



23. 11. 2019 25



Galaxy Fold  
im Praxistest

Der Kampf gegen Lügen und Desinformation

# Fakes entlarven

Tools & Tipps gegen Bild- und Video-Fälschungen

IM  
TEST

- Profi-Monitore ab 900 Euro
- Schallpegel-Apps für iOS
- 16-Kerner: AMD Ryzen 9 3950X
- Mufu-Drucker mit Nachfülltanks

c't deckt auf: Datenleck in Arztpraxis

## 30.000 Patientenakten im Netz

Top: Kameras, Laufzeiten, Displays

## High-End-Smartphones

Linux für den optimalen PC

Inside YouTube: Content-Prüfer packen aus

Sexroboter: Verheerende Rechtslage

Rechte-System von Windows verstehen

FAQ: Online-Banking und PSD2



Tests, Praxis, Erfahrungen: Accounts sichern, Mail verschlüsseln

## FIDO2-Sticks statt Passwort

15 Sticks ab 20 Euro mit USB-C, NFC, Fingerprint & Co.



€ 5,20

AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00

NL € 6,30 | IT, ES € 6,50

CHF 7,60 | DKK 57,00

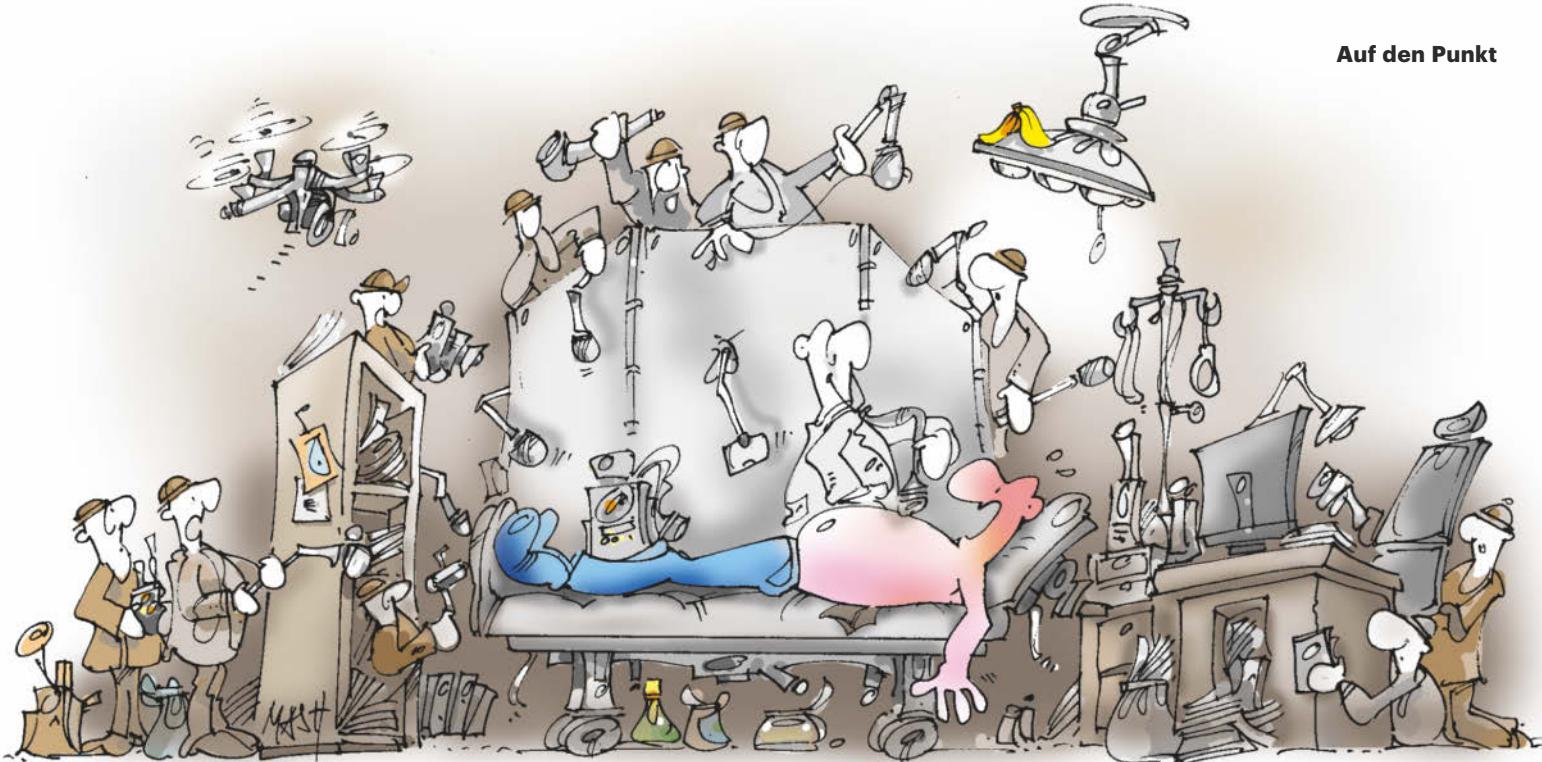


W L A  
A A A A  
A A A A  
A A A A  
A A A A  
A A A A  
A A A A  
A N



Vergrößern  
Sie Ihr WLAN.  
Mit Mesh!  
[avm.de/meshtig](http://avm.de/meshtig)





## E-Health: Intimste-Daten-Abfluss-Gesetz

Gesundheitsminister Jens Spahn war sichtlich stolz, als er verkündete, dass sein Digitale-Versorgung-Gesetz vom Bundestag abgenickt wurde. Gesundheits-Apps auf Rezept, Videosprechstunden, der Ausbau der Telematik-Infrastruktur: Unser Gesundheitswesen kann ein Update gut gebrauchen, und das Gesetzespaket enthält viele gute Elemente dafür.

Das gilt grundsätzlich auch für den Paragrafen 303 SGB V. Der sieht vor, dass eine "Vertrauensstelle" der Krankenkassen eine Datenbank mit den Gesundheitsdaten aller gesetzlich Krankenversicherten anlegt (S. 40). Damit ließe sich das Gesundheitssystem besser steuern und auch für die Forschung ist ein solcher Datenpool sicherlich ein wertvolles Instrument. Dennoch erstaunt es, wie geräuschlos die riesige Datensammlung durchgewunken wurde.

Bei der Organspende konnten sich die Gesundheitspolitiker bisher noch nicht einmal zu einer Widerspruchslösung durchringen; der Einzelne muss sich also aktiv dazu entscheiden, nach dem Tod seine Organe anderen zur Verfügung zu stellen. Dagegen sollen gesetzlich Versicherte ihre intimen Gesundheitsdaten zukünftig einfach so "spenden", ohne Veto-möglichkeit?

Im Gesundheitsmarkt ist viel Geld zu verdienen, ein Schlüssel dazu sind Patientendaten. Es ist kein Zufall, dass Google den Wearables-Hersteller Fitbit gekauft und Millionen US-amerikanischer Patientendaten durchleuchtet hat (S. 45).

Eine zentrale Gesundheitsdatei ist also ein Datenschatz, der Begehrlichkeiten wecken wird.

Auch wenn man den Versicherten jetzt hoch und heilig zusichert, dass nur ausgewählte Kreise an die Daten der Vertrauensstelle herankommen sollen: Wo ein Trog ist, da sammeln sich die Schweine, das hat sich im Umgang mit Daten in der Vergangenheit immer wieder gezeigt. Und so ist es alles andere als übertrieben, wenn der Verein Digitale Gesellschaft warnt, dass die Datensammlung "der Überwachung, der Kontrolle und der Sortierung von Menschen sowie der Diskriminierung bestimmter Risikogruppen Tür und Tor" öffnet.

Um es noch einmal ganz klar zu sagen: Paragraf 303 sollte nicht komplett kassiert werden. Was aber fehlt, ist eine breite öffentliche Debatte, was dieses Gesetz für jeden einzelnen bedeutet und wie es ausgestaltet werden soll. Und vielleicht einigen wir uns als Gesellschaft danach dann auf eine weniger übergriffige Lösung – etwa eine, bei der jeder Versicherte nach seiner Zustimmung gefragt wird.



*Jo Bager*

Jo Bager

# TERRA MOBILE **1550**

Schickes Aluminium-Gehäuse  
und schlankes Design

**999,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.



## Windows 10 Pro steht stellvertretend für geschäftlichen Erfolg.

Mit Windows 10 Pro können Sie Ihren Fokus ganz auf Ihre Geschäfte richten. Ein großer IT-Aufwand ist nicht erforderlich. Windows 10 Pro bietet eine stabile Grundlage mit integrierten Sicherheitsfeatures und einfach zu implementierende Managementlösungen und sorgt für eine gesteigerte Produktivität. So sind Sie mit Ihrem Unternehmen

immer auf dem richtigen Weg. Durch den Umstieg auf Windows 10 Pro erhalten Sie agile, kosteneffektive Funktionen für eine bessere Verwaltung und einen noch besseren Schutz Ihrer Systeme und Daten. Mit den preisgünstigen, stabilen und vielseitig einsetzbaren Windows 10 Pro-Geräten kann Ihr Team Aufgaben schneller erledigen.

## ERHÄLTLICH BEI IHREM TERRA FACHHÄNDLER

Indat GmbH, **10707** Berlin, Tel. 030/8933393 • IBM Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/23622 0 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.d.N., Tel. 04181/137373 • micro computer systemhaus Kiel GmbH, **24118** Kiel, Tel. 0431/661730 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33669** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbrede Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Füssner Computersysteme GmbH, **48431** Rheine, Tel. 05971/92100 • Großbecker & Nördt Bürotechnik-Händels-GmbH, **50859** Köln, Tel. 02234/40890 • Franken & Vogel GmbH, **55124** Mainz, Tel. 06131/14406-34 • SURE DataSystems, **57627** Hachenburg, Tel. 02662/95830 • J.S. EDV-Systemberatung GmbH, **63843** Niedernberg, 06028/97450 • LANTECH Informationstechn. GmbH, **63911** Klingenberg, Tel. 09372/94510 • Pauly Büromaschinen Vertriebs GmbH, **65555** Limburg, Tel. 06431/500466 • hecom TK + IT Lösungen, **67071** Ludwigshafen, Tel. 0621/6719070 • Lehmann Elektronik, **67346** Speyer, Tel. 06232/28746 • Krieger GmbH & Co KG, **68163** Mannheim, Tel. 0621/833160 • G+S Computer GmbH, **68519** Viernheim, Tel. 06204/607921 • Kai Müller GmbH, **72574** Bad Urach-Hengen, Tel. 07125/944880 • Danner It-Systemhaus GmbH, **72760** Reutlingen, Tel. 07121/56780 • MP-Datentechnik GmbH, **73730** Esslingen, 0711/3609163 • Resin GmbH & Co.KG, **79589** Binzen, Tel. 07261/6660 • Office Komplett, **79664** Wehr, Tel. 07762 / 708860 • Dr. Levantere GmbH & Co.KG, **79639** Grenzach Wyhlen, Tel. 07624/916710 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0 •



WORTMANN AG empfiehlt Windows 10 Pro.



#### TERRA MOBILE 1550

- Intel® Core™ i5-8265U Prozessor (6M Cache, bis zu 3.90 GHz)
- Windows 10 Pro
- 39,6 cm (15,6"), 1920x1080 Pixel Non Glare Display
- 8 GB RAM
- 256 GB SSD
- Intel® UHD Graphics 620
- Bluetooth, WLAN

Artikel-Nr.: 1220633

Dockingstation  
optional

#### TERRA MOBILE Thunderbolt™ 3 Dockingstation 900

Die USB-C Thunderbolt™ 3 Dockingstation ermöglicht den Anschluss von Peripheriegeräten wie z.B. 1x Bildschirm, Netzwerk, Lautsprecher, Maus, Tastatur und bietet eine hohe Datenübertragungsgeschwindigkeit.

Artikel-Nr.: 1480128



**269,-\***

Preis UVP inkl. gesetzl. MwSt.

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

Ultrabook, Celeron, Celeron Inside, Core Inside, Intel, das Intel-Logo, Intel Atom, Intel Atom Inside, Intel Core, Intel Inside, das „Intel Inside“-Logo, Intel vPro, Itanium, Itanium Inside, Pentium, Pentium Inside, vPro Inside, Xeon, Xeon Phi, Xeon Inside und Intel Optane sind Marken der Intel Corporation oder ihrer Tochtergesellschaften in den USA und/oder anderen Ländern.

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

**WORTMANN AG**

IT. MADE IN GERMANY.

# Inhalt ct 25/2019

## Titelthemen

---

### Fakes entlarven

- 18 Fake News** Das Dilemma
- 20 Social Media** Erfüllungsgehilfe für Propaganda
- 26 Fälschungen** in Bildern und Videos erkennen
- 32 Faktenchecks** Hilfe zur Selbsthilfe
- 36 Zahlen, Daten, Fakten** Fake News

### FIDO2-Sticks statt Passwort

- 66 FIDO2-Sticks** Marktübersicht
- 74 Einrichten und ausreizen** von FIDO2
- 78 YubiKey** als OpenPGP-Smartcard

### High-End-Smartphones

- 116 Acht Spitzen-Smartphones** im Test

## Aktuell

---

- 16 30.000 Patientenakten im Netz**
- 38 Inside YouTube: Content-Prüfer packen aus**
- 40 Digitale-Versorgung-Gesetz** Viele Aber
- 42 E-Health** Streit um das geplante E-Rezept
- 44 Forschung** Autopiloten verwirren, Transportrobos
- 45 Wearables** Google kauft Fitbit
- 46 Bit-Rauschen** CPU-Sicherheitslücken
- 47 Embedded Systems** KI-Board für Roboter
- 49 Prozessor** AMD Ryzen Threadripper 3000
- 50 Routerzwang** im Zuge des neuen TKG?
- 51 Netze** Outdoor-WLAN für Firmen
- 52 Anwendungen** Prezi für Videos, PDF-Serienbriefe
- 54 Politik** KI unter der Lupe, Bundeswehr-Laptops
- 55 Internet** Facebook Pay, DSGVO-Bußgelder
- 56 Handy mit 108-Megapixel-Kamera** von Xiaomi
- 57 Sicherheitslücke** Angriff auf TPM 2.0
- 58 Apple** iOS 13 geknackt, Teures Wohnen
- 59 Linux** RHEL 8.1, Teile von Docker verkauft
- 60 Quanten-Annealer** VW will Staus reduzieren
- 64 Web-Tipps** Finanzszene, jsfuck, SSE & AVX

## Wissen

---

- 158 Rechte-System von Windows verstehen**
- 170 Sexroboter: Verheerende Rechtslage**

## Test & Beratung

---

- 48 16-Kerner: Ryzen 9 3950X**
- 82 Mesh-WLAN-Systeme** Amazon eero (Pro)
- 84 Super-Vectoring-Router** DrayTek Vigor 2765
- 85 Dualband-WLAN-Basis** DrayTek VigorAP 802
- 85 NAS-Festplatte mit 14 TByte** WD Red
- 86 Kühlendes Headset** HP Omen Mindframe Prime
- 86 Spielergrafikkarte** Gainward RTX 2060 Super
- 87 Speicherkartenadapter** fürs iPad
- 88 USB-Stick** SanDisk iXpand 64GB
- 90 Qi-Lader mit SSD** SanDisk iXpand Charger
- 90 Linux-Löscherwerkzeug** ReMove to Waste
- 91 Screenshot-Tool** Snagit 2020
- 92 OCR-Software** Abbyy FineReader 15
- 94 Amazon Echo Studio** mit 3D-Sound
- 96 AppleTV+** Erste Erfahrungen



- 98 Profi-Monitore ab 900 Euro**
- 106 Mufu-Drucker mit Nachfülltanks**
- 112 Galaxy Fold im Praxistest**
- 152 Schallpegel-Apps für iOS**
- 168 Action-Adventure Death Stranding**
- 178 Bücher How to, OneNote**

## Praxis

- 126 Linux-Partitionen auf dem Mac mounten**
- 128 Fritzbox Internet-Fallback optimieren**
- 132 Blender-Workshop Glanz und Struktur**
- 138 Übersetzungs-KI DeepL**
- 146 Linux für den optimalen PC**
- 164 Continuous Integration mit GitHub Actions**

## Immer in c't

- 3 Auf den Punkt** Intimste-Daten-Abfluss-Gesetz
- 10 Leserforum**
- 15 Schlagseite**
- 62 Vorsicht, Kunde** Tariferhöhungen bei Vodafone
- 172 Tipps & Tricks**
- 176 FAQ: Online-Banking und PSD2**
- 180 Story** Die Freiheit des Fortschritts
- 189 Stellenmarkt**
- 192 Inserentenverzeichnis**
- 193 Impressum**
- 194 Vorschau**

**c't Hardcore** c't Hardcore kennzeichnet besonders anspruchsvolle Artikel.

## 18 Fakes entlarven



## 66 FIDO2-Sticks statt Passwort



Mit FIDO2-Sticks können Sie sich schon heute ohne Passwort bei Microsoft einloggen, bei anderen Diensten sorgen die kleinen Geräte für mehr Sicherheit. Wir zeigen, wofür man sie außer zur Anmeldung im Web noch nutzen kann. Außerdem: 15 Sticks ab 20 Euro im Test.

# AKTION 1&1 VOR

1&1 DSL  
INTERNET & TELEFON

ab 9,99  
€/Monat\*

Preisvorteil für 12 Monate,  
danach 29,99 €/Monat.  
Ohne WLAN-Gerät.



# TEILSWELT

JETZT 240,- €  
PREISVORTEIL ODER  
WLAN-GERÄT  
AUF WUNSCH DAZU!\*



Mit einem 1&1 DSL-Anschluss und dem leistungsstarken 1&1 HomeServer erleben Sie bestes WLAN im ganzen Haus. Wechseln Sie jetzt zu 1&1 DSL und sichern Sie sich 240,- € Preisvorteil oder eines von vielen WLAN-Geräten aus der **1&1 Vorteilswelt**, z. B. die Sony PlayStation 4 – die meistverkaufte Konsole der Welt inklusive Fifa 20 für 0,- €!

Ob PC, Tablet, Smartphone, eine Spielekonsole oder digitaler Fernseher – dank **1&1 WLAN-Versprechen** bringt 1&1 Ihre WLAN-fähigen Geräte ins Netz. Egal, welches Gerät und egal, wo Sie dieses gekauft haben. Ein Anruf genügt und ein 1&1 Experte hilft Ihnen bei der WLAN-Installation. Kostenlos.

02602/9690

\*1&1 DSL 16 für 9,99 €/Monat für 12 Monate, danach 29,99 €/Monat. Inklusive Telefon-Flat ins dt. Festnetz, Internet-Flat mit bis zu 16 MBit/s und 1&1 DSL-Modem für 0,- €. Auch mit leistungsstarkem 1&1 HomeServer+ für 4,99 €/Monat mehr erhältlich. Router-Versand 9,90 €, 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat möglich.  
1&1 WLAN-Versprechen: Beratung ist abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und WLAN-Standard. Ausgenommen sind sicherheitsrelevante Systeme. 1&1 ist nicht verantwortlich für den unrechtmäßigen Einsatz von Überwachungskameras. 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. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur

1&1

1und1.de

# Leserforum

## DSGVO reicht nicht

*Leserbriefe „Geht zu weit“ und „Verfehlter Ansatz“, Leserforum c't 24/2019, S. 6*

Leider wird vieles leichtfertig auf die DSGVO geschoben. Unsere Gesundheitsdaten genießen jedoch zusätzlich den Schutz des Privatgeheimnisses nach StGB §203 und das ist ein rein deutsches Gesetz mit problematischer Durchsetzung im europäischen Ausland. Zudem sollte es nicht nur um die reine Speicherung, sondern vielmehr um die Speicherfähigkeit und Verarbeitbarkeit über die jeweiligen Grenzen gehen. Was nutzt es mir, wenn die Daten in Frankfurt (Main) gehostet werden und Administratoren aus Indien und den USA intransparent Zugriff haben?

Leider werden solche Digitalisierungsinitiativen von Politikern mit digitaler Kompetenzdissidenz entschieden und Interessenskonflikte zum Beispiel des Versicherers als Hersteller von Ada ver tuscht.

Dirk Schadt

## Netzteil stark genug

*Bauvorschlag für einen leisen Allround-PC mit Sechskern und schneller SSD, c't 24/2019, S. 20*

Ich habe noch eine Frage zum Ryzen-Allrounder-Bauvorschlag: Ich würde ihn gerne mit der Radeon RX 5700 kombinieren. Dafür empfiehlt AMD allerdings ein 600-Watt-Netzteil. Ihr habt leider nur ein 500-Watt-Netzteil vorgesehen. Habt Ihr

auch einen Vorschlag für ein 600-Watt-Netzteil? Ich brauche die Radeon-Karte, weil mein LG-Monitor 27UD58 (UHD) mit FreeSync arbeitet und von Nvidia nicht unterstützt wird.

Lothar Kappen

*Das 500-Watt-Netzteil hat genug Reserven beim Allrounder. Die Angabe des Grafikkartenherstellers liegt immer höher, weil dieser ja nicht wissen kann, was noch alles an Komponenten im System steckt.*

## Besser kein De-Mail

*Kommentar: Justiz und Verwaltungen müssen endlich De-Mail nutzen, c't 24/2019, S. 54*

Die praktizierte Aversion der Justiz und auch der gesamten Gesellschaft, der Behörden, Firmen und der Bürger gegenüber De-Mail ist doch nicht nur verständlich, sondern auch geboten. Kaum jemand bringt einer Struktur Vertrauen entgegen, wenn man Verschlüsselung verspricht, dann aber auf Rechnern Browser manipulieren will und in die Kommunikation vollständig Einblick hat, was man dann mit einem netten „Virensan“ (welche Scanner denn?!) erklärt und damit die Vertraulichkeit kompromittiert.

Sicher haben Sie recht, dass grundsätzlich unverschlüsselte E-Mails die Sache nicht besser machen. Doch auch De-Mail löst ja nicht die Risiken, die an den Kommunikations-Endpunkten bestehen. Die Grundidee ist gut, doch schade, dass De-Mail keine saubere Ende-zu-Ende-Verschlüsselung mit wirklich geheimen Schlüsseln implementiert hat.

Name ist der Redaktion bekannt

## 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>

Nutzung von De-Mail weiter vorantreiben. Es ist aber noch ein langer Weg, bis jede Dienststelle und jede/r Mitarbeiter/in eine eigene De-Mail-Adresse haben wird. Dies auch aus finanziellen Gründen, denn jede eingerichtete De-Mail-Adresse verursacht laufende Kosten, und Kommunen sind nun mal chronisch klamm ...

Es mag auch unserem föderalistischen System geschuldet sein, dass Ein-

De-Mail scheidet die Geister. c't-Redakteur Tim Gerber möchte Behörden dazu verpflichten. Andere verteufeln es als unsicher.



führungsprozesse bei Behörden vom Sand im Getriebe zwischen Bund, Ländern und Kommunen ausgebremst werden. Meines Erachtens fehlt es an einer zentralen, bundesweiten „De“-Instanz, die nicht nur Weisungen erteilt, sondern auch gleichzeitig selbst für Organisation, Technik und Finanzierung der Umsetzung bei allen öffentlichen Stellen verantwortlich ist. Dadurch ist der Erfolg von De-Mail abhängig von der Informiertheit und vom Engagement zahlreicher einzelner Behördenleitungen.

Aber Ihre logische Verbindung zwischen Emotet und De-Mail kann ich nicht nachvollziehen. Korrekt ist: Einfallstor für den Schädling ist die unsichere E-Mail. De-Mail könnte uns nur dann schützen, wenn wir die Annahme von E-Mails mit Dateianhängen oder HTML-Mailbody konsequent verweigern. De-Mail löst das Emotet-Problem definitiv nicht.

Michael Hankeln

## Chance vertan

*PSD2-Umsetzung mit Tücken – PSD2 und 2FA für Online-Banking Logins, c't 23/2019, S. 59*

Ich hatte das PSD2-Gesetz eigentlich begrüßt, da ein 2FA-Zwang per Gesetz aus meiner Sicht der notwendige Schritt war, um ewig rückständige Banken endlich zu sicherem Online-Banking zu zwingen.

## ERFOLG VORPROGRAMMIERT

Der Mazda CX-5 ist der neue Treiber in Ihrem Unternehmen.  
Mit innovativer Skyactiv Motorentechnologie und Mazda Connect  
kommen Sie besser voran und bleiben immer in Verbindung.



### MAZDA CX-5

Mazda Business Leasing ab 209 € ohne Anzahlung\*

Kraftstoffverbrauch im Testzyklus: innerorts 7,7 l/100 km, außerorts 5,6 l/100 km,  
kombiniert 6,4 l/100 km. CO<sub>2</sub>-Emission: 146 g/km. CO<sub>2</sub>-Effizienzklasse: C.



\*Monatliche Rate – ein Leasingangebot für gewerbliche Kunden der Mazda Finance – einem Service-Center der Santander Consumer Leasing GmbH (Leasinggeber), Santander-Platz 1, 41061 Mönchengladbach – bei 0,00 € Sonderzahlung mit 36 Monaten Laufzeit und 60.000km Gesamtfahrleistung für einen Mazda CX-5 Prime-Line Skyactiv-G 165 FWD (2,0-l-Benziner) und Abschluss einer GAP-Vereinbarung gemäß den Allgemeinen Geschäftsbedingungen und Regelungen für Kilometerleasingverträge zum Preis von 5.000 €. Gültig für Neuwagenbestellungen von Gewerbe Kunden, Freiberuflern oder Selbstständigen ohne Mazda Rahmenabkommen bis zum 31.12.2019. Beinhaltet Kundenrabatt teilnehmender Mazda Vertragshändler. Beinhaltet nicht das Mazda Care Wartungspaket. Alle Preise zzgl. Überführungs- und Zulassungskosten. Beispieldfoto eines Mazda CX-5. Die Ausstattungsmerkmale des abgebildeten Fahrzeugs sind nicht Bestandteil des Angebotes.

DRIVE TOGETHER



## Fragen zu Artikeln

**✉ Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels**

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

Leider ist der Stand auch mit PSD2 jetzt so, dass zumindest bei Sparkassen der Login ins Online-Banking weiterhin zu 99 Prozent der Zeit und von komplett neuen Geräten und Internetanschlüssen ohne 2FA möglich und leider nach der Richtlinie auch rechtens ist.

Zwar sind Zahlungen geschützt, aber ich sehe auch in meinen Kontoständen, Krediten und sonstigen Verträgen mit meiner Bank, die man alle im Online-Banking einsehen kann, sehr sensitive und schützenswerte Daten! Auch eine Beschwerde bei der BAFIN hat mir nur einen Brief gebracht, in dem mir die BAFIN bestätigt, dass die Bank alles richtig macht und sie keine Probleme darin sehen.

Sebastian Brabetz ✉

## IPv4-Adresse bei 1&1-DSL

*DS-Lite-Einführung bei 1&1-DSL, Tipps&Tricks*  
c't 22/2019, S. 164

Auch für Privatanschlüsse ist bei 1&1 auf Nachfrage eine öffentliche IPv4-Adresse erhältlich. Lediglich feste IPv4-Adressen sind Geschäftskundenanschlüssen vorbehalten.

Christian Krause ✉

## Fingerfarben

*Was Übertakten beim Raspberry Pi 4 bringt,*  
c't 24/2019, S. 130

Bei der Messung der Oberflächentemperatur von glänzenden Metallteilen kann ganz einfach die richtige Temperatur „angezeigt“ werden: die spiegelnden Metallteile mit schwarzer Finger-Malfarbe von IKEA bemalen oder mit Öl einsprühen, so dass ein geschlossener Ölfilm entsteht.

Christian Waldmann ✉

Danke für den Tipp! Wir werden es für c't 26/2019 ausprobieren und das Ergebnis zeigen.

## MultiCommander fehlt

*Sechs alternative Dateimanager für Windows,*  
c't 23/2019, S. 116

Leider wurde der aus meiner Sicht umfangreichste kostenlose Kandidat nicht berücksichtigt: MultiCommander, siehe <http://multiclicker.com/>. Das Programm wird regelmäßig gepflegt, bietet einen riesigen Funktionsumfang inklusive einer umfangreichen Skript-Sprache und ist kostenlos.

Patrick Eder ✉

## Mehr als frech

*Die Folgen des Ada-Datenschutzskandals,*  
c't 23/2019, S. 62

Die Art, wie Dr. Hirsch [von der Ada Health GmbH, Anm. der Red.] hier öffentlich das Unschuldslamm gibt, ist mehr als frech. Solche Lücken wie das Versenden privater Daten passieren ja nicht einfach. Und die hat auch nicht irgendein Programmierer klammheimlich implementiert. Meines Erachtens ist das Ganze ein klarer Verstoß gegen die DSGVO und Herr Hirsch gehört dafür haftbar gemacht. Davon kann er sich auch nicht durch Zertifikate freikaufen. Dass diese Zertifikate und Zertifizierer nichts taugen, passt zu dem Artikel in derselben c't über die Entscheidung der EU-IT-Verwaltung, Signal nicht als Messenger zuzulassen (c't 23/2019, S. 51).

Ulrich Schmidt ✉

## Wer bezahlt?

Ihre Regeln sind gut und durchdacht. Da die Unternehmen ja auch von was leben müssen, wäre eine Finanzierungsbeteiligung seitens der Kostenträger (Kranken-

und Rentenversicherungen) in Form eines Finanzierungsfonds denkbar. Damit entstehen keine Abhängigkeiten, die Mau-schelgefahr wird reduziert, und die Unternehmen können sich wirklich auf die Entwicklungsarbeit konzentrieren, ohne zweifelhafte Werbe- oder andere „Data for Money“-Deals eingehen zu müssen.

Name ist der Redaktion bekannt ✉

## Ergänzungen & Berichtigungen

### Radiowecker und Python

*Der Raspberry Pi als Internet-Radiowecker,*  
c't 23/2019, S. 20

Leider waren einige Befehle in Bezug auf das Python Virtual Environment missver-ständlich. Der Befehl zur Einrichtung des Virtual Environment muss lauten:

`python3 -m venv ~/venv`

Die Aktivierung zum Download der Ab-hängigkeiten erfolgt durch

`source ~/venv/bin/activate`

Die Paketabhängigkeiten installiert fol-gender Befehl:

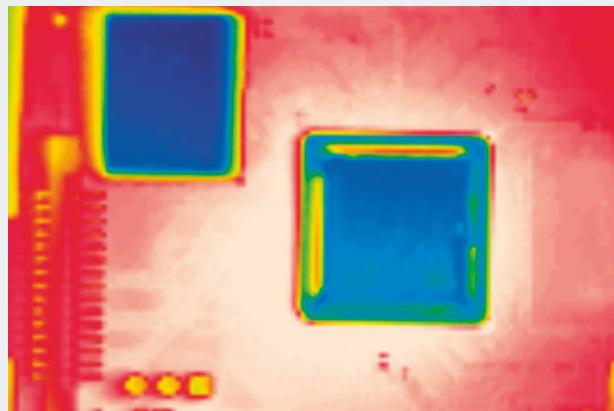
`pip install -r ~/alarm/requirements.txt`

Damit das Interface startet, muss das Startskript ausführbar sein. Das erledigt `chmod:`

`chmod +x ~/alarm/run.sh`

Es gibt außerdem eine neue Version der Radiowecker-Software, die Probleme mit dem Stand-by-Modus beseitigt – siehe ct.de/ykd7. Sollten Sie eine andere Sprach-einstellung (locale) als „de\_DE“ gewählt haben, müssen Sie diese auch in der Datei `clock.conf` anpassen.

Glänzende Metallteile wie der Prozessor des Raspi 4 spiegeln. Daher sehen Sie auf Wärmebildern kälter aus, als sie sind.





Kostenlose  
SSL-Zertifikate

12 .de-Domains  
inklusive!

1blu

## Zum Knutschen: Homepage 12

12 .de-Domains inklusive  
Kostenlose SSL-Zertifikate

- > SSL-Zertifikate von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 100 GB Webspace
- > 5 externe Domains
- > 1.000 E-Mail-Adressen
- > 100 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 100 SSD MySQL-5-Datenbanken

Noch bis Ende November 2019!  
Keine Bestellannahme nach dem 30.11.2019 möglich.

2,29  
€/Monat\*

Preis gilt dauerhaft!

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

030 - 20 18 10 00 | nur unter [www.1blu.de/12](http://www.1blu.de/12)

## 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)



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



# Dr. Datenleck

## Warum eine komplette Arztpraxis offen im Netz stand

**Die Krankenakten zehntausender Patienten einer Celler Arztpraxis waren für jeden über das Internet abrufbar. Als wir dem Fall nachgingen, stießen wir auf eine erhebliche Schwachstelle in Standard-Routern der Telekom.**

**Von Ronald Eikenberg**

Offener Server einer Arztpraxis im Raum Hannover, sämtliche Patientendaten, darunter circa 20.000 Stammdaten, in einer Datenbank offen.“ Mit diesem Satz beginnt eine beunruhigende Mail, welche die c't-Redaktion im Oktober erreichte. Der IT-Experte Cedric Fischer von der Firma CeFisystems nahm Kontakt mit uns auf, nachdem er im Internet einen frei zugänglichen Windows-Server entdeckt hatte, über den Daten zugänglich

waren, die offensichtlich nicht für die Öffentlichkeit bestimmt sind. „Dazu höchst private Daten wie Arbeitsverträge, Kündigungen, Spenden/Schuldnerlisten, BWA etc. über und von dem Inhaber der Praxis“, schrieb Fischer.

Wir nahmen umgehend Kontakt mit ihm auf, um der Geschichte auf den Grund zu gehen. Er hatte nicht übertrieben: Anscheinend sind sogar rund 30.000 Patienten betroffen. Sein Fund war offensichtlich echt und die Aktualität der Dateien ließ darauf schließen, dass sie nach wie vor im laufenden Praxisbetrieb mit Patientendaten befüllt wurden. Der Server war ungeschützt, die Zugriffsrechte waren auf „Jeder“ gesetzt. Jeder, der die IP-Adresse kannte, konnte also darauf zugreifen. Und diese war kein Geheimnis, sie ließ sich leicht über die frei zugängliche Server-Suchmaschine Shodan herausfinden.

Auf dem Server befand sich alles, was in einer großen Arztpraxis an Daten aufläuft: neben den Stammdaten zehntau-

sender Patienten auch Befunde, Gesprächsnotizen, Arztbriefe und vieles mehr. Die große Menge der Datensätze erklärt sich dadurch, dass es sich um eine Gemeinschaftspraxis mit mehreren Orthopäden handelt und die Daten über viele Jahre zurückreichen.

Wir kontaktierten die Celler Praxis kurz darauf per Mail mit der Bitte, den Zugriff auf die Patientendaten umgehend abzustellen. Daraufhin meldete sich einer der betroffenen Orthopäden bei uns und erklärte, dass er nach dem Eintreffen unserer Mail seinen IT-Dienstleister kontaktiert hatte und das katastrophale Datenleck nun gestopft sei.

### Kommissar Zufall

Doch einige Tage später war der Server immer noch offen wie ein Scheunentor. In der Zwischenzeit hatte uns auch ein weiterer Hinweis erreicht, der auf den ersten Blick gar nichts mit dem Fall zu tun hatte: Der IT-Experte Christian Zengel meldete uns ein ungewöhnliches Verhalten eines Telekom-Routers. Legt man bei dem Gerät über das Webinterface eine Port-Weiterleitung für HTTPS-Dienste an, stünden mehr Ports nach außen hin offen, als man erwarten würde. Der Standardport für HTTPS ist 443, laut Zengel gibt der Router bei dieser Auswahl jedoch die Ports 440 bis 449 frei, wenn man den Assistanten der Weboberfläche benutzt. Das wäre ein fatales Fehlerverhalten, da sich in diesem Portbereich auch SMB tummelt (Port 445), das Standardprotokoll für Dateifreigaben unter Windows. Bei dem betroffenen Router handelt es sich laut Zengel um die „Digitalisierungsbox Premium“, welche die Telekom ihren Businesskunden anbietet.

Diese Sicherheitslücke passte ziemlich gut zu dem Fall der offen zugänglichen Patientendaten. Die IP-Adresse der Praxis stammt nämlich aus dem Adressbereich der Telekom-Geschäftskunden. Außerdem handelte es sich bei dem Server um einen Windows-Dateiserver, der über Port 445 erreichbar war. Und anders war es zu diesem Zeitpunkt kaum zu erklären, dass die Patientendaten immer noch ungeschützt über das Internet abrufbar waren. Wir nahmen erneut Kontakt mit der Celler Praxis auf und berichteten von unserem Verdacht, dass eine Router-Lücke in Zusammenhang mit dem Fall stehen könnte.

Kurz darauf rief der verantwortliche IT-Dienstleister an. Tatsächlich war eine Digitalisierungsbox Premium der Telekom im Einsatz. Dem Techniker war bei

seinem Einsatz aufgefallen, dass mehr Ports als gedacht freigegeben waren. Obwohl nur 443 zugänglich sein sollte, war der gesamte Bereich von 440 und 449 eingestellt. Offensichtlich gab es einen Zusammenhang zu der Router-Lücke.

Der Techniker erklärte, dass er die Konfiguration nach unserer ersten Kontaktaufnahme korrigiert und einen Port-scan von außen durchgeführt habe, um zu verifizieren, dass die Ports des Servers nicht länger über das Internet erreichbar sind. Danach habe er die Firmware der Digitalisierungsbox noch auf den aktuellen Stand gebracht. Aber warum war der Dateiserver mit den Patientendaten weiterhin im Internet?

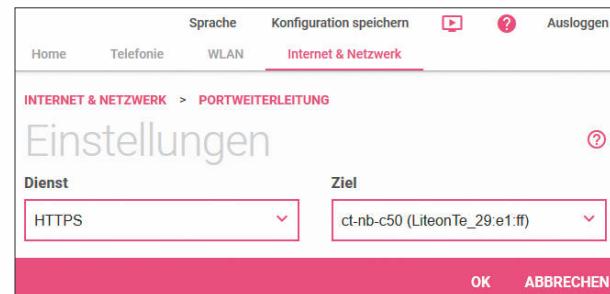
## Gefährliche Router-Lücke

Wir kauften einen betroffenen Router, um uns selbst ein Bild von der Situation zu machen. Tatsächlich gab der Router mehr Ports frei, als man erwarten würde. Der Router ordnet „HTTPS“ den Ports 440 bis 449 und „HTTP“ den Ports 80 bis 89 zu. Bei unseren Untersuchungen drängte sich außerdem eine Theorie auf, warum der Praxisrouter weiterhin die Zugriffe aus dem Internet auf den Dateiserver durchleitete, obwohl die Konfiguration angeblich korrigiert worden war.

Es gibt im Webinterface mehrere Speicherknöpfe mit unterschiedlichen Funktionen. Ein einfaches Speichern übernimmt die geänderte Konfiguration umgehend. Dann gibt es noch die Möglichkeit, die geänderten Einstellungen als Boot-Konfiguration zu speichern. Macht man das nicht, sind nach einem Neustart des Routers wieder die vorherigen Einstellungen aktiv. Der Dienstleister der Praxis hatte nach der Korrektur der Port-Weiterleitung eigenen Angaben zufolge ein Firmware-Update durchgeführt – und das endet immer mit einem Router-Neustart. Mutmaßlich hatte der Techniker die neue Konfiguration also nicht als Boot-Konfiguration hinterlegt.

Weitere Versuche mit der Digitalisierungsbox zeigten, dass die fehlerhafte Umleitung anscheinend in der aktuellen Firmware korrigiert wurde, zumindest ein bisschen. Startet man mit einer frischen Konfiguration, etwa nach einem Werksreset, ordnet der Router die Ports für HTTP und HTTPS korrekt zu. Beginnt man allerdings mit einer älteren Firmware und bringt diese auf den aktuellen Stand, übernimmt der Router die fehlerhafte Zuordnung von der alten Version. Selbst wer die Firmware immer zeitnah auf den aktuellen Stand ge-

**Gibt man bei dem Business-Router der Telekom den Dienst „HTTPS“ nach außen frei, öffnet er gleich zehn Ports für Zugriffe aus dem Internet.**



bracht hat, war also von der Sicherheitslücke betroffen, sofern nicht gerade ein Werksreset durchgeführt wurde.

## Telekom wusste Bescheid

Der IT-Dienstleister der Arztpraxis hat nach unserer zweiten Kontaktaufnahme erneut reagiert – dieses Mal war das Datenleck endlich dauerhaft geschlossen. Eine Shodan-Recherche im IP-Bereich der Telekom-Businessparte deutete darauf hin, dass es noch weitere Fälle wie den der Celler Arztpraxis gibt. Wir informierten die Telekom über das Sicherheitsproblem der Digitalisierungsbox. Ein Sprecher des Unternehmens bestätigte es und erklärte, dass „diese Schwäche beim Port-Forwarding seit Mai 2019 bekannt“ sei.

