehr schreiben, als nachher auf ein Blatt Papier passen würde. Das Einfügen mehrseitiger PDFs funktioniert zum Beispiel so nicht. (swi@ct.de)

Dokument enthaltenen Bilder in ihrem Ursprungsformat (z. B. JPG oder TIF) und ihrer Originalauflösung – allerdings mit kryptischen Dateinamen. Sie müssen die Dateien also gegebenenfalls per Hand umbenennen. Übrigens klappt das genau so mit DOCX-Dateien von MS Word. Nach dem Umbenennen und Entpacken finden Sie die Bilder dort unter \word\media.

Wenn Sie ein Packprogramm wie 7-Zip anstelle des Explorers verwenden, können Sie sich das Umbenennen auch komplett sparen und die jeweilige Datei direkt öffnen (Im 7-Zip-Dateimanager über „Intern öffnen“). (swi@ct.de)

## Libre Office Writer: Bilder exportieren

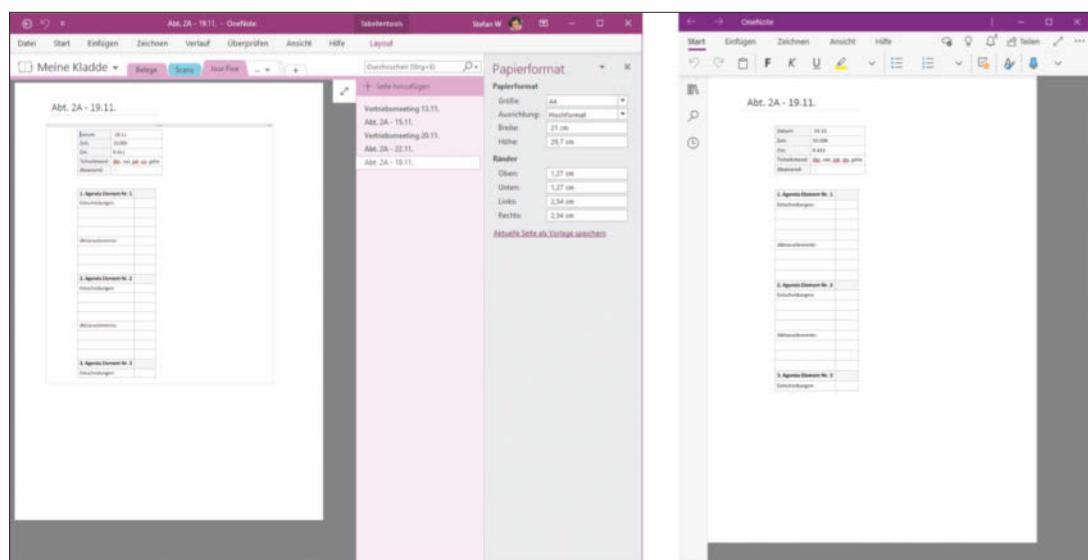
Ich habe in Libre Office Writer ein Dokument mit vielen eingebetteten Bildern. Die würde ich gerne als Einzeldateien exportieren. Das geht zwar über das Kontextmenü aber nur einzeln. Gibt es einen Weg, alle auf einmal zu exportieren?

Das ist sogar recht einfach: Benennen Sie die ODT-Datei um, indem Sie ihr die Endung .ZIP verpassen. Die Warnung, dass die Datei dabei unbrauchbar werden könnte, nicken Sie einfach ab. Öffnen Sie nun die ZIP-Datei mit einem Packprogramm oder dem Windows Explorer. Neben einer Reihe von Dateien und Ordner finden Sie darin auch ein Verzeichnis namens Pictures. Darin stecken alle im

## Besseres WLAN für Deskmini A300

Der optimale Kompakt-PC „7-Watt-Spar-Mini“ aus c't 24/2019 hat zwei WLAN-Antennen. Das in Asrocks WLAN-Erweiterungskit enthaltene Modul Intel 3168 funkert aber nur mit einem MIMO-Stream (ct.de/-4261615) und lässt so Durchsatzpotenzial brachliegen. Da das PCI-Express-Kärtchen in einer M.2-2230-Fassung steckt, kann man es leicht gegen ein Wi-Fi-6-Pendant austauschen: Intels AX200 (Modell AX200.NGWG.NV) ist aktuell für 12 Euro zu haben und im Mini-PC viel einfacher unterzubringen als in einem Notebook (c't 19/2019, S. 106, ct.de/-4503392). Zum Tausch genügt es, die Antennenkabelchen unter geringfügigem Drehen ihrer Steckerchen vorsichtig abzuziehen und die einzelnen Halteschraube zu lösen. Der Zusammenbau klappt in umgekehrter Reihenfolge.

Legt man in OneNote 2016 (links) Seitenbegrenzungen fest, übernimmt sie die Windows-10-App (rechts). Danach kann man die Vorlage auch in der App als Standardformat für neue Seiten festlegen.





Intels Wi-Fi-6-WLAN-Karte AX200 läuft problemlos im Asrock-Barebone Deskmini A300 für Kompakt-PCs. Das 12-Euro-Kärtchen steigerte im c't-Versuch den WLAN-Durchsatz um 60 bis 130 Prozent gegenüber dem Original.

Die neue Karte lieferte in unserem Szenario gegen eine Fritzbox 7580 deutlich mehr Durchsatz als das Original: In der Nähe (wenige Meter) kletterte die Datenrate um 89 Prozent (2,4 GHz, 102 statt 54 MBit/s netto) beziehungsweise 59 Prozent (5 GHz, 452 gegen 284 MBit/s). Über 20 Meter durch Wände war der Gewinn bei 2,4 GHz etwas niedriger (80 Prozent im Mittel über vier Orientierungen von Basis und Mini-PC, 63 statt 35 MBit/s), aber dafür im 5-GHz-Band deutlich höher (132 Prozent, 213 gegen 92 MBit/s).

(ea@ct.de)

## Windows 10: ISO-Datei ohne Media Creation Tool

Ich hätte gerne ein reines ISO-Image des aktuellen Windows 10. Auf der entsprechenden Download-Seite wird mir aber immer nur das Media Creation Tool aufgedrängt, das man installieren muss, um das Image zu bekommen. Gibt es einen direkten ISO-Download?

Ja, allerdings nur mit einem Trick. Sie müssen Sie dem Webserver vorgaukeln, dass Sie ihn gar nicht mit einem Windows-Rechner besuchen. Für Macs und andere Geräte, die nichts mit der Installationsdatei des Media Creation Tool anfangen können, stellt Microsoft nämlich durchaus das ISO direkt bereit. Ändern Sie den User Agent, mit dem der Browser sich und das verwendete Betriebssystem ausweist. Am einfachsten geht das mit Microsoft Edge:

Öffnen Sie die offizielle Windows-10-Downloadseite (siehe [ct.de/yfvy](https://ct.de/yfvy)) und drücken dann F12, um in der rechten Bildschirmhälfte die Entwicklertools zu öffnen. Klicken Sie in deren Menüleiste oben auf „Emulation“. Je nach Bildschirmauflösung versteckt sich der Menüpunkt eventuell hinter dem Symbol mit dem nach unten zeigenden Dreieck. Im Feld Benutzer-Agents wählen Sie nun einen Nicht-Windows-Eintrag aus, etwa „Apple Safari (iPad)“. Der Browserinhalt auf der linken Seite ändert sich umgehend und bietet nun den Download der ISO-Dateien für die 32- und 64 Bit-Versionen an, nachdem Sie noch die Windows-10-Edition und Produktsprache ausgewählt haben. Stellen Sie danach den User-Agent wieder auf „Microsoft Edge (Standard)“ zurück.

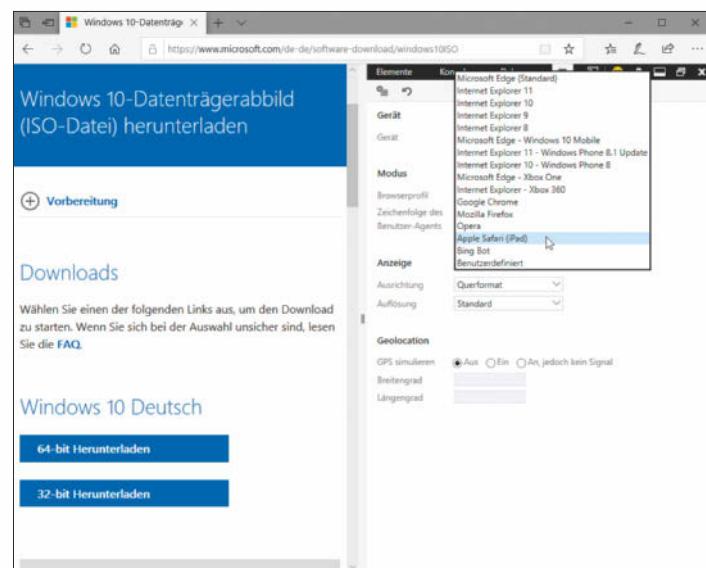
Im Prinzip geht das mit Mozilla Firefox und Google Chrome ähnlich; der Weg ist nur ein bisschen umständlicher. Hier bieten sich als komfortable Alternative entsprechende Browser-Add-ons an (siehe ct-Link), die den Wechsel des User Agents quasi on-the-fly erlauben. (swi@ct.de)

**Downloads, Add-ons:** [ct.de/yfvy](https://ct.de/yfvy)

## Eurorack-Synthesizer steuern mit Reason 11

Ich habe das neue Reason 11 gekauft, das in seinem Rack Software-Synthesizer unter anderem mit virtueller Steuerspannung (CV) kontrolliert. Kann ich auch Hardware-Module aus meinem Eurorack mit Reason ansteuern?

Durch Umstellung des User Agents gaukelt der Browser (hier: Edge) dem Microsoft-Server einen Nicht-Windows-Rechner vor und bietet die Windows-10-Images direkt zum Download an.



Fragen richten Sie bitte an

**ct 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).

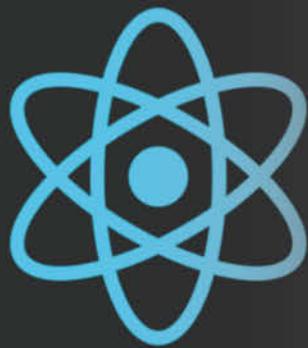
Ja, allerdings nicht ohne weitere Hard- und Software. Um Steuerspannungen aus Ihrem Rechner auszugeben, benötigen Sie ein Audio-Interface, das auch Gleichspannungen ausgibt (DC coupled). Normalerweise werden diese zum Schutz der Lautsprecher ausgefiltert. Passende Interfaces finden Sie beispielsweise bei Expert Sleepers, aber auch einzelne Modelle unter anderem von MotU und Presonus.

Zwar kann Reason mit Bordmitteln keine CV ausgeben oder empfangen, Sie können diese Funktion aber beispielsweise mit zwei günstigen Rack Extensions aus dem Online-Shop von Reason nachrüsten. Das CV-I/O Bundle von Robotic Bean gibt für 27 Euro je acht CV-Kanäle aus und empfängt diese. Der Silent Way Voice Controller von Expert Sleepers bringt für 19 Euro sogar einen automatischen Kalibrierung für die Pitch-Kontrolle sowohl in Volt/Oktave als auch in Herz/Volt, mit dem beispielsweise der Korg MS-20 angesteuert wird.

(hag@ct.de)



# Workshops 2020



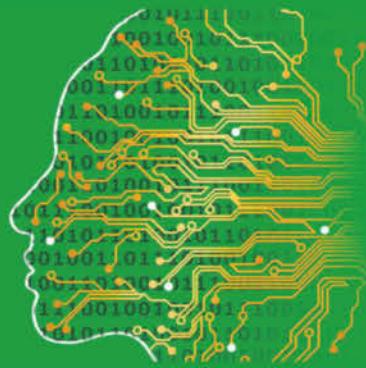
## Webanwendungen entwickeln mit React

14. – 17. Januar 2020  
in Hannover



## Docker-Container: Administration und Orchestrierung

21. – 24. Januar 2020  
in Hannover



## Künstliche Intelligenz mit Deep Learning

2-Tage-Kurs zum schnellen Einstieg

27. – 28. Januar 2020  
in Hannover

## Sichere Cloud-Nutzung

10. – 12. Februar 2020  
in Hannover



## Ihr Weg in die Cloud

03. – 05. Februar 2020  
in Hannover



Weitere Infos unter:  
<http://www.heise-events.de/workshops>





Kristina Kobilke  
**Marketing mit Instagram**  
 Das umfassende Praxis-Handbuch

mitp, Frechen 2019 (4. Aufl.)  
 ISBN 978-3-7475-0065-1  
 312 Seiten, 26 €  
 (Epub-/Kindle-E-Book: 23 €)

## Auffallen und Hängenbleiben

**Ein Bild von einem braunen Ei vor weißem Hintergrund hat es auf Instagram geschafft, viral zu gehen und über 50 Millionen „Gefällt mir“-Klicks einzusammeln. Strategen rufen solche Effekte gezielt hervor und nutzen sie, um Marken, Produkte und Dienste ins Bewusstsein von Plattformnutzern zu pflanzen.**

Ob Unternehmen oder Privatmensch, Schülerin oder Filmstar: Einen Account bei Instagram, dem bild- und videolastigen Social Network aus dem Hause Facebook, hat fast jeder. Laut einer Studie der Social-Media-Agentur „We Are Social“ gibt es allein in Deutschland 20 Millionen aktive Nutzer.

Sie alle sind für Unternehmen, die sich auf Instagram betätigen, Werbeadressaten und potenzielle Kunden. Wie man eine gezielte Unternehmenskommunikation über diesen besonderen Kanal gestaltet, erläutert Kristina Kobilke in den acht Kapiteln ihres praxisorientierten Leitfadens.

Lesern, die Instagram gar nicht oder nur als private Gelegenheitsnutzer kennen, bringt die Autorin die Grundlagen der Plattform und die Eigenarten der Community nahe. Nach und nach führt sie dann wichtige Begriffe der werblichen Instagram-Nutzung ein, geht auf Influencer und Branded Hashtags ein. Allgemeine Tipps widmen sich dem Umgang mit den Mechanismen wie dem Profilsystem und der Verknüpfung mit Facebook. Verschiedene Schritt-für-Schritt-Anleitungen betreffen komplexere Themen wie das Entwickeln und Umsetzen einer Instagram-Strategie. Als Verständnishilfe dienen passende Screenshots aus der App und Infografiken, die Tipps und Anleitungen unterstützen.

Als Leser hat die Autorin vorrangig Social-Media-Beauftragte in Unternehmen und Einrichtungen im Blick, außerdem Selbstständige, die die Reichweite ihrer Dienste und Produkte durch eine Präsenz auf Instagram verbessern möchten.

Gerade diejenigen, die sich keinen eigenen Social-Media-Berater leisten können, sondern in Do-it-yourself-Manier Instagram-Marketing betreiben, finden hier Anregungen und erprobte Wege, um reizvolle Hingucker zu starten und dabei Peinlichkeiten zu vermeiden. Die einfachen Erklärungen und präzisen Anleitungen setzen niedrigschwellig an. Wer bereits Social-Media-Experte ist, wird hingegen nur wenig Neues entdecken.