Ein Patch soll nun für Abhilfe sorgen, auch ohne Werksreset. Er fügte hinzu: „Wenn Sie mich fragen, warum es von Mai bis heute gedauert hat, einen solchen Patch anzubieten, so kann ich Ihnen darauf keine Antwort geben. Das ist eindeutig ein Fehler von uns, hier hätten wir schneller gemeinsam mit dem Hersteller Bintec Elmeg agieren müssen.“ Die Telekom gab an, sich nun um die Freigabe des Firmware-Updates zu kümmern und seinen Kunden empfehlen zu wollen, es einzuspielen.

Offen bleibt die Frage, wer für Schäden haftet, die durch die oben beschriebene Situation entstanden sind. Diese Frage dürfte derzeit die Celler Arztpraxis beschäftigen, denn es handelt sich nach Daten-

schutzgrundverordnung (DSGVO) um einen meldepflichtigen Vorfall, der laut Art. 33 unverzüglich und möglichst innerhalb von 72 Stunden nach Bekanntwerden der zuständigen Datenschutzaufsichtsbehörde zu melden ist.

Da es sich um hochsensible Patientendaten handelt und Unbefugten ein detaillierter Einblick in die Krankheitsgeschichte zehntausender Patienten möglich war, hätten außerdem die vom Datenleck betroffenen Personen unverzüglich informiert werden müssen, so wie es Art. 34 DSGVO vorsieht. Wer diese Mitteilungspflichten nicht befolgt, hat mit einem Bußgeld von bis zu 10 Millionen Euro oder 2 Prozent des weltweit erzielten Jahresumsatzes zu rechnen. Wir haben der Gemeinschaftspraxis vor der Veröffentlichung Gelegenheit gegeben, Stellung zu dem Fall zu beziehen. Eine unserer Fragen war, ob und wann der Vorfall gemeldet wurde. Auch mehr als eine Woche nach Ablauf unserer Frist blieben unsere Fragen unbeantwortet.

Wer auf Nummer sicher gehen möchte, dass keine Dienste im internen Netz unerwartet von außen erreichbar sind, kann einen externen Portscan auf die eigene Internet-IP-Adresse durchführen. Dazu können Sie zum Beispiel den Netzwerkcheck von heise Security nutzen. Dieser überprüft, ob unter Ihrer IP offene Ports erreichbar sind und teilt Ihnen das Ergebnis sofort mit. (rei@ct.de) **ct**

**Netzwerkcheck:** [ct.de/yjkh](http://ct.de/yjkh)

**Der Netzwerkcheck von heise Security spürt Dienste im internen Netz auf, die übers Internet erreichbar sind – in diesem Fall durch einen fehlkonfigurierten Telekom-Router.**

**heise Security**

Security > Dienste > Netzwerkcheck

### Der Komplett-Check

Dieser Test zeigt nur die unter Umständen problematischen Ergebnisse aller Einzel-Tests kompakt auf einer Seite; für ausführlichere Resultate machen Sie bitte die jeweiligen Einzel-Tests.

Nur **rote Zeilen** bedeuten ein mögliches Problem.

#### Portscan-Ergebnis

Port	Name	Status	Erläuterung
443		offen	Web Server (HTTPS)
445		offen	SMB over TCP

# Fakt oder Fake?

Der schwere Kampf gegen Desinformation



<b>Das Fake-News-Dilemma .....</b>	<b>Seite 18</b>
<b>Social Media und Fake News .....</b>	<b>Seite 20</b>
<b>Bild- und Videomanipulation .....</b>	<b>Seite 26</b>
<b>Fact Checker und Lernquellen .....</b>	<b>Seite 32</b>

**Allen Bemühungen der Social-Media-Plattformen, allen Faktenchecker-Initiativen, gesetzlichen und technischen Maßnahmen zum Trotz werden Fake News ein permanentes Problem bleiben. Die Öffentlichkeit muss gegen dieses schleichende Gift immunisiert werden, um es in den Griff zu bekommen.**

Von Jo Bager

Kaum eine Woche vergeht, ohne dass ein soziales Netzwerk neue Maßnahmen oder Erfolge im Kampf gegen Fake News vermeldet. Kann man also davon ausgehen, dass die Dienste nach dem Motto „Gefahr erkannt, Gefahr gebannt“ aufräumen und Fake News aus ihren Angeboten entfernen?

Wohl kaum. Zwar rüsten Facebook & Co. ihre technischen Maßnahmen auf, entdecken und sperren immer mal wieder Accounts, die durch das massenhafte Verbreiten von falschen Nachrichten auffallen. Der Kampf gegen Fake News in den sozialen Medien erscheint aber dennoch wie der zwischen Hase und Igel, bei dem die sozialen Netzwerke den Verbreitern von Fake News und ihren Methoden immer hinterherhecheln.

Muss also der Gesetzgeber ran? Frankreich hat Ende letzten Jahres zwei Gesetze gegen Gerüchte und Falschaussagen in Wahlkampfzeiten beschlossen. Parteien oder Kandidaten sollen damit in den drei Monaten vor einer landesweiten Wahl gegen öffentlich verbreitete Unwahrheiten vorgehen können. Kritiker sehen die Meinungsfreiheit in Gefahr.

Es ist eben ein hohes Gut in freiheitlichen Rechtssystemen, dass jeder sich in weiten Grenzen frei äußern darf. Und an dieses Gut setzt man nicht vorschnell die Axt an – vielleicht ist das einer der Gründe, weshalb sich die Politik hierzulande kaum mit dem Thema befasst. Die Stiftung neue Verantwortung, ein Polit-Think-Tank, jedenfalls sieht in einer aktuellen Studie das Vorgehen zur Eindämmung von Desinformation als „unkoordiniert und bruchstückhaft“. Bisherige Regulierungsversuche und politische Lösungsansätze seien „kaum geeignet, um Desinformation einzudämmen.“

## Leben mit den Lügen

Mit der Gesetzgebung einzelner Länder wird man dem weltweiten Problem Fake News ohnehin nicht Herr. Einzelne Regierungen benutzen Propaganda und Falschnachrichten offenbar, um in anderen Ländern Wahlen zu beeinflussen, wie es Beobachter Russland bei den vergangenen amerikanischen Präsidentschaftswahlen nachsagen. Woanders verbreiten Politiker auch im eigenen Land „Alternative Facts“: Die Washington Post hat in den ersten 993 Tagen von Donald Trumps Präsidentschaft 13.435 „falsche oder irreführende Behauptungen“ des amerikanischen Präsidenten gezählt.

Man wird sich wohl damit abfinden müssen, dass die Meinungsfreiheit auch weiterhin missbraucht wird, um Fake News zu verbreiten. Die FAKER gehen dabei immer subtiler vor. So verbreiten sie oft keine reinen Lügengeschichten, sondern versehen einen wahren Nachrichtenkern mit einem die Tatsachen verzerrenden Spin: Man dreht das Thema in eine

gewünschte Richtung, kann aber die zugrundeliegende Nachricht sauber belegen.

Wie stark solche Fake News im einzelnen wirken, lässt sich schwer messen. Experten wie Simon Hegelich von der TU München schätzen ihre unmittelbare Wirkung – etwa auf Wahlen – eher gering ein. Allerdings befürchten Forscher langfristige negative Effekte auf den gesellschaftlichen Zusammenhalt, weil Menschen generell misstrauischer gegenüber Nachrichten und Institutionen werden. Häufig wiederholte Lügen und geschickt platzierte Vorurteile können sich zudem allmählich festsetzen.

Es ist also eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe, jeden Einzelnen mit einer gesunden Portion Misstrauen und Grundwissen zum Fact Checking zu immunisieren. Die folgenden Artikel sollen dazu beitragen: Wie die Algorithmen der sozialen Netzwerke Falschnachrichten begünstigen, erklären wir ab Seite 20. Ab Seite 26 präsentieren wir Verfahren der Bild- und Videomanipulation und zeigen, wie man sie erkennt. Und im Artikel ab Seite 32 stellen wir außer den wichtigsten Fact Checkern auch Lernquellen vor, bei denen sich jedermann mit der notwendigen Dosis Medienkunde gegen Fake News impfen kann.

(jo@ct.de) ct

## Literatur

[1] Jo Bager, Das Lügen-Biotop, Wie Fake News entstehen und warum sie eine Gefahr darstellen, c't 16/2017, S. 66

Weiterführende Links: [ct.de/yy24](http://ct.de/yy24)



Die Washington Post hat 13.435 „falsche oder irreführende Behauptungen“ des amerikanischen Präsidenten zusammengetragen.



# Manipulationsmaschinen

## Soziale Netzwerke: Zwischen Schminktipps und Propaganda

**YouTube, Instagram, Facebook & Co. sind vor allem für die jüngere Generation wichtige Nachrichtenmedien. Das macht sie zu perfekten Erfüllungsgehilfen für Propaganda und Desinformation. Ihre Strukturen und Geschäftsmodelle scheinen den Missbrauch zu begünstigen.**

**Von Andrea Trinkwalder**

Wenn es um die Verbreitung von Falschnachrichten und Hetze geht, sind Plattformen wie Facebook, Twitter und YouTube die erste Adresse. Im Kampf gegen Desinformation setzen deren Betreiber auf schlaue KI-Verfahren, die irgendwann alle Probleme lösen sollen. Doch die Wurzel des Übels liegt im System – dessen Schwächen extremistische Gruppen und autoritäre Staaten gezielt ausnutzen. Ihre Kampagnen werden immer subtiler und raffinierter.

Statt Falschnachrichten zu erfinden, instrumentalisieren sie zum Beispiel aufwühlende wahre Meldungen, um Gerüchte zu verbreiten, Misstrauen zu schüren und über die Nationalität von Straftätern zu spekulieren. Solche Nachrichten erobern die vorderen Ränge von Twitter, Facebook und YouTube nicht immer zufällig, sondern werden von den jeweiligen Interessengruppen und eigens dafür gezüchteten Fake-Accounts gezielt nach oben gespült.

Wie stark sich die Relevanz ein und derselben Meldung zwischen sozialen und klassischen Medien unterscheiden kann, verdeutlicht ein aktuelles Beispiel: Eine Familientragödie führte am 7.11.2019 die YouTube-Nachrichtentrends in Deutschland an – auf der Herkunftsseite Welt.de hingegen rangierte die Meldung weit unten in der Panoramabrik. Das zugehörige Forum ist wegen des „hohen Aufkommens unsachlicher und beleidigender Beiträge“ gesperrt.

Um zu verstehen, wie sich soziale Netzwerke vor den Propagandakarren spannen lassen, hilft ein Blick auf deren Algorithmen und Mechanismen.

Soziale Netzwerke sind riesige Umschlagplätze für Informationen aller Art und insbesondere für Jugendliche eine wichtige Nachrichtenquelle. Anders als bei klassischen Medien wählen aber nicht Redakteure die Themen und Artikel aus, sondern Algorithmen. Weil diese versuchen, für jeden Nutzer eine Art individuelle Zeitung zusammenzustellen, kann sich die Nachrichtenlage von Mensch zu Mensch – und sogar von Seitenaufruf zu Seitenaufruf – erheblich unterscheiden.

Der Einfluss des Nutzers auf seine personalisierte Zeitung beschränkt sich im besten Fall darauf, den Pool grob einzuschränken, aus dem sich der Algorithmus bedient. Dieser Pool füllt sich mit Nachrichten abonniert Kanäle sowie (auf Facebook) Posts, die Freunde geliked und geteilt haben. Nur einen geringen Teil davon bekommt man als Nutzer überhaupt zu sehen. Was genau und in welcher Rangfolge, bestimmen die Algorithmen anhand unterschiedlich gewichteter Faktoren. Dabei helfen die Massen an Daten, die die Internetsriesen über das Verhalten und die Neigungen ihrer Nutzer angehäuft haben.

Für die Plattformbetreiber ist es enorm wichtig, die Verweildauer zu maximieren – weshalb sie versuchen, Content vorzuschlagen, der mit hoher Wahrscheinlichkeit angeregt diskutiert, geteilt oder in voller Länge konsumiert wird. Wie genau ihre Algorithmen die individuelle Relevanz einer Nachricht ermitteln, verraten die Unternehmen nicht. Mit Datenanalysen versuchen Wissenschaftler und Kritiker dieser Praktiken deshalb, möglichst viel über die Funktionsweise der Algorithmen herauszufinden.

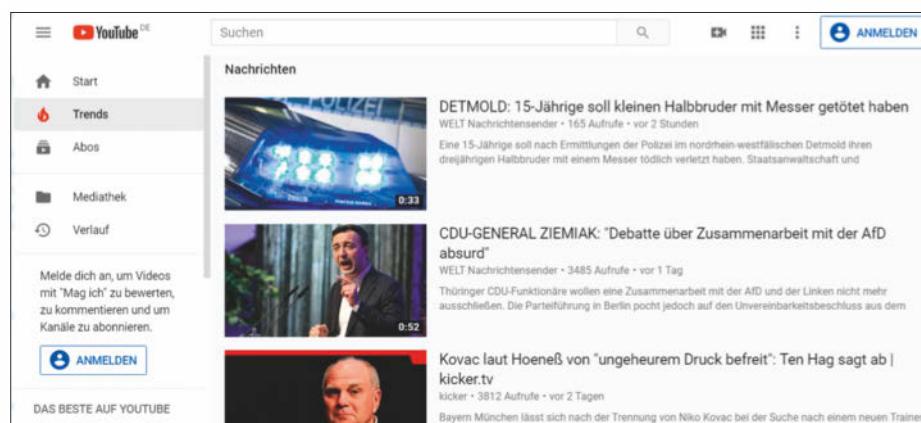
## Fesselnde YouTube-Empfehlungen

Sucht man auf YouTube nach Videos zu einem Thema, erscheint zunächst eine nach Relevanz sortierte Empfehlungsliste. Nach Auswahl eines der Videos wird die Empfehlungsliste auf Basis dieser Präferenz neu zusammengestellt und ihr Inhalt automatisch abgespielt, solange man untätig bleibt. Die Rechnung geht auf: Laut YouTube gingen im vergangenen Jahr 70 Prozent der Zeit, die Nutzer auf der Plattform verbringen, auf das Konto des Empfehlungsalgorithmus – bei einer durchschnittlichen Verweildauer von 60 Minuten pro Session.

Für den Erfolg verantwortlich ist ein 2016 eingeführtes und von den Entwicklern in Grundzügen dokumentiertes Deep-Learning-System, das zwei neuronale Netze hintereinander schaltet: Das erste, der Generator, fischt aus dem Pool mit Millionen von Videos ein paar hundert Kandidaten, die es als relevant für den individuellen Nutzer erachtet. Das zweite formt diese Auswahl zu einer Best-of-Liste.

Der Generator arbeitet nicht besonders spezifisch – und kann es auch gar nicht, schließlich muss er in Echtzeit Millionen von Videos auf ein paar hundert reduzieren. Seine Empfehlungsstrategie beruht auf kollaborativen Filtern – also jener bei Amazon ausgetüftelten Empfehlungsmethode, die für den enormen Erfolg des Online-Händlers verantwortlich ist („Kunden, die diesen Artikel gekauft haben, kauften auch...“). YouTube hat den Filter als neuronales Netz aufgebaut, um die extreme Masse an täglich hochgeladenen Videos rasch klassifizieren zu können.

Als Kandidaten qualifizieren sich Videos, die von „ähnlichen“ Nutzern geschaut wurden. Diese Ähnlichkeit ist recht weit gefasst, sie stützt sich auf demografische Merkmale sowie vergleichbare Suchbegriffe. Erst das Ranking-Netzwerk



Extreme Gruppierungen instrumentalisieren aufwühlende Meldungen wie diese, um Hetze und Verschwörungstheorien zu verbreiten. Das zugehörige Forum ist wegen des „hohen Aufkommens unsachlicher und beleidigender Beiträge“ gesperrt.

berücksichtigt individuellere Eigenschaften von Nutzern und Videos, um am Ende eine Liste aus einigen Dutzend besonders relevanten Kandidaten zu präsentieren.

Als Maß für eine erfolgreiche Empfehlungsliste gilt für den Algorithmus im Wesentlichen die Zeit, die der Nutzer mit dem Ansehen eines Videos verbringt, sowie die Dauer der gesamten Session. Der ehemalige Google-Entwickler Guillaume Chaslot, der früher am Empfehlungsalgorithmus mitgearbeitet hat, kritisiert genau das: Nach diesen Kriterium könne man zwar hervorragend Anzeigen verkaufen, aber nicht unbedingt den Content zusammenstellen, für den sich der Nutzer ursprünglich – also bei Eingabe seiner Suchbegriffe – interessiert hat. „Das Problem ist, dass die KI nicht dafür geschaffen wurde, dir dabei zu helfen, zu bekommen, was du brauchst. Sie soll dich an YouTube binden. Empfehlungen sind darauf ausgelegt, deine Zeit zu verschwenden.“

Richtig heikel kann dieser Mechanismus bei Nachrichten werden. Wie Forscher der Harvard-Universität, des schweizerischen EPFL und des brasilianischen UFMG festgestellt haben, können Nutzer in eine bedenkliche Spirale geraten, je weiter sie den Empfehlungen folgen: Die Inhalte werden immer polarisierender und reißerischer, während abwägende und sachliche Berichte allmählich zurückgedrängt werden.

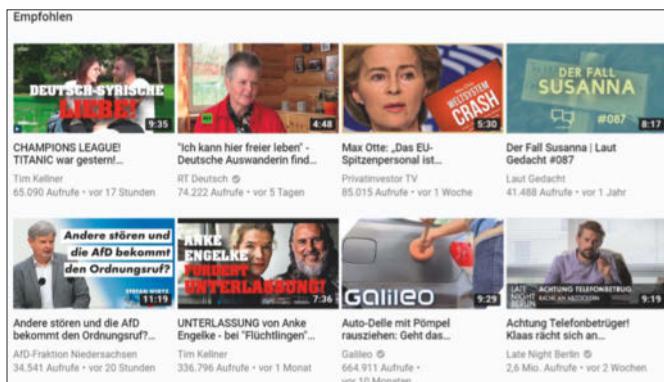
Dieser Effekt stellt sich allerdings nicht automatisch ein, sondern nur, wenn man aus den – zunächst recht ausgewogenen – Vorschlägen aktiv Videos zweifelhafter Quellen aufruft. Denn nach jeder Auswahl passt der Algorithmus seine Empfehlungsliste dem damit bekundeten

„Interesse“ an. So dominierten selbst bei Eingabe der Suchbegriffe „Migration illegal“ Dokumentationen und Reportagen aus seriösen Quellen. Wählte man daraus allerdings zweimal hintereinander einen Beitrag aus unseriöser Quelle (etwa Russia Today Deutsch), gewannen reißerische Themen und zweifelhafte Kanäle die Oberhand.

Die häufig geäußerte Vermutung, dass Empfehlungslisten nach hinten raus immer extremer werden und sich Nutzer allein radikalisieren könnten, indem sie sich durch Autoplay berieseln lassen, konnten Wissenschaftler der Penn State University hingegen widerlegen, siehe heise.de/-4567476.

Im Frühjahr hat YouTube nun angekündigt, den Empfehlungsalgorithmus so umzubauen, dass auch ein qualitatives Maß in die Gewichtung mit einfließt. Wie genau es die Qualität messen möchte, verrät das Unternehmen allerdings nicht.

Aber wie schafft es ein Video überhaupt auf Empfehlungslisten? Laut YouTube-Analyst Matt Gielen entscheiden die ersten 48 Stunden nach Upload über Erfolg oder Misserfolg eines Clips – also ob dieser überhaupt oberhalb der Wahrnehmungsschwelle des Empfehlungsalgorithmus rangieren kann. Für diese Initialzündung müssen die Abonnenten eines Kanals sorgen, indem sie das Video ansehen und weiterempfehlen. Gielen zufolge müssten dafür in dieser Anfangsphase rund zehn Prozent der eigenen Abonnenten das Video ansehen. Ferner trage zum Erfolg bei, wenn ein YouTube-Kanal sich auf einen Schwerpunkt fokussiert, im harmlosen Hobby-Bereich etwa „Gesund kochen“. Dann lernt der Algo-



**Nach zweimaliger Auswahl eines Russia-Today-Beitrags ist die YouTube-Empfehlungsliste zum Thema „Migration illegal“ ins Unseriöse abgerutscht.**

tenseiten bevorzugen soll. Posts von Freunden, über deren Empfehlungen man in der Vergangenheit angeregt diskutiert hat, erscheinen also weiter oben. Meldungen aus Quellen, auf die man seit Jahren kaum reagiert hat, soll die Technik hingegen auf die hinteren Ränge verweisen.

Quantitativ entfaltete die Maßnahme messbare und für einige Medien schmerzhafte Wirkung: Als Folge ging der Anteil der Nachrichten am Newsfeed aus öffentlichen Quellen spürbar zurück. Eine qualitative Revolution blieb hingegen aus. An der Spitze hielten sich in den USA nach wie vor Meldungen von Fox News, das für einseitige, polarisierende Berichterstattung bekannt ist und es mit der Wahrheit nicht immer genau nimmt. Auch in Deutschland scheinen sich Fake News weiterhin durchzusetzen. Laut einer vom Medienportal Buzzfeed mit der Software Buzzsumo durchgeföhrten Analyse provozierten hierzulande im Jahr 2018 die acht erfolgreichsten Falschmeldungen auf Facebook mehr Interaktionen – also Likes und Kommentare – als fast alle Artikel der größten Nachrichtenseiten. Lediglich ein Artikel der Süddeutschen Zeitung war in diesem Jahr erfolgreicher.

All das deutet darauf hin, dass das Problem in der Ausrichtung des Gesamtsystems auf möglichst hohe Interaktion liegt. Diese Metrik, auf die der Algorithmus nach wie vor optimiert, läuft einer ausgewogenen Berichterstattung im News Feed offenbar zuwider, allen Reparaturen zum Trotz. Ein im Frühjahr eingeführter neuer Sortieralgorithmus namens Click Gap soll nun verhindern, dass künstlich via Facebook gepushte Seiten als unverhältnismäßig relevant eingestuft werden.

## Propaganda trifft Werbung

Soziale Netzwerke generieren nicht nur personalisierte Nachrichten, sondern platzieren auch passgenaue, auf eine bestimmte Zielgruppe zugeschnittene Werbeanzeigen (Microtargeting). Auf Facebook sind diese sogenannten Dark Posts – auf Deutsch „unveröffentlichte Seitenbeiträge“ – während des letzten US-Wahlkampfes in die Kritik geraten. Trumps Wahlkampfteam hatte offenbar versucht, bestimmte Bevölkerungsgruppen, die es als Clinton-Unterstützer identifiziert hatte, vom Wählen abzuhalten.

Zielgruppenspezifische Werbung ist nichts Neues. Das Problem während der Trump-Kampagne bestand darin, dass außer der Zielgruppe niemand die Wer-

rithmus, dass dieser Kanal besonders wichtig für Nutzer ist, die gerne Kochvideos ansehen. Und er empfiehlt dessen Inhalte neuen Nutzern, die sich fürs Kochen interessieren.

Übertragen auf Politik bedeutet das: Dieser Mechanismus kommt vor allem Kanälen zugute, die eine engagierte Nutzergemeinde haben, sich auf ein eng eingegrenztes Thema spezialisieren und/oder polarisierenden Content produzieren: konkret Parteien vom linken und rechten Rand.

Welche deutschen Parteien die YouTube-Mechanismen besonders gut verstanden haben, zeigt ein kurzer Blick auf die Kanäle der jeweiligen Parteien. Die AfD liegt mit 67.200 Abonnenten weit vor den anderen. Die Linke kommt immerhin auf 17.500, SPD und Grüne auf knapp 15.000. Beiträge von Jörg Meuthen, Björn Höcke und Alexander Gauland verzeichnen hunderttausende Aufrufe. Wie die hohen Zahlen zustande kommen, verraten die Daten allerdings nicht.

Zumindest auf Facebook scheint die AfD von zttausenden zweifelhaften Accounts unterstützt zu werden, wie der US-amerikanische Medienwissenschaftler Trevor Davis dieses Jahr im Rahmen einer Studie herausfand. Im Vorfeld der Wahlen zum Europaparlament erhielt die AfD die meisten Likes und Shares demzufolge von einem Cluster von 80.000 Konten, die zahlreiche Merkmale von Fake-Accounts aufwiesen. Dies habe den AfD-Seiten 86 Prozent aller Shares und 75 Prozent aller Kommentare gebracht, die die deutschen Parteien insgesamt erhielten.

## Facebook: Rückzug ins Private?

Auf Facebook strömen Nachrichten, Posts von Freunden sowie bezahlte Werbeanzeigen über den News Feed herein. Um diesen mit interessanten Meldungen zu

füllen, versucht der Facebook-Algorithmus ebenfalls vorherzusagen, welche Mischung maximale Aufmerksamkeit einspielt, definiert diese aber anders als YouTube. Facebook will die Interaktion und Aktivität des Nutzers maximieren, sodass Posts, die eine angeregte Diskussion anstoßen oder gerne geteilt und geliked werden, weiter oben im News Feed rangieren.

Dabei werden zunächst sämtliche Posts aus dem Freundeskreis, Gruppen sowie Seiten, die man geliked hat, gesammelt. Facebook zufolge kommt damit für jeden Nutzer ein Pool aus 1500 potenziellen Stories zusammen. Diesen Pool muss der Facebook-Algorithmus auf wenige hundert reduzieren und anschließend nach Relevanz sortieren. Am Ende bleiben nur etwa 20 Prozent des ursprünglichen Nachrichtenpools übrig. Seit 2013 erledigt diesen Job ein neuronales Netz, das dafür an nähernd 100.000 Gewichtungen unterschiedlichster Faktoren vornimmt. Klingt beeindruckend und nach hoher Neutralität, aber solange Facebook nicht verrät, wie hoch der Einfluss der jeweiligen Faktoren am Ende ausfällt, bleibt Skepsis angebracht. Bei neuronalen Netzen werden immer wieder Fälle fehlerhafter Lernprozesse aufgedeckt, die zu einer starken Verzerrung der Ergebnisse führen.

Abgesehen von der Black-Box-Problematik ist das Grundproblem bei der schlüchten Maximierung von Interaktion dasselbe wie bei der Maximierung von Verweildauer: Reißerische, skandalträchtige Themen – und damit auch potenzielle Falschnachrichten – bekommen mehr Aufmerksamkeit, weil sie hitzige Diskussionen entfachen und den Nutzer mitsamt seinem Freundeskreis aktiv halten.

Um Fake News weniger Aufmerksamkeit zu verschaffen, hat Facebook den Sortieralgorithmus vergangenes Jahr modifiziert, sodass er nun private Posts sowie vertrauenswürdige und lokale Nachrich-

# ThinkPad

Lenovo



Lenovo ThinkPad

# PROTECT YOUR DATA

Mit ThinkShield bieten Lenovo ThinkPads eines der umfassendsten Sicherheitspakete für Unternehmen.

Finde deins auf: [www.lenovo.com/thinkshield](http://www.lenovo.com/thinkshield)

Intel® Core™ i7 vPro® Prozessor



bung zu sehen bekam. Eine öffentliche Kontrolle von Wahlwerbung, wie es beispielsweise bei TV-Sendern, Zeitungen oder Plakaten möglich ist, wurde so unterlaufen. Mittlerweile hat Facebook nachgebessert und ein Anzeigenarchiv online gestellt, in dem man sich beispielsweise sämtliche von einer Partei geschalteten Spots anzeigen lassen kann. Zu vollständiger Transparenz konnte sich Facebook hingegen nicht durchringen. Welche Zielgruppen der Werbetreibende adressiert, bleibt geheim.

## Schleichende Erosion

Ein wachsendes Problem bei Desinformationskampagnen sind nicht die offensichtlichen Lügen oder expliziter Aufruf zu Gewalt, sondern subtilere Formen, die dennoch klare Botschaften transportieren. Als Reaktion auf das strengere Löschen von eindeutigen Textbotschaften oder justizablen Inhalten entstanden zum Beispiel mit flapsigen Kommentaren garnierte Memes, mit denen sich von der Beleidigung bis hin zur Morddrohung nahezu alles implizit ausdrücken lässt.

Extremes Gedankengut wird zudem vermehrt in Lifestyle-Themen eingebettet und ähnlich beiläufig vermarktet wie Markenklamotten, Luxusuhrn und Schminke. Rechtsextreme YouTuber etwa sind die nette junge Fassade der Bewegung. Sie geben sich wie jeder andere Influencer und inszenieren sich wahlweise als Satiriker, freie Investigativjournalisten, die die Machenschaften der sogenannten Systempresse aufdecken oder den netten Typen von nebenan, der nur wegen seiner konservativen Einstellung vom Umfeld geächtet wird. Im lockeren Plauderton verbreiten sie politisch einseitige Botschaften und Verschwörungstheorien – mitunter fein säuberlich „belegt“ durch seriöse Nachrichtenquellen. Auf solche Kanäle gerät man nicht auf den ersten, aber durchaus auf den zweiten oder dritten Klick.

Linksextreme Interessengruppen wiederum versuchen, sich an Umweltthemen dranzuhängen, und unter dem Deckmantel des guten Zwecks gegen Polizei und andere staatliche Organe zu agitieren. Gemäß dem Motto „Der Zweck heiligt die Mittel“ setzen sie auf Duldung desjenigen Teils der Bevölkerung, der ebenfalls für Klimaschutz, soziale Gerechtigkeit et cetera eintritt. Um etwa den von der Rodung bedrohten Hambacher Forst als besonders schützenswert darzustellen, wurden gezielt Fehlinformationen über

**Der Datenjournalist**  
Luca Hammer wies nach, dass für 78 Prozent der #NichtOhneMeinKopftuch-Tweets Accounts der islamistischen Organisation „Generation Islam“ verantwortlich waren. Sie stellten aber nur ein Fünftel der Konten, die Beiträge zum Thema verfasst hatten.

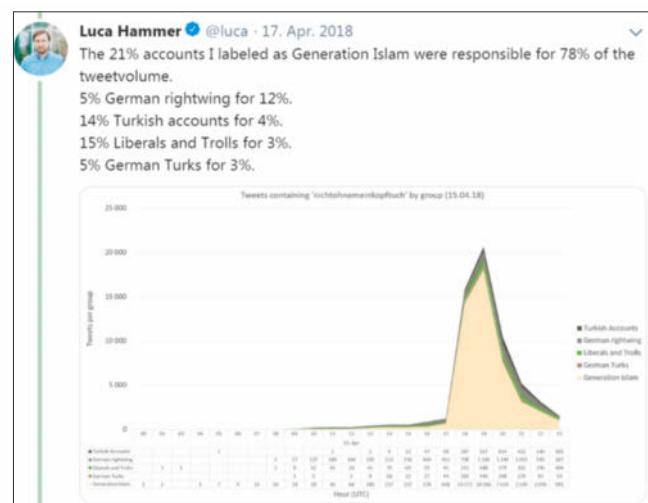


Bild: twitter.com/luca

seine Größe, seine ökologische Bedeutung („Europas letzter großer Mischwald“) und sein Alter gestreut.

## Trendmaschine Twitter

Dazu kommen gezielte Kampagnen, die mitunter so viele Unterstützer mobilisieren, dass sie in den sozialen Netzwerken zum Trendthema und letztlich von klassischen Medien aufgegriffen werden. Insbesondere Twitter spielt hier eine zentrale Rolle. Der Kurznachrichtendienst rangiert in Deutschland zwar weit hinter Facebook, YouTube und Instagram, dient aber vielen Influencern und Journalisten als wichtige Quelle bei der Suche nach Themen und Trends. Auch der Twitter-Algorithmus versucht, relevante Beiträge anhand von Interaktion (Kommentare, Retweets et cetera) herauszufiltern – als besonders wichtiges Merkmal gilt dabei allerdings Aktualität. Ähnlich wie bei Facebook und YouTube führen auch hier extremistische Gruppen immer wieder erfolgreiche Propagandafeldzüge.

Wie diese funktionieren, beschreibt folgendes Beispiel aus dem Lagebericht „Islamismus im Netz“ eindrücklich: Im April 2018 rief die islamistische Gruppierung „Generation Islam“ unter dem Hashtag #NichtOhneMeinKopftuch zum „Twitter-Storm“ auf, wie der Lagebericht rekonstruiert hat: Unter dem Vorwand, gegen ein drohendes Kopftuchverbot zu protestieren, schafften es die Koordinatoren, den Hashtag zum Twitter-Trend zu pushen. Die meisten Posts stammten von Accounts der Organisation selbst, wie der Datenjournalist Luca Hammer nachwies. Weil sich aber auch Politiker und Akteure der deutschen Hip-Hop-Szene in die Debatte einschalteten, erhöhte sich die Reichweite der Kampagne und der Hashtag lan-

dete in den Twitter-Trends, wodurch er ein Millionenpublikum erreichte.

Weitere islamistische Akteure griffen die Diskussion auf und engagierten sich vordergründig gegen die Diskriminierung muslimischer Frauen, indem sie an das Gerechtigkeitsgefühl junger Menschen appellierten. „Mit einem simplen Freund-Feind-Schema bauten sie ihr regelmäßig verwendetes Opfernarrativ aus. Viele Beiträge waren gut getarnt und sollten den Eindruck erwecken, dass sich ‚nur‘ gegen die Diskriminierung von muslimischen Frauen eingesetzt würde“, so die Studie.

## Falsch gepolt

Datenkonzerne wie Facebook und Google dressieren Empfehlungsalgorithmen, die wiederum den Nutzer dressieren. Content und Meinungsfreiheit sind hier nur Mittel zum Zweck, um den Nutzer möglichst lange auf der Plattform zu halten, damit man ihm maßgeschneiderte Werbung präsentieren kann. Ausgewogenheit ist nach aktuellem Wissensstand kein Kriterium, auf das die Algorithmen explizit trainiert werden – und als Nebeneffekt stellt sie sich offenbar auch nicht einfach ein.

Mit dieser einseitigen Orientierung erhalten reißerische, polarisierende Meldungen eine höhere Aufmerksamkeit, als ihnen gebührt – ein optimales Umfeld für Desinformation und Propaganda. Bei seriösen Zeitungen müssen Redakteure hingegen abwägen, was welt- oder gesellschaftspolitisch bedeutend sein könnte und auf die Titelseite gehört – selbst auf die Gefahr hin, dass es am Ende weniger Menschen lesen als den Panoramateil.

(atr@ct.de) **ct**

**c't-Link Quellen und Studien:** [ct.de/y9qz](http://ct.de/y9qz)

# 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



# Digitaldetektive

## Fälschungen an Bild und Video erkennen und nachweisen

In sozialen und anderen Medien tauchen immer wieder dubiose Bilder und Videos auf, die eine politische Botschaft transportieren sollen. Bildforensiker entwickeln Techniken, um Manipulationen automatisch zu erkennen – und sehen sich im Wettrüsten mit Hightech-Firmen und den weltbesten KI-Experten.

Von André Kramer, Andrea Trinkwalder und Dorothee Wiegand

Während den Schulferien findet unsere Klimademo nicht statt“ (sic!) verkündet das Wahlplakat einer Fridays-for-Future-Demonstrantin. Die Facebook-Seite „Fehler im System“ hatte es im April dieses Jahres gepostet, garniert mit dem süffisanten Kommentar „Ja, wer hätte das für möglich gehalten.“ Das Bild wurde ein paar hundertmal geteilt, war aber gefälscht, wie der Faktencheck von correctiv.org per Rückwärts-Bildersuche rasch herausfand.

Nicht immer sind Manipulationen so einfach zu erkennen. Professionellen Fälschern kommt man nur mit einer guten Portion detektivischem Gespür sowie einem Arsenal an Spezialsoftware auf die Schliche. Doch auch die Fälscherwerkstät-

ten rüsten technisch auf – und können mittlerweile auf ein beachtliches Repertoire (halb-)automatischer Manipulationsmethoden zugreifen. Maschinell trainierte Bildgeneratoren – sogenannte Generative Adversarial Networks – legen aktuell eine derart rasante Entwicklung hin, dass der KI-Experte Hao Li bereits in sechs bis zwölf Monaten mit Fälschungsergebnissen rechnet, die der Mensch mit bloßem Auge nicht mehr erkennen kann. Vor Kurzem hatte er noch von einigen Jahren gesprochen.

Diese Deep Fake genannte Technik tauscht Köpfe und Gesichter in Fotos und Videos aus, synchronisiert die Lippenbewegungen einer Person – etwa eines Politikers – zu einem beliebigen Text oder überträgt die komplette Mimik eines

Schauspielers auf die Zielperson (Puppet Master): Eine eindrucksvolle Demonstration stammt vom US-amerikanischen Schauspieler und Regisseur Jordan Peele, der mit seiner eigenen Mimik die Gesichtszüge von Barack Obama in einem vorhandenen Video manipulierte – und ihn so eine deftige Rede gegen seinen Nachfolger Donald Trump halten ließ, siehe Bild rechts.

Noch verraten sich die meisten Deep Fakes durch auffällige Montageartefakte oder unstimmige Mimik und (Kopf-)Bewegungen. Doch der letzte Schrei der Szene, die chinesische Deep-Fake-App Zao, montiert bereits binnen weniger Sekunden beliebige Gesichter in Videoclips von Prominenten – mit erschreckend realistischen Ergebnissen. Noch sind Zao aber enge Grenzen gesetzt. Das System arbeitet vermutlich auch deshalb so perfekt, weil es auf eine begrenzte Auswahl von Prominentenvideos trainiert wurde.

## Digitale Spurensuche

Dieser geballten Macht der weltweit besten KI-Entwickler mitsamt ihrer üppigen finanziellen Mittel stehen momentan vergleichsweise wenige Bildforensik-Experten gegenüber, die Methoden zur Erkennung solcher Manipulationen erforschen. In Deutschland konzentriert sich die Expertise an der Uni Erlangen-Nürnberg sowie am Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie (SIT). Beide entwickeln wissenschaftliche Methoden, um Manipulationen an Bild- und Videomaterial nachzuweisen. Zu den Kunden des SIT gehören nicht nur Vertreter der Medienbranche, sondern auch Schadensregulierer von Versicherungen, Ermittler von Wirtschaftsprüfungsgesellschaften sowie Mitarbeiter von Finanzamt, Zoll oder Strafverfolgungsbehörden. So unterschiedlich



Bild: Jordan Peele, BuzzFeed

Dieses Deep-Fake-Video, in dem der ehemalige US-Präsident Barack Obama seinen Nachfolger Donald Trump beleidigte, wurde noch mit einer Mischung aus klassischer Software (Adobe After Effects) und Deep-Fake-Technik (Face-App) produziert.

die Auftraggeber auch sind: Ihnen ist gemeinsam, dass sie das ihnen übermittelte Material möglichst zweifelsfrei auf Echtheit überprüfen müssen. Dabei kommen eine Reihe klassischer Methoden zum Einsatz, um etwa strenge Unverfälschtheit zu verifizieren oder Spuren klassischer Bildbearbeitungstechniken aufzuspüren.

Die Echtheitsprüfung von digitalem Bildmaterial beginnt bei den Metadaten, geht beim Verifizieren von Kameras als Datenquelle weiter und endet bei komplexer technischer Analyse von Mustern in der JPEG-Komprimierung und den charakteristischen Mustern von Kamerahandys.

Ogleich es nicht immer leicht ist, eine Manipulation zu beweisen, bleibt auch die perfekte Fälschung eine echte

Herausforderung. Der französische Polizist Edmond Locard hat Anfang des 20. Jahrhunderts die Annahme zum Kern der Forensik gemacht, dass jeder Kontakt zwischen zwei Objekten Spuren hinterlässt. Das perfekte Verbrechen gibt es nicht: Irgendwo bleibt immer ein Fingerabdruck oder ein Haar zurück. Dieses Prinzip trifft auch auf digitale Forensik zu. Und die Spuren können vielfältig sein.

Im Wesentlichen unterscheiden die Forensiker am SIT zwei Arten, Medien zu missbrauchen: Bildmaterial, das in falschem Kontext wiederverwendet wurde, und Manipulation des Materials selbst, von Verfälschung bis Montage. „Ein zweckentfremdetes Bild zu finden ist die leichteste Übung. Fotomontagen anhand

Bild: correctiv.org

War doch klar, dass Schüler ihre Ferien nicht für Klimademos opfern, suggeriert dieser Facebook-Post. Stimmt nur nicht: Die Schrift auf dem Plakat ist gefälscht und in den Ferien fanden sehr wohl Klimademos statt, wie correctiv.org herausfand.

der Pixel selbst nachzuweisen ist eine schwierigere Aufgabe“, erklärt Prof. Dr. Martin Steinebach vom SIT gegenüber c’t.

## Falscher Kontext

Ein wichtiger erster Schritt ist die Suche nach dem Ursprung des Bilds per inverser Bildersuche, die Bildduplikate auffinden soll. Das Resultat sind verschiedene Fundstellen des betreffenden Fotos, die über Text-Clustering-Verfahren gruppiert werden. Dabei analysieren die Forensiker des SIT alle Nachrichten und Artikel, die zu dem betreffenden Bild veröffentlicht wurden. Im Normalfall weisen alle Fundstellen thematisch in die gleiche Richtung. Wenn das Clustering-Verfahren die Nachrichten in Gruppen mit völlig unterschiedlichen Kontexten einteilt, ist dieses Ergebnis ein guter Indikator für eine Desinformationskampagne und ein Anlass, das Bildmaterial genauer zu untersuchen. Auch Laien, die in sozialen Netzwerken häufig mit zweifelhaften „Beweisfotos“ konfrontiert werden, können solche Überprüfungen mit speziellen Suchmaschinen anstoßen (siehe S. 30).

Bei der Frage nach der Authentizität des Bildmaterials verfälscht der vermeintliche Urheber den Ort und den Zeitpunkt der Aufnahme. Die Metadaten von Bildern und Videos geben darüber Aufschluss, sie lassen sich aber mit Editoren wie ExifTool leicht manipulieren. Erste Anhaltspunkte gibt ein Vergleich der Metadaten aller untersuchten Dateien. Wenn sie die gleichen technischen Eigenschaften aufweisen, ist es plausibel, dass sie aus derselben Quelle stammen – mehr allerdings noch nicht. Für eine handfeste Aussage muss man sich die Bilddaten selbst ansehen.

Bei Montagen liegt die Manipulation nicht im Kontext, sondern im Bild selbst.

Im Web wird geteilt und gelogen, dass sich die Balken biegen. Nicht immer meinen es die Urheber böse. Im Jahr 2018 wurde eine Fotomontage eines Elefanten, der ein Löwenbaby trägt, als Aprilscherz veröffentlicht. In kürzester Zeit verbreitete es sich im Netz, inklusive erfundener persönlicher Safarierfahrung und der herzerwärmenden Geschichte des Elefanten, der das Junge rettet.

## Mustersuche

Nicht nur die Metadaten, sondern auch die Pixel selbst geben Hinweise auf den Ursprung des Bildes. Jeder Fotoapparat und jede Videokamera weisen ein charakteristisches, individuelles Bildrauschen auf. Die CCD-Chips, mit denen Fotos erzeugt werden, bestehen aus Millionen von Elementen. Diese Chips sind nicht perfekt. Aus den fehlerbehafteten Bildpunkten ergibt sich ein spezifischer Fingerabdruck. Die sogenannte Kameraballistik basiert darauf, solche individuellen Daten von einem Gerät zu erfassen. Bei manipulierten Metadaten passt dieses Rauschen nicht zum ausgewiesenen Gerät, und das lässt sich nachweisen. Je nach Kamera sind etwa einhundert Bilder nötig, um einen solchen Fingerabdruck zu erstellen.

Ein weiteres wichtiges Indiz zur Herkunft des Bilds geben die Tabellen der JPEG-Komprimierung. Hier müssen die Forensiker nicht das individuelle Gerät im Labor untersuchen, sondern nur die Gerätreihe kennen. Je nach Hersteller und Modell komprimieren die Kameras unterschiedlich: Apple-Geräte produzieren beispielsweise tendenziell glatte Flächen. Im hochfrequenten Bereich darf da mehr verschwimmen als bei anderen Herstellern. Dafür nutzt Apple seine eigene Komprimierungstabelle.

Beim Speichern im JPEG-Format konvertiert die Bildbearbeitung zunächst die RGB-Kanäle (Rot, Grün und Blau) in das YUV-Farbmodell. Es unterscheidet zwischen der Luminanz Y und den beiden Chrominanzkanälen U und V. Durch die Entkopplung von Farbe und Helligkeit lassen sich die Signale effizient komprimieren, ohne dass das Bild dunkler wird. Die Pixel des Ausgangsbilds werden im nächsten Schritt in Blöcke von  $8 \times 8$  Pixeln aufgeteilt. Die 64 Farbwerte dieser Blöcke werden transformiert, durch die Werte einer Quantisierungsmatrix mit ebenfalls  $8 \times 8$  Werten geteilt und die erhaltenen Werte ganzzahlig gerundet.

Und genau diese Quantisierungs-tabellen sind nicht genormt. Das JPEG-Komitee hat allerdings eine JPEG-Bibliothek veröffentlicht, nach deren Formel viele Bildbearbeitungsprogramme die Quantisierungstabellen für unterschiedliche Komprimierungsstufen erstellen. Die Tabellen sind in öffentlichen Sammlungen einsehbar. Man kann aber auch das Gerät besorgen, ein Foto machen und die Komprimierungstabelle aus den EXIF-Daten auslesen.

Ein cleverer Bildfälscher kann die Forensiker allerdings mit manipulierten Metadaten sowie einer mit der Quelle übereinstimmenden Quantisierungstabelle täuschen. In diesem Fall bleibt nur die Option, das Bild auf inhaltliche Veränderungen zu überprüfen: auf Fotomontage oder Änderungen an Helligkeit oder Farbe.

Es gibt auch Verfahren, um Bildskalierung zu erkennen, beispielsweise wenn jemand ein Bild beschnitten und den Ausschnitt anschließend wieder auf die Originalauflösung der Kamera skaliert hat. Bei der Skalierung werden Pixel interpoliert. Mit mathematischen Verfahren lässt



Bild: Nadav Ossendryver, www.latestsightings.com

Links Fälschung, rechts Original: Was als Aprilscherz im Jahr 2018 begann, ging als „Heartwarming Story“ viral, in der ein Elefant angeblich ein erschöpftes Löwenbaby rettet.

sich entscheiden, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Farbwerte eines Pixels durch Interpolation der Werte ihrer Nachbarpixel entstanden sind. Wenn sich diese Wahrscheinlichkeit im Bild zyklisch wiederholt, ergibt sich daraus ein wichtiges Indiz für die Manipulation, die sich in einer Frequenzanalyse als starker Auschlag ablesen lässt.

### Verräterische Ähnlichkeiten

Die oben beschriebenen Techniken haben einen entscheidenden Nachteil: Sie sind zum Teil nicht robust gegen Störmuster wie etwa nachträglich hinzugefügtes Rauschen oder starke Komprimierung und fokussieren auf die Herkunft des Bildes. So kann man zwar leicht feststellen, wenn ein nachträglich bearbeitetes Foto vorliegt. Ob und wie es manipuliert wurde, ist hingegen schwierig zu belegen. Verändern ist im Medienbereich – anders als etwa beim Fotografieren von Unfallschäden – durchaus erlaubt beziehungsweise aus ästhetischen Gründen erforderlich: Zuschnei-



Der Fingerabdruck eines Sensors ist bei einfachen Kameras ebenso zuverlässig wie der eines Menschen.

den, Weißabgleich korrigieren, Kontrast und Farben anpassen. Insbesondere in sozialen Netzwerken bleiben Fotos ohnehin nicht originalgetreu erhalten: In der Regel läuft zumindest ein Bearbeitungsfilter

drüber und sie werden rekompriamt und neu abgespeichert.

Deshalb müssen Forensiker auch nach verräterischen Ähnlichkeiten innerhalb eines Bildes fahnden. Bei der Fotomontage werden Bildbereiche häufig mit anderen Bereichen überstempelt oder überschrieben. Copy-&-Move-Detektoren spüren identische Objekte auf. Einfachere Algorithmen vergleichen Pixelblöcke miteinander, allerdings ist der Prozess rechenintensiv und nicht sonderlich robust. Fortgeschrittene Methoden extrahieren zunächst Merkmale aus den Bildern. So fallen Ähnlichkeiten auch auf, wenn die Bildteile gedreht wurden. Bei untypischen Häufungen inspizieren die Forensiker die verdächtigen Bereiche genauer.

Wenn der kopierte Bereich aus einer anderen Quelle stammt, bleibt zu untersuchen, ob ein Bild mehrfach komprimiert wurde. Da ein JPEG-Algorithmus immer die Farbkanäle quantisiert und diese Quantisierung je nach Qualität unterschiedlich ausfällt, entstehen im Histo-

An advertisement for cloudfa. It features a woman's portrait in a circular frame at the top, connected by a line to a landscape of green rice terraces. The text "Ja, klar sitz' ich vorm Rechner, Chef." is overlaid on the image. The cloudfa logo and slogan "Die Cloud-Telefonanlage, mit der Sie auf allen Geräten erreichbar sind. Immer und überall." are visible. The bottom left corner contains the text "Die neue Freiheit der Businesskommunikation." and the NFON logo.

gramm der JPEG-Koeffizienten sichtbare Spuren.

Mit dieser Technik hat das Fraunhofer-SIT ein Foto als Montage entlarvt, auf dem angeblich ein Amokläufer mit islamistischem Hintergrund zu sehen ist, der Menschen erschlagen hat, siehe Fotos Seite 31. „Das Bild war eine Montage aus zwei Fotos: Eines zeigte einen Amokläufer in New York, ein anderes ein Opfer des Anschlags auf den Boston-Marathon. Das Vorgehen ist typisch: Man nimmt verschiedene, an sich schon starke Bilder und montiert sie ineinander“, erläutert Forensik-Experte Steinebach.

## **Wettrüsten**

Allein mit den klassischen Methoden wird man den Kampf gegen manipuliertes Bild- und Videomaterial auf Dauer wohl nicht gewinnen. Früher benötigte ein Fälscher für überzeugende Ergebnisse noch profunde Bildbearbeitungskenntnisse, Geschick und Zeit. Heute entstehen Foto- und Videomanipulationen mithilfe von Deep-Fake-KI fast automatisch – also auch in einer Anzahl, die mit den teils aufwendigen händischen Methoden nicht mehr zu bewältigen sein wird.

Die Forensiker entwickeln deshalb ihrerseits KI-Systeme, um die charakteristischen Schwächen der Fälschungautomaten aufzuspüren: Weil die neuronalen Netze anfangs mit Porträtsammlungen trainiert wurden, bei denen die Personen die Augen geöffnet hatten, fehlte in den montierten Clips das typisch menschliche Blinzeln – 1:0 für eine Detektor-KI der Universität aus Albany. Doch der Erfolg währte nicht lange. Solche Verzerrungen

lassen sich mit besserem Trainingsmaterial leicht beseitigen, sodass der Blinzel-detektor letztlich nur zu noch realistischeren Deep Fakes geführt hat.

Auf verräterische „Fingerabdrücke“ am Tatort zielt der im Juli vorgestellte Detektor des Teams von Roy Chowdhury (University of California): Die Forscher haben ein neuronales Netz konstruiert, um Pixelartefakte an den Rändern von hin-neinmontierten Objekten zu erkennen. Sie machen sich die Tatsache zunutze, dass Pixel in solchen Randbereichen charakteristische Merkmale aufweisen, etwa unnatürliche Glättung oder mithilfe von Bearbeitungsfilttern angeraute und zerfaserte Kanten. Nach Training mit einem Datensatz aus manipulierten und unmanipulierten Bildern hatte ihr System eine Reihe von Mustern herausgearbeitet, um echte von montierten Randbereichen unterscheiden zu können.

Auch einige große Akteure scheinen das Problem erkannt zu haben. Facebook will die Bildforensik-Zunft mit zehn Millionen US-Dollar unterstützen. Außerdem hat der Konzern Mitarbeiter für den Aufbau einer hochwertigen Deep-Fake-Datenbank angeheuert, die für das Training von Detektor-Netzwerken unerlässlich ist. Diese Maßnahmen laufen im Zuge der „Deepfake Detection Challenge“, die Facebook zusammen mit Microsoft und akademischen Einrichtungen ausgerufen hat.

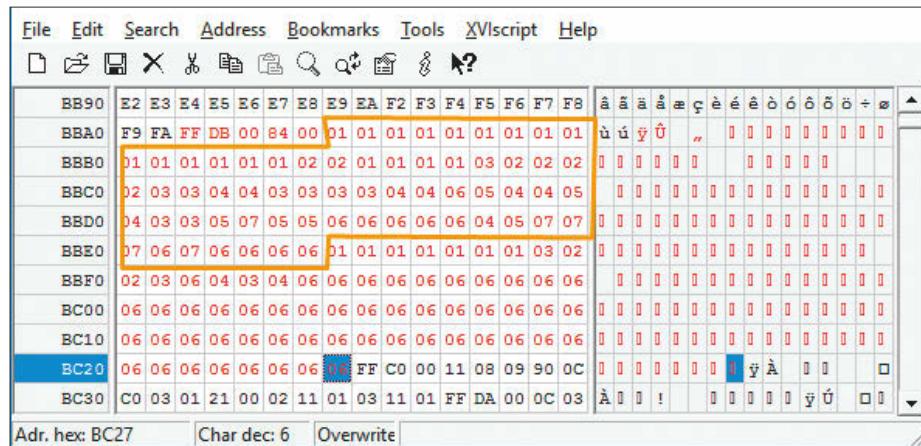
## **Foto-Check für zu Hause**

Manche Bildmanipulation lässt sich mit bloßem Auge erkennen. Wenn beispielsweise ein Mensch aus einer Gruppe von fotografierten Personen anders als alle an-

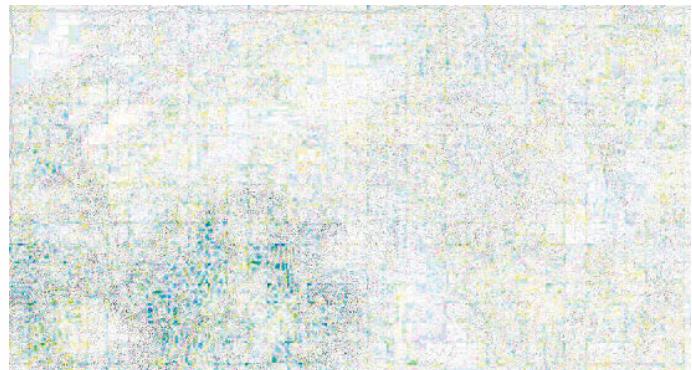
deren keinen Schatten wirft, dann ist ganz sicher etwas faul. Wo und wann ein Foto aufgenommen wurde, darüber geben normalerweise die zugehörigen Metadaten Auskunft. Wenn die ebenfalls manipuliert oder entfernt worden sind, kann die Analyse zum Fall für den Foto-Forensiker werden. Falls nicht, zeigt etwa der Windows Explorer das Aufnahmedatum in der Vorschau an. Nach einem Rechtsklick auf ein Bild kann man einen Blick in die Eigenschaften werfen – hier sieht man einen kleinen Teil aller Metadaten zum Bild. Deutlich mehr findet man mit dem Exif-Tool heraus, einem Spezialwerkzeug zum Lesen – und Ändern – von Metadaten.

Die für den Laien wichtigste Technik zum Prüfen ist die Bilder-Rückwärtssuche. Um ein Foto aus dem Internet zurückzuverfolgen, wählt man nach einem Rechtsklick darauf im Kontextmenü den Eintrag „Bildadresse kopieren“. Nach Aufruf der Google-Bildersuche klickt man dort auf das graue Kamerasymbol rechts im Suchfeld. Es erscheint ein Dialog mit zwei Reitern. Unter dem ersten Reiter („Bild-URL einfügen“) kann man die kopierte Adresse eingeben und nach weiteren Exemplaren des Fotos suchen. Der zweite Reiter („Bild hochladen“) startet eine Rückwärtssuche für Bilder, die auf der Festplatte abgelegt sind. Die Google-Rückwärtssuche funktioniert mit allen Browsern. Chrome-Nutzer kommen noch schneller zum Ziel: Per Rechtsklick aufs Foto steht hier direkt der Befehl „Mit Google nach Bild suchen“ bereit. Unter [ctrlq.org/google/images](http://ctrlq.org/google/images) kann man am Mobilgerät ein Bild aus dem Speicher auswählen und mit der Google-Rückwärtssuche prüfen.

TinEye heißt eine andere Bildersuchmaschine, die auch auf Mobilgeräten komfortabel nutzbar ist und ähnlich wie die Google-Bildersuche funktioniert; eine weitere Alternative dazu ist die russische Seite Yandex. Auch spezielle Smartphone-Apps und Browser-Extensions bieten sich für eine Bilder-Rückwärtssuche an. Apps dieser Art findet man mit einer Suche nach „reverse image search“ in einem der App-Stores; in der Regel greifen sie aber auf die Google-Bildersuche zurück. Um die Echtheit eines Videos zu checken, kann man versuchen, für das Vorschaubild eine Rückwärtssuche zu starten. Für YouTube-Clips hat Amnesty International eine Video-Rückwärtssuche auf seiner US-Website eingerichtet. Nach Eingabe der URL zu einem YouTube-Video erhält man als Suchergebnis eine Liste ähnlicher



Die Quantisierungsmaatrix einer JPEG-Datei weist sie als gering komprimiert aus. Anhand der Werte können Forensiker auf die ursprüngliche Kamera oder Bildbearbeitung schließen.



Die Fehler-Level-Analyse zeigt Abweichungen der Komprimierung. An der Stelle, wo das Opfer ins Bild kopiert wurde, zeigt sie einen dunkleren Bereich. Hier reagieren die Pixel anders als im Rest des Bildes auf die Komprimierung.

Videos. Damit lässt sich prüfen, ob das Filmmaterial an anderer Stelle in einem anderen Zusammenhang steht oder anders geschnitten wurde – mitunter entsteht ein falscher Eindruck allein dadurch, dass wichtige Passagen aus einem Video entfernt wurden.

Auch wenn die Rückwärtssuche nicht zum Ziel führt, lassen sich Bilder und Vi-

deos möglicherweise als Fake entlarven. Die Kleidung der gezeigten Personen, Gebäude, Fahrzeuge und technische Gegenstände liefern erste Anhaltspunkte dafür, wo das Bild geschossen oder das Video gedreht wurde. Insbesondere Nummernschilder von Autos sowie Orts- und Straßenschilder geben Auskunft über den wahren Schauplatz. Falls solche Anhalts-

punkte fehlen, kann man sich den angeblichen Ort auf Google Street View anschauen und diese Bilder mit denen des Videos oder dem fraglichen Foto vergleichen. Eine systematische Checkliste zur Prüfung von Videos findet man auf der Seite First Draft, einem vom Google News Lab finanzierten Netzwerk.

(akr@ct.de)

Genossenschaftliche FinanzGruppe  
Volksbanken Raiffeisenbanken

## IT-Job, der über 0 und 1 hinausgeht

DZ BANK Gruppe  
Zweitgrößte FinanzGruppe Deutschlands  
Digitale Trendsetter im Bankwesen  
Moderne Projektmanagement-Methoden  
Vielseitige Entwicklungsmöglichkeiten  
Ganzheitlicher Problemlöser

Wenn auch Sie im Job mehr bewirken wollen: Willkommen im Team.  
Bewerben Sie sich jetzt: [www.karriere.dzbankgruppe.de](http://www.karriere.dzbankgruppe.de)



Jetzt bewerben!

MEHR BE WIR KEN

DZ BANK Gruppe



# Wege zur Wahrheit

## Faktenchecks und Medienbildung – Hilfe zur Selbsthilfe

Allzu unkritischer Medienkonsum ist Gift für die demokratische Gesellschaft. Einige Kniffe sorgen dafür, dass man Wahrheit schnell von Fake unterscheiden kann, und Fact-Checking-Portale helfen dabei. Für Lehrer und Eltern gibt es Angebote, die den Nachwuchs spielerisch sensibilisieren.

**Von Holger Bleich und  
Dorothee Wiegand**

Nicht nur die sozialen Medien fungieren als Lügenschleudern, auch vermeintlich seriöse Quellen re-

cherchieren nicht immer sauber. Einen bequemen Umgang mit Falschinformationen gibt es nicht. Wer auf fischige Texte, auffällige Bilder, unglaubliche Audio- und Videodateien oder verdächtige Posts und Chats in sozialen Medien stößt, muss die Informationen kritisch betrachten, in Frage stellen und gegenchecken.

Gerade Jugendliche haben mit dieser mühsamen, aber notwendigen Haltung gegenüber Fake News aller Art ihre Schwierigkeiten. Experten bescheinigen deutschen Schülern meist nur mittelmäßige Kenntnisse in Medienkunde. Gerade ist eine neue ICILS-Studie erschienen. In dieser internationalen Vergleichsstudie werden Computer- und Informationskompetenzen von Achtklässlern untersucht. Demnach ist etwa ein Drittel der

Schüler nicht in der Lage, Informationen reflektiert zu bewerten.

JAMESfocus 2019, eine aktuelle Studie aus der Schweiz, kommt zu ähnlichen Ergebnissen. Befragt, wie sie den Wahrheitsgehalt einer Nachricht prüfen würden, bejahten lediglich 3 Prozent der Schüler, dass sie eine Fact-Check-Webseite besuchen. 13 Prozent stimmten dagegen diesem Statement zu: „Ich teile die News und schaue, wie mein Umfeld reagiert“. Lediglich 37 Prozent erklärten, Quelle oder Absender zu prüfen.

Die Schüler scheinen sich ihrer Defizite durchaus bewusst zu sein. Für eine repräsentative Studie der Vodafone-Stiftung wurden 2018 rund 600 junge Menschen im Alter von 14 bis 24 Jahren in Deutschland befragt. Jeder zweite von ihnen gab

an, mindestens einmal pro Woche mit Fake News konfrontiert zu sein, bei fast einem Fünftel der Befragten passierte dies nach eigener Einschätzung sogar täglich. Drei von vier wünschten sich, mehr über den Umgang mit Fake News zu wissen.

Doch Ausbildung zur Medienkompetenz ist in Deutschland nach wie vor kein Pflichtfach. In Finnland ist man da weiter: Das Land hat die Faktencheck-Agentur Faktabaari gegründet, die mit Schulen und Universitäten kooperiert. In der Schweiz wurde von den Deutschschweizer Kantonen ein einheitlicher „Lehrplan 21“ entwickelt. Der Bereich „Medien und Informatik“ dieses Lehrplans sieht unter anderem auch die Vermittlung eines kritischen Umgangs mit Medien und Aufklärung über Fake News vor.

### Lernziel kritische Distanz

Material für den Unterricht an allgemeinbildenden Schulen gibt es auf vielen Bildungsservern, aber auch auf den Webseiten diverser Organisationen (siehe ct.de/ymp3). So stellt das Niedersächsische Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung gut aufbereitetes Material zur Verfügung. Diese sogenannten **interaktiven Lernbausteine** laufen im Browser. Sehr aktuell ist die Sammlung auf dem Landesbildungsserver Baden-Württemberg. Bei der baden-württembergischen Landeszentrale für politische Bildung gibt es unter dem Titel **Fake News – ich mach mir die Welt, wie sie mir gefällt!** ebenfalls Unterrichtsmaterial.

Auch die Webseite **So geht Medien** des Bayerischen Rundfunks hat unter der Überschrift „Stimmt das?“ jede Menge Material gesammelt: Videos, Tutorials und Texte unter anderem zu den Themen Lügen erkennen und Fake-News-Tricks.

Auf der Seite **DigiBits.de**, einem Projekt von „Deutschland sicher im Netz“ (DsiN) des Innenministeriums, finden sich im Materialpool Videos, Tutorials und fertig vorbereitete Unterrichtsentwürfe rund um Fake News. Die EU-Initiative **Klicksafe** widmet dem Thema auf ihrer deutschsprachigen Webseite einen umfangreichen Bereich und bietet eine 20-seitige Broschüre zum Download an.

### Spiel, Spaß & Fakes

Es muss auch gar kein dröger Theorie-Unterricht sein, der das Problembewusstsein von Schülern schärft. Es gibt ebenso lehrreiche wie kurzweilige Serious Games, die sich dem Thema widmen. Einige davon

arbeiten mit einem besonderen Dreh: Der Spieler betreibt sein eigenes Fake-News-Portal. Erst wenn es ihm gelingt, viele Follower zu gewinnen, die seine Falschinformationen nicht nur glauben, sondern auch munter weiterverbreiten, wird er mit Punkten und Level-Aufstieg belohnt. Die Theorie hinter diesem Kniff heißt Inokulationstheorie. Wer sich spielerisch mit den perfiden Strategien der Desinformation auseinandersetzt, fällt danach nicht mehr so leicht auf Fake News herein.

Im deutschsprachigen Browergame **Get Bad News** erfinden die Spieler fleißig Skandale und versuchen, ihre möglichst dramatischen Lügengeschichten zu verbreiten. Gleichzeitig gilt es, Faktenchecker zu denunzieren. Allzu dick darf man hier nicht auftragen, um bei den Followern nicht unglaublich zu werden. Die Spielmechanik ist simpel. Dass Get Bad News dennoch überzeugt, liegt an witzigen Dialogen und klugen Inhalten. Es wird für Jugendliche ab 14 Jahren empfohlen; eine spezielle Junior-Fassung richtet sich an Kinder ab 8 Jahren; Für den Einsatz an Schulen gibt es auf der Webseite zum Spiel ein PDF mit medienpädagogischen Handreichungen für Lehrer.

Eine ähnliche Spielidee hat **Fake it to make it**, das von der Amerikanerin Amanda Warner entwickelt wurde. Die deutschsprachige Version des Spiels ist ein Angebot der Niedersächsischen Landeszentrale für politische Bildung. Bei diesem Browergame gilt es, sehr genau darauf zu achten, welche Fake News man welcher Zielgruppe präsentiert. Es gibt die Anhän-

ger der Orange-Partei, die der konkurrierenden Violett-Partei sowie spezielle Interessengruppen, darunter Tierfreunde und „Früher war alles besser“-Jünger.

**FakeFilter** heißt ein Projekt der Bundeszentrale für politische Bildung. Grundlegende, gut verständliche Informationen werden schick präsentiert. Wer es genauer wissen will, findet darüber hinaus weiterführende Artikel und Quellen.

### Mehr Medienkompetenz

In **Abteilung F** startet der Spieler als Angestellter des Ministeriums für Nachrichtenkompetenz in Freiland. Als Faktenchecker in der kürzlich gegründeten Abteilung F hat er die Aufgabe, Beiträge aus öffentlichen Medien zu prüfen und muss entscheiden, ob es sich dabei um Fake News handelt oder nicht.

Bevor „Abteilung F“ einzeln oder in der Gruppe gespielt werden kann, sind einige Vorbereitungen nötig. Das Programm, das in einer Version für Windows und einer für macOS von der Webseite zum Spiel heruntergeladen werden kann, muss eingerichtet werden. Es generiert später die News, die die Spieler checken. Außerdem werden neun Dokumente benötigt, die auf der Seite ebenfalls zum Download stehen. Es handelt sich um Listen, Landkarten und Diagramme, die auf A4-Papier ausgedruckt werden müssen.

Beim **FakeFinder** des Südwestrundfunks erhält der Spieler Unterstützung durch einen Coach. Das Browergame präsentiert sieben tatsächlich veröffentlichte Meldungen. Die Spieler sortieren sie

The screenshot shows a game interface with three tabs at the top: GOOD NEWS, BAD NEWS, and FAKE NEWS. The FAKE NEWS tab is selected. Below the tabs, there is a green header bar with the text "C – Jeder kann veröffentlichen". The main area contains two tasks:

- b. Welche Manipulationen vermutest du bei den Bildern, die du der Kategorie nicht-wahrhaftig zugeordnet hast? Wähle die entsprechenden aus und lege sie zum Bild dazu.
- c. Versuche die Intention des Autors/Urhebers zu erkennen. Wähle die entsprechenden Icons aus und lege sie zum Bild dazu.

Below these tasks, there is a section titled "M B.4 – Skinhead Angi" which displays a news article from VK.COM. The article is about a person named "Skinhead Angi" and includes several small images. At the bottom of the news item, there are social media sharing options and a comment section.

**Unterstützung für Lehrer:**  
Das Niedersächsische Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung stellt Lernmodule zur Fake-News-Erkennung für den Unterricht bereit.

Einmalige Kosten	Monatliche Kosten	Jährliche Kosten
Gesamt: \$0	\$0	\$0

Jetzt fällig: \$0  
Dein Gelde: \$50.00  
Verbleibend: \$50.00

Im Browser-Game „Fake it to make it“ muss der Spieler mit seinem Budget eine Fake-News-Schleuder aus dem Boden stampfen, die lukrativ werden soll.

in die Kategorien Fake, Fakt oder Satire ein. Der Coach hilft bei der Bewertung mit Ratschlägen und Kommentaren, die wie in einem Chat nach und nach unter der Meldung erscheinen. Mitunter verwirren diese Anmerkungen allerdings eher. So folgt beispielsweise auf eine wahre Nachricht zum Helikoptereinsatz bei einer Insektenplage am Rhein der Kommentar „Riesengroße Hubschrauber gegen so kleine Tierchen, das klingt schon seltsam.“ Das Spiel ist zwar etwas hakelig in der Bedienung, aber inhaltlich gut gemacht. Es enthält aktuelles Nachrichtenmaterial und eine Menge Tipps zum Handwerk des Faktencheckens. Lehrkräfte können für ihre Schüler mit einer speziellen Lehrer-Version vorhandene Aufgaben zusammenstellen.

Eine echte Herausforderung stellt für deutschsprachige Schüler sicher das Online-Game **Factitious** dar – nicht so sehr, weil Fragen und Spielanweisungen auf Englisch formuliert sind, sondern weil hier US-amerikanische News bewertet werden. Das schwierigste der drei Level richtet sich an amerikanische College-Studierende.

## Wer wird Fake-News-Millionär?

Weniger zeitaufwendig, aber auch weniger nachdrücklich lässt sich das Thema mit einem simplen Quiz oder Rätsel erkunden. Vier Fragen umfasst das kleine Quiz **Fakt oder Fake?** auf der Webseite handysektor.de. Das Quiz ist nett gestaltet, kennt aber leider nur einen einzigen 4er-Satz an Fragen.

Für eine allererste Annäherung ans Thema taugt auch der Vordruck für eine

**Schulfrei im ganzen Stadtgebiet.**

(fn) Wegen eines Stromausfalls im Netz des kommunalen Energieversorgers fällt der Unterricht heute an allen Schulen aus. [Laut eines Sprechers des Stromnetzbetreibers](#) ist eine defekte Hochspannungsleitung im Umspannwerk für die technische Störung verantwortlich. Betroffen seien ausschließlich kommunale Gebäude. [Wie die Schulbehörden mitteilten](#), kann der Betrieb jedoch morgen aller Voraussicht nach wieder aufgenommen werden. [Der letzte Defekt dieser Art hat im Jahr 2008 zu mehrtagigen Schulausfällen geführt.](#)

[ausgedachte Quellen](#) [komplizierte Erklärungen](#) [schwer nachzuprüfende Behauptungen](#), [tatsächliche Fakten](#)

Der Faker (zum Zwecke der Gleichstellung wird in unseren Texten frei zwischen Genderformen gewechselt) unterstreicht die Glaubwürdigkeit seiner Neugkeiten mit ausgedachten Quellen, komplizierten Erklärungen und schwer nachzuprüfenden Behauptungen. Er wirzt seine Lüge mit tatsächlichen Fakten oder echten Bildern und Videos. Manchmal denkt er sich sogar Zeitungsnamen aus oder Zitate von bekannten

Schulfrei oder nicht? Beim „FakeFilter“ der Bundeszentrale für politische Bildung stellt sich die Info leider als Fake heraus.

Runde Fake-News-Bingo, den die Webseite **saferinternet.at** zum Download anbietet.

Als Einstieg zum Umgang mit Bildmanipulationen lässt sich das englischsprachige Online-Quiz **Real or Fake?** verwenden. Es präsentiert 18 zum Teil haarsträubend manipulierte Fotos von der siebenköpfigen Schlange bis zum Skelett einer Meerjungfrau. Allzu viel Erkenntnisgewinn darf man nicht erwarten – es gibt lediglich eine kurze Fakt-or-Fake-Bewertung, keine Infos zum Kontext und keine weiterführenden Erläuterungen.

Auf dem **Medienpädagogik-Blog** stellt der Medienpädagoge Björn Friedrich folgende Idee vor: Social-Media-Fakes mithilfe von Webdiensten einmal selbst erstellen. So findet man auf der Seite [prankmenot.com](http://prankmenot.com) englischsprachige Generatoren für Facebook- und Twitter-Fakes. Auf [generatestatus.com](http://generatestatus.com) kann man Posts und Chats auf Instagram und Facebook sowie Twitter- und WhatsApp-Nachrichten faken. Bei [fakewhats.com](http://fakewhats.com) dreht sich alles um frei erfundene WhatsApp-Diologe.

## Die Profi-Checker

Das **Reporter's Lab** an der Duke University in Durham, North Carolina, pflegt eine Weltkarte mit internationalen Initiativen und Fact-Checking-Organisationen, auf der aktuell 210 aktive Projekte in 68 Ländern verzeichnet sind.

Im deutschsprachigen Raum gibt es eine ganze Reihe von Faktencheckern. Auf der **Hoaxmap** sind Fälle von Gerüchten über Asylsuchende verzeichnet. Schon seit 2011 ist **Mimikama** mit Sitz in Wien am Start. Die beiden Betreiber Thomas

Wannenmacher und Andre Wolf warnen nicht nur vor Falschmeldungen, sondern auch vor Abofallen, Fake-Gewinnspielen und Phishing-Mails.

Für Unterrichtszwecke findet man hier eine Reihe von Videos. Mimikama betreibt auch die Facebook-Seite „Zuerst denken – dann klicken“. Seit September 2019 ist die Plattform Teil des internationalen europäischen Recherchenetzwerks zur Bekämpfung von Desinformation **SOMA** (Social Observatory for Disinformation and Social Media Analysis). SOMA unterstützt das „European Observatory against Disinformation“.

**Correctiv** – Recherchen für die Gesellschaft“ heißt eine gemeinnützige GmbH mit Sitz in Essen und Berlin. Die hier tätigen Journalisten und Faktenchecker möchten nicht nur über Missstände in der Gesellschaft aufklären, sondern führen auch Bildungsprogramme durch. Correctiv betreibt auch die **Reporterfabrik**, eine „Webakademie für Journalisten“. Im Bereich reporter4you gibt es drei Video-Tutorials zum Thema „Fake News erkennen“ an, die sich gut im Medienkunde-Unterricht verwenden lassen.

Auch Fernseh- und Rundfunksender haben Faktencheck-Teams aufgebaut. Der **ARD-Faktenfinder**, eine Unterseite von tagesschau.de, listet aktuelle, kontrovers diskutierte Themen und Gerüchte aus der Politik samt detaillierten Hintergrundinformationen und weiterführenden Links. Beim **Faktenfuchs** vom Bayerischen Rundfunk geht es weniger um Neues aus der Gerüchteküche – hier werden strittige Fragen geklärt, etwa: „Schadet 5G der Gesundheit?“ oder „Kann man seine Kinder gesund vegan ernähren?“

In den USA gehört **Politifact** zu den großen Fact-Checking-Initiativen. Das 2007 gegründete Projekt ist seit 2018 Teil des Poynter Institute, einer Journalistenschule. Die Seite präsentiert ihre Ergebnisse fast wie ein Nachrichtenmagazin. Die Seite **FactCheck.org** existiert seit Ende 2003. Sie gehört zum Annenberg Public Policy Center an der University of Pennsylvania. 2006 nannte das Time Magazine FactCheck.org als eine von „25 Seiten, ohne die wir nicht leben können“. Eine gute erste Anlaufstelle ist außer den oben genannten Seiten beispielsweise **Hoaxsearch**, eine Suchmaschine für Fakes im Internet.

### Selbst checken macht schlau

Beim eigenen Fact-Checking lautet die erste Frage: Wie verlässlich ist die Quelle? In Deutschland müssen Webseiten ein Impressum haben. Fehlt es ganz, so ist Misstrauen gegenüber den Inhalten der Seite angebracht. Auch wenn statt einer seriösen Anschrift lediglich ein Postfach oder eine kryptische Adresse im Ausland angegeben ist und keine Kontaktmöglichkeit per Mail besteht, sollte man skeptisch sein. Falls der Autor des Artikels genannt wird, kann man recherchieren, welche anderen Texte er publiziert hat und daraus Rückschlüsse auf seine Glaubwürdigkeit ziehen.

Einschlägige Websites, die Falschmeldungen verbreiten, übernehmen Geschichten häufig unverändert von anderen, ebenfalls unseriösen Portalen. Ein schneller Google-Check der Headline kann daher bereits aufschlussreich sein. Ein weiterer Check besteht darin, die Schlagwörter zur fraglichen Meldung mit einer Suchmaschine zu recherchieren, am besten in deren News-Bereich. Falls an der Meldung etwas dran ist, haben wahrscheinlich auch seriöse Medien über das Thema berichtet.

Beim kritischen Blick auf die gesamte Meldung sollte man sich fragen, wie ausführlich der Artikel das Thema behandelt und insbesondere, ob die Informationen durch Quellenangaben belegt werden. Falls die Quellen verlinkt sind, lohnt es sich, bis zur Originalquelle zu klicken – denn mitunter verbreiten sich falsche Meldungen, weil der Verfasser etwas falsch verstanden, beispielsweise eine Statistik nicht richtig interpretiert hat – Stichwort: Stille Post.

Falls Sie am Wahrheitsgehalt eines Tweets oder Facebook-Postings zweifeln,

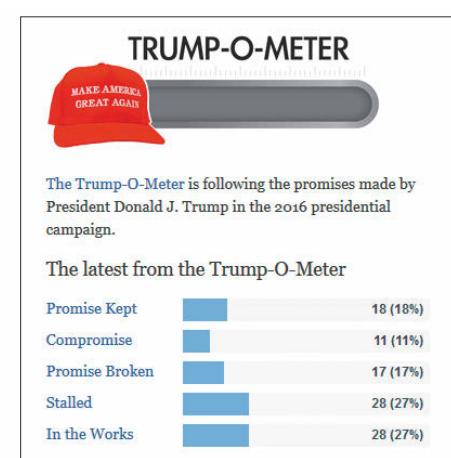
insbesondere aber bevor Sie diese weiterverbreiten, sollten Sie das Profil des Absenders genau ansehen. Wie lange gibt es den Account bereits, welche Inhalte finden sich hier sonst noch, wie viele Freunde beziehungsweise Follower hat der Absender? Bei ganz neuen Profilen und auffällig wenigen Followern sollte man misstrauisch sein.

Insbesondere unbekannte Twitter-Namen sollten Sie genau prüfen. Für gefäkelte Accounts werden gern Namen verwendet, die nur leicht von denen bekannter Institutionen oder Prominenter abweichen, beispielsweise indem eine Null statt des Buchstabens „O“ verwendet wird oder ein kleines „l“ anstelle eines großen „I“. Auf der Webseite statuspeople.com kann man für seinen eigenen Twitter-Account einen **Fake Follower Check** durchführen.

### Wehrhaft bleiben

Zwar möchten Politiker die Plattformen mehr in die Verantwortung nehmen. Doch die tun sich damit schwer. Facebook etwa überlässt die Prüfung von Fakten in Postings externen Organisationen – in jedem Land sind das andere. Hierzulande checken Correctiv und dpa im Auftrag von Facebook Beiträge, die von Nutzern beanstandet wurden. Google arbeitet im Rahmen seiner „Digital News Initiative“ anlassbezogen mit externen Projekten zusammen, zur Europawahl im Mai 2019 waren das **First Draft** und **CrossCheck**.

Organisationen wie **NewsGuard** bewerten Quellen nach journalistischen Kriterien innerhalb eines festen Schemas, um Orientierung zu geben. Doch dieser An-



Ein Fact-Checking-Nebenprodukt: Im Trump-O-Meter zeigt Politifact jederzeit, wie viele Versprechen Donald Trumps zur Wahl 2016 nach heutigem Stand uneingelöst sind.

satz ist umstritten, weil solche Rating-Systeme Gefahr laufen, einer Tendenz zu unterliegen. In Deutschland etwa bewertet NewsGuard Bild.de als überwiegend glaubwürdig und transparent, was beim kritischem Watchblog Bildblog.de ungläubiges Staunen auslöste.

Der eigene Fact-Check ist meist möglich, wie wir gezeigt haben. Ein jeder steht in der Verantwortung, alle Optionen dafür wahrzunehmen. Denn nur eine gut informierte, mündige Gesellschaft schafft es, wehrhaft gegenüber populistischen Angriffen jedweder politischen Couleur zu bleiben.

(hob@ct.de) ct

**Fact-Checking-Websites, Bildungsmaterialien, Studien:** [ct.de/ymp3](http://ct.de/ymp3)



Über 200 Organisationen auf der ganzen Welt widmen sich dem Fact-Checking, wie diese Karte des „Reporter's Lab“ zeigt.

# Zahlen, Daten, Fakten

## Glaubwürdigkeit von Nachrichten

**G**erade über soziale Netzwerke verbreiten sich Lügenmärchen schnell, glauben viele. Für die meisten sind Gespräche weiter Hauptquelle für Informationen, fast abhängig dagegen klassische Medien.

Gleichwohl sieht man Journalisten in der Pflicht, etwas gegen Fake News zu tun. Das gilt aber auch für alle Bürger. Doch nur etwas mehr als die Hälfte der Menschen prüft Nachrichten. (mil@ct.de) **ct**

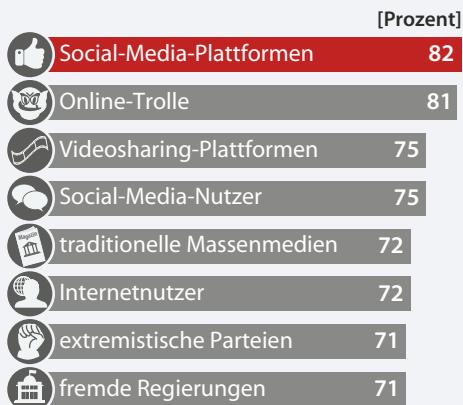
### ► Wo rechnet man mit Fake News?