(Anna Eichler/psz@ct.de)

## Cambridge Analytica: Aufstieg und Fall

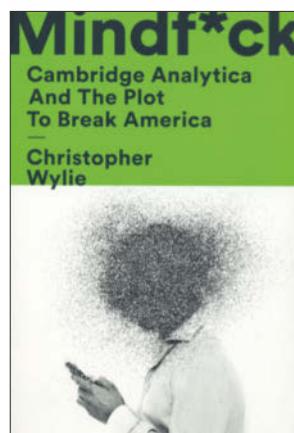
**Wählermanipulationen in Afrika, Wahlkampfhilfe für Trump in den USA, Stimmungsmache für den Brexit: Spannend wie in einem Roman, aber mit journalistischem Realitätsanspruch berichtet der Cambridge-Analytica-Whistleblower Christopher Wylie, wie eine Kombination aus KI, Big Data und Psychologie ins Weltgeschehen eingriff.**

Wenn man nicht wüsste, dass es um reale Geschehnisse geht, könnte man sich in eine Folge der englischen Social-Fiction-Fernsehserie „Black Mirror“ versetzt glauben: Wylie, ein junger, von Neugier und Interesse getriebener Student, hilft 2013 einem weitgehend unbekannten Unternehmen, digitale Methoden zur Auswertung von Internet-Nutzerdaten zu implementieren. Als sein machthungriger Boss Alexander Nix erkennt, wie gefragt diese Ideen sind, beginnt er, die technischen Konzepte an Kunden zu verkaufen. Dabei nimmt er keine Rücksicht darauf, wer diese Kunden sind und zu welchem Zweck sie die mächtigen Analysewerkzeuge nutzen wollen. So setzen rechte Parteien beispielsweise gezielt Maßnahmen ein, um unwillkommene Minderheiten vom Wählen abzubringen.

Als Wylie erkennt, wofür seine Idee genutzt wird, kündigt er seinen Job, doch es ist bereits zu spät.

Wer noch Beispiele für die Wichtigkeit von Datenschutz und vorsichtigem Umgang mit personenbezogenen Daten sucht, der wird bei der Schilderung der streckenweise haarsträubenden Entwicklungen fündig. So war das Vorgehen von Cambridge Analytica (CA) zwar illegal, aber Facebook-Profile, die alle Arten von Alltagsmomenten im Leben von Nutzern dokumentieren, vereinfachten das Datensammeln.

Ein paar Ereignisse, wie das Hacken von Webcams, um fremde Menschen rund um die Welt zu beobachten, erinnern an die Autobiografie von Edward Snowden. Anders als Snowden musste Wylie als Folge seines Whistleblowings jedoch nicht sein Heimatland verlassen und im Exil leben. Er büßte lediglich die Accounts auf Facebook und Instagram ein und musste einen Aufwand betreiben, um Überwachung und Anfeindungen übers Netz einzudämmen. (kim@ct.de)



Christopher Wylie  
**Mindf\*ck**  
 Cambridge Analytica And The Plot To Break America  
 Christopher Wylie  
 Random House, New York 2019  
 ISBN 978-0-5932-2914-9  
 269 Seiten, 15 €  
 (Epub-/Kindle-E-Book: 12 €)



## 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)



# TANNENBAUM-TERMINATOR

von Christian Endres

Der Sensor einer Überwachungsdrohne, die in der kalten Nachluft ihre Kreise zieht, löst einen Alarm aus. Daraufhin setzt sich einer der Kampfroboter unter der schneebedeckten Überdachung mit kaum hörbarem Surren in Bewegung. Ein Kopf voller Prozessoren, Kabel, Lüfter, Speichereinheiten und Kameras krönt das mannshohe Hightech-Gerippe. Es sieht aus, als würde der nackte Tod durch den nur vom Schnee und vom Mondlicht erhellten Wald schreiten. Die Killermaschine folgt dem Signal der Drohne, vorbei an Nadelbäumen von vielerlei Größe und Form. Ein Stück vom Ziel entfernt bleibt der Roboter stehen. Lediglich sein Blick schweift weiter durch die Dunkelheit.

Unter einer Tanne hoppelt ein Häschchen durch den Schnee.

Der Skelettkrieger scheint es eine Weile nachdenklich zu betrachten. Dann wendet er sich ab und geht wieder zurück.

Das Häschchen hat ihn nicht einmal bemerkt.

\* \* \*

Wer die volle Weihnachtsbaum-Erfahrung will, ohne dafür das Haus zu verlassen, kommt zu mir.

Klingt paradox, ich weiß.

Ich ermögliche es meinen Kunden, von zu Hause aus bequem und doch vollkommen authentisch und archaisch auf die Jagd nach dem perfekten Weihnachtsbaum zu gehen – minus den Schnee, die Kälte, den Wind, das Harz und die Nadeln.

Schon mein Vater nutzte dieses Stück Privatwald im Hinterland als Plantage für Weihnachtsbäume, die man selber schlagen kann. Im eingezäunten Areal wachsen hauptsächlich Nordmannstannen; Nostalgiker und Hardliner finden dort auch die eine oder andere Fichte. Seit mein alter Herr den Löffel abgegeben hat und ich nicht mehr die ausgebuteute Saisonkraft bin, sondern den Laden übernommen und mit aktueller Technik aufgerüstet habe, brummt das Geschäft ab der zweiten Dezemberwoche, obwohl kein einziger Kunde einen Fuß auf meine Waldplantage mit den Baumreihen setzt.

Früher fuhren die Familien, die ihren Weihnachtsbaum in seinem natürlichen Lebensraum erlegen wollten, mindestens eine Stunde aus der Stadt raus. Sie rumpelten auf den zugefrorenen Parkplatz und stolperten eine weitere Stunde unentschlossen durch den Schnee. War der richtige Baum endlich gefunden, mühten sich die nominellen Familienoberhäupter mit einer der Bügelsägen oder einem der Beile aus unserem Bestand ab – oft genug musste ich einem bis zur Verzweiflung frustrierten Vater helfen, dessen Säge feststeckte, dessen gerötetes Gesicht schweißbedeckt war, dessen quengelnde Kinder aufs Klo mussten und dessen frierende Frau mir dankbare Blicke zuwarf, während ich meinen Standardspruch zur Ehrenrettung aufsagte: „Manchmal setzen sich die Burschen heftig zur Wehr. Da haben Sie sich aber auch ein Prachtexemplar ausgesucht! Kein Wunder, dass der bis zum Schluss kämpft.“ Als wäre die Tanne der verdammt Moby Dick ...

Dann wurde der frisch geschlagene Weihnachtsfetisch zurück zum Ausgangspunkt der winterlichen Expedition getragen und in ein Netz gehüllt. Anschließend begoss man den Triumph über die Wildnis mit einer Tasse heißem Kakao, bevor die Christbaumjäger ihre Trophäe schief grinsend bezahlten, in den Kofferraum beförderten oder aufs Wagedach schnallten und über tückische Straßen nach Hause karrten – wo die Kälte, das angekratzte männliche Ego und der sperrige Baum schon Tage vor der Bescherung in einem großen Krach kulminierten. Ho, ho, ho.

Doch diese Zeiten sind vorbei.

Niemand will mehr durch ein gezähmtes Waldstück laufen und sich vor seiner Familie und vor Fremden zum Affen machen, weil er seit dem Werkunterricht in der Fünften keine Säge mehr in der Hand hatte.

Heute loggt sich der Kunde mit seiner heimischen VR-Ausrüstung per App ins Netzwerk meiner Plantage ein, wo er einen axtschwingenden Kampfroboter durch die Natur steuern kann.