... Fake News wird vor allem über Social Media gestreut, glauben die meisten.<sup>1</sup>



### ► Wen halten die Leute für verantwortlich?

... die meisten Nutzer weltweit zeigen auf Social-Media-Plattformen und auf Trolle.<sup>1</sup>



### ► Wer soll Fake News stoppen?

... Journalisten sollen den Deckel drauf halten. In Deutschland sehen auch viele die Bürger selbst in der Pflicht, allerdings erst an dritter Stelle. Die Plattformen selbst sollen eher außen vor bleiben.<sup>3</sup>



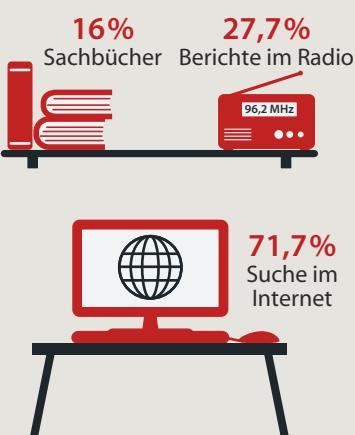
### ► Wie informieren sich die Leute?

... klassisch durchs Unterhalten mit anderen. Und: Das Netz wird mehr genutzt als TV, Radio und Printmedien.<sup>4</sup>



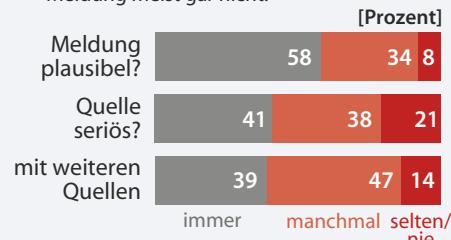
Zeitschriften/Zeitung

Fachzeitschriften



### ► Wie prüfen Leute Nachrichten?

... ein Großteil der Deutschen prüft die Meldung meist gar nicht.<sup>2</sup>



# 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





# Digitale Drecksarbeit

## Content-Prüfer für YouTube schildern ihren Job

**Videos von Hinrichtungen, Hetze, Missbrauch: „Content-Moderatoren“ für YouTube müssen Verstörendes ertragen. Trotzdem werden sie schlecht bezahlt und hängeln sich von einem befristeten Vertrag zum nächsten.**

**Von Christian Wölbert**

**D**as Schlimmste für Alexander S. war ein Video, das zeigt, wie ein etwa ein Jahr altes Kind misshandelt und getötet wird. „Die Bilder bekomme ich mein Leben lang nicht mehr aus dem Kopf“, sagt er. Jederzeit könnten die Erinnerungen hochkommen, vor allem, wenn er irgendwo ein Kleinkind sehe.

Es gehört zu seinem Job, solche Videos anzuschauen. S. arbeitet in Hamburg bei dem IT-Dienstleister Cognizant als „Content-Moderator“ für Googles Videoplattform YouTube. Das heißt: Er und seine Kollegen sehen täglich Volksverhetzung, Tierquälerei, Enthauptungen. Sie sperren solche Inhalte, damit möglichst wenige andere Menschen sie zu Gesicht bekommen. Sie erledigen für YouTube die Drecksarbeit.

Der Job sei wichtig für die Gesellschaft, sagt S. Deswegen halte er durch, deswegen ertrage er die Gewalt und die Hetze. „Es wäre Wahnsinn, wenn solche Inhalte ungefiltert rausgehen.“ Irgendjemand müsse diesen Job eben machen, das sei unvermeidbar.

S. hat sich an c't gewendet, weil er weitere problematische Aspekte seines Jobs öffentlich machen möchte. Dinge, die auch anders sein könnten.

„Man müsste einen sicheren Arbeitsplatz haben, um den Content wenigstens einigermaßen verarbeiten zu können“, sagt er. Stattdessen gebe es strenge Leistungskontrollen, niedrige Gehälter, befristete Verträge, unklare Zukunftsaussichten. Zwar hätten auch Mitarbeiter wegen der grausamen Videos gekündigt. „Aber ich würde sagen, die Mehrheit ist wegen der schlechten Arbeitsbedingungen gegangen.“

S. schildert seine Tätigkeit detailliert, schickt uns Fotos aus dem Büro und seinen Arbeitsvertrag. Damit belegt er aus unserer Sicht zweifelsfrei, dass er tatsächlich für Cognizant arbeitet. Um seine Aussagen zu prüfen, kontaktieren wir zwei weitere Cognizant-Angestellte, Lennard T. und Adrian K. Auch mit ihnen sprechen wir ausführlich.

Alle drei betonen auch positive Aspekte der Arbeit für Cognizant. Es gebe kostenloses Obst, Süßigkeiten, Teamevents. Vor allem tue der Arbeitgeber viel, um die psychische Belastung so gut wie möglich zu begrenzen. Wer von einem Video traumatisiert sei, könne sich jederzeit in einen Ruheraum setzen oder nach Hause gehen. Die Prüfer könnten auch kurzfristig mit Psychologen eines Hamburger Instituts sprechen. „Das funktioniert relativ gut“, sagt S.

Davon abgesehen kritisieren die drei – unabhängig voneinander, aber in den wesentlichen Punkten übereinstimmend – die Arbeitsbedingungen. Um sie vor Sanktionen durch Cognizant oder Google zu schützen, verwenden wir in diesem Text Pseudonyme.



**heise  
Investigativ**

**Viele c't-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>

Cognizant ist einer der größten IT-Dienstleister der Welt. Die Zentrale befindet sich in den USA; die meisten der rund 280.000 Angestellten arbeiten jedoch in Indien. Die Content-Prüfung am Standort Hamburg beschreibt der Konzern in einer Stellenanzeige: Es gehe um die „Social Media Analyse für die meist geliebte Videoplattform der Welt“ und um das „Analysieren sensibler Inhalte, die manchmal sehr grafisch oder verstörend sein können“. In Aussicht gestellt werden ein „attraktives Vergütungsmodell (über Mindestlohn)“ und ein „befristeter Arbeitsvertrag mit Option auf Verlängerung“.

Schon vor der Recherche von c't hat das Unternehmen angekündigt, sich langfristig weltweit aus dem Geschäft mit Content-Prüfung zurückzuziehen. Auf Anfrage erklärt eine Sprecherin, einige Projekte würden 2020 auslaufen, andere könnten länger dauern. Unsere konkreten Fragen zum Standort Hamburg und den dortigen Arbeitsbedingungen beantwortet Cognizant nicht. Selbst unsere Frage nach der Zahl der Mitarbeiter blieb unbeantwortet.

### Im Jahr nur 28.000 Euro

Laut den Aussagen von S., T. und K. sind in Hamburg etwa 120 Cognizant-Mitarbeiter für YouTube tätig. Tatsächlich im Dienst seien aktuell aber weniger, vor allem wegen Krankheitsausfällen. Rund die Hälfte der Angestellten prüfe Inhalte gemäß der weltweiten „Community-Standards“ von YouTube, die andere Hälfte gemäß des deutschen Netzwerkdurchsetzungsgesetzes (NetzDG).

Das 2017 in Kraft getretene NetzDG verpflichtet große Plattformen wie YouTube, von Nutzern gemeldete Videos und Kommentare auf 21 Straftatbestände zu prüfen. „Offensichtlich rechtswidrige Inhalte“ müssen die Betreiber laut Gesetz binnen 24 Stunden sperren.

So einfach, wie es im Gesetz klingt, ist das in der Praxis nicht. Die Prüfer müssen komplexe juristische Entscheidungen treffen, zwischen der grundgesetzlich geschützten Meinungsfreiheit und dem Strafgesetzbuch abwägen. Auch die Auslegung von YouTubes „Community-Standards“ ist alles andere als trivial.

## »Bei Google würden wir alle das Doppelte verdienen.«

Viel Zeit bleibt den Prüfern dafür nicht. K. sagt, jeder falle rund 100 bis 150 Entscheidungen pro Arbeitstag. Nach bestimmten Ereignissen, etwa dem Terroranschlag auf Moscheen in Christchurch, werde es noch viel stressiger. Zur Qualitätskontrolle prüften Manager die Entscheidungen stichprobenartig, sagen die drei.

Die Gesamtzahl der Entscheidungen und die Fehlerquote jedes Prüfers würden automatisch per Software erfasst. Vorgesetzte achten auch auf die Quantität – wichtiger für eine Beförderung sei jedoch

die Fehlerquote. Viele Mitarbeiter fänden das System unfair, meint K. Müsste jemand durch Zufall besonders komplexen oder belastenden Content prüfen und mache deshalb Fehler, habe er kaum noch eine Chance auf ein Gehaltsplus.

Fragwürdig wirkt die geschilderte Vorgehensweise auch aus datenschutzrechtlicher Sicht. Softwarebasierte Leistungskontrollen sind zwar nicht generell verboten. Die Maßnahmen von Arbeitgebern dürften aber nicht zu einem „psychischen Anpassungs- und Leistungsdruck“ bei den Beschäftigten führen, betont eine Sprecherin der Hessischen Datenschutzbehörde auf Anfrage.

Aus Sicht von S., T. und K. ist die Leistungskontrolle jedoch nicht das größte Problem. Schärfer kritisieren sie die Gehälter, die Cognizant für die anspruchsvolle und psychisch schwer zu ertragende Arbeit zahlt. Das Einstiegsgehalt der Prüfer liege bei etwa 28.000 Euro brutto jährlich. Für einen Single sind das monatlich

ungefähr 1570 Euro netto – alles andere als komfortabel angesichts der hohen Hamburger Mieten. Nach den Angaben der drei verdient selbst ein „Senior Reviewer“ in der Regel nur rund 31.000 Euro.

„Das Unfaire ist: Würden wir direkt bei Google arbeiten, würden wir alle das Doppelte verdienen“, betont K. Die Gehälter bei Google Deutschland sind nicht bekannt. In den USA zahlt der Google-Konzern Alphabet seinen Mitarbeitern laut einer Studie der Beratungsfirma Equilar im Schnitt etwa 200.000 US-Dollar im Jahr.

Auch S. sagt: „Google sollte es selbst machen, statt die Aufgabe an irgendwelche Dumpingfirmen auszulagern“. Google wolle vermeiden, dass eigene Mitarbeiter wegen der psychischen Belastung „durchdrehen“, meint T.

Ein Google-Sprecher sagte auf Anfrage, die Zusammenarbeit mit Drittanbietern sei nötig, um YouTube als freie Plattform zu erhalten und Nutzern gleichzeitig ein sicheres Umfeld zu bieten. Man habe aber auch eigene Prüfteams und eine maschinelle Prüfung. Weltweit beschäftige man 10.000 Mitarbeiter im „Trust & Safety Team“. Wie viele davon intern und wie viele extern arbeiten, verriet Google nicht. Weitere Fragen von c't zur Arbeit der Prüfer blieben ebenfalls unbeantwortet.

Laut den dreien hat Google mit Cognizant einen Drei-Jahres-Vertrag geschlossen. Die Prüfer hätten jedoch von Cognizant nur Jahresverträge erhalten. Auch das ist aus ihrer Sicht alles andere als fair. S. spricht von „ständigen Existenzängsten“. Auch T. erzählt, dass Mitarbeiter immer wieder um neue Verträge zittern müssten und vorsorglich zum Arbeitsamt gingen. „Da geht es nur um Ressourcen, nicht um das Humane.“

(cwo@ct.de) ct



Cognizant-Büros in Hamburg: Mitarbeiter beschweren sich über befristete Verträge und geringe Gehälter.

# Gesundheitssystem 2.0 beta

## Widerstand gegen das Digitale-Versorgung-Gesetz

**Ein Gesetzespaket soll der deutschen Gesundheitsversorgung ein Update verpassen. Patientenverbände und Datenschützer laufen dagegen Sturm, weil es mit tiefen Einschnitten in die Persönlichkeitsrechte aller gesetzlich Versicherten verbunden ist.**

**Von Jo Bager und Holger Bleich**

Das Großprojekt von Bundesgesundheitsminister Jens Spahn hat die erste Hürde genommen: Am 7. November hat der Bundestag seinem Entwurf zum „Gesetz für eine bessere Versorgung durch Digitalisierung und Innovation“ (kurz: Digitale-Versorgung-Gesetz, DVG) zugestimmt. Der Gesetzentwurf wurde mit den Stimmen der Großen Koalition gegen die Stimmen von Grünen und Die Linke angenommen; AfD und FDP enthielten sich.

Das DVG besteht aus einem großen Maßnahmenbündel und ändert mehrere bestehende Gesetze. Im Schwerpunkt ist das Fünfte Buch des Sozialgesetzbuchs (SGB V) betroffen. Aber etwa auch die Pflegesatzverordnung, das Krankenhausentgeltgesetz oder das Heilmittelwerbegesetz werden mit dem DVG geändert.

„Wir beschließen heute hier eine Weltneuheit“, freute sich Spahn im Bundestag. Gemeint hat er, dass Ärzte ihren Kassenpatienten künftig Smartphone-Apps zur Gesundheitsförderung verschreiben können. Die Kosten dafür zahlt die gesetzliche Krankenversicherung. Die Rede ist beispielsweise von Apps, die Patienten bei der regelmäßigen Einnahme von Medikamenten unterstützen

oder die Blutzuckerwerte von Diabetikern erfassen. Aber auch Anwendungen wie das von c't wegen seines mangelhaften Datenschutzes kritisierte Diagnose-Chat-Tool ADA würden wohl dazugehören.

Laut Entwurf soll das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) die Apps auf Sicherheit, Funktionsstauglichkeit, Qualität, Datensicherheit und Datenschutz prüfen, bevor sie zugelassen werden. Nach zwölf Monaten muss der Hersteller dem BfArM nachweisen, dass seine App die Versorgung der Patienten verbessert („positiver Versorgungsnachweis“). Tut er das nicht, entfällt die Kostenertattung.

### Bessere Infrastruktur

Verbunden mit der elektronischen Patientenakte (ePA), die im Januar 2021 eingeführt wird, soll das DVG die digitale Infrastruktur bei Ärzten, Krankenhäusern und Apotheken vereinheitlichen. Ärzte werden verpflichtet, sich an die zentrale Telematik-Infrastruktur anzuschließen. Kommen sie dem nicht nach, droht ab dem 1.3. 2020 ein Honorarabzug der gesetzlichen Kassen von 2,5 Prozent. Dies dürfte eine Menge Arztpraxen treffen: Am 1.7. 2019 etwa waren erst rund zwei Drittel der Kassen-Vertragsärzte angeschlossen.

Parallel zur Vereinheitlichung der IT-Infrastruktur soll wesentlich mehr Kommunikation im Gesundheitswesen papierlos erfolgen: „Bislang bekommen Ärztinnen und Ärzte für ein versendetes Fax mehr Geld als für das Versenden eines elektronischen Arztbriefs. Künftig erhalten Ärztinnen und Ärzte eine deutlich geringere Erstattung für die Übermittlung eines Telefax. Dadurch wird es zukünftig attraktiver, den Arztbrief elektronisch zu übermitteln“, erläutert das Gesundheits-

ministerium dazu (siehe auch den folgenden Artikel).

### Sensibles Vorhaben

Der Entwurf sieht vor, dass sensible Informationen wie Diagnosen, Krankschreibungen, Alter, Geschlecht und Wohnort der 73 Millionen gesetzlich Versicherten zentral gespeichert werden. Diese Daten sollen der medizinischen Forschung etwa an Unikliniken zur Verfügung stehen, um beispielsweise Nebenwirkungen von Medikamenten besser erkennen zu können. Eine Widerspruchsmöglichkeit für die Patienten ist nicht vorgesehen.

Die gesetzlichen Kassen übermitteln diese Daten dem Entwurf zufolge an eine „Vertrauensstelle“. Diese noch nicht definierte Stelle hat laut Entwurf „im Einvernehmen mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik ein schlüsselabhängiges Verfahren zur Pseudonymisierung festzulegen, das dem jeweiligen Stand der Technik und Wissenschaft entspricht“. Stand heute ist: Jeder Datensatz soll für jeden Versicherten den „unveränderbaren und den veränderbaren Teil“ der einschlägigen Kennung sowie Angaben enthalten, um zu gewährleisten, dass diese nicht mehrfach vergeben werden.

Die Datensätze übergibt die Stelle an ein „Forschungsdatenzentrum“. Dieses soll nun „das spezifische Reidentifikationsrisiko in Bezug auf die durch Nutzungsberechtigte nach § 303e beantragten Daten bewerten und unter angemessener Wahrung des angestrebten wissenschaftlichen Nutzens durch geeignete Maßnahmen minimieren“.

Was das bedeutet, wird im Absatz 3 des Entwurfs klar. Demzufolge übermittelt das Forschungsdatenzentrum anfragenden Forschern die „entsprechend den Anforderungen“ ausgewählten Daten anonymisiert und aggregiert. In Absatz 4 folgt allerdings das „aber“: „Das Forschungsdatenzentrum kann einem Nutzungsberechtigten entsprechend seinen Anforderungen auch pseudonymisierte Einzeldatensätze bereitstellen, wenn der antragstellende Nutzungsberechtigte nachvollziehbar darlegt, dass die Nutzung der pseudonymisierten Einzeldatensätze für einen nach Absatz 2 zulässigen Nutzungszweck, insbesondere für die Durchführung eines Forschungsvorhabens, erforderlich ist.“

Im Klartext heißt das: Weisen sie die Notwendigkeit nach, dürfen Forscher di-

rekt auf die pseudonymisierten Daten zu greifen, anhand derer sich wiederum ohne allzu große Mühe einzelne Patienten samt ihrer Gesundheitsdaten identifizieren lassen dürften.

### „Frontalangriff auf Grundrecht“

Der im Gesundheitsausschuss am DVG mitwirkende Branchenverband Bitkom sieht das Gesundheitssystem durch das Maßnahmenpaket „nun endlich in die Lage versetzt, den längst überfälligen Schritt ins 21. Jahrhundert zu vollziehen“. Für den Verband hätten die Neuerungen sogar noch weitergehen dürfen. So sollte seiner Meinung nach die Vergütung für den Arztbrief-Versand per Fax nicht nur reduziert, sondern komplett abgeschafft werden.

Die Abgeordnete Maria Klein-Schmeink, die für die Grünen den Gesetzentwurf im Gesundheitsausschuss mitdiskutiert hat, sieht viele Schwächen. Für sie ist beim DVG „kein koordiniertes Vorgehen erkennbar, das Kernstück, die elektronische Patientenakte, ist aufgrund von mangelhaftem Datenschutz nicht enthalten“. Bei Gesundheits-Apps seien Anwendungs- und Haftungsfragen vollkommen ungeklärt, sodass das vorgelegte Gesetz einer „Wirtschaftsförderung für Gesundheitsanwendungen“ gleiche.

Von Patientenverbänden und Datenschützern kommt ebenso harsche Kritik an den Regelungen – sowie an dem



Bild: Christoph Soeder/dpa

**Gesundheitsminister Jens Spahn steht für seine Reformen des Gesundheitssystems in der Kritik.**

Tempo, in dem das Maßnahmenpaket durch die Ausschüsse und Parlamente gepeitscht wird. So kritisierte Dr. Silke Lüder, die Vorsitzende der Freie Ärzteschaft e. V., noch vor der Abstimmung im Bundestag: „Was Spahn gerade im Schweinsgalopp und von der Öffentlichkeit nahezu unbemerkt durch den Bun-

destag bringen will, ist ein Frontalangriff auf bundesdeutsches Grundrecht.“

Der Verein Patientenrechte und Datenschutz veröffentlichte auf seiner Homepage den offenen Brief des Arztes und ehemaligen SPD-Bundestagsabgeordneten Wolfgang Wodarg, der viele Schwachpunkte verdeutlicht: „Als potentielle Datennutzer werden im DVG-Gesetzentwurf zum Beispiel Behörden, Einrichtungen der Selbstverwaltung, Forschungseinrichtungen oder Universitätskliniken genannt. Dass die Industrie keinen Zugriff habe, ist eine plumpe Schutzbehauptung, sind doch die meisten Forschungsvorhaben im Gesundheitsbereich industriefinanziert und werden dort ausgewertet. Auch die Krankenkassen verwerten die vielfältigen Daten bereits jetzt vor allem, um ihre wirtschaftliche Position im Kassenwettbewerb zu optimieren. [...] Dieser massive gesetzgeberische Angriff auf die Prinzipien des Persönlichkeitsrechts überrumpelt die Öffentlichkeit, die Ärzteschaft und die Opposition nahezu vollständig. Die Fristen für Stellungnahmen sind zu kurz. Selbst eine Normenkontrollklage ist bisher nicht in Aussicht.“

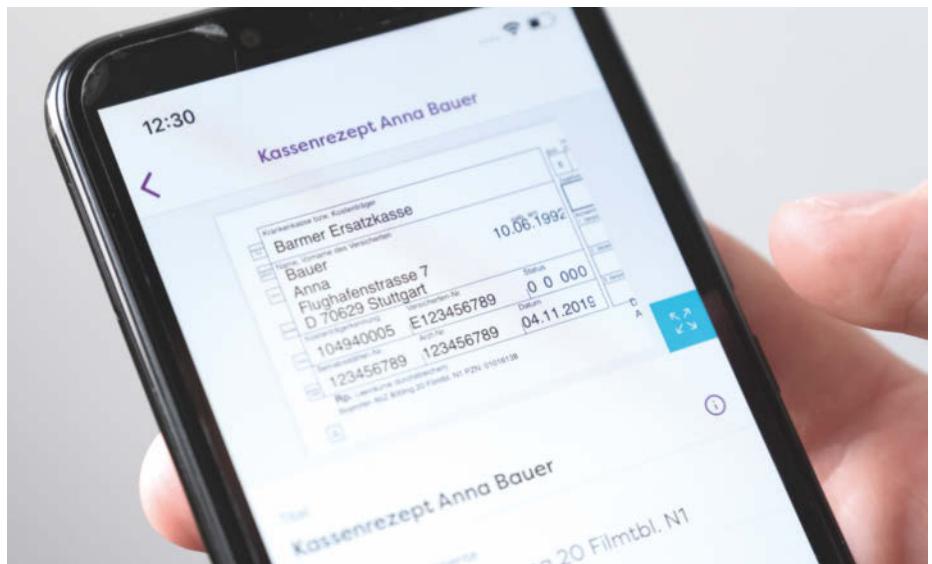
Der Gesetzentwurf zum DVG geht nun in den Bundesrat. Allerdings ist das Gesetz dort nicht zustimmungspflichtig, sodass es nach erneuter Abstimmung im Bundestag schon bald in Kraft treten könnte, möglicherweise noch dieses Jahr.

(jo@ct.de) ct



**KYOCERA**

**Kli-ma-schutz-sy-stem=**  
**klimafreundlich drucken**  
**und kopieren**



DocMorris wittert tatsächlich große Chancen. Durch das E-Rezept könne der Versandanteil bei verschreibungspflichtigen Medikamenten von aktuell gut einem auf zehn Prozent steigen, prophezeite der Chef der Muttergesellschaft Zur Rose, Walter Oberhänsli, im Frühjahr. „Das E-Rezept kommt“, frohlockte das Unternehmen in einer bundesweiten Werbekampagne.

Viele Vor-Ort-Apotheker fürchten nun, dass DocMorris ihnen mit einer eigenen E-Rezept-App Kunden abjagt. Die Verwaltung der Rezepte durch den Patienten dürfe nicht beeinflusst oder manipuliert werden, „schon gar nicht durch rein monetäre Interessen“, warnt der Deutsche Apothekerverband (DAV), der bundesweit 19.000 Vor-Ort-Apotheken vertritt.

## Eine App für alle?

Der DAV arbeitet an einem Gegenmittel gegen DocMorris: an einer eigenen E-Rezept-App. Die Hoffnung des Verbands lautet, „dass die offizielle App der deutschen Apothekerschaft zukünftig exklusiv die staatliche Aufgabe übertragen bekommt, für alle Patienten zur Entgegennahme, Ansicht und Übergabe von E-Rezepten zu fungieren“. Die Apotheken fordern also ein Monopol für ihre Anwendung.

Dass sie damit durchdringen, ist unwahrscheinlich. Laut Gesundheitsministerium soll die Gematik Spezifikationen erstellen und Zulassungsverfahren etablieren, „damit auf dieser Grundlage Industriefirmen entsprechende Produkte entwickeln“. Spahns Beamte sprechen hier wohl absichtlich von einer Mehrzahl von Lösungen.

Außer den Apotheken sieht auch die Ärzteschaft eigene Interessen gefährdet. Grundsätzlich könnte das E-Rezept zwar Abläufe vereinfachen, erklärt ein Sprecher der Kassenärztlichen Bundesvereinigung gegenüber c't. Doch die Gefahr bestehe, dass die Neuerung in der Realität mehr Zeit koste als spare. Ärzte müssten nämlich jedes einzelne Rezept digital signieren. Beim aktuellen Stand der Technik dauere das bis zu 20 Sekunden.

Auf vergleichsweise kleiner Flamme köchelt noch die Diskussion um den Datenschutz. Aber das dürfte sich ändern. Rezepte enthalten schließlich sensible Gesundheitsdaten, etwa Informationen über Psychopharmaka. Die Gematik muss also durch ihre Vorarbeit sicherstellen, dass App-Anbieter diese Daten wirksam und dauerhaft schützen – eine sportliche Aufgabe bis Ende Juni. (cwo@ct.de) **ct**

# Risiken und Nebenwirkungen

## E-Health: Streit um das geplante E-Rezept

**Der Fahrplan für die Einführung digitaler Rezepte steht. Vor-Ort-Apotheken und Ärzte sehen jedoch ihre Interessen gefährdet.**

**Von Christian Wölbert**

Der Schädel brummt, die Wirbelsäule klemmt – in solchen Fällen möchten sich die meisten Menschen zu Hause auskurieren. Wer allerdings ein Medikament benötigt, muss sich zu einem Arzt und zu einer Apotheke schleppen, um ein Rezept auf Papier zu ergattern und einzulösen.

Bald soll es auch anders gehen. Bundesgesundheitsminister Jens Spahn (CDU) macht beim digitalen Rezept Tempo, wie bei anderen E-Health-Projekten (siehe S. 40). Er wolle nicht warten, bis es eine „180-prozentige Lösung“ gebe, sondern lieber Schritt für Schritt vorgehen, sagte er Ende September. Mittlerweile hat er mit zwei Gesetzen einen ehrgeizigen Zeitplan für die bundesweite Einführung des E-Rezeptes festgelegt.

So muss die staatliche Gesellschaft für Telematikanwendungen (Gematik) bis Ende Juni 2020 die technischen Spezifi-

kationen erarbeiten. Außerdem müssen bis Ende September 2020 alle Apotheken an die Telematikinfrastruktur angeschlossen sein – sie müssen also wie die Ärzte spezielle Router für die sichere Datenübertragung installieren.

Im Anschluss soll das E-Rezept starten, als freiwillige Option neben der Papierlösung. Patienten können dann zum Beispiel vom Krankenbett aus mit Ärzten videochatten und Rezepte sofort digital an die Apotheke ihrer Wahl weiterleiten. In einigen Städten und Landkreisen funktioniert das im Rahmen von Pilotprojekten bereits jetzt.

### Angst vor DocMorris

In der traditionell gut organisierten deutschen Apothekerschaft sorgt Spahns Vorschlag allerdings für Unruhe. Die Pharmazeuten fürchten, dass der Minister ihre bislang treue Kundschaft in die Arme ausländischer Versandapothen wie DocMorris treibt. Schließlich sind solche Konkurrenten, wenn das Rezept erst einmal digitalisiert ist, nur noch ein paar Klicks entfernt. Und sie liefern schneller, wenn man ihnen Rezepte nicht mehr per Post schicken muss.

# Werden Sie jetzt zum Überflieger mit der Cloud

Höchste Sicherheit für Ihre Dateien – dank Zero-Knowledge-Verschlüsselung.



## 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)

## Flitzebots für flexible Logistik

**Fahrbare Roboter, die autonom navigieren, sich ziemlich schnell bewegen und auch im Schwarm zurechtkommen, könnten einmal diverse Transporte auf dem Firmengelände übernehmen.**

Einen Ausblick in die Logistik der Zukunft hat das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML im Rahmen des Digitalgipfels in Dortmund gezeigt. Dabei übernehmen sogenannte Loadrunner unterschiedliche Frachten. Diese flachen autonomen Transporter wirken wie Staubsaugroboter im XL-Format, nur dass sie mit bis zu 10 Meter pro Sekunde durch die Gegend rasen und Pakete ausliefern.

Die Seitenbegrenzung der Transportfläche in Form von vier Zinken oder Fingern verhindert, dass die Pakete bei der Fahrt herunterfallen. Als Gegenstück haben die Konstrukteure eine Beladebühne gebaut, unter der die Loadrunner nur akkurat hindurchfahren müssen, um zum Beispiel ein Paket mitzunehmen. Da nicht die gesamte Ladefläche umfasst ist, ge-



nügt es beim Entladen, dass ein Loadrunner abrupt an einer Rampe abremst – die Massenträgheit erledigt den Rest.

Dank künstlicher Intelligenz sollen diese Bots in der Lage sein, selbstständig Aufträge anzunehmen und zu verhandeln. In einem Lager etwa können sich die Flitzeroboter im Schwarm koordinieren und einander ausweichen. Bei der Demonstration wuselte ein halbes Dutzend Loadrunner in einer kleinen Halle

Ein neuer Ansatz für kleine und große Transporte: Der Loadrunner liefert Pakete mit Schwung ab.

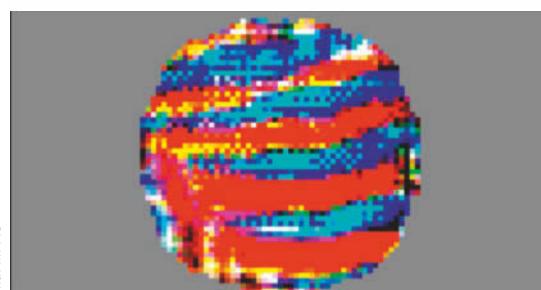
unfallfrei in halsbrecherischem Tempo durcheinander.

Prof. Michael ten Hompel, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IML, präsentierte zwei weitere Nutzungs-szenarien. So können sich mehrere der Bots zusammenschalten, um gemeinsam schwere und sperrige Stücke zu transportieren. Auch so etwas wie ein Förderband ließe sich mit Loadrunnern auf völlig neue Art verwirklichen.

(jo@ct.de)

## Farbfleck irritiert den Autopiloten

Ein einfaches Farbmuster im Sichtfeld könnte selbstfahrende Fahrzeuge bei der Beurteilung einer Verkehrssituation massiv stören. Das hat ein Forscherteam um Anurag Ranjan am Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme (MPI-IS) mit seinem Projekt „Attacking Optical Flow“ demonstriert. Das Problem liegt in tiefen neuronalen Netzen, die den optischen Fluss bestimmen, also alle Bewegungen, wie sie die Bordkameras erfassen. Systeme, die auf solche neuronalen Netze setzen, haben sich als **störanfällig gegenüber einer Reihe von Farbmustern** erwiesen.



Die Forscher erklären, dass längst nicht alle autonom fahrenden Autos gleichmäßig von dieser Sicherheitslücke betroffen sind. Im Einzelfall genügt allerdings ein Farbfleck, der nur ein Prozent des erfassten Gesamtbildes ausmacht. Dieser Fleck löst Artefakte aus, die das halbe Bild stören. So kann ein T-Shirt-Aufdruck oder ein Heckscheibenaufkleber im Sichtfeld bereits die bewegten Objekte einer ganzen Szene löschen. Der Autopilot eines davon betroffenen selbstfahrenden Wagens fährt dann plötzlich blind.

(agr@ct.de)

Gefährliches Muster: Ein Farbfleck aus dem Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme (MPI-IS) führt einige neuronale Netze, die Bewegungen analysieren, in die Irre.

## Akku tankt in zehn Minuten auf

Ein Lithium-Ionen-Akku für E-Autos lässt sich mit 400 Kilowatt Ladeleistung binnen zehn Minuten aufladen. Im Test ergab das eine Reichweite bis zu 480 Kilometer, wie ein Forscherteam um Xiao-Guang Yang an der Pennsylvania State University bewiesen hat. Übliche Akkus vertragen eine solche Ladeleistung allerdings nicht, da sich dabei Lithium an den Graphit-Anoden absetzt. Yang und sein Team erkannten, dass das bei 60 Grad Celsius nicht eintritt. Sie entwickelten eine feine Nickelschicht auf den Anoden, über die sie den **Akku in der ersten Minute aufheizen**. Nach dem Laden kühlte der veränderte Akku schnell wieder auf Raumtemperatur ab. Schäden durch die kurze Erwärmung sind gering: Im Labor gelangen 2500 Schnellladezyklen bei einem Akku mit 209 Wattstunden pro Kilogramm. Anschließend wies der noch über 90 Prozent seiner Kapazität auf.

(agr@ct.de)

# Google kauft Wearable-Hersteller Fitbit

**Für 2,1 Milliarden Dollar verleibt sich der Suchmaschinenkonzern Google den Wearable-Hersteller Fitbit ein. Facebook soll zuvor rund 1 Milliarde Dollar geboten haben – vergeblich.**

Erst im Januar hatte das Unternehmen für rund 40 Millionen etwa 200 Smartwatch-Entwickler vom Uhrenhersteller Fossil übernommen. Die reichten offenbar nicht. Erst jetzt sieht sich Google gerüstet, eigene Wearables zu entwickeln.

Bereits seit September häufen sich die Gerüchte über den möglichen Verkauf: Fitbit hat zwar eine breite Nutzerbasis – laut Mitgründer James Park mehr als 28 Millionen – ein Sorgenkind ist jedoch der Absatz. Seit 2016 gehen Umsatz und Verkaufszahlen von Fitbit-Fitnessbändern, -Smartwatches und -Waagen zurück.

Mit einem eigenen Wearable-Betriebssystem Fitbit OS und dem Bezahldienst Fit-

bit Pay sowie dem Kauf von Pebble und dem Gesundheitsportal Twine Health wollte Fitbit noch dem Negativtrend entgegensteuern. Während viele andere Hersteller ihr Geschäft ausbauen konnten, sank Fitbits Marktanteil von 38 Prozent im Jahr 2014 jedoch auf rund 8 Prozent.

Eine Partnerschaft hatten Google und Fitbit bereits im April 2018 beschlossen, als es um die Verwertung von Gesundheitsdaten des von Fitbit übernommenen Portals Twine Health ging. Das Interesse von Google an Gesundheitsdaten zeichnet sich immer deutlicher ab: Fast gleichzeitig mit dem Bekanntwerden des Kaufs von Fitbit sickerte bis zum Wall Street Journal durch, dass Google durch einen Vertrag mit der Firma Ascension Zugriff auf Millionen Patientendaten in den USA hat.

Fitbit genießt in puncto Datenschutz einen guten Ruf – die Übernahme durch Google verschreckt daher etliche Nutzer. Kritik kommt auch von Robert Epstein

vom US-Institut für Verhaltensforschung und Technologie. Er schrieb auf Twitter: „Google ist dabei, sein obszönes Überwachungsprogramm drastisch auszuweiten. Es kauft Fitbit, um unseren Schlaf, Aktivität, Bewegung, Herzfrequenz und mehr zu überwachen. Fitbit verwendet solche Informationen nicht, um uns zu manipulieren. Google wird es tun.“

Sowohl Fitbit-Mitbegründer James Park als Googles Chef der Geräte-und-Dienste-Sparte Rick Osterloh versichern, dass die gesammelten Daten nicht verkauft werden – was genaugenommen nicht ausschließt, dass Google sie anderweitig selbst verwertet. Laut Fitbit können Nutzer ihre Daten einsehen, herunterladen und löschen.

Wie es mit dem Fitbit-Portal weitergeht, ob und wie die Daten in Google Fit integriert werden und ob womöglich der Google Assistant in zukünftige Wearables integriert wird, ist offen. (mil@ct.de)

**GRATIS\***  
STATT €12,90

**mymuesli**

digital deals  
GRATIS\*

We mixen Müsli mit Leidenschaft – dafür verwenden wir nur beste Bio-Zutaten und natürlich: viel Liebe! Entdecke unsere mymuesli-Vielfalt und erhalte ein Probierpaket mit **6x Bio-Müsli gratis\*** zu Deiner Bestellung!

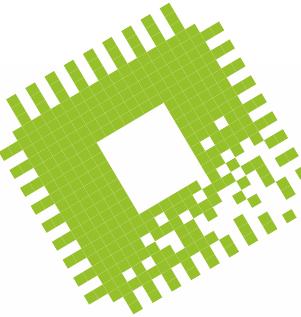
JETZT SICHERN UNTER:

[www.mymuesli.com/ct-19](http://www.mymuesli.com/ct-19)

\*Mindestbestellwert 15€. Nur online einlösbar und solange der Vorrat reicht. Aktion zeitlich begrenzt: Aktionszeitraum online einsehbar.

# Bit-Rauschen

## CPU-Sicherheitslücken und Cloud-Marktkonzentration



**Trotz des „Security First“-Versprechens verhaspelt sich Intel beim Stopfen von Sicherheitslücken. Das Geld fließt weiter in Strömen, weil Cloud-Giganten immer mehr Milliarden verteilen.**

**Von Christof Windeck**

Mit der Veröffentlichung von mehr als 70 Sicherheitslücken hat sich Intel am 12. November einigen Ärger eingehandelt. Ein gewisses Murren begleitete schon ältere CPU-Bugs wie Spectre und L1TF, als Sicherheitsexperten Intels monatelange Geheimhaltungsfristen kritisierten. Diesmal gab es öffentliche Vorwürfe via Twitter und New York Times: Demnach weiß Intel schon seit über einem Jahr Bescheid über Zombieload v2 alias TSX Asynchronous Abort (TAA). Schlimmer noch: Der endlich fertiggestellte Patch schützt nicht einmal vollständig. Zudem hatte Intel zwischenzeitlich die zweite Xeon-SP-Generation Cascade Lake vorgestellt, ohne ein Sterbenswörtchen über TAA zu verlieren.

Doch was hätte Intels Verkaufsteam sagen sollen? Etwa „kaufen Sie unseren neuen Xeon, weil er ein bisschen langsamer und teurer als der AMD Epyc 7002 ist, dafür aber die TAA-Lücke hat“? Aber selbst wenn die Arbeit am Patch tatsächlich über ein Jahr lang dauerte, wirft das kein gutes Licht auf Intel. Zumal es das Konzept der koordinierten Veröffentlichung ad absurdum führt, wenn am Ende der vereinbarten Geheimhaltungsfrist doch kein vollständiger Patch bereitsteht.

Zwar hat Intel die Sicherheitsabteilung gestärkt und die Mehrzahl der über 70 Sicherheitslücken in internen Labors gefunden. Doch hatte man nach dem feierlichen „Sicherheit zuerst!“-Versprechen von Anfang 2018 mehr erwartet. Aber das kam vielleicht auch eher vom Verkaufsteam, schließlich musste man wenige Tage nach dem Spectre-Schock irgendwas sagen. Und bestimmt war es Zufall, dass

Intel zahlreiche IT-Journalisten just am Tag der Veröffentlichung der Bug-Liste zum nahezu ereignislosen „KI-Gipfel“ einlud. Dort berichtete die Nervana-Sparte zum x-ten Mal über die KI-Beschleuniger NNP-T1000 und NNP-I1000, ohne Preise und Termine zu verraten. Immerhin will die Movidius-Abteilung drei Jahre nach dem Myriad X 2020 einen Nachfolger bringen.

Ganz so schlimm, wie es die von Intel genervten Sicherheitsexperten von VUSeC darstellen, ist die Sicherheitslücke TAA aber wiederum auch nicht. Letztlich trifft sie nur einige Datenbank-Server. Denn die schwere Lücke klafft nur in den Transactional Synchronization Extensions (TSX) des Prozessors. Sofern es nicht um Datenbank-Software mit TSX geht, kann man es schadlos abschalten, dank Microcode-Update etwa auch per Linux-Bootoption oder Windows-Registry.

Intel wirkt mit der Fülle an Sicherheitslücken überfordert, wie auch „TPM-Fail“ zeigt (siehe S. 57): Das von Microsoft für PCs mit Windows-Logo erzwungene Trusted Platform Module 2.0 (TPM 2.0) soll die Sicherheit stärken. Flugs baute Intel ein Firmware-TPM (fTPM) in die Management Engine (ME) ein, die man mittlerweile Converged and Security Management Engine (CSME) nennt. Das fTPM steckt bei Core-i-Chips in der „Platform Trust Technology“ (PTT), die Teil

von ME beziehungsweise CSME ist. Am 12. November hat Intel nun zwar den TPM-Bug veröffentlicht, wirft dabei aber Begriffe wie PTT, ME und CSME munter durcheinander und hat noch nicht einmal für alle Mini-PCs der eigenen NUC-Familie die BIOS-Updates fertig.