Ich habe zehn von den Dingern, die im Großen und Ganzen aussehen wie gepanzerte Skelette mit ein paar überzähligem Rippen und Gelenken. Sie haben es nicht aus dem Start-up an die Front geschafft. Dank guter Connections hab'

ich sie billig abgestaubt und vor einem Dasein im Firmenkeller bewahrt. Statt mit Flammenwerfern die Anhänger des heiligen Terrors zu grillen, fällen die ausgemusterten Killerroboter bei mir nun eben mit Äxten Nadelbäume, die am Heiligen Abend die Wohnung von weit weniger extremistischen Traditionalisten schmücken.

Ich bezeichne die Skelettkrieger gern als meine Tannenbaum-Terminatoren – und weil ich Sinn für Humor habe, tragen sie rote Weihnachtsmann-Zipfelmützen.

Der Kunde hat durch sein Equipment und die App einen Logenplatz im Kopf eines Roboters und sieht, was der Tannenkiller sieht. So steuert er die Maschine durch die Reihen der Tannen und fällt den Baum seiner Begierde mit den Armen des Metallmannes, der für den Kunden die Axt führt.

Es gibt verschiedene Modi: Man kann die Maschine alles Anstrengende machen lassen, während man selbst mit dem per Brille eingeklinkten Rest der Familie nur zuschaut. Es ist auch möglich, im Wohnzimmer den Controller wie ein Beil zu schwingen und auf diese Weise damit anzugeben, was für ein strammer Naturbursche man ist. Hilft dem Sexleben, hab' ich mir sagen lassen.

vor Ort zu sein. Für den Rest der gebuchten Zeit kann ich auf die automatisierten Überwachungsdrohnen vertrauen und brauche nur dann persönlich vorbeizuschauen, wenn es ein Problem gibt.

Für heute ist Feierabend. Die Skelettkrieger stehen alle brav unter dem zweckentfremdeten Carport, den mein Vater gebaut hat. Ich füttere noch die Rehe in ihrem Gehege („Das sind Santas Rentiere, Kinder, füttern verboten!“). Nach Weihnachten dürfen die wieder frei durch die Gegend laufen, bis ein VR-Jäger, der mehr als Pixel beziehungsweise Harz spritzen sehen will, sie ins Visier nimmt.

Auf der Schwelle zur Hütte schäle ich mich aus meinen schneeverklebten Stiefeln. Drinnen stehen ein Futonbett, ein Schreibtisch samt Laptop und Router, eine Mikrowelle, ein Kühlschrank und ein Kanonenofen, der für mollige Wärme sorgt.

Das mit Abstand Heißeste in der Hütte ist jedoch Linda, eine meiner fleißigen Versand-Elfen und zugleich meine Saisonabschnittsgefährtin, die den Futon mit mir teilt.

O du selige!

\* \* \*

Mitten in der Nacht weckt mich ein Alarm.

Keine Panik, das passiert immer mal wieder, wenn eine der Drohnen, die nach Sonnenuntergang das Gelände überfliegen, etwas erfasst. Meistens einen Fuchs, eine Wildkatze oder einen Hasen, aber man muss vorsichtig sein. Am Ende spendiert dir die Weihnachtsbaummafia, die das Geschäft in der Stadt kontrolliert, sonst ein paar Liter Benzin und ein Streichholz. Auch Öko-Aktivisten sind stets für einen geschäftsschädigenden Stunt gut. Die Dummheit besoffener Kids ist sowieso nie zu unterschätzen.

Und dann gibt es noch jene Arschlöcher, deren Motto frei übersetzt lautet: „Ein einzelner geklauter Baum wird schon niemandem weh tun, die haben doch genug von den Dingern.“ Dieses Jahr waren nur ein paar Waldbewohner auf meinem Gelände unterwegs, bis ich das Loch im Zaun fand und mit einem Brett versperrte.

Linda dreht sich murmelnd um und schläft weiter. Ich entsteige ihrer duftenden Wärme nur ungern, zumal das Holz im Ofen runtergebrannt ist und die Hütte außerhalb des Bettes den Charme eines Iglus verströmt. Dennoch checke ich am Laptop den Drohnenfeed.

„Fuck“, entfährt es mir beim Anblick des bunten Bildes der Wärmekamera. Es zeigt zwei Menschen, die sich an einem meiner Bäume zu schaffen machen.

„Leiser, Tiger“, nuschelt Linda im Halbschlaf, um sofort wieder in die Tiefen des Traumlands zurückzuschweben. Die Glückliche!

Ich überlege angestrengt. Wenn ich zuvor überhaupt mal nächtlichen Besuch von Dieben hatte, stellte ich das zu meist aus der sicheren Entfernung meiner Wohnung fest. Ich rief die Polizei – und am nächsten Morgen ging es bloß um die Papiere für die Versicherung.

Nun bin ich keine zweihundert Meter entfernt und könnte mir die Scheißer selber vorknöpfen. Wenn ich das denn möchte.

Ich studiere das Wetter-Widget. Windstill, kein Schneefall, minus elf Grad. Wissenschaftlich ausgedrückt heißt

## DIE KILLERMASCHINE FOLGT DEM SIGNAL DER DROHNE, VORBEI AN NADELÄUMEN VON VIELERLEI GRÖSSE UND FORM.

Frust wird hier auf alle Fälle nicht geschoben. Die Software der verhinderten Kampfroboter, die mir ein Studienfreund umprogrammiert hat, sorgt dafür, dass jeder happy ist. Merkt die KI, dass das mit dem virtuellen Baumschlagen nicht so klappt wie gedacht, schaltet sie in der Realität Hilfe zu, ohne zu fragen – und schon liegt die Tanne im Schnee.

Manche Kunden sind damit zufrieden, wenn der Feind harzend zu Boden geht – in dem Fall übernimmt ebenfalls die Routine des Programms; der Roboter bringt den Baum zu mir und meinen hilfreichen Weihnachtselfen, damit wir das Verpacken altmodisch von Hand erledigen. Die Lieferung erfolgt durch Rentner und Studenten, die sich etwas dazuvordienen wollen, bei entsprechend gebuchtem Service sogar beim Aufstellen helfen und sich über ein Trinkgeld freuen. Zudem tragen auch meine Ausfahrer diese lustigen Zipfelmützen.

Das Geschäft mit den Weihnachtsbäumen boomt dermaßen, dass ich die letzten Tage bis Heiligabend nicht mal mehr heimfahre, sondern nach dem Verschicken der letzten Tanne in der kleinen Blockhütte am Eingang der Plantage penne. Außerhalb der Weihnachtszeit mache ich mein Geld damit, Waldstück und Roboter an die Couch-Potatoes unter den Jägern zu vermieten: Da reicht es, für eine Einweisung

das: arschkalt. Kurz kommt mir der Gedanke, dass bald Weihnachten ist, ich den Dieben einen Baum überlassen und zurück zu Linda unter die Decke kriechen könnte. Andererseits geht es hier ums Prinzip. Der Grundbesitzer gegen den Wilderer, das ist ein uralter Kampf, der möglicherweise sogar auf einem tief sitzenden primitiven Instinkt beruht.

Überlebt der bei minus elf Grad? Tut er. Hätte es nie für möglich gehalten, Hosen und Fleece-Jacke schneller anzuziehen, als ich sie vorhin ausgezogen habe. Ich zwinge mich in die Stiefel, schlüpfe in die Handschuhe, mache die Tür auf, schaudere vor Kälte, schnappe mir eine Axt, die an der Außenseite der Hütte lehnt – und schon stelle ich mich den arktischen Temperaturen und haste schlitternd durch den laut knirschenden Schnee.