## Marktkonzentrate

Wie schon im letzten Bit-Rauschen erwähnt, verdient Intel trotz aller Pannen haufenweise Geld. Da stört es auch wenig, dass AMDs neuer 16-Kern-Ryzen (siehe S. 48) sogar Intels Core X abhängt. Doch zu Intels Glück legen nicht nur Notebooks zu, sondern – anders als noch im Frühjahr erwartet – auch die Rechenzentren. 2019 will Google laut Hausblog 13 Milliarden Dollar in den USA investieren, zählt hier aber den Bau von vier neuen Rechenzentren und von Solar- und Windkraftanlagen mit. 2018 hatte alleine Google weltweit mehr als 10 Milliarden US-Dollar in die Aufrüstung seiner Cloud-Flotte gesteckt, melden die Marktforscher von Intersect360. Auch Amazon pumpte 2018 mehr als 5 Milliarden US-Dollar in Server – 82 Prozent der weltweiten Cloud-Investitionen verteilen sich auf lediglich elf Firmen. Die Marktmacht dieses Hyperscaler-Oligopols wächst immer weiter, weil sie Möglichkeiten haben, die kleineren Firmen verschlossen sind, etwa gewaltige Datenmassen für die KI-Entwicklung.

Auch in anderen Ecken des IT-Marktes gibt es Giganten: Beispielsweise ist Apple der größte Einzelkunde des Auftragsfertigers TSMC und sorgte 2018 für 22 Prozent des Umsatzes dort von 34 Milliarden US-Dollar. Mit weniger als 10 Prozent folgt Huawei auf Platz zwei – nur zehn Kunden sorgen bei TSMC für 68 Prozent des Umsatzes, das restliche Drittel verteilt sich auf fast 500 Firmen. (ciw@ct.de) **ct**

Den Xeon-SP „Cascade Lake“ lieferte Intel inklusive TAA-Sicherheitslücke aus, so der Vorwurf von VUSeC.



## Fujitsu-Mainboards jetzt bei Kontron

Der japanische Konzern Fujitsu wird 2020 den deutschen Standort Augsburg aufgeben und somit auch die Fertigung von PC-Mainboards dort. Für einige Fujitsu-Mitarbeiter geht es aber in Augsburg weiter, denn die dort ebenfalls ansässige Firma **Kontron hat Teile der Mainboard-Sparte von Fujitsu übernommen**. Kontron wird vor allem Mainboards weiterführen, die Fujitsu für den Einsatz in Industriesteuerungen und Robotern entwickelt hat. Einige davon verwendetet etwa der Roboterspezialist Kuka, ebenfalls mit Sitz in Augsburg.

Kontron listet bereits zahlreiche der noch von Fujitsu entwickelten Main-

boards auf der eigenen Webseite auf. Unter den Kontron-Fujitsu-Mainboards sind welche mit LGA1151v2-Fassung für aktuelle Core-i-Prozessoren, aber etwa auch das D3544-S mit Celeron J4000 oder Pentium Silver J5000. Welche Boards in Zukunft auch über den Einzelhandel lieferbar sein werden, ist aber derzeit unklar. Schon Fujitsu hatte nur einen Teil der eigenen Mainboards über Einzelhändler verkauft.

Kontron ist eine Sparte der österreichischen S&T AG, an der wiederum der gigantische IT-Auftragsfertiger Foxconn (Hon Hai) aus Taiwan über seine Sparte Ennoconn beteiligt ist. (ciw@ct.de)

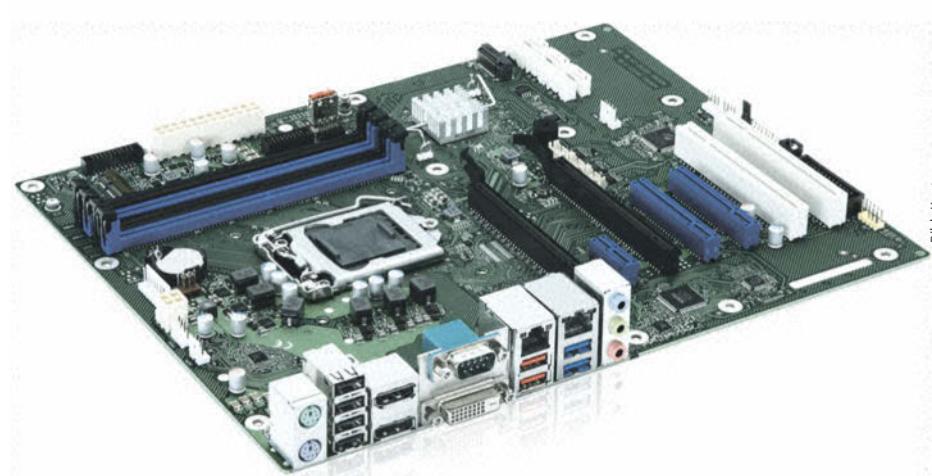


Bild: Kontron

Fujitsu-Mainboards wie das D3646-S für Intel Core i sind nun unter der Marke Kontron erhältlich.

## KI für Roboter und Drohnen

KI-Algorithmen kommen in Fahrerassistenzsystemen, Robotern und Drohnen zum Einsatz. Dafür entwickelt Nvidia Systems-on-Chip (SoCs) mit ARM-Kernen, GPUs, KI-Einheiten, Kamera-Interfaces sowie Video-De- und Encodern wie Parker (Pascal-GPU) und Xavier (Volta-GPU). Diese SoCs verkauft Nvidia auch auf steckfertigen „Jetson“-Rechenmodulen zum Einbau in die Fahrzeugelektronik.

Ab März 2020 will Nvidia das neue **Modul Jetson Xavier NX für 399 US-Dollar** verkaufen. Es handelt sich dabei um eine abgespeckte und für niedrige Leistungsaufnahme (10 bis 15 Watt) optimierte Version des bereits erhältlichen, aber teureren und stromdurstigeren Jetson AGX Xavier. Entwickler können die Performance des AGX Xavier begrenzen, um schon jetzt Code für den Xavier NX zu testen. Letzterer soll bei INT8 bis zu 21 Tops erreichen.

(ciw@ct.de)



Bild: Nvidia

Das KI-Rechenmodul Jetson Xavier NX wertet in Roboter und Drohnen die Bilder mehrerer Kameras aus.



Die Systemlösung für industrieoptimierten Fernzugriff – flexibel, platzsparend, beliebig kombinierbar!

- Isochrone USB Modus: Übertragung von Audio-Video Daten
- Fernzugriff auf USB-Geräte: virtuelle USB-Kabelverlängerung über das Netzwerk
  - In Kombination mit dem IH-304: Anzahl der anschließbaren USB-Geräte kostengünstig erweitern
  - In Kombination mit der SU-302: auch auf alle seriellen Geräte
- Störfest, robust und ausfallsicher
- bis zu 100 MB/s Datentransfer, Verbraucher via Relais schaltbar
- 5 Jahre Garantie, regelmäßige Software-Updates, technischer Support weltweit kostenlos, Made in Germany



**Testprodukte anfordern!**

SEH Computertechnik GmbH | Hotline: +49(0)521-94226-0 | E-Mail: info@seh.de | [www.seh.de](http://www.seh.de)

# Komplett enteilt

Ryzen 9 3950X mit 16 CPU-Kernen



**AMDs 16-Kerner für die Desktop-Plattform AM4 übertrumpft dank hohem Turbotakt nicht nur Intels Core i9-9900KS, sondern lässt auch teurere High-End-Prozessoren alt aussehen.**

**Von Christian Hirsch**

Mit zwei Monaten Verzögerung ist AMDs neues AM4-Topmodell für 820 Euro nun endlich erhältlich. Wie der Zwölfkerner Ryzen 9 3900X besteht der Ryzen 9 3950X aus insgesamt drei Chips: Die zwei in 7-Nanometer-Technik gefertigten 8-Kern-Chiplets hängen an einem I/O-Die (12 nm), das Speicher-Controller, PCI Express 4.0 Root Hub und I/O-Funktionen für SATA 6G und USB 3.2 Gen 2 (10 GBit/s) vereint. Im Unterschied zum 3900X sind beim 3950X aber alle 16 Kerne aktiv. Dank Simultaneous Multithreading (SMT) kann er 32 Threads gleichzeitig abarbeiten.

Der Nominaltakt fällt mit 3,5 GHz um 200 MHz niedriger als beim 12-Kerner aus, weil das thermische Budget trotz der vier zusätzlichen Kerne mit 105 Watt identisch ist. Das Power Limit beträgt 142 Watt, das die CPU bei Dauervollast nicht ganz ausschöpft (137 Watt). Bei Last auf einem Kern darf der Ryzen 9 3950X auf 4,7 GHz hochtakten.

## Konkurrenzlos

Um es kurz zu machen: Der schnellste Prozessor für AMDs Mainstream-Plattform lässt bei der Performance nicht nur alle LGA1151-CPUs inklusive dem 5-GHz-Chip Core i9-9900KS hinter sich, sondern auch Intels 18-Kern-Spitzenmodell

Core i9-9980XE der High-End-Plattform LGA2066. In der Multithreading-Wertung des Rendering-Benchmarks Cinebench R20 liegt der Ryzen 9 3950X mit 9147 Punkten 27 Prozent vor dem 12-Kerner. Zudem erreicht er fast die doppelte Punktzahl des Core i9-9900KS, der 590 Euro kostet und damit 230 Euro billiger ist. Trotz zwei Kernen weniger beträgt der Vorsprung des Ryzen 9 3950X auf den 1050 Euro teuren Intel 18-Kerner Core i9-9980XE (7875 Punkte) rund 16 Prozent.

Mit dem Ryzen 9 3950X macht sich AMD auch selbst Konkurrenz: Der High-End-Prozessor Ryzen Threadripper 2950X für die teurere TR4-Plattform mit gleichfalls 16 Kernen muss sich ebenfalls dem AM4-Neuling geschlagen geben (7230 Punkte). Der Vorsprung auf die fremde und hauseigene Konkurrenz fällt bei anderen Multithread-optimierten Anwendungen wie Blender und Handbrake ähnlich hoch aus. Trotzdem liegt die Leistungsaufnahme unter Volllast nur geringfügig über der des Core i9-9900KS.

Dank der hohen Leistung pro Taktzyklus (Instructions per Cycle) der Zen-2-Architektur und dem um 100 MHz höheren Turbotakt setzt sich der Ryzen 9 3950X auch bei der Singlethreading-Performance an die Spitze aller Desktop-Prozessoren. Das kommt vor allem 3D-Spielen wie Shadow of the Tomb Raider und Assassin's Creed Odyssey zugute, wo er bei 1080p-Auflösung mit einer GeForce RTX 2080 Ti fast die gleiche Bildrate wie der Core i9-9900KS schafft. Damit eignet sich der Ryzen-16-Kerner nicht nur für die Arbeit sogenannter Creators, die Videos bearbeiten, Software kompilieren oder 3D-Modelle erzeugen, sondern auch nach Feierabend fürs Gaming.

Damit der Ryzen 9 3950X optimal läuft, empfiehlt AMD ein BIOS mit AGESA 1.0.0.4. Es verbessert unter anderem die Zuweisung der Anwendungs-Threads auf die schnellsten Rechenkerne, da bei Ryzen 3000 nicht jeder Kern den maximalen Boost-Takt erreicht. Zu den weiteren der 150 Neuerungen der Firmware zählt auch eine wesentlich kürzere Bootzeit, die sich beim Gigabyte X570 Aorus Elite unseres Luxus-PC-Bauvorschlags von 26 auf 16 Sekunden reduzierte.

Am anderen Ende der Leistungsskala offeriert AMD für AM4-Boards den Athlon 3000G. Der Dual-Core-Prozessor für rund 50 Euro taktet mit 3,5 GHz. Im Vergleich zum Vorgänger Athlon 200GE läuft die 35-Watt-CPU 300 MHz schneller. Zudem gibt AMD den Taktmultiplikator fürs Übertakten frei. Kurz vor Redaktionsschluss erreichte uns ein Exemplar der CPU. Im Cinebench R20 erreichte der Athlon 3000G mit einem Thread 352 und mit allen vier Threads 890 Punkte. Damit ist er ungefähr 20 Prozent schneller als der Athlon 200GE (277 / 733 Punkte).

## Fazit

Der Ryzen 9 3950X bietet mit 16 Kernen eine Rechenleistung, die bisher den High-End-CPUs Core X und Ryzen Threadripper vorbehalten war. Der Preis von 820 Euro ist zwar hoch, aber der Leistung angemessen, sofern man Software einsetzt, die die 32 Threads auch ausreizt. Für die meisten Anwender und PC-Spieler reicht hingegen der Hexa-Core Ryzen 5 3600 für 200 Euro oder der Achtkerner Ryzen 7 3700X für 330 Euro aus. Das gesparte Geld ist für diese Nutzer in einer leistungsstärkeren Grafikkarte, mehr RAM oder einer größeren SSD besser angelegt. (chh@ct.de) **ct**

## Benchmarks und Leistungsaufnahme

Prozessor	Kerne / Takt / Turbo	Cinebench 20 Singlethreading	Cinebench 20 Multithreading	Blender BMW [s]	Handbrake Fast 1080p30 [fps]	Sysmark 2018	Leistungsaufnahme Leerlauf / Last [Watt]
Ryzen 9 3950X	16+SMT / 3,5 / 4,7 GHz	besser ► 531	besser ► 9147	◀ besser 124	besser ► 84	besser ► 1972	◀ besser 43/191
Ryzen 9 3900X	12+SMT / 3,8 / 4,6 GHz	519	7185	157	71	1896	46/204
Ryzen 9 3700X	8+SMT / 3,6 / 4,4 GHz	510	4821	231	61	1841	45/132
Core i9-9900KS	8+HT / 4,0 / 5,0 GHz	515	4713	227	59	2159	19/185

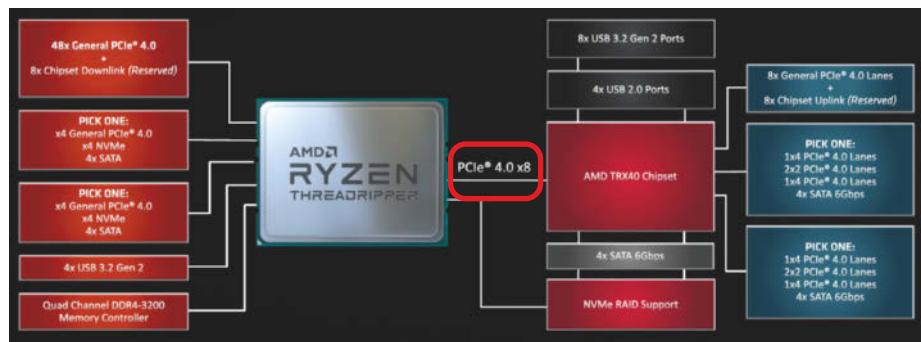
# Ryzen Threadripper 3000 mit neuer TRX40-Plattform

Ab 25. November liefert AMD die dritte Generation der High-End-Plattform Ryzen Threadripper aus. Topmodell ist der **32-Kerner Ryzen Threadripper 3970X** mit 3,7 GHz Nominal- und 4,5 GHz Boost-Takt für 2000 US-Dollar. Mit 24 Kernen tritt der Ryzen Threadripper 3960X (3,8/4,5 GHz) an, der 1400 US-Dollar kostet. Die Vielkerner eignen sich insbesondere für anspruchsvolle Workstation-Anwendungen wie Rendering, Software komplizieren und 4K-Videoschnitt.

Beide Prozessoren erfordern neue Mainboards, denn AMD spendiert den Threadripper 3000 eine neue CPU-Fassung namens sTRX40. Diese hat weiterhin

4094 Pins wie der Vorgänger TR4, ist aber elektrisch anderes beschaltet. Dies ist notwendig, weil die Thermal Design Power von 250 auf 280 Watt steigt und sich die Geschwindigkeit aller PCIe-Lanes durch PCI Express 4.0 verdoppelt hat. Zudem ist der ebenfalls neue TRX40-Chipsatz über acht statt vier Lanes an den Prozessor angebunden. Die gesamte Plattform stellt bis zu 88 PCIe-4.0-Lanes bereit.

Die Threadripper 3000 verwenden intern ein Chiplet-Design ähnlich den Server-Prozessoren Epyc 2. An einem großen I/O-Die mit Speichercontroller und PCIe Root Hub hängen sogenannte CPU Core Dies mit je acht Zen-2-Kernen. (chh@ct.de)



Damit schnelle NVMe-SSDs am Chipsatz nicht ausgebremst werden, hat AMD den Durchsatz zwischen Prozessor und TRX40-Chipsatz auf 16 GByte/s vervierfacht.

## Sonderheft c't Windows Problemlöser



In der 2020er-Ausgabe unseres Sonderhefts „c't Windows Problemlöser“ widmen wir uns Fragen, die nicht nur frisch umgestiegene Windows-7-Fans betreffen: Wie kann ich mein System produktiver bedienen – und was kann Windows 10 schon von Haus aus viel besser?

Ebenfalls mit von der Partie sind das c't-Notfall-Windows in der aktuellen 2020er-Version sowie Tipps, wenn der Rechner lahmt.

c't Windows Problemlöser ist als Heft im Zeitschriftenhandel sowie auf shop.heise.de für 12,90 Euro verfügbar. Die digitale Ausgabe für 9,99 Euro können Sie ebenfalls im heise-Shop oder auch direkt in unseren iOS- und Android-Apps erwerben. (jss@ct.de)

## 4G LTE Sensor-Gateway z.B. für die Übertragung von Füllständen und Temperaturen

Besuchen Sie uns auf der SPS in Nürnberg  
26.11.–28.11.19, Halle 5, Stand 138

- PT100/PT1000 Eingänge
- 1-Wire Schnittstelle
- Digitale I/O galvanisch getrennt
- Node-RED™ vorinstalliert
- OpenWrt Linux

# MC/ TECHNOLOGIES

Ihr Partner für M2M-Projekte

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

alles aus einer Hand

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

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



# Das Imperium schlägt zurück

Zahlreiche Provider fordern wieder Routerzwang

**Vier Verbände und die Deutsche Telekom fordern vom Gesetzgeber eine elementare Änderung des Telekommunikationsgesetzes. Sie wollen Kunden vorschreiben, welche Router sie verwenden müssen.**

**Von Dušan Živadinović**

Die Deutsche Telekom und die vier Verbände ANGA, BUGLAS, VATM und der VKU fordern vom Gesetzgeber in einem gemeinsamen Positionspapier, den § 45d Abs. 1 S. 2 aus dem Telekommunikationsgesetz (TKG) zu streichen (siehe ct.de/yef2).

Das wäre umwälzend, denn darin hat die Bundesregierung 2016 für DSL-, Kabel- und Glasfaseranschlüsse klargestellt, wo das Netz des Providers endet (passiver Netzabschlusspunkt). Das ist normalerweise die Dose an der Wand. Daran können Kunden Geräte wie Modems oder Router nach Belieben anschließen – oder auch der Einfachheit halber ein Angebot des Providers nutzen.

Jedoch wird das TKG gegenwärtig vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) sowie dem Bundesministerium für Verkehr und digitale In-

frastruktur (BMVI) überarbeitet. Damit wollen die beiden Häuser den Europäischen Kodex für die elektronische Kommunikation EECC (Richtlinie (EU) 2018/1972) umsetzen, um gemäß Leitlinien des Gremiums der europäischen Regulierungsstellen für die elektronische Kommunikation (GEREK) zu „einem einheitlichen Netzabschlusspunkt beizutragen“.

## Dose hemmt Entwicklung

Die Verfasser des bereits im September veröffentlichten Papiers behaupten aber, dass der „passive Netzabschlusspunkt“ gegen europäische Vorgaben verstößt. Sie kritisieren vor dem Hintergrund des Glasfaserausbau: „Durch die topologie-übergreifende Festlegung auf einen passiven Netzabschlusspunkt in den Räumen des Endkunden wird die Weiterentwicklung von Gigabitnetzen und insbesondere der Ausbau von Glasfasernetzen gehemmt.“

Die Begründung: Die Point-to-Multipoint-Topologie (PtMP) der Gigabitnetze könnte nicht ohne einen „aktiven Netzabschluss“ betrieben werden und „optische Signale via Glasfaser bedürfen am Ende stets der aktiven Signalumsetzung, damit sie beim Kunden wieder in die jeweiligen Einzeldienste entflochten werden“.

„Insbesondere dort, wo mehrere TK-Anbieter ihre Dienste über ein geteiltes Zugangsnetz anbieten“ gebe es Probleme mit kundeneigenen Netzabschlussgeräten (ONT, Kabelmodems). Die Interoperabilität sei mangelhaft, sodass Störungen und „veraltete Firmware-Stände und Sicherheitslücken“ zum „Verlust an Dienstqualität für die Kunden führen und eine geregelte Vorleistung unmöglich“ machen.

Allerdings ist die „aktive Signalumsetzung“ nicht glasfaser spezifisch, sondern allen kabelgebundenen Internet-Anschlüssen gemeinsam: An jeder passiven Anschlussdose steckt ein aktives Gerät. Bei DSL- und Kabelanschlüssen sind das Modems oder Router, bei der Glasfaser ein ONT (Optical Network Termination), Modem oder Router. Die Verfasser fordern also den „aktiven Netzabschlusspunkt“ für sich, um Kunden ONT, Modem oder Router vorschreiben zu können.

Jedoch enthält das Papier keine Beispiele für die behaupteten Mängel. So bleibt unklar, was genau die Probleme sind und warum die Autoren glauben, dass sie nicht zu beseitigen sind. Berichte über massenhaft mangelhafte Glasfaser-Router oder -Modems fehlen jedenfalls.

Annika Einhorn, Pressreferentin für Digital- und Innovationspolitik und Industriepolitik beim BMWi antwortete auf Anfrage der c't: „Die in Deutschland 2016 eingeführte freie Routerwahl konnte von allen Marktteilnehmern umgesetzt werden. Die nationalen Vorgaben haben sich aus Sicht des BMWi bewährt und sind im Markt akzeptiert.“ Ziel des BMWi sei es, „dass der Inhalt der nationalen Regelung auch künftig Bestand“ hat und GEREK Leitlinien für den EU-Markt vorgibt, die sich im Einklang mit der nationalen Regelung befinden.

Das BMWi und BMVI arbeiten aktuell an einem Referentenentwurf. Die Richtlinie muss bis zum 21. Dezember 2020 umgesetzt werden. Bis dahin bleibt es spannend, ob sich die Verfasser des Positionspapiers durchsetzen können.

Falls ja, kann man dieselben Auswüchse wie vor 2016 erwarten: Manche Provider haben technisch überholte Geräte zu erhöhten Preisen verkauft, Gebühren auf die Freischaltung der WLAN-Funktion erhoben, mit funktionsbeschränkten Routern verhindert, dass Kunden günstigere Telefonie-Angebote nutzen oder Security-Updates nur verspätet freigegeben.

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

**Positionspapier, TKG: ct.de/yef2**

## Firmen-WLAN für draußen

Zwar ist der nächste WLAN-Standard Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax) schon im Anrollen, aber bisher bringen damit erhältliche Produkte zu wenig Vorteile gegenüber dem



Der Watchguard AP327X soll Außengelände mit Wi-Fi-5-WLAN versorgen, ist wasserdicht und arbeitet zwischen -40 und +65 °C.

Vorgänger (ct.de/-4544792). Deshalb ist Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac) noch einige Zeit interessant und so haben zwei Hersteller neue **Outdoor-Access-Points** herausgebracht.

Der AP327X des mit Firewalls groß gewordenen US-Unternehmens Watchguard funkts mit zwei MIMO-Streams in beiden Bändern (Wi-Fi 4 (2) / Wi-Fi 5 (2), IEEE 802.11n-300/ac-867), wird per PoE+ (802.3at) übers LAN-Kabel mit Energie versorgt und kann das Netz an einem zweiten Ethernet-Port weitergeben. Das mit einem Qualcomm-Chip IPQ4029 bestückte Gerät lässt sich ausschließlich per Cloud-Abo oder Firewall-Erweiterung steuern. Es ist staub- und wasserdicht nach IP67 sowie für den Betrieb zwischen -40 °C und +65 °C spezifiziert. Der ohne Antennen gelieferte AP327X kostet 919 Euro inklusive einem Jahr Cloud-Dienst.

Die Outdoor-Modelle Lancom OAP-1700B und OAP-1702B funken mit drei bis vier Streams (11n-450 / 11ac-1733) und enthalten ein Bluetooth-Modul (BLE) für Beaconing-Anwendungen. Das 1700B-Modell hat interne Sektor-Antennen, die Variante 1702B acht austauschbare externe Rundstrahler. Anders als der Watchguard-AP lassen sich die Lancom-Basen auch autonom betreiben, also ohne Controller. Sie kosten 1665 und 1784 Euro. (ea@ct.de)

## Kurz & knapp

Der über ein Kickstarter-Projekt ins Leben gerufene **modulare Router Turris Mox** ist ab sofort allgemein erhältlich: Eine Grundausstattung mit Router-Modul, Dual-Band-WLAN und vier Gigabit-Ethernet-Ports erhält man für 300 Euro. Erweiterungsmodule gibt es unter anderem für SFP (45 Euro), LTE (55 Euro, ohne Modem) und USB 3.0 (vier Ports, 75 Euro).

Netgear hat **Switches für 25 bis 100 GigaBit/s** ins Programm aufgenommen. Der M4500-32C hat 32 QSFP28-Ports für 40, 50 oder 100 GBit/s. Er kostet aktuell rund 15.500 Euro. Der 13.500 Euro teure M4500-48XF8C bietet 48 SFP28-Slots mit bis zu 25 GBit/s und acht QSFP28-Ports mit bis zu 100 GBit/s.

Ein neuer Zusammenschluss von Unternehmen will **industrielle Datenübertragung per Single Pair Ethernet** voranbringen. An Bord sind unter anderem Harting und Hirose. Gemeinsam wollen sie dem T1-Stecker sowie Übertragungsprotokollen, Verkabelung und Komponenten zur Standardisierung verhelfen. Die weite Verbreitung scheiterte bislang an der fehlenden Interoperabilität.



## Denken Sie an Softwareschutz?

### Denken Sie an CodeMeter!

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



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

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



**SPS**

smart production solutions

Halle 7, Stand 660

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



SECURITY  
LICENSING

PERFECTION IN PROTECTION

## Prezi hilft beim YouTube-Dreh

Prezi Inc, der Anbieter der gleichnamigen Präsentationssoftware, hat **Prezi Video** vorgestellt. Mit der Webanwendung sollen sich ohne viel Aufwand Videos erstellen lassen, wie sie etwa auf YouTube üblich sind. Die Software bringt vorgefertigte Textkästen und grafische Elemente mit, die später über dem aufgenommenen Video liegen. Auch Fotos oder Inhalte aus bestehenden Prezi- oder PowerPoint-Präsentationen lassen sich einfügen. Zur Vorbereitung versieht man Platzhalter und grafische Elemente mit kurzen Texten und gestaltet so zunächst beliebig viele Frames.

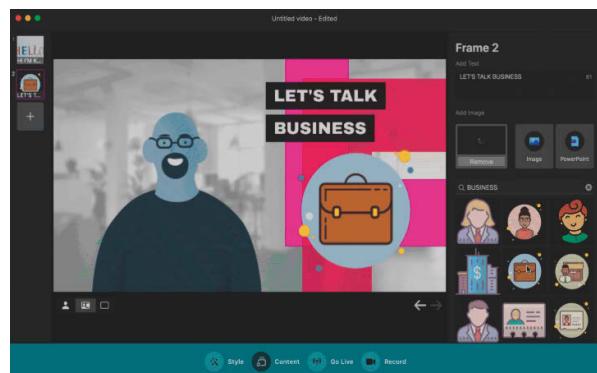
Beim Videodreh erscheinen die Frames nacheinander auf dem Bildschirm, während der Anwender seinen Vortrag in die Kamera spricht. Dabei kann er zwischen drei Ansichten wählen: Spre-

cher, grafische Elemente oder beides. Das fertige Video lässt sich am Anfang und am Ende trimmen, Korrekturen in der Mitte sind nicht möglich. Man teilt es aus der Anwendung heraus auf Facebook, YouTube, Instagram oder Twitter oder über einen Link oder lädt es herunter.

Prezi Video ist Bestandteil aller Prezi-Next-Abo-nements. Mit einem kostenlosen Basic-Konto darf man nur ein privates Video erstellen, alle weiteren sind öffentlich zugänglich. Um weitere Videos privat zu speichern, benötigen Basic-Nutzer ein Video-Paket für 24 Euro pro Jahr. Mit einem „Prezi Next Standard“-Abo (7 Euro/Monat) sowie dem Plus- (19 Euro/Monat) und Premium-Abo (59 Euro/Monat) ist Prezi Video ab sofort ohne zusätzliche Kosten nutzbar.

(dwi@ct.de)

Mit Prezi Video lassen sich Vortragsfilme um Texte, Symbole, Fotos und Schmuckelemente ergänzen.



## Schnellerer SQL-Server

Microsofts **SQL Server 2019** soll Daten schneller bearbeiten, etwa weil er Java-Code jetzt unmittelbar ausführen kann.

In sogenannten Secure Enclaves kann die Engine zudem verschlüsselte Daten im Klartext verarbeiten, ohne dass sie jemand auf dem Server lesen könnte – laut Microsoft ist das auch mit einem Debugger nicht möglich. Voraussetzung ist, dass man Abfrage und Verschlüsselungspasswort über einen speziellen Client-Treiber abgesetzt hat. (hps@ct.de)

## Wieder da: OneNote 2016

Microsoft kündigte überraschend an, den **Support für OneNote 2016** bis mindestens 2023 zu verlängern. Künftig wird OneNote 2016 unter diesem oder einem anderen Namen wieder automatisch mit MS Office 365 und Office 2019 installiert, mit ein paar Neuerungen, etwa einem Dark Mode. Im April 2018 hatte es geheißen, die Desktop-Version von OneNote solle aus MS Office 365/2019 verschwinden und der Support für Kunden ohne erweiterten Servicevertrag werde Ende 2020 enden. (swi@ct.de)

## Personalisierter PDF-Versand

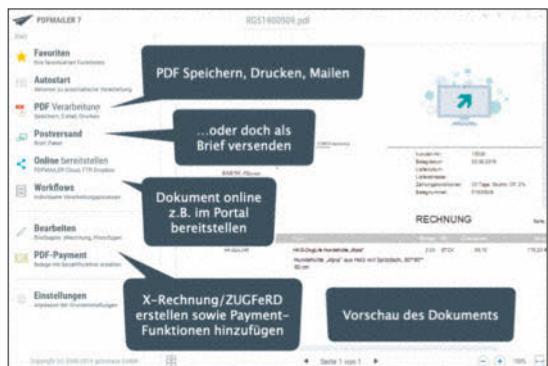
**PDFmailer** von Gotomax richtet in Windows einen virtuellen Drucker ein, der aus übergebenen Daten PDF-Dokumente erzeugt und diese auf Wunsch als E-Mail-Anhang versendet. In Version 7 liest das Programm für den Versand relevante Informationen wie die Empfänger-Adresse aus dem Dokument aus und verwendet sie, um die E-Mails nach Anwendervorgaben zu personalisieren. So lassen sich laut Hersteller auch komplexe Sendungen wie Rechnungen im maschinenlesbaren ZUGFeRD-Format samt individualisiertem E-Mail-Betreff erzeugen, ohne die Ursprungsanwendung – also das Buchhaltungsprogramm – dafür anzupassen.

Außerdem soll PDFmailer jetzt mit den Anwendungen aller gängigen Post-

und Paketdienstleister zusammenspielen. Die Software erstellt auf Wunsch Adress- und Frankier-Aufkleber für Postsendungen, beherrscht aber nach wie vor auch den konventionellen Versand, indem sie Briefe elektronisch an einen Dienstleister

zur Auslieferung als Drucksache übergibt. PDFmailer 7 gibt es in einer kostenlosen Free-Version. Die Professional-Version für Einzelnutzer kostet ab 23,70 Euro pro Monat, die Team-Version ab 59,40 Euro pro Monat. (hps@ct.de)

PDFmailer von Gotomax erstellt digitale Geschäftspost. Version 7 hat bei der Individualisierung hinzugelernt.



# Shift happens.

Passt Ihre IT noch zu Ihren Ideen?

cronon.net

Erweitern Sie Ihre Möglichkeiten.

Machen Sie Ihre IT fit für die Anforderungen von heute und morgen. Mit Enterprise IT-Services von Cronon.

# Bundeswehr bei Laptop-Kauf planlos

**Neuer Ärger für Verteidigungsministerin Annegret Kramp-Karrenbauer (CDU): Rechnungsprüfer des Bundes rügen ihre Pläne zur Anschaffung von Notebooks für Soldaten.**

Der Bundesrechnungshof hat ein IT-Projekt des Bundesverteidigungsministeriums scharf kritisiert. Das Ministerium wolle zehntausende Laptops für die Bundeswehr anschaffen, habe diese Pläne aber „weder konzeptionell abgeleitet noch dokumentiert“, schreiben die Rechnungsprüfer in einem vertraulichen Bericht von Ende Oktober, der c't vorliegt.

Dem Dokument zufolge will das Ministerium die Zahl der Laptops in der Truppe in den nächsten Jahren von 49.000 auf 110.000 erhöhen. Wegen „fehlender Komponenten für eine sichere Datenübertragung und zu geringer Rechenzentrumskapazität“ würden aber trotz der zusätzlichen Mobilrechner maximal 12.000 Soldaten gleichzeitig auf das interne Bundeswehrnetz zugreifen können, um zum Beispiel Mails abzurufen.

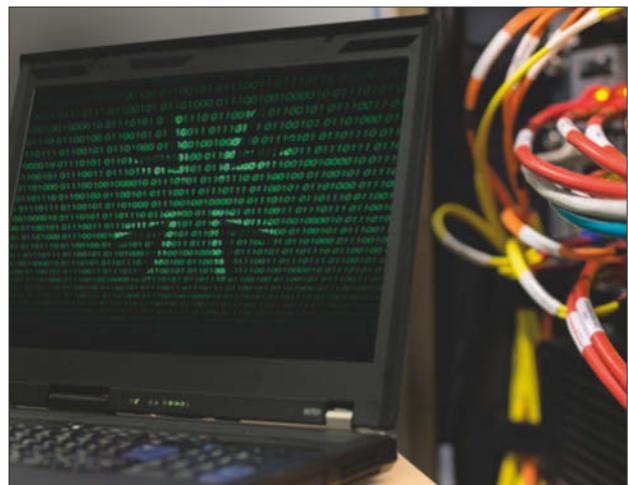
fen. Der Rest könne unterwegs lediglich offline arbeiten.

Die Rechnungsprüfer befürchten deshalb eine „Mangelwirtschaft“, in der die Truppe die mobilen Zugänge „aufwendig koordinieren muss“. Das konterkariert das Ziel, die Attraktivität des Arbeitgebers Bundeswehr zu steigern. Das Ministerium müsse deshalb künftig Bedarfe nachvollziehbar ermitteln sowie

Laptops und Rechenzentrumskapazitäten im Gesamtzusammenhang betrachten.

Das Ministerium erklärte auf Anfrage, man wolle die Möglichkeiten für mobile Zugriffe auf das interne Netz sukzessive erhöhen. „Die Planungen zur Umsetzung dazu sollen bis Jahresende abgeschlossen sein“, sagte eine Sprecherin.

(Till Menzel/cwo@ct.de)



Nur ein kleiner Teil der Bundeswehr-Laptops kommt von unterwegs ins Intranet.

Bild: Bundeswehr

## Arbeitsministerium nimmt KI unter die Lupe

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) treibt die Pläne für eine Art **TÜV für künstliche Intelligenz** voran. Ende 2019 werde man zunächst ein „KI-Observatorium“ einrichten, erklärte ein Sprecher von Arbeitsminister Hubertus Heil (SPD) gegenüber c't. In dieser neuen Abteilung würden acht Experten die Entwicklung von künstlicher Intelligenz beobachten und Vorschläge für einen „Ordnungsrahmen“ für KI entwickeln. Einige der Stellen seien bereits besetzt. Das Budget liege bei 6,5 Millionen Euro pro Jahr.

Das Observatorium soll laut BMAS unter anderem Vorschläge für eine risikobasierte Klassifizierung von KI-Systemen erarbeiten und die Frage erörtern, ob heikle Anwendungen eine staatliche Zulassung benötigen. Außerdem soll die Frage geklärt werden, ob ein neues „Bundesinstitut für KI“ Algorithmen klassifizieren und zertifizieren könne – quasi als

„KI-TÜV“. Auch eine EU-Zulassungsbehörde für riskante KI-Algorithmen sei eine Option, heißt es beim BMAS. Politisches Ziel sei eine „gemeinwohlorientierte, menschenzentrierte und werteorientierte Ausrichtung“. Es gehe aber auch darum, die Chancen von KI zu betonen.

Erst vor Kurzem hatte die Datenethikkommission – ein Beratungsgremium der Bundesregierung – eine europäische Regulierung von KI-Systemen gefordert. Diese sollten je nach „Schädigungspotenzial“ in eine fünfstufige Skala eingesortiert werden. Ab Stufe drei seien Zulassungsverfahren nötig, ab Stufe vier zusätzlich Schnittstellen für die Live-Kontrolle durch Behörden. Anwendungen mit „unvertretbarem Schädigungspotenzial“ auf Stufe 5 sollen verboten werden. Auch die designierte Chef der EU-Kommission, Ursula von der Leyen, will bald Pläne zur Regulierung von KI vorstellen. (cwo@ct.de)

## Milliarden für Start-ups

Die Große Koalition aus CDU/CSU und SPD will die Mittel für die Förderung von Start-ups und neuen Geschäftsideen massiv aufstocken. „Bis zu zehn Milliarden Euro“ sollen in einen **Beteiligungsfonds für Zukunftstechnologien** bei der staatlichen Kreditanstalt für Wiederaufbau fließen, heißt es im Ergebnispapier eines Koalitionsgegels vom 10. November. Konzentrieren soll sich der Fonds demnach besonders auf „Digitalisierung und Klimatechnologien“. Die genaue Ausgestaltung werde zwischen den Fraktionsspitzen und Ministerien geklärt, sagte eine Sprecherin der CDU/CSU-Fraktion.

Der Verband Bitkom begrüßte die Ankündigung. In Deutschland fehle es nicht an Ideen, aber oft am Wachstumskapital. „Jetzt kommt es sehr auf die Details und die Geschwindigkeit bei der Umsetzung an“, sagte Niklas Veltkamp, Mitglied der Bitkom-Geschäftsleitung. (cwo@ct.de)

## Facebook startet Bezahldienst Pay

Unabhängig vom Digitalwährungsprojekt Libra hat Facebook einen **Bezahldienst für seine eigenen Plattformen** vorgestellt ([pay.facebook.com](http://pay.facebook.com)). Zunächst funktioniert der Service nur im hauseigenen Messenger und nur in den USA. Später sollen andere – bislang nicht genannte – Länder folgen, Facebook Pay soll dann auch in WhatsApp und Instagram integriert worden sein.

Nutzer können per Fingertipp in der App bezahlen. Dafür hinterlegen sie ihre Kreditkartendaten oder verknüpfen ihren Account mit PayPal. Zeigt dann beispiels-

weise ein Influencer in seiner Insta-Story die neuesten heißesten Sneaker, reicht ein Klick und die Schuhe sind gekauft. Man kann auch an Organisationen spenden, Freunden Geld überweisen oder In-App-Käufe tätigen.

Kurz zuvor hatte WhatsApp angekündigt, dass Unternehmen ab sofort gesamte Warenkataloge in dem Messenger-Dienst anzeigen können. Ab 2020 dürfen sie auch Werbung in ihren Status-Feldern ausspielen. Da ist es ein logischer Schritt, die direkte Kaufoption einzuführen.

(emw@ct.de)

**Pay on Instagram**

Facebook Pay is not available on Instagram. Check back for updates.

Bald möglich: Influencer können direkt in ihrer Instagram-Story Waren verkaufen.

## DSGVO: Rekord-Bußgeld in Berlin

Der Berliner Konzern Deutsche Wohnen SE soll ein Bußgeld von **14,5 Millionen Euro** wegen eines schweren Datenschutzverstoßes bezahlen. Den Bescheid ließ die Berliner Datenschutzbeauftragte Maja Smoltczyk Anfang November zustellen. Bei Vor-Ort-Prüfungen im Juni 2017 und im März 2019 habe die Aufsichtsbehörde festgestellt, dass das Unternehmen für die Speicherung personenbezogener Daten von Mieterinnen und Mietern ein Archivsystem verwendete, das keine Möglichkeit vorsah, nicht mehr erforderliche Daten zu entfernen. Die Behörde hat auch bei ihrem zweiten Kontrollbesuch nicht benötigte Gehaltsbescheinigungen und Selbstauskunftsformulare gefunden.