Ich kenne diese geordneten, sauber angelegten Baumreihen wie meine Westentasche und finde den Weg allein mit dem Licht, das die Schneedecke und der Mond spenden. Mein heißer Atem bildet Wolken vor meinem Gesicht, in das die Kälte wie mit Rasierklingen schneidet. Ich versuche, langsamer zu atmen und leiser aufzutreten. Trotzdem habe ich das Gefühl, von Augen aus der Dunkelheit beobachtet zu werden, die meinem Weg durch die Gänge aus Tannen folgen. Vermutlich stinknormale Paranoia für jemanden, der sonst niemals mitten in der Nacht draußen rumrennt, wenn

der eigene Grund und Boden viel Vertrautheit und Sicherheit einbüsst. Einige Tannen sehen um diese Uhrzeit sackunheimlich aus.

Als ich die Stelle erreiche, an der die Drohne die Ein dringlinge gemeldet hat, wird mir klar, wie unnötig die Sorge wegen meiner Schritte im Schnee war.

Ein bärtiger Hüne und eine schlanke Mieze, beide mit Mützen und Boots, streiten sich lautstark und kriegen nichts mit außer ihrem Gezanke. Dem Zungenschlag nach zu urteilen, hat er ordentlich einen im Tank, wohingegen sie nüchtern wie die Nacht klingt und generiert versucht, ihm die Idee mit dem Baumklau auszureden. Hinter den beiden, auf der anderen Seite des Zauns, erkenne ich die Umrisse eines rückwärts geparkten Pick-ups, dessen Pritsche den Ma schendraht eindrückt.

Dummerweise sieht der Typ mit der Wikingerstatur durchaus so aus, als könnte er eine Tanne über den zweieinhalb Meter hohen Zaun werfen.

Ich spüre Unsicherheit in mir aufsteigen, was mein Vor haben angeht, die Wilderer zu konfrontieren. Deshalb trete ich die Flucht nach vorn an, mache ein paar Schritte auf das Paar zu und rufe: „Hey!“

Sie springt erschrocken nach hinten; er fährt mit einem Knurren herum und hebt den Arm, in dessen Hand er den Griff einer gemein aussehenden Fuchsschwanzsäge hält.

**Make:**  
KREATIV MIT TECHNIK

DAS KANNST  
DU AUCH!



2x Make testen und 6 € sparen!

**Ihre Vorteile:**

- ✓ **GRATIS dazu:** Arduino Nano
- ✓ **NEU:** Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

Jetzt bestellen:

[make-magazin.de/miniboo](http://make-magazin.de/miniboo)

\* Für die Laufzeit des Angebotes.



„Der Baum da gehört mir“, sage ich mit geringfügigem Beben in der Stimme, das ich einfach mal der Kälte zuschreibe. Für die lahme Ansage habe ich derzeit leider keine Entschuldigung. „Die ganze Plantage. Ihr wisst, was das heißt?“

„Dass ich dir eins auf die Fresse hauen muss?“, lallt der Betrunkene. „Und ...“

Was auch immer er hinzufügen will, geht im Kreischen der Frau unter.

Unsere Blicke folgen ihrem Zeigefinger. Dieser deutet auf einen meiner Roboterknechte, der hinter uns plötzlich ohne Vorwarnung aus der Dunkelheit heraus aufgetaucht ist. Mondlicht schimmert auf dem Metall seiner Panzerung, auf seinen emporgereckten Armen und dem Blatt seiner erhobenen Axt. Ehrlich gesagt sieht selbst die Weihnachtsmannmütze gar nicht mehr ironisch aus. Der Tannenbaum-killer strahlt unverhohlene Tötungsbereitschaft aus und lässt seine Klinge mit maschineller Präzision herabsausen.

## ICH GEHE EINFACH MAL DAVON AUS, DASS ER TROTZ HOCHENTWICKELTER KI NICHT ZWISCHEN BAUMDIEB UND BAUMEIGENTÜMER UNTERScheidet.

Es ist nur der Unvorhersehbarkeit trunkener Bewegungsmuster zu verdanken, dass der Baumdieb den Kopf behält und der Schnee keinen roten Anstrich bekommt.

Falls ihr jetzt hofft, dass ich dem Roboter mit meiner Axt den Schädel vom Rumpf trenne und den Aufstand der Maschinen beende, muss ich euch leider enttäuschen. Die Axt dürfte sich als nutzlos gegen den für die Front gehärteten Roboter erweisen. Wie es scheint, hat dieser sich in den Kill-Modus geschaltet, welcher von meinem Informatik-Kumpel eigentlich überschrieben worden sein sollte.

Es sei denn ... Gestern gab es ein Problem mit einem der Skelettkrieger, woraufhin ich mich in den Tiefen des Software-Menüs verirrte – eventuell habe ich ja eine alte, längst vergessene Einstellung reaktiviert? Ups.

„Weg hier!“, rufe ich, packe die panische Frau am Handgelenk und zerre sie mit mir zwischen zwei Tannen hindurch in die nächste Reihe. Ein flüchtiger Blick über die Schulter zeigt, dass uns ihr wie durch ein Weihnachtswunder ausgenüchterter Begleiter hinterherkeucht – dicht gefolgt vom Roboter, der mit jedem Schritt an Fahrt aufnimmt, nachdem Heimlichkeit nun kein Thema mehr ist. Er wird uns schnell eingeholt haben. Und ich gehe einfach mal davon aus, dass er trotz hoch entwickelter KI nicht zwischen Baumdieb und Baumeigentümer unterscheidet.

Auf einmal lässt die Frau meine Hand los. Ihr Macker ist gestolpert und röchelnd im Schnee zusammengebrochen. Sie kauert neben ihm und zieht vergebens an seinem Kragen.

Der Sensenmann ragt drohend über ihnen auf.

Ich denke an meine schwammigen Angaben bei der Versicherung, was die Roboter anbelangt, mache kehrt und brülle etwas Unverständliches, als ich zwischen das Paar und den sicheren Tod springe und meine Axt mit geschlossenen Augen gegen den Roboter führe. Zur allgemeinen Überraschung lenke ich seine Klinge tatsächlich ab. Allerdings lässt mich der Aufprall der Äxte in die nächste Tanne taumeln. Das Werkzeug entgleitet meinen Händen, die sich wie der Rest meiner Arme nicht zwischen stechendem Schmerz und akuter Taubheit entscheiden können.

Durch einen Tränenschleier sehe ich, wie der Roboter den Blick fürs Erste von mir abwendet, um sich zunächst um den Wikinger und seine Braut zu kümmern. Wieder heben sich die Arme mit der Axt ...

Diesmal fährt die Axt gar nicht erst herab. Stattdessen scheppert es wie bei einem Autounfall. Blinzeln sehe ich, dass der abgetrennte Kopf des Roboters nach vorn kippt und in den Schnee plumpst – woraufhin der verbliebene Körper von einer Sekunde auf die nächste erstarrt.

Leider steht hinter dem ausgeschalteten Roboter ein zweiter Metallkrieger.

Fuck. Fallen die jetzt schon übereinander her wegen des Privilegs, wer die Menschheit ausrotten darf?

„Das ist geiler als Viking Hero auf der Plays!“, ruft der dazugekommene Roboter zu meiner Verblüffung da mit der leicht verzerrten Stimme von Linda, meiner Weihnachtselfe. Der Skelettkrieger sucht Augenkontakt mit mir. „Der nervige Alarm ging nicht aus“, ertönt Lindas Singsang durch den Speaker des Roboters. „Sah so aus, als könntest du Hilfe gebrauchen, Tiger.“

Mit einiger Mühe kämpfe ich mich aus der Umarmung der Nordmantanne. Im Stillen beglückwünsche ich mich zu dem Geniestreich, der wunderbaren Linda erst neulich gezeigt zu haben, wie sie von der Hütte aus einen Roboter aktiviert und per Laptop steuert – es hat ihr großen Spaß gemacht, ein Dutzend krummer Tannen zu fällen, die ich Heiligabend als Express-Bäume ohne VR-Action und zu entsprechenden Wucherpreisen an Verzweifelte verticke.

Ich nicke Linda dankbar und, wie ich hoffe, halbwegs aufgeräumt zu, bevor ich mich den Wilderern widme. Die Frau heult Rotz und Wasser, der Typ scheint halb weggetreten. Ich massiere abwechselnd meine pochenden Handgelenke und räuspere mich.

„Ihr könnt den Baum behalten und wir lassen die Sache auf sich beruhen“, sage ich mit unternehmerischem Sportsgeist. Die Frau will Einspruch erheben, doch ich hebe eine Hand. „Nein. Vergesst es. Erpressung ist keine Option. Die Story wird euch niemand abkaufen. Ich sage allen, ihr wolltet einen Baum klauen, ich hab' euch erwischt, und einer von euch war sturzbefossen. Außerdem haben wir euch gerade das Leben gerettet. Gern geschehen – und frohe Weihnachten.“ Damit ist alles gesagt, und ich sehe den Roboter erwartungsvoll an. „Linda?“

Der Skelettkrieger mit der Zipfelmütze lässt die Axt fallen und geht auf ein Knie, sodass ich in seine zusammengezogenen Arme klettern kann. Dann erhebt sich der Roboter geschmeidig und trägt mich in Richtung Hütte durch die Nacht.

(psz@ct.de) ct

# Smarte Gadgets



**Sensoren & Aktoren**

**BBC micro:bit**

**ePaper-Displays**

**Calliope mini**

**Arduino UNO**

**PORTOFREI AB 15 € BESTELLWERT**

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/hardware](http://shop.heise.de/hardware)

# Werden Sie PC-Techniker!

Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

**NEU:** SPS-Programmierer, Roboter-Techniker, Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Techniker, Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP

Teststudium ohne Risiko.  
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

**FERN SCHULE WEBER** - seit 1959 - Abt. 114  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)



## NERDISTAN

**dt** magazin für  
computer  
technik



**CURVED GAMING SERIES**

31,5" / 80,01 cm  
16:9

34" / 86,36cm  
21:9

**LC-POWER**  
[www.lc-power.com](http://www.lc-power.com)

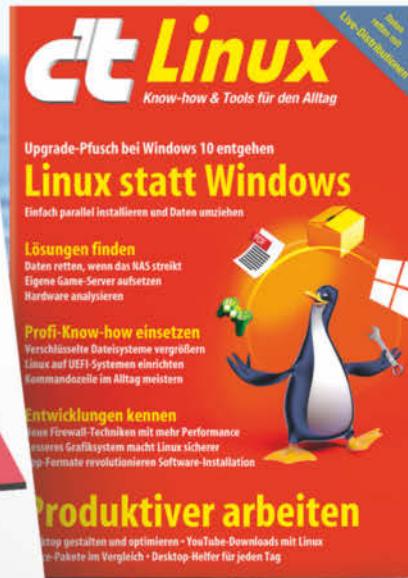
Erleben Sie das ultimative Gaming-Feeling mit den Curved-Gaming-Monitoren von LC-Power!

- Erhältlich in den Größen 34", 31,5", 27" und 23,6"
- Auflösung<sup>1</sup> bis zu Ultra WQHD mit 3440 x 1440 Pixeln
- Bildschirmaktualisierungsrate<sup>1</sup> bis zu 144 Hz
- VA-Panel-Technologie

Weitere Features:  
Picture-by-Picture (PbP)  
Picture-in-Picture (PiP)  
FPS/RTS-Technologie  
Flicker-Free  
GamePlus  
Overdrive  
FreeSync  
Low Blue

<sup>1</sup>Abhängig vom jeweiligen Modell

# Für einen erweiterten Horizont:



## c't Windows Problemlöser

Mit Fokus auf Windows 10 beantwortet dieses Special vor allem Umsteigern brennende Fragen und steht mit Rat und Tat zur Seite: System-Umzug, komfortablere Bedienung, Universalwerkzeuge für den Notfall, Bremsen lösen und Tricks für den Alltag.

Auch komplett digital verfügbar.

[shop.heise.de/ct-windows20](http://shop.heise.de/ct-windows20)

12,90 € >

## c't Admin

IT-Praxis für Heim- und Büronetzwerke

Das Sonderheft unterstützt bei Themen wie Windows-Einrichtung und -Vernetzung, Server-Administration und Server-Wahl, LAN-Aufrüstungen ohne neue Kabel oder auch Router-Optimierungen.

Auch komplett digital verfügbar.

[shop.heise.de/ct-admin19](http://shop.heise.de/ct-admin19)

12,90 € >

## c't Linux

Know-how & Tools für den Alltag

Den Umstieg auf das anwenderfreundliche und kostenlose Linux-Mint sicher meistern: das Open-Source-Betriebssystem ausführlich vorgestellt und erklärt, der parallele Betrieb zu Windows und umziehen mit allen Daten.

Auch komplett digital verfügbar.

[shop.heise.de/linux19](http://shop.heise.de/linux19)

12,90 € >

Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: [shop.heise.de/specials2019](http://shop.heise.de/specials2019)

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

[shop.heise.de/specials2019](http://shop.heise.de/specials2019) >





# 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.

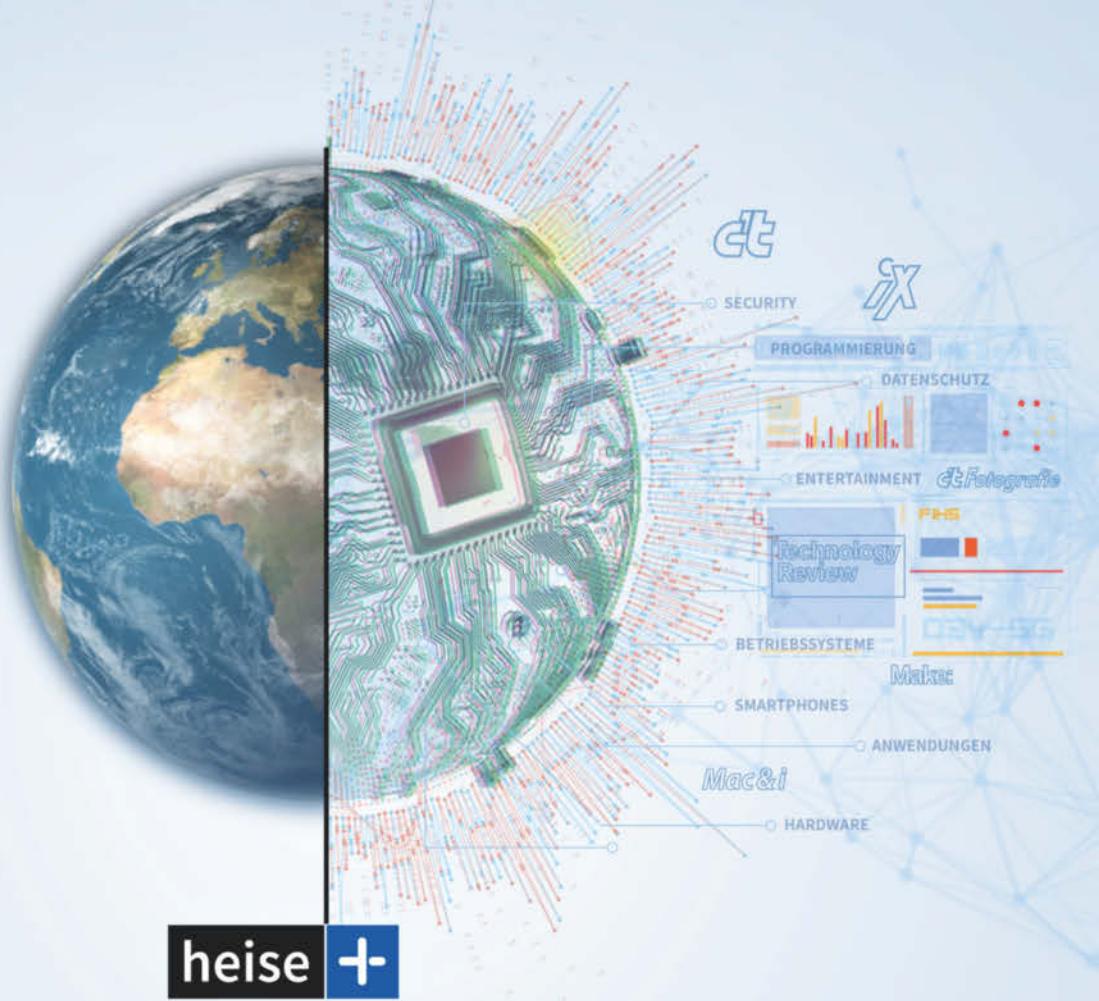
## Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