Aufgrund des im Geschäftsbericht der Deutsche Wohnen SE für 2018 aus-

gewiesenen Jahresumsatzes von über einer Milliarde Euro lag der in der DSGVO vorgesehene Rahmen zur Bußgeldbemessung laut Behörde bei rund 28 Millionen Euro. Man habe „bußgeldmildernd berücksichtigt, dass das Unternehmen durchaus erste Maßnahmen mit dem Ziel der Bereinigung des rechtswidrigen Zustandes ergriffen und formal gut mit der Aufsichtsbehörde zusammengearbeitet hat“. Die Deutsche Wohnen SE hat bereits angekündigt, Einspruch gegen den Erlass einzulegen. Nach einem Einspruch folgt zunächst das sogenannte „Zwischenverfahren“. In diesem Verfahren prüft die Aufsichtsbehörde noch einmal, ob der Bußgeldbescheid aufrechterhalten oder zurückgenommen wird.

(hob@ct.de)

## Die Helden im Hintergrund - Hochverfügbarkeit in physikalischer Form



### Johannes Bildl

Unser Warehouse-Held

Unser Warehouse ist die Geburtsstätte eines jeden Server-Systems von Thomas-Krenn. Hier lagern all die qualitativ hochwertigen Komponenten für anspruchsvollste Anwendungen in der modernen IT und warten nur auf die blitzschnellen, präzisen Zugriffe unserer Warehouse-Helden.

Johannes und sein Team sorgen nämlich dafür, dass alle Server-Komponenten für die hauseigene Produktion im richtigen Moment immer am richtigen Platz sind.

Dazu optimieren sie stetig die Abläufe in unserem Warehouse und gewährleisten somit eine schnelle und professionelle Abwicklung Ihrer Aufträge.

**THomas  
KRENN®**

+49 (0) 8551.9150-300

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

## Smartphone mit 108-Megapixel-Kamera und Makro

**Das Xiaomi Mi Note 10 lockt nicht nur mit Fünffach-Tele, Makro und hoher Auflösung, sondern auch mit fettem Akku. Wir haben es ausprobiert.**

Mit fünf Kameramodulen auf der Rückseite, darunter einer Hauptkamera mit 108 Megapixel, lässt das neue Mi Note 10 die Konkurrenz hinter sich. Ebenfalls re-

kordverdächtig ist die Kapazität des Akkus von 5260 mAh. Etwas weniger erlesen ist das SoC: Hier kommt der Snapdragon 730G aus der oberen Mittelklasse zum Einsatz.

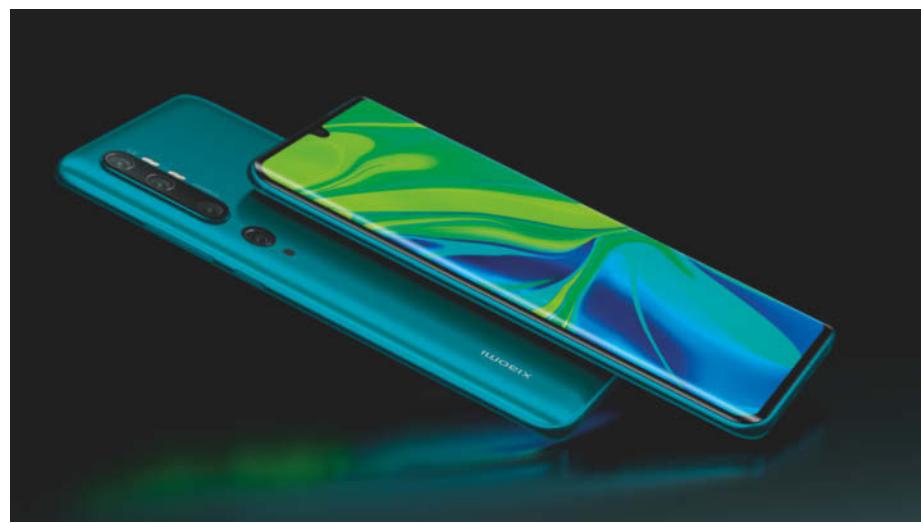
Xiaomi nennt das große Kameraangebot „Penta Camera“. Dazu gehören eine spezielle Makrokamera mit 2 Megapixeln, ein Zweifach-Tele mit 12 Megapixeln, ein Fünffach-Tele mit 5 Megapixeln und ein

Ultraweitwinkel mit 20 Megapixeln. Die weitwinklige Hauptkamera fasst auf Wunsch jeweils vier Pixel zusammen, um die Lichtausbeute zu steigern. Die Teleobjektive sind optisch stabilisiert. Obendrauf gibt es noch eine Selfiekamera mit 32 Megapixeln auf der Vorderseite, die auf Wunsch auch vier Pixel zusammenlegt.

In einem ersten Praxistest machten die Kameras einen sehr ordentlichen Eindruck. Auch bei Dunkelheit produzieren sie ansehnliche Fotos – mit und ohne Nachtmodus. Bei Tageslicht gelangen uns mit dem Fünffach-Tele aus der Hand unverwackelte Fotos.

In ersten c't-Tests spielte das Mi Note 10 mit einer Akkuladung 20,4 Stunden YouTube-Videos über WLAN ab. Das OLED-Display ist 6,47 Zoll groß (16,4 cm), ein Fingerabdrucksensor ist im Bildschirm integriert. Ansonsten gibt's 6 GByte RAM, 128 GByte Flashspeicher und eine 3,5-mm-Kopfhörerbuchse; ein SD-Kartenslot fehlt jedoch. Bislang läuft das Gerät mit Android 9, ein Update auf Version 10 ist laut Xiaomi in der Mache.

Das Xiaomi Mi Note 10 kostet 550 Euro, das Gehäuse ist wahlweise schwarz, weiß oder grün. (jkj@ct.de)



108 Megapixel und fünf Kamera: Das Xiaomi Mi Note 10 klotzt statt zu kleckern.

## Smarter Türöffner „Nello One“ funktioniert weiter

Nutzer des smarten Haustüröffners **Nello One** können aufatmen: Nachdem das insolvente Münchener Start-up Locumi Labs Anfang Oktober mitgeteilt hatte, den für den Betrieb notwendigen Sever abzuschalten, scheint nun eine Lösung gefunden zu sein.

So teilte Locumi Labs Anfang November mit, dass der italienische Smart-Lock-Anbieter SCLAK das Nello-Team übernehmen und den Betrieb des Servers weiterführen werde. Um Nello One weiterhin zu verwenden, müssen Nutzer nur die zugehörige Smartphone-App aktualisieren.

Im Zuge dieses Mobilgeräte-Updates werden die Nutzer unter anderem aufgefordert, ihre Zustimmung zur Übertragung der Kundendaten an SCLAK zu erteilen. Der Anwender bleibt laut Nello aber Herr seiner Daten. Die einmal erklärt

te Zustimmung kann jederzeit widerrufen werden.

Völlig unklar ist währenddessen, wie es mit Nellos API-Server weitergeht, über den sich der smarte Hautüröffner bislang beispielsweise mit Smart-Home-Systemen verbinden ließ. Der API-Server liefert bereits seit der Ankündigung des Betriebsendes nur noch Fehlermeldungen zurück. Locumi Labs äußerte sich bislang zu diesem Thema nicht; eine Anfrage seitens der c't blieb bis zum Redaktionsschluss unbeantwortet.

Nicht klären ließ sich zudem, ob der Verkauf des Nello One über die offizielle Website des Herstellers eingestellt wurde oder nicht. Zwar wird das Produkt (mittlerweile mit einem von 149 auf 99 Euro gesunkenen Preis) angeboten, lässt sich aber derzeit nicht bestellen. (nij@ct.de)

## Alexa: Daten leichter löschen

Amazon hat bekanntgegeben, den Nutzern seines Sprachassistentensystems Alexa beim **Datenschutz** stärker entgegenzukommen. So sollen die Sprachaufzeichnungen, die das System in der Cloud ablegt, künftig auf Wunsch nach 3 oder 18 Monaten automatisch gelöscht werden.

Darüber hinaus sollen dem Nutzer mehr Möglichkeiten der Fehleranalyse an die Hand gegeben werden. Seit Kurzem steht dafür bereits die Nachfrage „Alexa, was hast Du gehört?“ bereit, auf die die Sprachassistentin eine Rückmeldung zur letzten Eingabe des Nutzers gibt. Neu hinzu kommt nun die Frage „Alexa, warum hast Du das getan?“, über die sich beispielsweise klären lassen soll, wenn es für ein Verhalten (beispielsweise die Ausgabe von Warntönen) keinen Grund zu geben scheint. (nij@ct.de)

# Angriff auf Trusted Platform Modules (TPM 2.0)

Häufig genutzte Sicherheitsmodule für PCs, Notebooks, Tablets und Embedded Systems sind anfällig für einen Angriff, der den vermeintlich gut geschützte **Geheimwert für ECDSA-Signaturen ausliest**. Die Attacke „TPM-Fail“ betrifft Trusted Platform Modules (TPM 2.0) von STMicroelectronics (ST33TPHF2E) sowie das in fast allen PCs mit Intel-Technik vorhandene Firmware-TPM (fTPM 2.0). Glücklicherweise sind nur Anwendungen gefährdet, die tatsächlich den Elliptic Curve Digital Signature Algorithm (ECDSA) des TPM nutzen. Microsoft hat klargestellt, dass das etwa bei Windows nicht der Fall ist – BitLocker verwendet RSA statt ECDSA. Doch OpenSSL für VPN-Server lässt sich für ECDSA per TPM konfigurieren.

TPM-Fail ist eine Timing-Attacke, die winzige Zeitunterschiede auswertet, die bei der Verarbeitung von ECDSA-Signaturen durch das TPM auftreten. Um einen Schlüssel auslesen zu können, sind sehr

viele Anfragen nötig, was über eine Stunde lang dauert. Bei Zugriff über ein schnelles Netzwerk auf einen VPN-Server dauert der Angriff rund fünf Stunden. Die TPM-Fail-Entdecker betonen, dass die lückenhaften TPMs von Testlabors nach FIPS 140-2 zertifiziert wurden, das ST33TPHF2E sogar nach Common Criteria Evaluation Assurance Level 4+ (CC EAL 4+). Im Rahmen

der koordinierten Veröffentlichung haben STMicro und Intel weitere Informationen und erste Firmware-Updates bereitgestellt (CVE-2019-16863, CVE-2019-11090, Intel Security Advisory SA-00241, siehe ct.de/ygvx). Ein Intel-Tool ermittelt die Version der ME-Firmware. (ciw@ct.de)

**CSME-Tool:** [ct.de/ygvx](http://ct.de/ygvx)

**TPM-Fail**  
extrahiert den  
ECDSA-Schlüssel  
aus einem TPM  
per Timing-  
Attacke auch via  
Netzwerk.

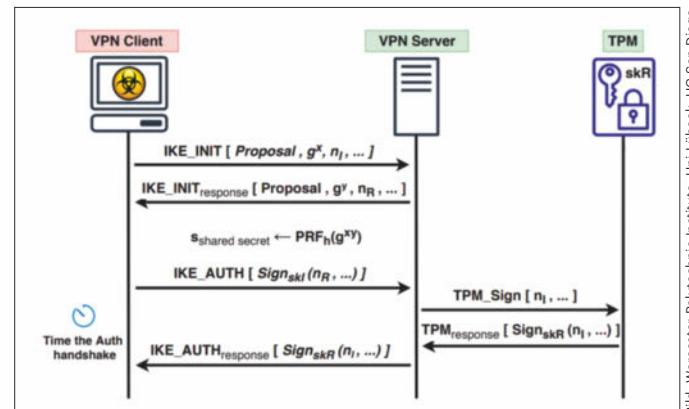


Bild: Worcester Polytechnic Institute, Uni Lübeck, UC San Diego



We are a one-stop battery supplier.

# Harte Kritik an Apple

**Im Silicon Valley explodieren die Wohnkosten. Apple will mit einem milliardenschweren Programm dagegen halten, muss sich von Kritikern aber tadeln lassen.**

In Kalifornien sind die Preise für Immobilien und Wohnraum in wenigen Jahren extrem gestiegen. Laut der L. A. Times nahm der Durchschnittspreis für ein Haus seit 2012 um fast 75 Prozent auf gut 550.000 US-Dollar zu und die Miete für ein Apartment beträgt im Mittel fast 2300 Dollar.

Im Silicon Valley ansässige US-Konzerne wie Facebook und Google haben Investitionsprogramme zur Linderung der Wohnungsnot und Obdachlosigkeit an der US-Westküste aufgelegt. Nun will sich auch Apple engagieren und mit insgesamt 2,5 Milliarden Dollar (gut 2,2 Milliarden Euro) dagegensteuern.

Eine Milliarde Dollar sollen in die Errichtung neuen Wohnraums für Geringverdiener und mittlere Einkommensschichten fließen. Eine weitere Milliarde soll dem Bundesstaat Kalifornien dabei helfen, mehr Hauskäufer bei der Finanzierung und Abbezahlung der Kredite zu unterstützen.

Außerdem will Apple ein Grundstück in San Jose im Wert von 300 Millionen Dollar für die Errichtung bezahlbaren Wohnraums bereitstellen und 150 Millionen Dollar in den „Bay Area Housing Fund“ einzahlen. 50 Millionen Dollar gehen an eine Initiative gegen Obdachlosigkeit. Alle durch die Investition in den nächsten fünf Jahren erzielten Gewinne würden erneut bezahlbarem Wohnraum zugute kommen, heißt es weiter.

Doch beim US-Politiker Bernie Sanders kommt die Kampagne nicht gut an. Sanders, ein Präsidentschaftskandidat der Demokraten, meint, **Apple habe die Krise in Kalifornien mit ausgelöst**. Der Konzern solle lieber seine „gerechten Steuern“ zahlen.

Apples Plan sei „heuchlerisch“, weil der Konzern selbst einer der Hauptauslöser der Wohnungsnot sei. Apple wolle davon ablenken, dass der Konzern „selbst die kalifornische Wohnungskrise mit geschaffen hat, während er 800 Millionen US-Dollar an Steuersubventionen einstrich“. Apple habe eine Viertelbillion Dollar offshore gehalten, ohne darauf Milliarden Dollar Steuern zu zahlen. Wenn Konzerne wie Apple „ihren fairen Anteil“ zahlten, könne man auch investieren, um den



**Tim Cook und Kaliforniens Gouverneur Gavin Newsom: Apple will in San Jose ein Grundstück im Wert von 300 Millionen US-Dollar für bezahlbaren Wohnraum zur Verfügung stellen.**

Amerikanern bezahlbaren Wohnraum zu geben.

134.000 Kalifornier seien von Wohnungslosigkeit bedroht. Mieter müssten im Schnitt 34,69 Dollar pro Stunde verdienen, um sich ein Zwei-Zimmer-Apartment leisten zu können. „Wenn wir Donald Trump besiegen, werden wir dafür sorgen, dass Firmen wie Apple ihren gerechten Anteil zahlen.“ (dz@ct.de)

## VPN-Client für Catalina

Der für seine Router und Switches bekannte Hersteller Lancom hat seinen VPN-Client aktualisiert. Die Version 4.0 des „Lancom Advanced VPN Client für macOS“ eignet sich nun für das kürzlich erschienene macOS Catalina (10.15) und ermöglicht Fernzugriffe auf Firmennetze über IPSec-Tunnel und laut Lancom „jede Internet-Verbindung“ (WLAN, LAN, LTE/UMTS, iPhone-Tethering).

Zu den weiteren Merkmalen zählen IPv4/IPv6 Dual Stack, Split Tunneling, eine integrierte Personal Firewall, Authentisierung auch via Fingerabdruck, Multi-Zertifikats-Verwaltung in Apples Keychain und VPN-Tunnel inklusive Redirect. Damit lassen sich **Client-Tunnel zwecks Lastverteilung auf unterschiedliche Gateways umleiten**.

Der Advanced VPN Client arbeitet laut Lancom mit allen IPSec-konformen

Routern oder VPN-Gateways zusammen und kostet rund 130 Euro. Kunden, die nach dem 4.8.2019 eine Lizenz aktiviert haben oder eine noch nicht aktivierte Lizenz besitzen, erhalten das Upgrade gratis. Ein Upgrade von älteren Versionen ist für 80 Euro erhältlich. (dz@ct.de)



Läuft auf macOS Catalina: der vielseitige IPSec-VPN-Client von Lancom.

## iOS 13 geknackt

Ein Team aus Sicherheitsforschern und Hackern hat mit Checkra1n einen Jailbreak veröffentlicht, der Geräte mit iOS 12.3 und erstmals auch iOS 13 sowie iPad-OS knackt. Das Tool eignet sich für Geräte ab dem iPhone 5s bis zum iPhone X.

Laut den Entwicklern sei es mit Checkra1n **nicht möglich, ein iPhone ohne Kenntnis des Gerätencodes zu entsperren**, um so an die Nutzerdaten zu gelangen. Auch ist der Jailbreak nicht persistent; wer sein Gerät ohne Apples Sicherheitsmechanismen betreiben will, etwa für den unabhängigen Softwareladen Cydia, muss es nach jedem Gerätestart erneut knacken. Grundlage des Tools ist der Boot-ROM-Exploit checkm8. Für iPhone-Modelle mit Apples A12- und A13-Chip (iPhone XR, XS sowie die Neuzugänge iPhone 11 und 11 Pro) sind bislang keine öffentlichen Jailbreaks bekannt. (dz@ct.de)

# Live Patching bei Red Hat Enterprise Linux jetzt inklusive

Seit der kürzlich erfolgten Freigabe von **Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8.1** erhalten alle RHEL-Abonnenten Zugriff auf Kernel Live Patches. Diese bislang Premium-Subskriptionen vorbehaltene Funktion stopft Sicherheitslücken des Kernels im Betrieb und vermeidet so Neustarts. Live Patches gibt es für jeweils ein Jahr – aber nur bei Kerneln von Minor Releases, für die Red Hat auch Extended Update Support (EUS) anbietet. Zum Beispiel bei RHEL 8.3 und 8.5 wird das nicht der Fall sein.

Mit Nginx 1.16, Node.js 12, PHP 7.3 und Ruby 2.6 rüstet RHEL 8.1 frische Soft-

ware nach, die Red Hat bis November 2021 pflegt. Die neuen Versionen stecken in Module Streams, die RHEL8 einführt hat; dadurch können Anwender auch auf den mit RHEL 8.0 ausgelieferten Versionen der genannten Software bleiben, die weiter Updates erhalten. Um Container mit dem Docker-Ersatz Podman auszuführen, braucht man jetzt keine Root-Rechte mehr. RHEL 8.1 ist das erste Minor Release, das im jüngst angesetzten Halbjahresrhythmus erscheint; schon in sechs Monaten soll daher RHEL 8.2 folgen.

(thl@ct.de)

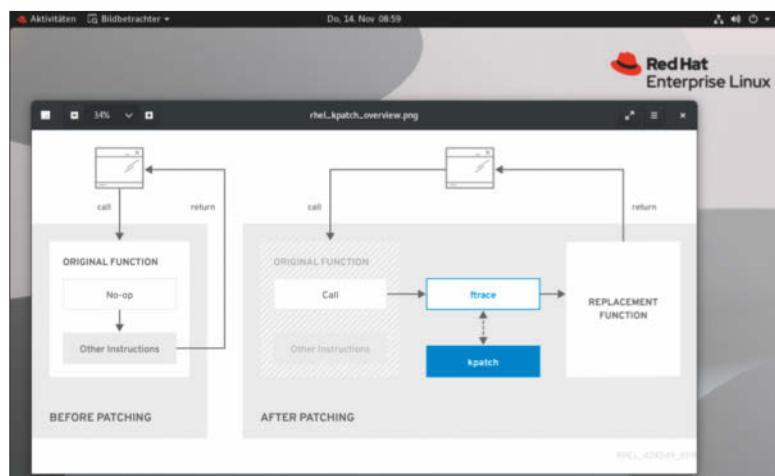
# Teile von Docker Inc. verkauft

Die hinter dem Container-Werkzeug Docker stehende Firma verkauft den Geschäftsbereich, der Software und Support an Unternehmenskunden vertreibt, an Mirantis. Bei Docker Inc. verbleibt das Segment, das Entwickler-Werkzeuge wie Docker Desktop und Docker Hub vorantreibt. Scott Johnston übernimmt zugleich die Firmenleitung und ersetzt damit nach nur sechs Monaten Rob Bearden.

Stillschweigen herrscht darüber, wie viel Mirantis für 750 Enterprise-Kunden und 300 Mitarbeiter bezahlt. Die recht erfolglose Orchestrierungslösung Swarm steht nach der Übernahme wohl vor dem Aus, denn Mirantis setzt weiter auf Kubernetes. Die Firma ist ein kleinerer Cloud-Spezialist, der vor allem durch eine Open-Stack-Distribution Bekanntheit erlangt hat.

Der neue CEO Scott Johnston verkündete zum Einstand, das Unternehmen solle sich jetzt auf ursprüngliche Werte konzentrieren und Arbeitsweisen für Entwickler moderner Apps verbessern. Unklar ist, wie die Firma ein profitables Geschäftsmodell auf die Beine stellen will. Ein frisches Investment in Höhe von 35 Millionen US-Dollar verschafft dem zuletzt offenbar in finanziellen Nöten steckenden Unternehmen dabei ein wenig Spielraum.

(thl@ct.de)



**Red Hat stopft Lücken im Kernel seines Unternehmens-Linux jetzt zur Laufzeit.**

## Homematic IP Alt-gegen-Neu-Aktion

ACTION  
VERLÄNGERT

Smart Home wie es sein soll?  
Jetzt zu Homematic IP wechseln!



**Profitieren Sie jetzt:**  
[homematic-ip-alt-gegen-neu-aktion.de](http://homematic-ip-alt-gegen-neu-aktion.de)

Aktionszeitraum:  
01.09.2019 – 29.02.2020

**homematic** IP  
Smarter Wohnen, das begeistert.



# Quantenpendler

## VW will Staus mit Quanten-Annealern reduzieren

**Nach dem ersten Praxistest in Lissabon sollen in Deutschland künftig Pendlerbusse die Staubildung zur Rushhour verringern. Die Routen berechnen Quanten-Annealer von D-Wave.**

**Von Hartmut Gieselmann**

**S**o praktisch die Routenführung auf Google Maps auch ist, sie passt sich erst an, wenn ein Stau bereits entsteht und leitet dann viele Fahrzeuge über die gleiche Ausweichroute, sodass auch diese leicht verstopft. VW entwickelt derzeit ein dynamisches Umleitungssystem, das jedem einzelnen Fahrzeug vorausschauend eine individuelle Route zuweist und somit Verstopfungen von vorn herein minimieren soll.

Mit der Zahl der Fahrzeuge steigt allerdings auch die Komplexität der Berechnungen. Herkömmliche Prozessoren sind

hier schnell überfordert, weshalb VW so genannte Quanten-Annealer einsetzt. Diese Rechner machen sich quantenmechanische Tunneleffekte zunutze und können vor allem Optimierungsaufgaben enorm beschleunigen.

Der kanadische Hersteller D-Wave ist derzeit der führende Anbieter von Quanten-Annealern. Er selbst unterhält in seinem Rechenzentrum in Vancouver aktuell 20 Systeme vom Typ D-Wave 2000Q. Ein Prozessor, Quantum Processing Unit (QPU) genannt, besteht aus 2000 sogenannten Qubits, die bei 0,015 Kelvin arbeiten. Jedes Qubit lässt sich mit bis zu sechs anderen verkoppeln. Mit einem entsprechenden Quanten-Algorithmus formuliert man seine Optimierungsaufgabe so, dass die Lösung dem geringsten Energieniveau entspricht, auf dem sich die Qubits anordnen.

Die typische Optimierungsaufgabe kann man sich als Berglandschaft (mit beliebig vielen Dimensionen) vorstellen, deren Berge schlechte und Täler gute Lösungen darstellen. Während übliche Algo-

rithmen bei der Suche nach dem tiefsten Tal mitunter in einem lokalen Minimum stecken bleiben, durchbohren Annealer die Berge quasi mit quantenmechanischen Tunnels und finden so das globale Minimum häufiger und schneller.

### Feldtest in Lissabon

Die Hauptaufgabe der VW-Entwickler war es, einen neuen Algorithmus zu entwerfen, der für alle Fahrzeuge die kürzeste Fahrzeit berechnet. In einem ersten Schritt wurde das Modell mit Fahrrdaten von Taxis in Peking gefüttert, die anschließend auf drei mögliche Routen zum Flughafen verteilt wurden. Die Staubelastung auf der Hauptstrecke sank dadurch deutlich, ohne dass sich auf den Ausweichrouten neue Staus bildeten. Im Idealfall konnte man dadurch die Fahrzeit um bis zu 20 bis 30 Prozent verkürzen, erklärte ein VW-Sprecher.

Allerdings lief die Optimierung mit den Verkehrsdaten aus Peking als nachträgliche Simulation mit bis zu 10.000 Taxis. Für den ersten realen Feldtest in Lissabon rüsteten die Planer neun Shuttle-Busse mit iPads aus, die den Fahrern mit einer eigens entwickelten Navigations-Software die besten Routen durch den dichten Verkehr anzeigen. Die für die Berechnung nötigen Verkehrsdaten sammelte VW von PTV in Echtzeit ein und ermittelte zunächst alle möglichen Routen über Here Maps. Die Auswahl wurde schließlich an einen D-Wave-Annealer in Vancouver übertragen, wo die optimale Route für jeden einzelnen Bus individuell berechnet und alle zwei Minuten auf den iPads der Fahrer aktualisiert wurde.

Wir selbst fuhren zwei etwa halbstündige Bustouren mit (siehe Foto) und verglichen die Routen mit Google Maps. Auf beiden Strecken wichen die VW-Busse an jeweils zwei Stellen von der Google-Route ab und wählten eine laut Google gleich schnelle Alternativroute. Die Ergebnisse des Feldtests will VW in einer Studie in den kommenden Wochen veröffentlichen.

Quanten-Annealer können bislang nur für Spezialaufgaben wie Optimierungsprobleme genutzt werden. Die Entwicklung darauf abgestimmter Algorithmen ist nicht gerade trivial. Laut VW und D-Wave war der Feldtest in Lissabon denn auch eine Premiere, bei der Berechnungen auf Quanten-Annealern reale Alltagsprobleme lösen. Damit die optimierte Routenauslastung aber tatsächlich die Fahrzeit signifikant verkürzt, müssen die

Randbedingungen stimmen und eine bedeutende Zahl von Verkehrsteilnehmern mitmachen. Ist das komplette Straßennetz verstopft, hilft auch die beste Routenführung nicht weiter.

VW prüft derzeit anhand der Verkehrsdaten aus verschiedenen Städten in Deutschland, wo sich der Einsatz der Routenoptimierung für Shuttle-Busse besonders lohnen würde. Dabei konzentriert sich VW zunächst auf das Problem der Berufspendler, die etwa aus dem Umland einer Großstadt jeden Morgen mit dem Privat-Pkw zur selben Firma fahren. Um den Verkehr zur Rushhour zu verringern, könnte man die Angestellten morgens mit Shuttle-Bussen einsammeln und dann auf einer optimierten Route zur Arbeitsstelle bringen.

### Annealer in Europa

Für D-Wave ist die Berechnung optimaler Verkehrs Routen nur ein Beispiel für den Einsatz von Quanten-Annealern. Ebenso setzt etwa die chemische Industrie auf die Beschleuniger bei der Simulation neuer Molekülstrukturen. Auf absehbare Zeit würden die Annealer die einzigen Prozessoren bleiben, die in der Praxis Berechnungen mithilfe von Quanteneffekten beschleunigen, erklärte D-Wave-Chef Vern Brownell. Sie ersetzen herkömmliche Prozessoren nicht, sondern ergänzen diese.

Im Unterschied zu universellen Quanten-Computern kommen die spezialisierten Annealer ohne deren extrem aufwendige Fehlerkorrektur aus. Die Entwicklung der Hardware schreite mit großen Schritten voran. Etwa alle zwei Jahre könne D-Wave die Anzahl der Qubits auf den QPUs verdoppeln und deren Rechenleistung durch weitere Optimierungen an den Kupplern und am Rauschverhalten um den Faktor 100 verbessern.

Mitte 2020 soll denn auch die nächste Generation der Quanten-Annealer von D-

Wave bereitstehen. Das Advantage Quantum genannte System mit 5000 Qubits und einer verbesserten Kopplungsstruktur namens Pegasus soll dann auch der erste Quanten-Annealer in Europa werden. Das Supercomputing Center in Jülich hat für seine neu gegründete Abteilung Jülich Unified Infrastructure for Quantum Computing (JUNIQ) einen Server geordert. Er soll dort nicht nur dem eigenen Labor,

sondern auch externen Forschern zur Verfügung stehen.

Wer Berechnungen auf Quanten-Annealern selbst ausprobieren will, kann sich zum Leap-Programm auf cloud.dwave sys.com anmelden, und bekommt dort neben Tutorials und Beispielcode von D-Wave auch 60 Sekunden kostenlose Rechenzeit auf einem Annealer in der Cloud spendiert. (hag@ct.de) **ct**

**Conrad**  
optimiert meinen  
Einkaufsprozess.

- ✓ Ein breites Produktspektrum für jeden Bedarf
- ✓ Ein stetig wachsendes Spezialsortiment inklusive Sonderbeschaffungen
- ✓ Individuelle Betreuung für Businesskunden

**Erleben Sie Conrad!**  
**SPS - Messe Nürnberg**  
**Halle 3, Stand 3-226**  
**26. - 28. November 2019**

Niklas M., Teamleiter Einkauf,  
bb-net media GmbH

Entdecken Sie die Plattform für Ihr  
Business unter [conrad.de/business](http://conrad.de/business)

**CONRAD**



**Wer als Kunde schon mal versucht hat, vorzeitig aus einem DSL-Vertrag herauszukommen, weiß wie hartnäckig Provider auf die Bezahlung bis zum Ende der Laufzeit pochen. Aber wenn Vodafone seine Preise erhöhen will, nimmt es der Konzern mit den Laufzeiten nicht ganz so genau.**

**Von Tim Gerber**

S seit mehr als zehn Jahren ist c't-Leser Marcel M. Internet-Kunde bei Vodafone. Wie üblich verlängerte sich sein Laufzeitvertrag automatisch jeweils um ein weiteres Jahr. Da er keinen Anlass zu Veränderungen sah, beließ es Marcel M. dabei. Doch plötzlich drängte sein Vertragspartner Vodafone auf Veränderungen, nämlich beim Preis: Mit E-Mail vom 19. Juli teilte das Unternehmen seinem Kunden unter Bedauern mit, dass sich der Preis für seinen DSL-Anschluss ab dem 1. September um 1,39 Euro im Monat erhöhen werde. Statt bisher 29,95 Euro sollte er von nun an also 31,34 Euro im Monat berappen. Für seinen Anschluss miete Vodafone einen Teil der Leitung bei der Deutschen Telekom, heißt es in dem Schreiben zur Begründung. Die Telekom habe mitgeteilt, dass sich die monatliche Miete ab Juli 2019 erhöhe. Davon seien so viele Kunden betroffen, dass Vodafone „leider“ die Mehrkosten nicht auffangen könne.

Das leuchtete dem Kunden nicht ganz ein, denn nach wie vor bot Vodafone Neukunden DSL-Anschlüsse für unter 30 Euro an. Zudem fragte sich Marcel M., ob Vodafone überhaupt berechtigt ist, während der Vertragslaufzeit eine wesentliche Bedingung – den zu zahlenden Preis – einfach so einseitig zu ändern.

Deshalb widersprach Marcel M. der Preisänderung mit E-Mail vom 21. Juli und wies den Anbieter darauf hin, dass er selbst ja DSL-Anschlüsse weiterhin zu dem alten Preis anbiete. Das könne also nicht wie behauptet unwirtschaftlich sein. Den Widerspruch des Kunden betrachtete Vodafone gleich als Sonderkündigung, die man den Kunden selbstverständlich im Zuge der Preiserhöhung zugestanden hat. Sein Vertrag ende am 21. August, teilte Vodafone Marcel M. mit E-Mail vom 24. Juli mit. Der antwortete gleich am nächsten Tag, dass er keineswegs habe kündigen wollen, sondern im Gegenteil auf Er-

# Wer zu früh kommt ...

**Fragwürdige Tariferhöhungen bei Vodafone**

füllung seines Vertrages bestehe. In diesem finde sich auch keine Grundlage für eine einseitige Vertragsänderung. „Worauf stützen Sie das Änderungsrecht?“, wollte Marcel M. von Vodafone wissen.

Diese Frage beantwortete der Netzanbieter im Folgenden nicht, sondern bestand weiterhin auf seiner Preiserhöhung. Als Grund nannte man immer wieder die Erhöhung der Leitungsmiete. Und im September buchte man bei Marcel M. nunmehr das erhöhte Entgelt vom Konto ab. Der wandte sich mit dem Fall an c't. Da sich inzwischen auch weitere Vodafone-Kunden über die Preiserhöhung beschwert hatten, fragten wir zunächst bei der Bundesnetzagentur (BNetzA) an, wie es sich mit den Leitungsentgelten tatsächlich verhält. Schließlich müssen sich die Netzbetreiber derartiges dort genehmigen lassen.

## Nur bedingt gerechtfertigt

Die Behörde bestätigte uns, mit Beschluss vom 26. Februar Entgelte für den Zugang zur Teilnehmeranschlussleitung (TAL) ab dem 1. Juli 2019 befristet bis zum 30. Juni 2022 genehmigt zu haben (siehe [ct.de/yvh3](http://ct.de/yvh3)). Danach dürfe die Telekom seit dem 1. Juli 2019 monatlich 11,19 Euro von ihren Wettbewerbern für die Anmietung der TAL am Hauptverteiler verlangen. Bis zum 30. Juni 2019 wurden dafür 10,02 Euro im Monat fällig. Üblicherweise würden an diesen Verteilern aber nur alte ADSL-Anschlüsse realisiert.

Andere Entgelte etwa für Anschlüsse an Kabelverzweigern seien deutlich weniger erhöht worden, die Entgelte für VDSL-100-Anschlüsse seien sogar gesunken, schreibt die BNetzA. „Aus Sicht der Be schlusskammer können Preiserhöhungen daher nur sehr bedingt mit den höheren TAL-Überlassungsentgelten gerechtfertigt werden“, fasst die Aufsichtsbehörde die Auswirkungen ihrer Entgeltentscheidungen zusammen.

Mit dieser Aussage konfrontierten wir die Pressestelle von Vodafone und wollten wissen, weshalb der Konzern diese Preiserhöhung dennoch eins zu eins an seine Kunden weitergibt. Die zahlen wohlgerne knapp 30 Euro an Vodafone, lediglich 11,19 Euro davon muss der Konzern an seinen Wettbewerber Telekom weitergeben.

Außerdem wollten wir von Vodafone wissen, wie man die Preiserhöhung mitten in der Laufzeit der jeweiligen Kunden-

verträge rechtfertigen will. Schließlich sehen die aktuellen AGB zwar Preiserhöhungen aufgrund gestiegener Kosten vor, aber eben ausdrücklich nur zum Ende des jeweiligen Vertragszyklus, zu dem also auch der Kunde kündigen kann. Daraus

ergibt sich ziemlich eindeutig, dass einseitige Preiserhöhungen zwischendurch, wie sie Vodafone hier vornimmt, unzulässig sind.

In einer ersten Antwort vom 18. Oktober verwies Unternehmenssprecher Volker Petendorf zunächst auf die allgemein steigenden Kosten

in allen Lebensbereichen. Vodafones DSL-Tarife seien dennoch über lange Zeit stabil geblieben. Bei der erneuten Miet erhöhung durch die BNetzA zum 1. Juli 2019 für die DSL-Leitungen sei es aber nicht mehr möglich, die DSL-Endkundenpreise noch weiter stabil zu halten. Deshalb gebe Vodafone diese regulierte Erhöhung an den Kunden weiter. Diese – leider zwingend erforderliche – Preiserhöhung sei nach Vodafones Rechtsauffassung mit den regulatorischen Bestimmungen und den diversen AGB, die für die einzelnen Kundenverträge gelten, vereinbar.

Da uns Vodafone die ausdrückliche Frage, nach den für die Altverträge wie jenen von Marcel M. geltenden Bedingungen nicht beantwortet hatte, hakten wir mit E-Mail vom 21. Oktober nach. Außerdem wiesen wir nochmal darauf hin, dass die aktuellen AGB eine solche Preisänderung ausdrücklich nur zum Ende des jeweiligen Verlängerungsturnus vorsehe, Vodafone aber allen DSL-Kunden einheitlich zum 1. September den Tarif erhöht hatte.

Mit E-Mail vom 23. Oktober übermittelte uns Unternehmenssprecher Petendorf die AGB vom Mai 2010 und verwies auf die dort enthaltenen Klauseln Nr. 1.3 und 1.4. Demnach könne Vodafone die

Preise jederzeit erhöhen. Diese Punkte behandeln jedoch nur Änderungen der Mehrwertsteuer oder der Entgelte etwa für „besondere Netzzugänge“ oder „Zusatzausleistungen“. Die Berufung darauf dürfte mehr als fraglich sein.

## Späte Einsicht

Unabhängig von den vorgelegten Kundenfällen werde Vodafone den Hinweis der c't aufgreifen und noch einmal überprüfen, ob bei anderen DSL-Kunden der Zeitpunkt der unvermeidbaren Erhöhung von 1,39 Euro brutto im Monat zum 1. September richtig gewählt war oder vielmehr an die individuellen Vertragslaufzeiten gemäß jeweils geltender AGB angepasst werden müsste.

Mit anderen Worten hat Vodafone bei einer Vielzahl von Kunden möglicherweise vertragswidrig gehandelt. Das hätte der Netzanbieter aber vorher prüfen müssen, schließlich wusste er schon im Februar, dass die Netzentgelte von Mitte des Jahres an erhöht werden. Die Einsicht kommt denn auch ein wenig spät, da Vodafone seinen Kunden die Preise zum 1. September erhöht hat und die höheren Tarife auch längst abgerechnet und einkassiert haben dürfte. Von der Preiserhöhung betroffene DSL-Kunden von Vodafone sollten das nachprüfen und die überhöhten Gebühren gegebenen Falles zurückverlangen. Auch wenn es sich beim Einzelnen um eher kleine Beträge handelt, sollte man einen großen Konzern mit Millionen Kunden nicht so einfach mit dieser Masse davonkommen lassen. Schließlich besteht der Internetanbieter seinerseits in der Regel auch darauf, dass Kunden ihre Verträge einhalten und vor allem bis zum bitteren Ende das vereinbarte Entgelt auf Heller und Cent bezahlen. ([tig@ct.de](mailto:tig@ct.de)) ct

**Beschlüsse der BNetzA, AGB:**  
[ct.de/yvh3](http://ct.de/yvh3)

Trotz individueller Vertragslaufzeiten will Vodafone seinen Kunden den Tarif zum einheitlichen Zeitpunkt (Anfang September 2019) erhöhen.

Darum kostet Ihr DSL-Anschluss bald etwas mehr

In unserem Schreiben haben wir Ihnen mitgeteilt, dass sich der Preis für Ihren DSL-Anschluss erhöht. Auf dieser Seite finden Sie alle wichtigen Infos dazu. Denn Ihr Vertrauen ist uns wichtig.

Warum ist mein DSL-Anschluss jetzt 1,39 Euro pro Monat teurer?

Für Ihren Internet- und Telefon-Anschluss mieten wir eine Teilstrecke der Deutschen Telekom. Sie wird auch "letzte Meile" genannt, da es der Abschnitt ist, der bis in Ihr Haus führt. Für die Nutzung zahlen alle Anbieter, die diese Teilstrecken nutzen, Miete an die Deutsche Telekom. Die Höhe unterliegt der Preisabsicht durch die Bundesnetzagentur.

## News vom großen Geld

[finanz-szene.de](http://finanz-szene.de)

Seriöse News aus der Finanzwelt müssen trockener Stoff sein? Auf [finanz-szene.de](http://finanz-szene.de) beweist der unabhängige Finanzjournalist Heinz-Roger Dohms mit Nachrichten über Banken und Finanztechnologie regelmäßig das Gegenteil. Sein unterhaltsam launiger, selbstironischer, aber nie herablassender Stil funktioniert im oft so drögen Umfeld von Geld und Wertpapieren tadellos.

Dohms wertet gemeinsam mit seinem Kollegen Christian Kirchner zusammenfassend die einschlägigen Publikationen von Handelsblatt bis Börsen-Zeitung aus. Die beiden recherchieren außerdem selbst und sind in der Community exzellent vernetzt. Daher bringen sie auch immer wieder überraschende Neuigkeiten als erste, etwa das (mittlerweile eingestellte) Digitalbank-Projekt „Copernicus“ der Commerzbank. Nicht zuletzt bieten sie gut recherchierte, kritische Hintergrundartikel über Themen von PSD2 bis N26. Das Herzstück bildet der kostenlose Newsletter. Er erscheint normalerweise viermal pro Woche frühmorgens; Interessierte können ihn je nach Präferenz mit Banking- oder mit Fintech-Schwerpunkt beziehen.

(mon@ct.de)

## JavaScript-Mindfuck

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

Bei Brainfuck, auch Brainf\*\*\* oder BrainF\*ck genannt, handelt es sich um eine esoterische Programmiersprache. Mit ihrem stark begrenzten Zeichensatz von acht Zeichen kann sie prinzipiell jede Funktion umsetzen, die auch andere Programmiersprachen beherrschen. Der Name kommt von dem ungewöhnlichen und nur schwer lesbaren Code, welcher ursprünglich für sehr kleine Compiler entwickelt wurde.

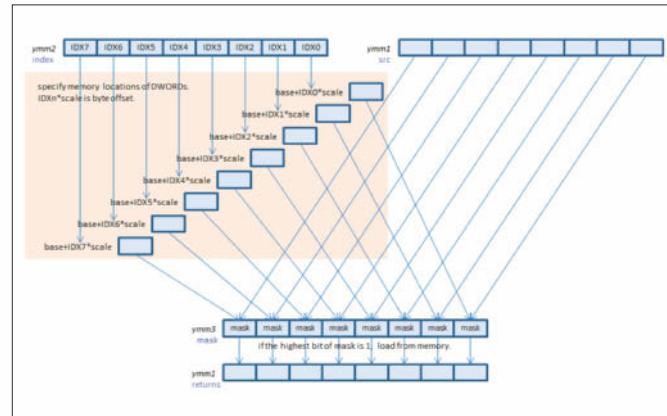
Ein ähnliches Prinzip wendet die Webseite [jsfuck](http://jsfuck.com) auf JavaScript-Skripte an. Sie wandelt JavaScript-Befehle in einen browserunabhängigen, ausführbaren Code um, der nur aus den sechs Elementen „[ ] () + !“ besteht. Das ist kein reiner Nonsense. Webmaster kann das helfen, da sie mit jsfuck ihre Maßnahmen gegen Cross-Site-Scripting-Angriffe und Code-Injections testen oder Teile des eigenen JavaScript-Codes für Dritte unkenntlich machen können.

(kim@ct.de)



## SSE- und AVX-Instruktionen grafisch aufbereitet

[officedaytime.com/simd512e](http://officedaytime.com/simd512e)



Mit jeder neuen Prozessorgeneration erweitern die Hersteller die Liste an SIMD-Befehlen. SIMD steht für „Single Instruction, Multiple Data“ – der Prozessor verarbeitet also in einem Schritt einen ganzen Vektor an Eingaben parallel. Wie viele Zahlen parallel verrechnet werden, hängt dabei von der Vektoreinheit ab (MMX und SSE 128 Bit, AVX 256 Bit, AVX512 512Bit). Die Befehle rechnen zudem mit Zahlenformaten von 64-Bit-Gleitkommazahlen bis vorzeichenlosen Integern mit 8 Bit (bei AVX512 dann 64 davon auf einen Streich).

Bei all diesen Varianten der Befehle ist es schwer, die Übersicht zu behalten. [simd512e](http://officedaytime.com/simd512e) fasst vergleichbare Befehle sinnvoll zusammen. Mit praktischen Blockdiagrammen visualisiert es dabei, welche Bits der Vektor-Register der Befehl als Eingaben verwendet und wo die Ausgaben landen. Die obere Grafik zeigt, an welche Stelle die Bits bei dem Befehl „VPGATHERDD“ mit 256-Bit-Integern geschrieben werden.

(pmk@ct.de)

## Teachable Machine 2.0

[teachablemachine.withgoogle.com](http://teachablemachine.withgoogle.com)

**Teachable Machine** ermöglicht einen spielerischen Einstieg in Machine Learning. Der Anwender kann der von Google stammenden Web-App beibringen, bestimmte Gesten zu erkennen. Dazu führt er diese Gesten vor seiner Webcam aus, um ein neuronales Netz zu trainieren. Nach der Trainingsphase gibt Teachable Machine abhängig von der erkannten Geste Bilder, Töne oder Sätze aus. c't hatte Teachable Machine in seiner ursprünglichen Form bereits in Ausgabe 21/2019 vorgestellt.

Die neue Version 2.0 kann mehr: Statt der bisherigen Begrenzung auf drei Muster stehen jetzt mehr Kategorien zur Verfügung und die trainierten Modelle können gespeichert und später weiter bearbeitet werden. Zudem lassen sich Audio-Modelle einspielen und trainieren. Auch ein Export nach Tensorflow.js oder Tensorflow Lite ist möglich. Da die gesamte Interaktion mit der Teachable Machine im Browser stattfindet, werden keine Daten zu Google hochgeladen.

(kim@ct.de)

# myLoc

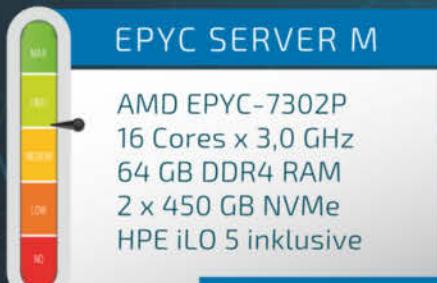
managed IT

## PROFESSIONAL DEDICATED EPYC SERVER

ENTERPRISE – SKALIERBAR – PERFORMANCE – DIE NEUEN AMD EPYC

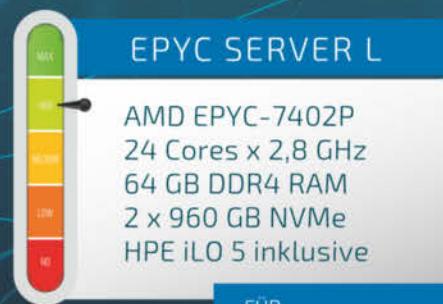


**50% RABATT  
FÜR DEN ERSTEN MONAT**



FÜR  
**64,99 €**  
IM ERSTEN MONAT  
DANACH 129,99€

GUTSCHEINCODE  
**MYLOC-CT-EPYC**



FÜR  
**94,99 €**  
IM ERSTEN MONAT  
DANACH 189,99€

**EPYC SERVER XL**

AMD EPYC-7502P  
32 Cores x 2,5 GHz  
64 GB DDR4 RAM  
2 x 1,92 TB NVMe  
HPE iLO 5 inklusive

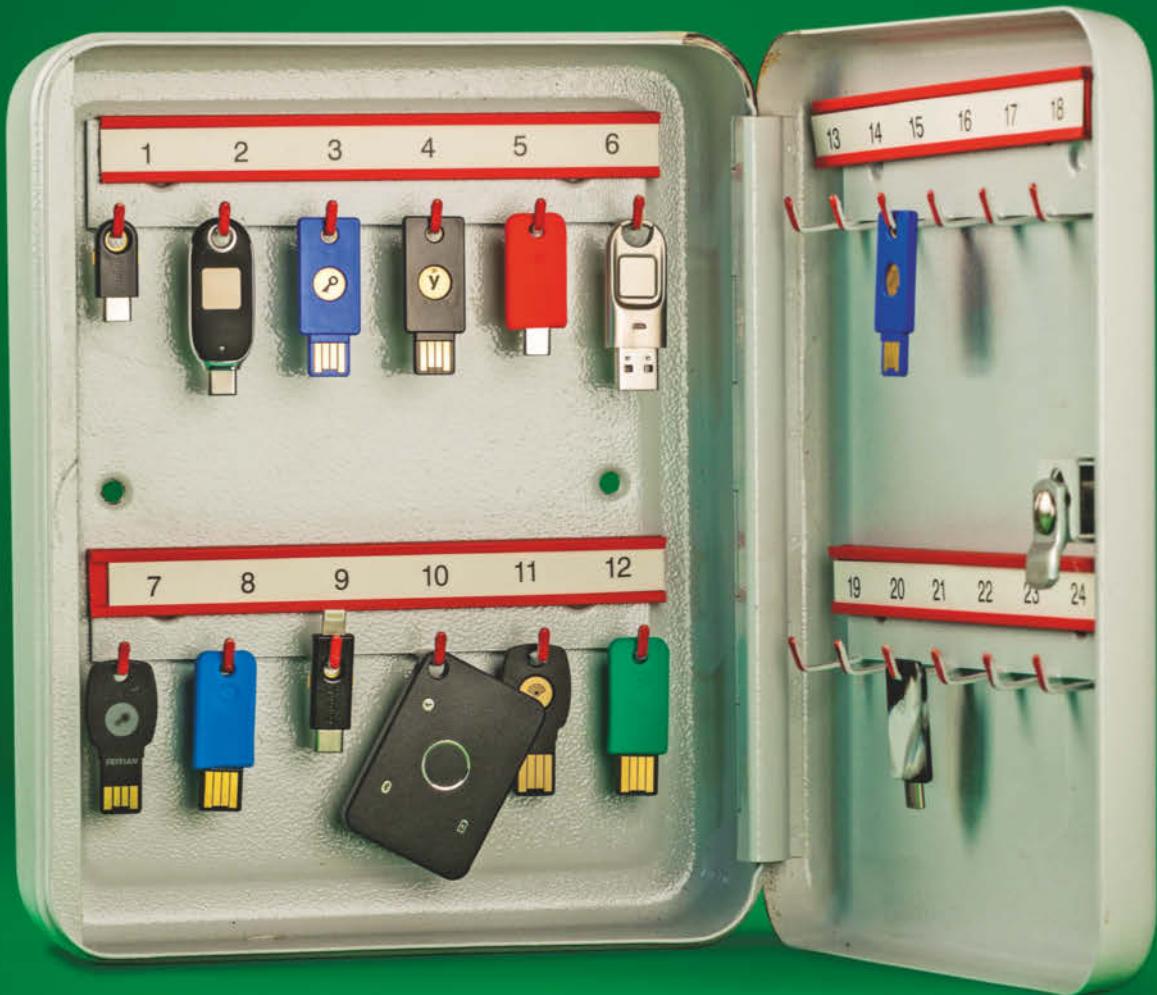
FÜR  
**124,99 €**  
IM ERSTEN MONAT  
DANACH 249,99€

**Hewlett Packard  
Enterprise**



# Online-Schlüssel

FIDO2-Sicherheitsschlüssel zum Einloggen mit und ohne Passwort



Marktübersicht FIDO2-Sticks ..... Seite 66  
FIDO2 einrichten und ausreizen ..... Seite 74  
YubiKey als OpenPGP-Smartcard ..... Seite 78

**Mit einem Sicherheitsschlüssel schützen Sie Ihre Accounts effektiv vor Phishing und Trojanern. Spielt der Dienst mit, können Sie sich sogar ohne Benutzername und Passwort einloggen. Manche Sticks eignen sich auch zur Mail-Verschlüsselung. Wir haben die derzeit erhältlichen Modelle ausprobiert, um Ihnen den Kauf zu erleichtern.**

**Von Ronald Eikenberg**

Das Login-Verfahren FIDO2 ist die Lösung für viele Probleme: Es schützt Ihre Online-Accounts vor Phishing, Trojanern und Passwortklaub. Dabei dient es entweder als zweiter Faktor zusätzlich zum Kennwort – oder sogar als Passwortersatz. Wenn der Dienst die technischen Möglichkeiten der neuen Technik ausreizt, dann können Sie sich die lästige Eingabe Ihres Benutzernamens und Ihres Passworts schenken. Wie komfortabel das sein kann, können Sie bereits bei den Microsoft-Diensten ausprobieren. Anfänglich klappte das nur mit dem Edge-Browser, inzwischen hat Microsoft das Einloggen ohne Passwort aber auch für andere Browser unter Windows 10 freigegeben.

Das FIDO2-Verfahren ist nicht nur sehr bequem, sondern auch sehr sicher. Sie authentifizieren sich mit einem sogenannten Sicherheitsschlüssel (oder auch Authenticator, zu Deutsch: Authentifikator) bei den Diensten. Zum Einloggen reicht oft ein Knopfdruck. Ist mehr Sicherheit gefragt, dann wird der FIDO-Schlüssel mit einer PIN entsperrt. So ist gewährleistet, dass eine unbefugte Person, der Ihr Schlüssel in die Hände fällt, sich nicht einfach in Ihre Accounts einloggen kann. Das Prinzip ist vergleichbar mit einer EC-

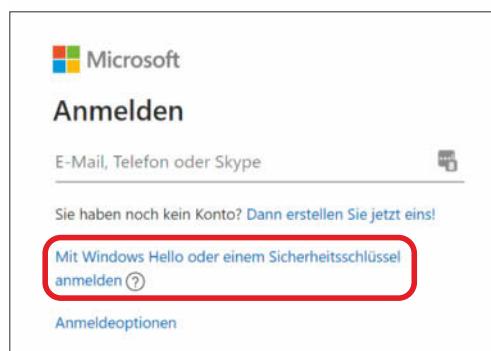
Karte: Da nur wenige Fehlversuche erlaubt sind, reicht eine vierstellige PIN aus. Bei FIDO2 sind auch längere, alphanumerische PINs erlaubt. Eingeben muss man sie etwa dann, wenn ein Dienst komplett auf die Eingabe von Benutzername und Passwort verzichtet. Noch bequemer wird es, wenn man die PIN-Eingabe durch Biometrie ersetzt und den Sicherheitsschlüssel einfach per Fingerabdruck entsperrt. Die Überprüfung erfolgt in jedem Fall lokal – der Dienst erfährt, dass Sie sich verifiziert haben und somit vertrauenswürdig sind, es wird jedoch niemals PIN oder Fingerabdruck übertragen. Die Technik hinter FIDO2 haben wir ausführlich in c't 18/2019 vorgestellt.

Dieses Mal geht es um die Sicherheitsschlüssel, die es bereits in allen Farben und Formen gibt. Am meisten verbreitet ist das USB-Stick-Format. Die einfachsten Ausführungen kosten rund 20 Euro und haben einen Knopf, über den man den FIDO2-Vorgang bestätigt. Ist eine PIN nötig, wird sie auf dem Rechner abgefragt. Wer ein paar Euro mehr ausgibt, bekommt Exemplare mit Fingerabdruckscanner, welche die PIN-Eingabe obsolet machen. Bei den Anschläßen ist fast alles vertreten, was derzeit möglich ist: Es gibt Sicherheitsschlüssel mit USB-A, USB-C, Lightning, Bluetooth und NFC. Man hat aktuell im Wesentlichen die Wahl

zwischen drei Herstellern: Feitian, Solo-Keys und Yubico. Jeder davon bietet etliche Modelle an – mit unterschiedlichen Anschlusskombinationen und oft auch unterschiedlichen Funktionen. Wir haben fast alle FIDO2-Sicherheitsschlüssel bestellt, die derzeit erhältlich sind und ausführlich getestet.

Das wichtigsten Kriterium bei der Auswahl der Produkte war Zukunftsicherheit. Denn nicht alle Sicherheitsschlüssel beherrschen etwa das Einloggen ohne Benutzername und Passwort, das in Zukunft nicht länger nur Microsoft angeboten wird, sondern hoffentlich viele weitere Dienste. Dazu muss der Authenticator in der Lage sein, bei der Registrierung den für den Dienst generierten Krypto-Schlüssel zu speichern, den sogenannten Resident Key. Kann der Authenticator das nicht, wird der Krypto-Key verschlüsselt beim Anbieter abgelegt. Dann muss der Authenticator den Key bei jeder Anmeldung zunächst beim Dienst abholen, wozu der Anwender mindestens seinen Benutzernamen eintippen muss – anders kann der Dienst nicht den richtigen Key herausuchen.

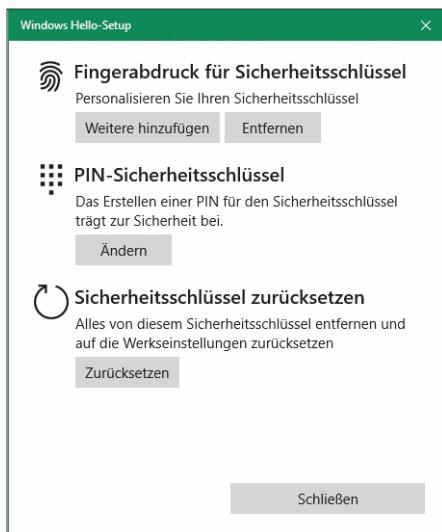
Eine weitere wichtige Funktion ist die User Verification. Ein Dienst kann verlangen, dass sich der Nutzer durch PIN, Fingerabdruck oder Gesichtsscanner gegenüber dem Authentifikator verifiziert. Und zwar auch dann, wenn keine Resident Keys zum Einsatz kommen. Wer auf der sicheren Seite sein will, sollte also zu einem Sicherheitsschlüssel greifen, der sowohl Resident Keys speichern kann als auch die User Verification beherrscht. Insbesondere alte Authentifikatoren können weder das eine noch das andere. Sind sind nur „FIDO U2F“-zertifiziert (auch FIDO1 genannt) und außen vor, sobald ein Dienst von den mit FIDO2 eingeführten Funktionen Gebrauch macht. U2F-Authentifikatoren sind derzeit noch massenhaft im Verkauf, Sie sollten beim Kauf also genau hinsehen.



**Benutzername und Passwort? Nicht nötig. Wer einen FIDO2-Stick im Einsatz hat, klickt einfach auf „Mit Windows Hello oder einem Sicherheitsschlüssel anmelden“.**



**Simple FIDO2-Authentifikatoren wie den Security Key von Yubico bekommt man schon für 20 Euro.**



**Windows 10 kann FIDO2-Schlüssel ohne Zusatztools konfigurieren. Suchen Sie im Startmenü nach „Sicherheitsschlüssel einrichten“.**

Der FIDO2-Vorgänger U2F ist als zweiter Faktor konzipiert, das Einloggen ohne Passwort klappt damit nicht. Da der Standard älter als FIDO2 ist, unterstützen ihn mehr Dienste. Wer möglichst viele Accounts per Sicherheitsschlüssel absichern will, kommt daher derzeit nicht an U2F vorbei. Es nutzt eine andere Browser-Schnittstelle als FIDO2, welche Authenticator und Browser unterstützen müssen. Die gute Nachricht ist, dass fast alle FIDO2-Sicherheitsschlüssel auch U2F beherrschen. Das unterscheidet sie übrigens von den internen Sicherheitsschlüsseln von Windows 10, Android und macOS (siehe c't 18/2019, S. 20).

Viele Sicherheitsschlüssel belassen es nicht dabei, ihren flexiblen Security-Chip für FIDO2 und U2F zu nutzen. Die Yubi-Keys von Yubico bieten allerlei Zusatzfunktionen, die mit Authentifizierung und Verschlüsselung zu tun haben, etwa die Erzeugung von Einmalpasswörtern nach dem OTP-Verfahren oder den Einsatz als OpenPGP-Smartcard. Mehr zur Nutzung der OTP-Funktion finden Sie ab Seite 74, den Einsatz als OpenPGP-Smartcard beschreiben wir ab Seite 78. Besonders zukunftssicher sind die Solo-Authenticators von SoloKeys: Ihre Firmware steht nicht nur unter einer Open-Source-Lizenz, sie lässt sich auch nachträglich aktualisieren. Auf diese Weise kann der Hersteller neue Funktionen nachliefern. Feitian hat als einziger Hersteller Sicherheitsschlüssel mit Bluetooth und Fingerabdruckscanner im Sortiment. Hier sind die Unterschiede

innerhalb der Produktpalette am größten. Wir stießen auf viel Licht, aber auch auf viel Schatten.

### SoloKey

Die Solo-Familie von SoloKeys setzt voll und ganz auf Open Source: Sowohl Hard- als auch Software sind quelloffen. Wer möchte, kann sich mit dem auf GitHub veröffentlichten Material selbst einen **Solo**-Authentifikator bauen und sogar die Firmware anpassen. Das ist aber gar nicht nötig, denn das fertige Produkt aus dem SoloKeys-Webshop ist gut verarbeitet und zählt mit Preisen ab 20 Euro zu den günstigsten FIDO2-Schlüsseln am Markt. Dafür bekommt man die klassische USB-A-Variante, der Solo mit USB-C kostet 5 Euro mehr. Wer sich mehr Flexibilität wünscht und den Solo-Schlüssel auch kontaktlos per NFC nutzen möchte, der greift zum **Solo Tap**. Mit USB-A kostet der 35 Euro, die C-Variante ist wieder 5 Euro teurer.

Abgesehen von den Anschlussmöglichkeiten sind die Solos identisch, auf ihnen läuft die gleiche Firmware und als Herzstück dient der Mikrocontroller STM32L432 von STMicroelectronics. Im Lieferumfang befinden sich zwei Silikonüberzieher in Rot und Schwarz, ein Set mit sechs weiteren Farben kann man für 2 Euro dazu bestellen. Das ist nicht nur modisch, sondern in einer Familie oder Firma, in der mehrere Solos im Einsatz sind, auch ungemein praktisch. Die Solos haben unsere FIDO2-Tests mit Bravour

bestanden und eignen sich folglich auch fürs Einloggen ohne Benutzername und Passwort, wie es aktuell bereits bei den Microsoft-Diensten angeboten wird.

Darüber hinaus handelt es sich um die einzigen uns bekannten Authenticator, bei denen man auf Firmware-Updates und neue Funktionen hoffen darf. So erklärte der Hersteller gegenüber c't, dass er bereits an einer OpenPGP-Unterstützung arbeitet, was wir anhand des GitHub-Accounts des Projekts nachvollziehen konnten. Damit würde man den Solo als virtuelle Smartcard für OpenPGP nutzen können, also zur sicheren Verwahrung des geheimen Krypto-Schlüssels. Klassische Einsatzgebiete sind das Verschlüsseln und Signieren von Mails und Dateien. Die YubiKeys können das jetzt schon, sie sind allerdings eine ganze Ecke teurer (siehe Seite 78).

Die Firmware aktualisiert man am einfachsten über die Website update.solokeys.com, welche offenbar die Web-Authn-API des Browsers zweckentfremdet. Abgesehen davon, dass während des Vorgangs immer wieder der FIDO2-Dialog aufpoppt, funktioniert das einwandfrei. Alternativ kann man ein Kommandozeilenprogramm nutzen, in Kürze soll man das Update auch über ein GUI-Tool anstoßen können. Wer mit der Firmware experimentieren möchte, bekommt den Solo auch als Hacker Edition ohne gesperrten Bootloader. Diesen kann man nachträglich in die reguläre Version umwandeln.

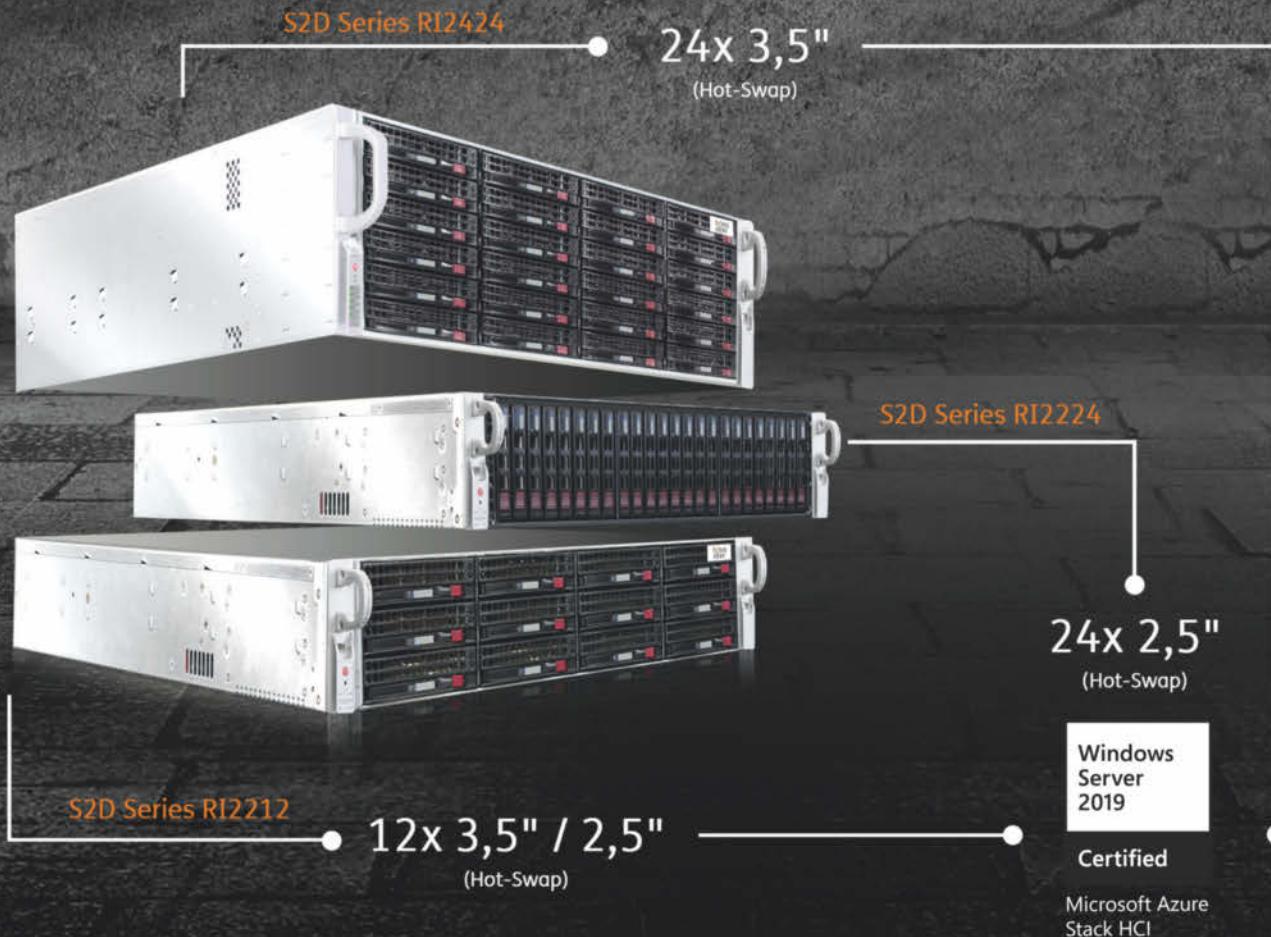


Die Solos von SoloKeys gibt es mit USB-A und USB-C, jeweils auch als Solo Tap mit NFC. Man kann sie bunten Überziehern personalisieren.

# Passender wird's nicht!

## Zertifizierte S2D Rack-Server Serie

Mit Windows Server 2019 und Storage Spaces Direct (S2D) realisieren Sie auch anspruchsvolle SDS- und HCI-Projekte ganz ohne Software von Drittanbietern. Die passenden Hardware-Bausteine finden Sie ab sofort bei Thomas-Krenn.



Jetzt erhältlich!

Im **Thomas-Krenn-Onlineshop**  
[thomas-krenn.com/serie](http://thomas-krenn.com/serie)

Kontaktieren Sie uns:

+49 (0) 8551.9150-300

**THomas  
KRENN®**



Mit NFC kann man  
manche Sicherheits-  
schlüssel drahtlos am  
Smartphone und  
Rechner nutzen.

Etwas Anlass für Kritik gibt es aber auch: Um den Knopf der Solos zu betätigen, ist recht viel Druck nötig, der durch die Hebelwirkung verstärkt am USB-Anschluss ankommt. Um eine Beschädigung zu vermeiden, sollte man den Solo mit Daumen und Zeigefinger in die Zange nehmen, wenn man den Knopf drückt. Die USB-A-Version ist sehr robust, da der Anschluss fester Bestandteil des Boards ist. USB-C ist hingegen aufgelötet und weniger stabil.

## Yubico

Yubico versucht seit vielen Jahren, Krypto-Sticks zur Authentifizierung zu etablieren und bringt entsprechend viel Erfah-

rung mit. Die gesamte Produktpalette ist bereits FIDO2-tauglich. Das günstigste Modell ist der blaue **Security Key** für 20 Euro mit USB-A, der alle wichtigen FIDO2-Funktionen beherrscht. Für 7 Euro mehr bekommt man eine NFC-Version. Der Security Key hat all unsere Tests bestanden, einschließlich der Anmeldung bei Microsoft ohne Benutzername und Passwort. Die Verarbeitung ist gut und der Stick ist robust. Laut Hersteller kann ihm auch Wasser nichts anhaben. Sein Knopf lässt sich durch eine sanfte Berührung ohne Druck betätigen.

Der Stick lässt sich mit Windows 10 und dem YubiKey Manager (Windows, macOS, Linux) konfigurieren, welcher zu-

mindest unter Windows mit Admin-Rechten laufen muss. Bei der Bestellung ist volle Aufmerksamkeit gefragt: Es gibt auch einen Security Key ohne FIDO2, der nur das ältere U2F-Verfahren beherrscht. Das neue Modell unterscheidet sich äußerlich nur durch eine blasse 2 von dem Vorgänger, die Ziffer befindet sich oberhalb des Knopfs. Die NFC-Version gibt es nur mit FIDO2.

Wenn es ein bisschen mehr sein darf, wird man ebenfalls bei Yubico fündig. Die **YubiKey-5-Serie** ist nicht nur FIDO2-tauglich, sie bringt zudem viele potenziell nützliche Extras mit. Die Sticks arbeiten als OpenPGP-Smartcard und nach dem PIV-Standard. Zudem können Sie Einmal-Passwörter nach dem OTP-Verfahren generieren. Das kann man bei manchen Webdiensten als zweiten Faktor nutzen oder zur Absicherung eines Passwort-Managers wie KeePass (siehe S. 74). Darüber hinaus nehmen die YubiKeys ihrem Besitzer auf Wunsch das Eintippen eines langen, statischen Passworts ab, etwa um die Festplattenverschlüsselung aufzusperren. Alle Funktionen werden über den YubiKey Manager verwaltet. Damit kann man auch die Taste des Sticks doppelt belegen, sodass ein kurzes Tippen und ein Gedrückthalten unterschiedliche Aktionen auslösen.

## FIDO2-Sicherheitsschlüssel

	<b>① Solo USB-A</b>	<b>② Solo Tap USB-A</b>	<b>③ Solo USB-C</b>	<b>④ Solo Tap USB-C</b>	<b>⑤ Security Key</b>	<b>⑥ Security Key NFC</b>	<b>⑦ YubiKey 5 NFC</b>	<b>⑧ YubiKey 5C</b>	<b>⑨ YubiKey 5Ci</b>	<b>⑩ YubiKey 5C Nano</b>	<b>⑪ YubiKey 5 Nano</b>	<b>⑫ ePass FIDO (4KB)</b>	<b>⑬ BioPass FIDO Security Key USB-A</b>	<b>⑭ BioPass FIDO Security Key USB-C</b>	<b>⑮ AllInPass FIDO2</b>
Hersteller	SoloKeys	SoloKeys	SoloKeys	SoloKeys	Yubico	Yubico	Yubico	Yubico	Yubico	Yubico	Yubico	Feitian	Feitian	Feitian	Feitian
Preis (circa)	20 €	35 €	25 €	40 €	20 €	27 €	45 €	50 €	70 €	60 €	50 €	34 €	54 €	54 €	120 €
USB-A / USB-C / Lightning	✓ / - / -	✓ / - / -	- / ✓ / -	- / ✓ / -	✓ / - / -	✓ / - / -	✓ / - / -	- / ✓ / -	- / ✓ / ✓	- / ✓ / -	✓ / - / -	✓ / - / -	✓ / - / -	- / ✓ / -	- / ✓ / -
NFC / Blue- tooth	- / -	✓ / -	- / -	✓ / -	- / -	✓ / -	✓ / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	- / -	✓ / ✓
PIN / Fin- gerabdruck	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Resident Keys / U2F	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / -
OpenPGP- Smartcard / OTP	- <sup>2</sup> / -	- <sup>2</sup> / -	- <sup>2</sup> / -	- <sup>2</sup> / -	- / -	- / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	- / -	- / -	- / -	- / -
<b>Bewertung</b>															
Kompatibi- lität	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	○
Bedienung	○	○	○	○	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Extra-Funk- tionen	⊕	⊕	⊕	⊕	○	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	○	○	○	○
Robustheit	⊕⊕	⊕⊕	○	○	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕

<sup>1</sup> USB-C-Buchse      <sup>2</sup> angekündigt als Firmware-Update

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden



## WEIHNACHTSKLASSIKER

auf Knopfdruck



# WERBEFREIE WEIHNACHTSUNTERHALTUNG

Mit Save.TV Fernseh-Highlights aufnehmen & dann ansehen, wann, wo & wie Sie möchten. Ohne Werbung & in HD-Qualität.

Ihr Digital Deal bis 31.12.2019:

Save.TV 2 Monate kostenlos testen

Bei Weiternutzung sparen Sie 50% & nutzen Save.TV so für 4,99 € monatlich.

ATTRAKTIVES  
GEWINNSPIEL  
ab 01.12.2019



Los, holen Sie sich den Deal unter:  
**WWW.SAVE.TV/DIGITALDEALS**



Bei Yubico hat man die Qual der Wahl: Neben den blauen Security Keys bietet das Unternehmen FIDO2-taugliche YubiKeys mit allerhand Zusatzfunktionen an.

Das günstigste Modell der Reihe ist der **YubiKey 5 NFC** für 45 Euro. Seine Bauform entspricht dem Security Key, er ist allerdings schwarz. Er ist mit USB-A und NFC ausgestattet. Für fünf Euro mehr gibt es den **YubiKey 5 Nano**, der zwar nur USB-A beherrscht, dafür aber fast vollständig im USB-Port verschwindet. Den Winzling steckt man in den seitlichen USB-Port eines Notebooks – und lässt ihn da. Man bekommt ihn nämlich nur schwer wieder raus. Einzig eine kupferfarbene Kontaktfläche ragt heraus, die als Knopf dient.

Das Gleiche gibt es mit dem **5C Nano** auch für USB-C. Er hingegen ist nur an zwei kleinen Stellen oben und unten berührungsempfindlich, wodurch man ihn nicht so leicht versehentlich auslöst. Die kleine USB-C-Version kostet 60 Euro. Soll der YubiKey nicht dauerhaft im Notebook transportiert werden, greift man besser zu dem größeren **5C** fürs Schlüsselbund, der genug Grifffläche bietet, um ihn nach der Nutzung wieder abzuziehen.

In puncto Funktionsumfang sind alle aktuellen YubiKey-Modelle identisch. Beim Kauf müssen Sie darauf achten, dass es sich um die aktuelle Generation handelt, da man sie optisch kaum von ihren Vorgängern unterscheiden kann. Ein Fehlkauf wäre ärgerlich, da die alten Modelle kein FIDO2 sprechen. Im Zweifel können Sie mit dem YubiKey Manager überprüfen, um welches Modell es sich handelt.

Last, but not least wäre da noch der **YubiKey 5Ci**, der etwas aus der Reihe tanzt. Das mit 70 Euro derzeit teuerste Modell hat zwei Gesichter wie ein Januskopf: auf der einen Seite USB-C, auf der anderen einen Lightning-Anschluss, durch den er auch mit iPhones und iPads sprechen kann. Damit

kann man FIDO2 unter iOS nutzen, sofern man den Brave Browser aus dem App Store installiert. Künftig sollen iPhone-Nutzer FIDO2 auch über NFC nutzen können. Wer etwas warten kann, kann sich also den Kauf der teuren 5Ci-Version sparen.

Die Firmware der YubiKeys ist fest vernagelt und lässt sich nicht aktualisieren. Das kann dazu führen, dass man eine ältere Firmware-Version erwischt, wenn das Gerät schon länger im Lager auf einen Käufer wartete.

### Feitian

Der dritte große Hersteller von FIDO2-Sicherheitsschlüsseln ist Feitian. Die Produktpalette des Unternehmens ist groß und unübersichtlich, wer sich hindurchwühlt, stößt jedoch auf ein paar spannen-

de Geräte – etwa mit Fingerabdruckleser und Bluetooth. Da die Produkte hierzu lande nur schwer zu bekommen sind, bestellten wir unsere Auswahl direkt im Webshop des chinesischen Herstellers.

Auch Feitian hat einfache FIDO2-Authentifikatoren im Sortiment, so etwa den **ePass FIDO (A4B)** mit USB-A für rund 34 Euro. Der Stick ist der Form eines Schlüssels nachempfunden und liegt angenehm in der Hand. Der Knopf ist besonders elegant umgesetzt, nämlich unsichtbar. Man berührt einfach die Kunststoffoberseite an der markierten Stelle. Unsere Testszenarien hat der Stick mühelos bewältigt. Einen Fehlkauf landeten wir mit der optisch ähnlichen NFC-Version namens K9, die geringfügig günstiger ist: Obwohl auf deren Produktseite das Logo „FIDO2 certified“



Auch Feitian führt eine große Auswahl an FIDO2-Schlüsseln, darunter sogar Modelle mit Bluetooth. Um die beiden Modelle rechts sollte man einen Bogen machen.

prangt, beherrscht dieses Modell nur den älteren U2F-Standard. Auch das USB-C-Modell K21 für rund 45 Euro hat nicht geglänzt. Unser Exemplar wurde zwar von der FIDO2-Schnittstelle der Betriebssysteme und Browser entdeckt, funktionierte aber nicht. Die beiden Fehlkäufe haben wir nicht in die Tabelle aufgenommen.

Wir ließen uns davon nicht entmutigen und probierten auch noch die anderen drei Geräte aus der Lieferung aus, die allesamt mit einem Fingerabdruckleser ausgestattet sind. Die beiden Sicherheitsschlüssel **BioPass FIDO USB-A (K27)** und **BioPass FIDO USB-C (K26)** für jeweils rund 54 Euro ähneln sich äußerlich überhaupt nicht, sind jedoch offenbar aus dem gleichen Holz geschnitten – bei unseren umfangreichen Tests verhielten sie sich identisch. Die USB-A-Variante ist metallisch golden, während bei der USB-C-Version matter schwarzer Kunststoff dominiert. In beiden Fällen ist die Verarbeitung hochwertig, die Geräte haben eine angenehme Haptik. Um den Fingerabdruckleser nutzen zu können, mussten wir zunächst eine PIN setzen. Die Konfiguration ging mit Windows 10 ohne zusätzliche Hilfsmittel von der Hand. Im alltäglichen Einsatz funktionierte die Authentifizierung per Fingerabdruck zuverlässig und problemlos. Immer dann, wenn eigentlich eine PIN verlangt werden würde, konnten wir einfach einen der zuvor registrierten Finger nutzen. Das ist etwa beim passwortfreien Microsoft-Login der Fall oder wenn eine Webanwendung die „User Verification“ fordert. Ob der aktuelle Vorgang für einen einfachen Knopfdruck oder eine Nutzerverifikation steht, erkennt man an der Blinkgeschwindigkeit der LED. Wird der Fingerabdruck überprüft, blinkt sie schnell, sonst langsam. Bei U2F-Aktionen wird der Finger immer überprüft.

Der **AllinPass FIDO2** ist die eierlegende Wollmilchsau unter den Sicherheitsschlüsseln: Das Gerät hat das Format einer Garagentorfernbedienung, spricht NFC und Bluetooth, zudem hat es eine USB-C-Buchse. Außerdem ist ein Fingerprint-Scanner an Bord. Diese Vielfalt hat allerdings auch ihren Preis: fast 120 Euro. Unter Windows 10 funktionierte der AllinPass bei uns gut, wir konnten FIDO2 sowohl über USB und NFC als auch über Bluetooth nutzen. Nach wenigen Sekunden im Bluetooth-Betrieb schläft es allerdings ein und man muss es mit Knopfdruck auf der rechten Seite aufwecken. Als einziger von uns untersuchter Sicherheits-



Hat der Sicherheitsschlüssel einen Fingerabdruckscanner, kann man sich die Eingabe der PIN sparen.

schlüssel ist der AllinPass FIDO2 nicht abwärtskompatibel zum U2F-Standard, welcher nach wie vor sehr verbreitet ist. Ferner ist es uns nicht gelungen, das Gerät zuverlässig unter einem anderen Betriebssystem als Windows zu nutzen, ganz gleich über welche Schnittstelle. Die anderen Authentifikatoren funktionieren auf den anderen Plattformen in aller Regel ohne weitere Klimmzüge. Das Gesamtbild ist durchwachsen. Wer nicht gerade auf die Bluetooth-Funktion angewiesen ist, sollte sich besser nach einem anderen Sicherheitsschlüssel umsehen.

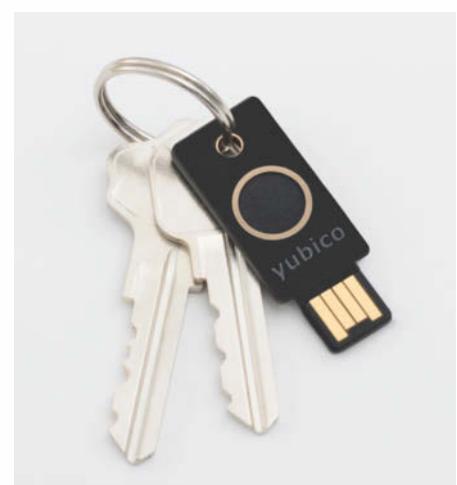
### Blick in die Zukunft

Die Auswahl an FIDO2-Sicherheitsschlüsseln ist erfreulich groß. Unter den vorgestellten Produkten ist vermutlich für jeden Geschmack etwas dabei: Soll es einfach nur funktionieren, dann ist der günstige und robuste **Yubico Security Key** als FIDO2-Edition eine gute Wahl. Den kann man auch Freunden und Verwandten zur Absicherung der wichtigsten Accounts in die Hand drücken. Wer Wert auf Open Source und Update-Fähigkeit legt, ist bei den **SoloKeys** an der richtigen Adresse. Einen großen Funktionsumfang bieten die **YubiKeys** der 5er-Serie. Diese kann man schon jetzt nutzen, um PGP-Keys zum Verschlüsseln von Mails sicher zu verwahren (siehe S. 78). Fingerabdruckscanner und eine edle Verarbeitung findet man bei den **BioPass-Sticks von Feitian**.

War unter unserer Auswahl noch nicht der passende Authentifikator dabei, dann könnte sich das Warten lohnen: So steht etwa der **SoloKeys Somu** mit USB-A

kurz vor der Auslieferung, der den Formfaktor des winzigen YubiKey 5 Nano mit der Open-Source-Firmware des Solo vereint. Auch der Berliner Hersteller **Nitrokey** will noch in diesem Jahr einen FIDO2-Authenticator ausliefern. Auf dem Gerät läuft die Solo-Firmware, an deren Weiterentwicklung sich Nitrokey beteiligt hat. Beide liegen im Preisbereich von 30 bis 40 Euro. Yubico bleibt ebenfalls umtriebig und hat gleich zwei neue FIDO2-Sicherheitsschlüssel angekündigt: zum einen den **Yubikey 5C NFC** mit USB-C und NFC, zum anderen den **YubiKey Bio**, den ersten YubiKey mit Fingerabdruckscanner. Für beide Modelle hat der Hersteller bisher weder Preise noch Termine bekanntgegeben.

(rei@ct.de) ct



Demnächst will Yubico auch einen YubiKey mit Fingerabdruckerkennung verkaufen.



# Zweifach abgesichert

## FIDO2-Hardware einrichten und ausreizen

Mit den vorgestellten USB-Sicherheitsschlüsseln können Sie schon jetzt viele Dienste absichern – auch solche, die noch kein FIDO2 unterstützen.

Von Jan Mahn

**E**in zweiter Faktor für Onlinedienste erhöht die Sicherheit ungemein – kommt das Kennwort in falsche Hände, braucht ein Angreifer immer noch einen weiteren Faktor, um sich Zugang zu verschaffen. Mit dem Kauf eines der FIDO2-Sticks, die wir ab Seite 66 vor-

stellen, und dem Einrichten von FIDO2 als zweiten Faktor bei zwei oder drei Webdiensten hat man noch lange keine zuverlässige und sichere Rundum-sorglos-Lösung für das Anmelden im Internet.

Das Problem beginnt schon damit, dass FIDO2 als sehr neue Technik bisher nur bei wenigen Anbietern konfiguriert werden kann. Die Sticks können dennoch ein wichtiger Baustein in einer privaten Sicherheitsstrategie sein – weil sie oft noch mehr können als nur FIDO2. Die Einrichtung ist aber eher ein Wochenend- als ein spontanes Feierabendprojekt. Drei Fragen sollte man sich vorab stellen, bevor man den erstbesten Stick bestellt:

– Wie sichere ich Dienste ab, die noch kein FIDO2, dafür aber andere Verfahren als zweiten Faktoren unterstützen?

– Wie melde ich mich zukünftig auf meinen mobilen Geräten und von fremden Computern an?

– Was mache ich, wenn ich mein Handy oder einen Hardware-Authenticator verliere?

Am besten beginnt man mit einer Inventur aller Webdienste, die einem so wichtig sind, dass man sie bestmöglich absichern möchte. In einer Tabelle trägt man zusammen, ob der Dienst überhaupt irgend eine Form von zweitem Faktor unterstützt. Dabei hilft ein Blick auf die Website [twofactorauth.org](http://twofactorauth.org). Sie wird von einer großen Community gepflegt, listet zahl-

reiche Seiten auf und stellt übersichtlich dar, welche Verfahren verfügbar sind. Hinter der Spalte „Hardware Token“ verbergen sich FIDO2 oder der Vorgänger U2F. Mit „Software Token“ in der Tabelle ist meist das Verfahren OATH-TOTP gemeint – wie Sie dieses Verfahren mit einem Hardware-Stick einrichten, erfahren Sie im Abschnitt „Komplizierterer zweiter Faktor“. Außerdem gibt es SMS, Anruf und eine Bestätigungs-mail als mögliche zweite Faktoren.

Auch ein Blick in die Weboberflächen der Dienste oder die Dokumentation hilft. Den Dialog zum Einrichten des zweiten Faktors findet man in den Einstellungen meist unter einem Menüpunkt wie „Sicherheit“ oder „Konto“. In der Tabelle sollte man sich außerdem notieren, welche E-Mail-Adresse man hinterlegt hat – an diese wird meist die Mail für Kennwortrücksetzungen geschickt.

Haben Sie eine Tabelle mit allen Accounts zusammengestellt, können Sie mit der systematischen Einrichtung beginnen. Spätestens jetzt ist es an der Zeit, einen Kennwortmanager einzusetzen und diesem die Verwaltung zu überlassen. Eine Übersicht über Passwortmanager (mit und ohne Mobilgeräte-Synchronisierung) haben wir bereits veröffentlicht [1]. Insbesondere die Dienste, die gar keinen zweiten Faktor anbieten, sollten ein zufällig ausgewürfelter und vor allem einmaliges Kennwort bekommen. Mehr kann man hier nicht tun – außer darauf zu achten, dass zumindest der E-Mail-Account, an den Rücksetz-Mails verschickt werden, mit einem zweiten Faktor abgesichert wird. Verlangt ein Dienst Sicherheitsfragen zum Zurücksetzen (zum Beispiel „Wie lautet der Mädchennname Ihrer Mutter?“), kann man hier nicht so leicht zu erratende Fantasieantworten hinterlegen und diese als Notizeintrag im Kennwortmanager ablegen – den wahren Namen könnte man mit etwas Aufwand und Recherche in sozialen Netzwerken in Erfahrung bringen. Die meisten Kennwortmanager beherrschen Freitexteinträge.

### Einfacher zweiter Faktor

Versteht ein Dienst bereits FIDO2, ist die Einrichtung eines zweiten Faktors schnell erledigt. Die Dialoge in den Einstellungsseiten führen Sie durch den Prozess und ähneln einander: Stick einstecken, Knopf betätigen, fertig. Auf Seite 76 sehen Sie beispielsweise den Dialog in einem Google-Account. Niemals dürfen Sie es bei

nur einem zweiten Faktor belassen. Verlassen Sie sich auf nur einen FIDO2-Stick, haben Sie ein mittelschweres Problem, sobald Sie diesen verlieren. Im besten Fall haben Sie einen Stick für den Alltag und einen zweiten, den Sie zu Hause an einem sicheren Ort aufbewahren.

Viele Dienste zeigen Ihnen nach der Einrichtung Rücksetzcodes und empfehlen eindringlich, diese auszudrucken – am besten erledigen Sie das sofort und vertagen diese lästige Pflicht nicht auf später. Bei Google, Facebook & Co. brauchen Sie keine Hoffnung zu haben, über die Hotline oder nette Briefe wieder an Ihren Account zu kommen, sollten Sie Ihren einzigen zweiten Faktor verlegt haben.

Als FIDO2-Authenticator können nicht nur Hardware-Token dienen, sondern auch Android-Smartphones, -Tablets, Windows-PCs und einige MacBooks. Sie haben einen Chip, der meist als „Trusted Platform Module“ bezeichnet wird. Dort liegt dann der private Schlüssel in einer nicht auslesbaren Form und wird zum Lösen der FIDO2-Challenges genutzt. Damit können Sie mehrere der eingangs gestellten Fragen auf einmal beantworten: Sie können unterwegs auf Ihre Accounts zugreifen und haben einen Stick für den PC zu Hause und als Backup-Zugang, wenn das Handy mal verschwindet.

Unter Android brauchen Sie ein aktuelles Gerät mit Android 7 oder höher. Das Hinterlegen des Geräts bei einem

Dienst funktioniert genauso wie das Hinzufügen eines Sticks in den jeweiligen Einstellungen. Unter macOS müssen sehr spezielle Anforderungen erfüllt sein, um den eingebauten Security-Chip für FIDO2 zu nutzen: Sie brauchen ein MacBook Pro mit Fingerabdrucksensor und eine aktuelle Ausgabe von Google Chrome als Browser. Beim Hinzufügen eines Authenticators fragt der Browser, ob er einen Stick oder den per Fingerabdruck gesicherten internen Krypto-Chip nutzen soll.

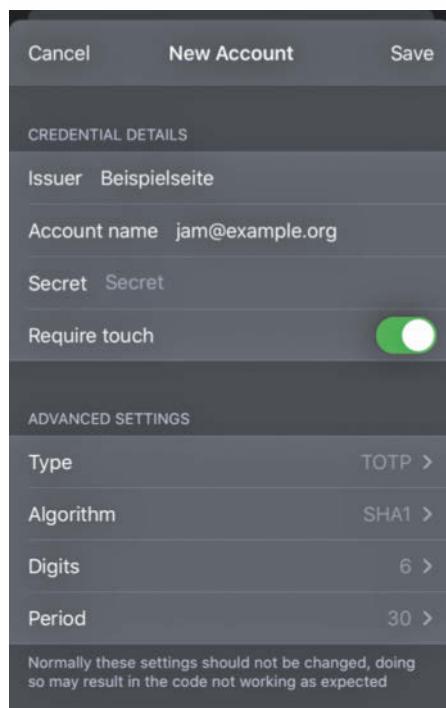
Wenn Sie mehrere FIDO2-Geräte pro Dienst einrichten, sollten Sie sich überlegen, welche Geräte Sie häufig zusammen transportieren – verschwindet am Flughafen der Rucksack mit Laptop, Handy und eingestecktem FIDO2-Stick, haben Sie ein Problem. Mindestens eine Reserve sollte immer an einem sicheren Ort liegen. Auch hier empfiehlt es sich, diese Überlegungen penibel in der Tabelle zu notieren.

### Komplizierterer zweiter Faktor

Bevor FIDO2 erfunden wurde, waren Einmalkennwörter das Mittel der Wahl und viele Dienste unterstützen diesen zweiten Faktor noch immer. Das Verfahren wurde von der „Initiative For Open Authentication“ (OATH) entwickelt und tritt in zwei Ausprägungen auf. Der Online-Dienst erstellt ein Geheimnis, eine lange Zeichenkette. Diese überträgt der Nutzer

Backup and Sync	Docs	SMS	Phone Call	Email	Hardware Token	Software Token
Apple iCloud	✉	✓	✓			✓
Backblaze	✉	✓				✓
Box	✉	✓				
CloudApp		Tell them to support 2FA	<a href="#">on Twitter</a>	<a href="#">on Facebook</a>	<a href="#">via Email</a>	
CrashPlan		Tell them to support 2FA	<a href="#">on Twitter</a>	<a href="#">on Facebook</a>		
Degoo		Tell them to support 2FA	<a href="#">on Twitter</a>	<a href="#">on Facebook</a>	<a href="#">via Email</a>	
Dropbox	✉	✓			✓	✓
Evernote	⚠	✉	✓			✓
Files.com	✉	✓			✓	✓
FileThis		Tell them to support 2FA	<a href="#">on Twitter</a>	<a href="#">on Facebook</a>		
Google Drive	✉	✓	✓		✓	✓

Die Seite [twofactorauth.org](http://twofactorauth.org) zeigt, welcher Dienst welche Verfahren für Zwei-Faktor-Authentifizierung unterstützt.



**Der Yubico Authenticator speichert die Daten für OATH-TOTP auf dem YubiKey, nicht auf dem Handy.**

an eine App (auf einem Computer oder Smartphone), die es möglichst sicher speichern muss. Bei einer Anmeldung generiert die App mithilfe des Geheimnisses ein Einmalkennwort, das der Nutzer abtippen muss. Damit beweist er, dass er im Besitz des Geheimnisses ist. Bei OATH-TOTP wird der aktuelle Zeitstempel dafür benutzt, bei OATH-HOTP wird ein Zähler hochgezählt und der Server kann so sicherstellen, dass das Kennwort wirklich nur einmalig benutzt werden kann. Am häufigsten findet man im Alltag das zeitbasierte OATH-TOTP.

Die Schwachstelle ist die Sicherung des Geheimnisses. Die am weitesten verbreitete App für diese Anwendung ist „Google Authenticator“. Sie speichert das Geheimnis auf dem Gerät – ist es defekt, kommt man ohne Backup nicht mehr an die Geheimnisse. Dass das Geheimnis das Telefon niemals verlässt, kann man als Nutzer ebenfalls nur hoffen. Ganz sicher sein kann man sich nie. Ist das Telefon verloren, können Angreifer das Geheimnis unter Umständen sogar im ausgeschalteten Zustand aus dem Speicher extrahieren. Kurzum: Es gibt Angriffspotenziale, wenn das Geheimnis auf dem Handy gespeichert wird.

Hier kommen FIDO2-Sticks mit gewissen Zusatzfunktionen ins Spiel: Die Sticks aus der Serie YubiKey 5 von Yubico verstehen nämlich auch OATH. Dafür brauchen Sie die kostenlose App „Yubico Authenticator“, die Sie über ct.de/ybgr für Windows, macOS, Linux, iOS und Android finden. Die App dient nur als Schnittstelle und speichert selbst nichts – das überlässt sie dem YubiKey. Dieser hat 32 Speicherplätze für OATH-Geheimnisse, die er so ablegt, dass man sie später nicht wieder auslesen kann. Auch das Generieren der Einmalkennwörter geschieht direkt auf dem Stick. So können Sie die App ohne Einrichtungsarbeit auf einem beliebigen weiteren Gerät installieren, den Stick einstecken und sehen sofort die Namen aller eingerichteten OATH-Anmeldungen.

OATH mit einem Hardware-Stick sollten Sie nur als zweite Wahl hernehmen, wenn ein Dienst noch kein FIDO2 spricht. Es ist nicht nur unkomfortabler (als Nutzer müssen Sie das Einmalkennwort abtippen), sondern auch etwas weniger sicher. Vor allem Phishing ist ein Problem, dessen

Sie sich bewusst sein müssen: Ein Angreifer könnte Ihnen eine gefälschte Seite unterschieben, die aussieht wie die Seite, die Sie nutzen, und Sie auffordern, erst das Kennwort einzugeben und dann ein Einmalkennwort in der App zu generieren. Mit diesen beiden Informationen ausgestattet, kann er dann Ihren Account benutzen. Mit FIDO2 dagegen ist das nicht möglich – warum FIDO2 Phishing verhindert, haben wir bereits ausführlich erklärt [2].

Wenn Sie sich für OATH mit einem YubiKey entschieden haben, sollten Sie auch dafür eine Backup-Strategie bereithalten. Bei den meisten Diensten wird das Geheimnis über einen QR-Code übertragen, den man abfotografiert – richten Sie einfach zwei YubiKeys nacheinander mit dem gleichen Geheimnis ein oder legen Sie den ausgedruckten QR-Code zu Hause an einen sicheren Ort. Dann können Sie später einen Authenticator damit einrichten.

## Faktor SMS

Eine SMS (in seltenen Fällen auch ein Anruf), die einen sechs- bis achtstelligen Zahlencode enthält, wird von vielen Diensten seit Jahren angeboten. Wählen Sie dieses Verfahren am besten nur, wenn FIDO2 und OATH nicht möglich sind. Es ist sicherheitstechnisch besser als gar kein zweiter Faktor, kann aber lästig werden, wenn Sie Ihr Handy verloren haben. Bis Sie wieder SMS unter der Nummer abrufen können, kann das je nach Anbieter etwas dauern. Um die Sicherheit zu erhöhen, sollten Sie überlegen, die Anzeige von SMS mit Inhalt im Sperrbildschirm des Handys zu deaktivieren – dann müssen Sie sich zumindest mit PIN oder Fingerabdruck am Handy anmelden, um die Zahlenkombination zu erhalten.

## Schlüsselkastenschlüssel

Wer eine weitere Sicherheitsstufe einziehen will und auch den Kennworttresor, dessen Datenbank auf dem lokalen Rechner gespeichert ist, zusätzlich zum Kennwort mit seinem Hardware-Token verriegeln will, muss ebenfalls zu einem YubiKey greifen, der mehr kann als FIDO2. Letzteres funktioniert nämlich nur im Zusammenspiel mit einem Webserver und nicht mit einer lokalen Kennwortdatenbank. Als Software ist die Open-Source-Software KeePassXC empfehlenswert. Die Entwickler haben darin die Möglichkeit eingebaut, eine weitere Krypto-Funktion der YubiKeys dafür zu nutzen, zusammen mit

The screenshot shows the KeePassXC keyring interface. It displays two entries under the heading 'Sicherheitsschlüssel (Standard)'. The first entry is 'jam-fido1' (hinzugefügt: 17. März 2018), with a note 'Letzte Verwendung: 18. August, 11:01 Chrome unter Mac'. The second entry is 'fido-usbc' (hinzugefügt: 18. August, 11:02), with a note 'Letzte Verwendung: -'. At the bottom, there is a button labeled 'SICHERHEITSSCHLÜSSEL HINZUFÜGEN'.

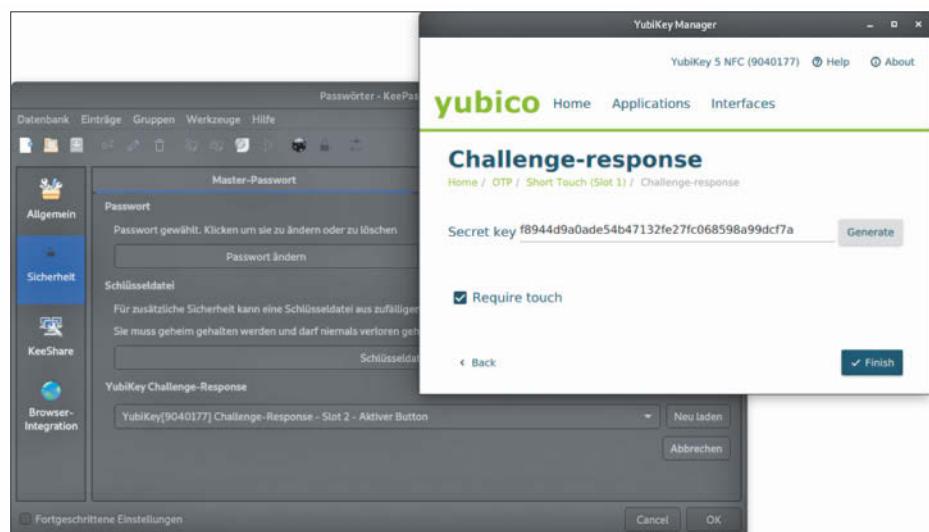
**Google hat einen übersichtlichen Dialog, um mehrere FIDO2-Schlüssel zu verwalten. Von der Möglichkeit sollten Sie Gebrauch machen und es nie bei nur einem Schlüssel belassen.**

einem Kennwort die Datenbankdatei per AES zu verschlüsseln. Beim Challenge-Response-Verfahren mit HMAC-SHA1 hat der YubiKey einen privaten Schlüssel eingespeichert. Er bekommt eine Challenge, also eine Zeichenkette, die er signieren soll. Nachdem er das erledigt hat, meldet er sich als Tastatur und tippt die signierte Zeichenkette virtuell ein.

Wenn Sie eine neue Kennwortdatenbank in KeePassXC anlegen, finden Sie im Einrichtungsdialog auf der dritten Seite die Schaltfläche „Zusätzlichen Schutz hinzufügen“ und dahinter im Abschnitt „YubiKey Challenge-Response“ die Möglichkeit, einen Stick hinzuzufügen. Bei einem fabrikneuen Stick passiert hier erst mal gar nichts. Das Verfahren muss auf dem Stick nämlich zunächst aktiviert werden. Dafür brauchen Sie das Hilfsprogramm „YubiKey Manager“, das Sie über ct.de/ybgr zum Download für Windows, macOS und Linux finden.

Starten Sie das Programm und stecken Sie den Stick ein. Benutzer des aktuellen macOS Catalina müssen jetzt in den Systemeinstellungen bestätigen, dass der YubiKey Manager Tastatureingaben auslesen darf – andernfalls wird kein Stick erkannt. Um das Challenge-Response-Verfahren zu aktivieren, klicken Sie auf „Applications“ und aktivieren Sie unter USB den Punkt OTP. Wechseln Sie dann im Menü zu Applications/OTP. Dort finden Sie zwei Slots, die mit Zusatzfunktionen belegt werden können. Wählen Sie „Slot 1“, der über einen kurzen Tastendruck aktiviert werden kann und dort das Verfahren „Challenge-Response“. Den „Secret Key“ können Sie hier automatisch generieren lassen oder eine 40 Zeichen lange hexadezimale Zeichenkette eintippen. Wenn Sie eine Zeichenkette generiert haben, ist jetzt die letzte Gelegenheit, sie in die Zwischenablage oder eine Textdatei zu kopieren, um sie später auf einem zweiten YubiKey als Backup zu hinterlegen. Späteres Auslesen ist technisch unmöglich. Auch für den zweiten Faktor für die Kennwortdatenbank gilt: Vertrauen Sie nie auf nur ein Hardware-Token. Setzen Sie vor dem Speichern den Haken „Require touch“, damit das Verfahren nie ohne Zutun des Nutzers ausgelöst werden kann. Wechseln Sie jetzt zu KeePassXC und laden Sie die Ansicht neu: Der YubiKey taucht auf und kann als zusätzlicher Faktor eingerichtet werden.

Den „YubiKey Manager“ sollten sich auch Nutzer der YubiKeys ansehen, die



KeePassXC und der YubiKey arbeiten zusammen. Ist das Verfahren auf dem Stick aktiviert und in KeePassXC eingerichtet, kann man die Datenbank nur noch mit dem Stick entsperren.

nicht gerade ihre Kennwortdatenbank absichern wollen. Er enthält allerlei nützliche Einstellungen. Unter „Interfaces“ können Sie zum Beispiel alle Funktionen deaktivieren, die Sie nicht benötigen. Wenn Sie einen Stick mit NFC gekauft haben, dieses Feature aber noch nicht brauchen, können Sie alle Haken in diesem Abschnitt entfernen. Wer einen YubiKey angeschafft hat, der dauerhaft in der USB-Buchse des Notebooks verbleiben soll, hat vielleicht schon das merkwürdige Verhalten beobachtet, dass der Rechner plötzlich eine lange Zeichenkette empfängt, wenn man versehentlich den Kontakt auf dem Stick berührt. Dafür sorgt das Verfahren „Yubico OTP“, das standardmäßig auf Slot 1 gelegt ist. Bei diesem Verfahren wird ein Einmalkennwort über eine simulierte Tastatur eingegeben und mit Enter bestätigt – besonders nervig, wenn das in der Browser-Adresszeile passiert. Deaktivieren Sie den Slot im Manager ganz oder belegen Sie ihn mit dem gerade beschriebenen Challenge-Response-Verfahren, um das Problem zu beseitigen.

## Notfallplan

Früher oder später werden Sie ein Gerät verlieren, das Sie als zweiten Faktor nutzen. Im besten Fall haben Sie den Plan für diesen Fall schon vorab erstellt – die eingangs erwähnte Tabelle (am besten in ausgedruckter Form) hilft jetzt ungemein. Spielen Sie den Fall, dass Sie Handy, Laptop oder Stick verlegt haben, einmal

durch. Kommen Sie immer noch an Ihre Accounts, können Sie die Kennwortdatenbank weiterhin entschlüsseln? Kommen Sie im entscheidenden Moment noch an die E-Mails, um die Rücksetz-Mail zu lesen? Zu diesem Plan gehört auch die Überlegung, wo Sie überall das verlorene Token als zweiten Faktor löschen müssen. Um diese Fleißarbeit kommen Sie aktuell noch nicht herum – eine zentrale Sperr-Hotline für FIDO2 und OATH-TOTP hat noch niemand erfunden.

## Nicht unterschätzen

Eine gute Zwei-Faktor-Strategie ist kein Selbstläufer und erfordert etwas Planung – vor allem, um sich nicht selbst auszusperren. Der Aufwand lohnt sich aber: Angriffe auf reine Kennwort-Anmeldungen sind noch immer beliebt und geleakte Kennwortdatenbanken gehören leider zum Alltag. Wenn sich FIDO2 durchsetzt und immer mehr Dienste den Standard implementieren, wird die Einrichtung auch immer einfacher. Bis sich FIDO2 flächendeckend als einziger Faktor durchsetzt und das Kennwort ganz verschwindet, wird es aber noch ein paar Jahre dauern.

(jam@ct.de) **ct**

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

## Literatur

- [1] Anke Poimann, Eins für alle, Fünfzehn Passwortmanager im Test, c't 7/2018, S. 68
- [2] Jürgen Schmidt, Verschlossen, nicht verräumelt, So funktioniert der passwordlose Login mit FIDO2, c't 18/2019, S. 30



# Ausgezeichnet unterzeichnet

**PGP-Schlüssel trojanersicher  
auf Krypto-Sticks ablegen**

**Schlüssel für asymmetrische Kryptografie begegnen nicht nur Freunden verschlüsselter Mails, sondern zum Beispiel auch Entwicklern, die ihre Git-Commits signieren wollen. Auf Krypto-Sticks mit Smartcard-Funktion wie den YubiKeys sind private Schlüssel optimal vor Angreifern geschützt.**

**Von Jan Mahn**

**P**GP, mit vollem Namen „Pretty Good Privacy“, ist ein Verfahren zum Verschlüsseln und Signieren von Nachrichten, Dateien und Texten aller Art, das immer dann sinnvoll ist, wenn man diese über einen potenziell unsicheren Kanal verschicken will – häufig, aber nicht immer, geht es dabei um E-Mails. Wie PGP funktioniert und wie Sie es in einem Mailprogramm einbinden, erklären wir in einem kostenlosen Online-Artikel (siehe ct.de/y93z). Um diesen Artikel nachzuvollziehen zu können, sollten Sie mit der grundlegenden Funktionsweise vertraut sein.

Das Verfahren basiert darauf, dass jeder Teilnehmer ein Schlüsselpaar aus privatem und öffentlichem Schlüssel besitzt. Den öffentlichen Schlüssel, der Name verrät es schon, möchte man mit möglichst vielen potenziellen Empfängern teilen. Der private Schlüssel dagegen darf niemals in fremde Hände gelangen. Die Schwachstelle: Der private Schlüssel liegt normalerweise in einer Datei auf der Festplatte seines Besitzers. Im besten Falle ist die Festplatte immerhin verschlüsselt und der Schlüssel zusätzlich mit einem Kennwort gesichert. Doch all das nützt wenig, wenn eine Schadsoftware im laufenden Betrieb, also während die Festplatte entsperrt ist, sowohl an die Datei mit dem Schlüssel gelangt als auch die Tastatureingaben mit dem Kennwort mitschneidet und beides an einen Angreifer übermittelt.

Zugegeben, solche Angriffe sind nicht alltäglich, ganz ausgeschlossen sind sie aber nicht. Wer ganz sichergehen will, dass der private Schlüssel den Computer niemals verlassen kann, muss dafür sorgen, dass er sich niemals auf dem Computer befindet. Eine gute Möglichkeit dafür stellen sogenannte Smartcards dar. Dabei muss es sich nicht zwangsläufig um Plastikkarten im EC-Kartenformat han-

deln, für die man einen zusätzlichen Leser bräuchte. Auch viele FIDO2-Sticks können eine Smartcard simulieren und geben sich gegenüber dem Computer als Kartenleser mit eingelegter Karte aus. Was die Sticks im Detail können, erfahren Sie in der Übersicht auf Seite 66.

Im Folgenden kommt ein YubiKey 5 zum Einsatz, bei Solokey ist das Feature noch in der Entwicklung – wenn es nachgerüstet wurde, dürfte die Anleitung entsprechend funktionieren, da die Smartcard-Schnittstelle standardisiert ist. Bereits vor einigen Jahren haben wir beschrieben, wie PGP-Schlüssel auf Smartcards im Kartenformat gelangen [1]. Seitdem haben sich aber Details schon wieder verändert.

Eine Smartcard ist in der Lage, asymmetrische Kryptografie (meist RSA oder ECC) in Hardware zu erledigen. Dafür muss man einmalig einen privaten Schlüssel auf den Chip befördern – anschließend ist es unmöglich, diesen wieder vom Chip herunterzukratzen. Die Smartcard (oder der Stick, der eine Smartcard simuliert) teilt dem Computer also nie das Geheimnis mit, sondern signiert, ver- und entschlüsselt selbst und liefert nur das Ergebnis zurück.

## Schlüsselbereitung

Die Vorbereitung eines YubiKeys beginnt auf einem Arbeitsrechner mit grafischer Oberfläche. Installieren Sie dort den „YubiKey Manager“, den Sie über ct.de/y93z zum Download für Windows, Linux und macOS finden. Starten Sie das Programm, stecken Sie den Stick ein und stellen Sie sicher, dass unter „Interfaces“ die Haken für „OpenPGP“ und „PIV“ gesetzt sind. Mehr ist hier nicht zu erledigen.

Um PGP nutzen zu können, braucht es ein Schlüsselpaar aus privatem und öffentlichem Schlüssel und Unterschlüsseln für die Aufgaben Authentifizierung und digitale Signatur. Ein solches Schlüsselpaket könnte man direkt auf dem Krypto-Stick erzeugen, man handelt sich damit aber gleich zwei Probleme ein: Einerseits bekommt man nur 2048 Bit lange RSA-Schlüssel, andererseits hat man so auch keine Chance, ein Backup anzulegen.

Auch der Rechner, mit dem man täglich arbeitet, ist nicht die richtige Rechenmaschine, um einen möglichst sicheren Schlüssel zu generieren. Er könnte schließlich bereits kompromittiert sein. Nehmen



Sie stattdessen einen frisch installierten Rechner zur Hand, den Sie nur für diesen Zweck einrichten und anschließend außer Betrieb nehmen. Perfekt geeignet ist ein Raspberry Pi mit einer frisch heruntergeladenen Version von Raspbian – oder ein Live-Linux, das von DVD gestartet wird.

Schließen Sie Tastatur und Bildschirm an. SSH ist keine Option, da der Einplatinenrechner während der Schlüsselgenerierung vom Netzwerk getrennt werden soll. Den grafischen Desktop braucht es aber nicht, die Kommandozeile reicht aus.

Die nötigen Pakete installieren Sie mit folgendem Befehl:

```
sudo apt install gpg scdaemon
↳ gnupg-agent pcscd
```

Trennen Sie jetzt alle Netzwerkverbindungen. Stecken Sie den Stick ein und probieren Sie, ob er als Smartcard erkannt wird:

```
gpg --card-status
```

Als Ergebnis sollten Sie Details zum Stick und zu möglicherweise vorab installierten Zertifikaten erhalten. Den Assistenten zur Schlüsselgenerierung starten Sie mit

```
gpg --full-generate-key
```

Im Screenshot unten rechts sehen Sie beispielhaft alle Antworten, an denen Sie sich orientieren können. Wählen Sie „RSA“ und eine Schlüssellänge von 4096 Bit. Das Ablaufdatum ist eine Abwägungssache zwischen Komfort (den Schlüssel nicht ständig austauschen zu müssen) und der Gefahr, dass RSA mit 4096 irgendwann gebrochen werden könnte. Aktuell gehen Experten davon aus, dass das nicht in den nächsten fünf Jahren passiert – 5y wäre also eine sinnvolle Antwort auf die Frage des Assistenten.

Den letzten Schritt bestätigen Sie mit dem Buchstaben o. Jetzt werden Sie aufgefordert, ein Kennwort für den Schlüssel zu vergeben. Anschließend beginnt gpg mit der Schlüsselgenerierung, die je nach vorhandener Entropie einige Minuten dauern kann. Ist die Arbeit abgeschlossen, finden Sie auf der Kommandozeile unter anderem eine Zeile wie key FB9580C1D10EEAFA marked as ultimately trusted. Die hexadezimale Zeichenkette ist die Schlüssel-ID, die Sie für die nächsten Schritte brauchen. Legen Sie diese vorsorglich in die Zwischenablage und ersetzen Sie <ID> durch die Zeichenkette in den folgenden Befehlen.

Bisher kann das Schlüsselpaket nur verschlüsseln, entschlüsseln und signieren. Damit es später auch für Authentifizierung funktioniert (etwa für SSH), müssen Sie einen Unterschlüssel erzeugen und dafür den Bearbeitungsmodus starten:

```
gpg --expert --edit-key <ID>
```

Geben Sie den Befehl addkey ein und wählen Sie Option 8 RSA (set your own capabilities). Der folgende Dialog ist nicht sonderlich intuitiv. In der zweiten Zeile sehen Sie, welche Optionen aktiviert sind (Sign und Encrypt). Deaktivieren Sie diese nacheinander und aktivieren Sie dann „Authenticate“. Geben Sie dazu Folgendes ein:

```
s
<Enter>
e
Enter
a
Enter
```

Mit q geht es zum nächsten Schritt mit bereits bekannten Fragen: Schlüssellänge (4096) und Ablaufdatum (5y). Danach beginnt die nächste Schlüsselgenerierung. Mit save beenden Sie den Assistenten.

## Schlüsselsicherung

Bevor Sie Schlüssel auf die Karte bringen, brauchen Sie eine Kopie des öffentlichen Schlüssels. Für ihn ist auf der Smartcard nämlich kein Platz. Sie müssen ihn, zum Beispiel mit einem USB-Stick, vom Raspi kopieren und später Ihren Kommunikationspartnern bekannt machen – etwa über einen Schlüsselserver.

Exportieren Sie ihn dazu zunächst in eine Datei mit:

```
gpg -a --export <ID> > public.asc
```

```
fido@raspberrypi: ~ gpg --full-generate-key
gpg (GnuPG) 2.2.12; Copyright (C) 2018 Free Software Foundation, Inc.
This is free software: you are free to change and redistribute it.
There is NO WARRANTY, to the extent permitted by law.

Please select what kind of key you want:
 (1) RSA and RSA (default)
 (2) DSA and Elgamal
 (3) DSA (sign only)
 (4) RSA (sign only)
Your selection? 1
RSA keys may be between 1024 and 4096 bits long.
What keysize do you want? (3072) 4096
Requested keysize is 4096 bits
Please specify how long the key should be valid.
 0 = key does not expire
   cn = key expires in n days
   cnw = key expires in n weeks
   cnm = key expires in n months
   cny = key expires in n years
Key is valid for? (0) 0
Key does not expire at all
Is this correct? (Y/N) y

GnuPG needs to construct a user ID to identify your key.

Real name: Jan Hahn
Email address: jam@ct.de
Comment:
You selected this USER-ID:
  "Jan Hahn <jam@ct.de>"
```

**Der Assistent stellt Fragen zum neuen Schlüssel. Ein RSA-Schlüssel sollte wenigstens 4096 Bit lang sein.**

Dann ist es an der Zeit, über eine Backup-Strategie für den privaten Schlüssel und die Unterschlüssel nachzudenken, da ein Stick leider schnell verloren geht. Dafür gibt es mehrere Optionen: Sie können auch den privaten Schlüssel in eine Textdatei exportieren und zusammen mit dem öffentlichen auf einen USB-Stick kopieren. Diesen legen Sie an einen sicheren Ort und holen ihn erst im Notfall wieder heraus. Den privaten Schlüssel befördern Sie wie folgt in eine Datei:

```
gpg -a --export-secret-key <ID> > private.asc
gpg -a --export-secret-subkeys <ID> > private_sub.asc
```

Wer diese Dateien in die Finger bekommt und das zugehörige Kennwort des Schlüssels kennt, das Sie bei der Erstellung vergeben haben, kann die Schlüssel auf jeder Maschine wieder einbinden:

```
gpg --import public.asc
gpg --import private.asc
gpg --import private_sub.asc
```

Statt eines USB-Sticks könnten Sie auch die SD-Karte des Raspberries wegschließen. Es geht aber auch ganz ohne Kopie des Schlüssels. Eine sicherere Strategie kann es sein, direkt nacheinander mehrere Smartcard-Sticks mit dem Schlüssel zu bespielen und einen davon zu Hause sicher zu verwahren. Nachschlüssel können Sie dann nicht mehr anfertigen. Nach getaner Arbeit vernichten Sie die SD-Karte des Raspis mechanisch – eine alte und langsame SD-Karte muss dabei dran glauben.

## Schlüsselverschiebung

Das Schlüsselverschieben auf die Karte ist leider nicht gerade intuitiv gelöst. Für das Verschieben müssen Sie wieder den Bearbeitungsmodus:

```
gpg --edit-key <ID>
```

Mit `keytocard` beginnen Sie mit dem Verschieben des Schlüssels, der signieren kann. Wählen Sie als Ziel 1 (Signature Key). Sie werden nach dem Kennwort des Schlüssels und der Admin-Pin des Sticks

gefragt. In den Werkseinstellungen lautet der 12345678, er wird später geändert. Jetzt ist der Unterschlüssel für Verschlüsselung an der Reihe. Mit key 1 wählen Sie ihn aus (dezent zu erkennen am \* hinter ssb). Anschließend tippen Sie wieder `keytocard` und wählen als Ziel Slot 2. Geben Sie wieder key 1 ein, um diesen abzuwählen und fahren Sie mit key 2 und einer weiteren Runde `keytocard` fort.

Anschließend entfernen Sie den ersten Stick. Auf keinen Fall dürfen Sie jetzt mit `save` Änderungen übernehmen – dann wird der Schlüssel als exportiert markiert und kann nicht mehr auf weitere Smartcards verschoben werden. Beenden Sie `gpg` stattdessen mit Strg+C. Stecken Sie jetzt den zweiten Stick ein und beginnen Sie erneut mit `gpg --edit-key <ID>`. Haben Sie alle gewünschten Kopien erstellt, beenden Sie `gpg` mit `save`.

## Schlüsselschutz

Zur Sicherheit des Schlüssels gehört eine gute PIN und eine noch bessere Admin-PIN. Letztere wird benötigt, um die PIN zurückzusetzen. Stecken Sie den Stick ein und öffnen Sie den Assistenten mit:

```
gpg --card-edit
```

Mit `admin` aktivieren Sie die erweiterten Einstellungen. Der Befehl `passwd` führt zum Ändern der PIN. Beginnen Sie mit Option 3, der Admin-PIN. Der Assistent fragt nach der alten Admin-PIN (12345678) und dann nach einer neuen mit acht Stellen. Fahren Sie danach mit Option 1, der Benutzer-PIN fort. Sie muss sechs Stellen lang sein. Mit `q` beenden Sie den Dialog.

## Aufräumarbeiten

Abschließend gilt es, den öffentlichen Schlüssel (exportiert in die Datei `public.asc`) und, sofern Sie sich dafür entschieden haben, auch den privaten Schlüssel vom Raspi zu kopieren. Anschließend hat die Raspbian-Installation ausgedient.

Den öffentlichen Schlüssel können Sie jetzt mit der Erweiterung Enigmail in Thunderbird benutzen [2] und den Schlüsselservern bekanntgeben.

Um den öffentlichen Schlüssel auf einem Computer ohne Enigmail zu nutzen, navigieren Sie auf der Kommandozeile in den Ordner, in dem die Datei `public.asc` liegt (zum Beispiel auf dem USB-Stick) und führen Sie `gpg --import public.asc` aus – als Rückgabe erhalten Sie die 16-stellige ID. Schnell eingerichtet sind dann zum Beispiel signierte Git-Commits. Hinterlegen Sie die Schlüssel-ID mit:

```
git config --global user.signingkey <ID>
```

Mit `git commit -S -m 'ein Commit'` erzeugen Sie einen Commit. Der Parameter `-S` aktiviert die Signatur – jetzt muss der Stick eingesteckt sein. Signierte Commits sind vor allem im Zusammenspiel mit Git-Hostern sinnvoll. In GitHub müssen Sie dafür nur den öffentlichen Schlüssel in der Weboberfläche hinterlegen. Sie finden die Funktion in den Einstellungen unter „SSH and GPG Keys“. Anschließend erscheinen signierte Commits als „Verified“ in der Oberfläche (s. Seite unten).

## Summa summarum

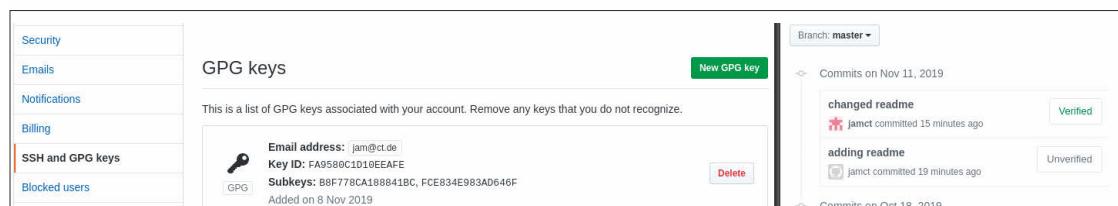
Das Auslagern von PGP-Schlüsseln auf einen Stick mit Smartcard-Funktion ist keine Operation, die für jeden PGP-Nutzer sinnvoll ist. Wer dagegen auf mehreren Computern verschlüsselt kommunizieren oder entwickeln und nicht überall den privaten Schlüssel hinterlegen will, kann mit einmaligem Einrichtungsaufwand schnell von der