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

[info@maker-faire.de](mailto:info@maker-faire.de)

Tel.: 0511 - 5352 133



heise +

## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:** Lesen Sie zusätzlich zum c't-Magazin unsere Magazine bequem online auf [heise.de/magazine](http://heise.de/magazine) und erhalten Sie Zugang zu allen heise+ Artikeln.

- ✓ Für c't-Plus-Abonnenten 3 €/Monat für alle anderen c't-Abonnenten 5 €/Monat
- ✓ Jeden Freitag Leseempfehlungen der Chefredaktion im Newsletter-Format
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar
- ✓ c't, iX, Technology Review, Mac & i, Make, c't Fotografie direkt im Browser lesen

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen?  
Unser Leserservice hilft Ihnen gern beim Einrichten.

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

📞 0541 80009 120



Weitere Informationen zum Abo-Upgrade finden Sie unter:

[heise.de/plus-info](http://heise.de/plus-info)

# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196
ACER Computer GmbH, Ahrensburg	39
B1 Systems GmbH, Vohburg	91
Bundesamt f. Personalmanagem. der Bundeswehr, Köln	53
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin	37
Concept International GmbH, München	33
domainfactory GmbH, Ismaning	2
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	137
Eizo Europe GmbH, Mönchengladbach	17
eQ-3 AG, Leer	41
facebook Germany GmbH, Hamburg	45
Fernschule Weber, Großenkneten	187
GRAVIS Computervertriebsges. mbH, Berlin	123
Karlsruher Messe- und Kongress-GmbH (KMK), Karlsruhe	43
Kaspersky Labs GmbH, Ingolstadt	65, 85
Kentix GmbH, Idar-Oberstein	34
Lenovo Global Technology Germany GmbH, Stuttgart	9
mitp Verlags GmbH & Co. KG, Frechen	35
O'Reilly, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	25
Reichelt Elektronik GmbH & Co., Sande	47
RNT Rausch GmbH, Ettlingen	51

Schaeffer AG, Berlin	81
Shure Distribution GmbH, Eppingen	89
Silent Power Electronics GmbH, Willich	187
Strato AG, Berlin	83
TDT AG, Essenbach	49
Thomas-Krenn.com, Freyung	77
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	31
Wiesemann & Theis GmbH, Wuppertal	29

## Veranstaltungen

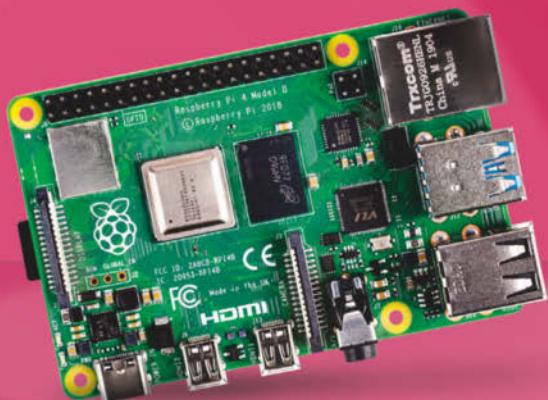
secIT by Heise	heise Events	4, 5
building IoT	iX, heise developer, dpunkt.verlag	59
c't webdev	c't, heise Events	117, 119
Javaland	DOAG	131
ML Essentials	iX, heise developer, dpunkt.verlag	135
iX Workshops	iX, heise Events	179
Developer Konferenzen	iX, heise developer, dpunkt.verlag	190
Maker Faire Berlin	Maker Media	195

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von GRAVIS Computervertriebsges. mbH, Berlin und Rheinwerk Verlag GmbH, Bonn.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

NEU  
+ portofrei!

## Im heise shop: Der neue Raspberry Pi 4 B



### Der kraftvollste Raspberry aller Zeiten!

- 64-Bit Quad-Core
- 1, 2 oder 4 GByte RAM
- USB 3.0 und 2.0
- 4k Dual-Display Support
- WLAN: 2.4 oder 5 GHz
- PoE-fähig

Jetzt Raspberry Pi und viel Zubehör portofrei im heise shop bestellen!

[shop.heise.de/raspi4](http://shop.heise.de/raspi4)

Generell portofrei Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

 **heise shop**

[shop.heise.de/raspi4](http://shop.heise.de/raspi4)



# 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:** „Jetzt aber: Weg mit Windows 7!“: Axel Vahldeik ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de)), Smart-TV-Schnäppchen\*: Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@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:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de))

**Redaktion:** Holger Bleich ([hob@ct.de](mailto:hob@ct.de)), Anke Brandt ([apoi@ct.de](mailto:apoi@ct.de)), Arne Grävemeyer ([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)), Peter Schmitz ([psz@ct.de](mailto:psz@ct.de)), Kim Sartorius ([kim@ct.de](mailto:kim@ct.de)), Dr. Hans-Peter Schüller ([hps@ct.de](mailto:hps@ct.de)), Sylvester Tremmel ([syt@ct.de](mailto:syt@ct.de)), Andrea Trinkwalder ([atr@ct.de](mailto:atr@ct.de)), Dorothee Wiegand ([dwi@ct.de](mailto:dwi@ct.de)), Stefan Wischner ([swi@ct.de](mailto:swi@ct.de))

**Ressort Systeme & Sicherheit**

**Leitender Redakteur:** Peter Siering ([ps@ct.de](mailto:ps@ct.de))

**Redaktion:** Mirko Dölle ([mid@ct.de](mailto:mid@ct.de)), Liane M. Dubowy ([lmd@ct.de](mailto:lmd@ct.de)), Ronald Eikenberg ([rei@ct.de](mailto:rei@ct.de)), Thorsten Leemhuis ([thl@ct.de](mailto:thl@ct.de)), Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@ct.de)), Pina Merkert ([pmk@ct.de](mailto:pmk@ct.de)), Dennis Schirrmacher ([des@ct.de](mailto:des@ct.de)), Hajo Schulz ([hos@ct.de](mailto:hos@ct.de)), Merlin Schumacher ([mls@ct.de](mailto:mls@ct.de)), Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), Keywan Tonekaboni ([ktm@ct.de](mailto:ktm@ct.de)), Axel Vahldeik ([axv@ct.de](mailto:axv@ct.de))

**Ressort Hardware**

**Leitende Redakteure:** Christof Windeck ([cw@ct.de](mailto:cw@ct.de)), Ulrike Kuhlmann ([uk@ct.de](mailto:uk@ct.de)), Dušan Živadinović ([dz@ct.de](mailto:dz@ct.de))

**Redaktion:** Ernst Ahlers ([ea@ct.de](mailto:ea@ct.de)), Tim Gerber ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)), Christian Hirsch ([chh@ct.de](mailto:chh@ct.de)), Benjamin Kraft ([bkr@ct.de](mailto:bkr@ct.de)), Lutz Labs ([ll@ct.de](mailto:ll@ct.de)), Andrijan Möcker ([amo@ct.de](mailto:amo@ct.de)), Florian Müsseg ([mue@ct.de](mailto:mue@ct.de)), Rudolf Opitz ([rop@ct.de](mailto:rop@ct.de)), Carsten Spille ([csp@ct.de](mailto:csp@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:** Robin Brand ([rbr@ct.de](mailto:rbr@ct.de)), Sven Hansen ([sha@ct.de](mailto:sha@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@ct.de)), Marcel Jossifov ([mjo@ct.de](mailto:mjo@ct.de)), Nico Jurran ([nij@ct.de](mailto:nij@ct.de)), Michael Link ([mil@ct.de](mailto:mil@ct.de)), Urs Mansmann ([uma@ct.de](mailto:uma@ct.de)), Stefan Porteck ([spo@ct.de](mailto:spo@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**c't online:** Ulrike Kuhlmann ([ltg\\_uk@ct.de](mailto:ltg_uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistenz:** Susanne Cölle ([suc@ct.de](mailto:suc@ct.de)), Christopher Tränkmann ([cht@ct.de](mailto:cht@ct.de))

**Software-Entwicklung:** Kai Wasserbäch ([kaw@ct.de](mailto:kaw@ct.de))

**Technische Assistenz:** Ralf Schneider ([Ltg\\_rs@ct.de](mailto:Ltg_rs@ct.de)), Hans-Jürgen Berndt ([hjb@ct.de](mailto:hjb@ct.de)), Denis Fröhlich ([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. 10b, 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 ([bsc@ct.de](mailto:bsc@ct.de)), Christiane Schulzki-Haddouti

**DTP-Produktion:** Nicole Judith Hoehne ([Ltg](mailto:Ltg)), Martina Fredrich, Jürgen Gonnemann, Birgit Graff, Angela Hilberg, Jessica Nachtigall, 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 Börnsen

**Digitale Produktion:** 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:** 5C1C1DC5BEEDD33A

**ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>**  
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

**Key-ID:** 2BAE3CF6DAFFB000

**ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>**  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

**Key-ID:** DBD245FCB3B2A12C

**ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>**  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.

Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>

via Tor: [sq4lecqyx4zcpkp.onion](http://sq4lecqyx4zcpkp.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/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: POFICHBX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG  
Mefberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

## c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 5,20 €; Österreich 5,70 €; Schweiz 7,60 CHF; Dänemark 57,00 DKK;  
Belgien, Luxemburg 6,00 €; Niederlande 6,30 €, Italien, Spanien 6,50 €

**Abonnement-Preise:** Das Jahresabonnement kostet inkl. Versandkosten: Inland 122,85 €, Österreich 130,95 €, Europa 141,75 €, restl. Ausland 168,75 € (Schweiz 175,50 CHF); ermäßiges Abonnement für Schüler, Studenten, Auszubildende (nur gegen Vorlage einer entsprechenden Bescheinigung): Inland 89,10 €, Österreich 95,85 €, Europa 108,00 €, restl. Ausland 135,00 € (Schweiz 140,40 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. Ermäßiges Abonnement für Mitglieder von AUGE, bdvb e.V., BvDW e.V., ch/open, GI, GUUG, ISACA Germany Chapter e.V., JUG Switzerland, VBIO, VDE und VDI (gegen Mitgliedsausweis): Inland 93,15 €, Österreich 98,55 €, Europa 112,05 €, restl. Ausland 139,05 € (Schweiz 132,30 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 Verfügungrecht 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 1/2020

Ab 21. Dezember 2019 im Handel und auf [ct.de](http://ct.de)



## Spionen auf die Finger klopfen

Nicht nur die billigen Smart-Home- und IoT-Geräte funken Daten in die Cloud des Herstellers – auch Geräte namhafter Firmen plappern munter. Mit unserer Schnüffelstation im Selbstbau verschaffen Sie sich Gewissheit, wer an wen Daten schickt, sodass Sie gezielt Maulkörbe umbinden können.



## Stromdiebe finden

Hat Ihre Stromrechnung einen Sprung nach oben gemacht? Dann ist vielleicht eines der neuen Gadgets nicht so sparsam, wie sein Hersteller behauptet. Zwischenstecker für wenige Euro spüren den Energiesünder auf. Und sie führen den Kids vor Augen, wie teuer es ist, den Gaming-PC durchlaufen zu lassen.

## Nachhaltige Smartphones

Recycelte Rohstoffe, langlebige Technik, faire Produktion: Smartphone-Hersteller legen nach eigenem Bekunden immer mehr Wert auf Umweltschutz und Soziales. Wir durchleuchten die Öko-Versprechen von Fairphone, Apple & Co. und vergleichen neue Geräte mit gebrauchten.

## Geschäftsmodell Open Source

Open-Source-Software ist kostenlos – und deswegen nichts wert? Weit gefehlt. Weltweit investieren große und kleine Unternehmen in Open-Source-Projekte und verdienen auf verschiedenen Wegen gutes Geld damit, wenn die Qualität stimmt.

## Schnell und günstig mobil

Mit immer neuen Angeboten versuchen die Provider, im hart umkämpften Prepaid-Markt die Kunden bei der Stange zu halten. Wir tragen die aktuellen Angebote für die drei deutschen Netze für Sie zusammen und sagen Ihnen, wie Sie schnell und günstig ins mobile Internet kommen.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



iX Developer 2019  
Moderne Software-entwicklung jetzt im Handel und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



Mac & i 6/2019 jetzt im Handel und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



c't Spezial Windows-Problemlöser jetzt im Handel und auf [heise-shop.de](http://heise-shop.de)



I WANT  
YOU

M

Berlin

**Maker Faire®**

Vernetzen • Austauschen • Präsentieren

**18. - 19. April 2020**

**Arena Berlin/Alt-Treptow**

Melde dich **bis zum 9. Februar**  
als **Maker** für eine kostenfreie  
Standfläche an.

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

# 1&1 VORTEILSWELT



## 1&1 ALL-NET-FLAT

✓ FLAT TELEFONIE

✓ FLAT INTERNET

✓ FLAT EU-AUSLAND

9,99  
ab

€/Monat\*

12 Monate, danach  
19,99 €/Monat. Ohne Gadget.

Weihnachten kann kommen!

Top-Geschenkideen für Ihre Familie  
und Freunde – oder für Sie selbst!

Suchen Sie sich jetzt zu einem 1&1 All-Net-Flat Tarif  
Ihren Wunsch-Vorteil aus, schon ab 0,- €/Monat. Oder  
entscheiden Sie sich für unseren 120,- € Preisvorteil  
in den ersten 12 Monaten.



02602 / 96 96

1&1

1und1.de

\* 1&1 All-Net-Flat mit 3 GB Highspeed-Volumen/Monat (bis zu 225 MBit/s im Download/bis zu 50 MBit/s im Upload, danach jew. max. 64 kBit/s) für die ersten 12 Monate 9,99 €/Monat, danach 19,99 €/Monat. Telefonate in dt. Fest- und Handynetze inklusive sowie Verbindungen innerhalb des EU-Auslands und aus EU nach Deutschland plus Island, Liechtenstein und Norwegen. Mit Smartphone ab 11,- €/Mon. mehr, ggf. zzgl. einmaligen Gerätepreises (Höhe geräteabhängig). Kostenlose Overnight-Lieferung. Einmaliger Bereitstellungspreis 29,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat möglich. Bei Auswahl eines Zusatzgerätes aus der 1&1 Vorteilswelt entfällt der Preisvorteil für die ersten 12 Monate, zzgl. 24-monatige Ratenzahlung (von gewähltem Gerät abhängig). Abbildungen ähnlich. Solange der Vorrat reicht. Versicherungskennzeichen nicht enthalten. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur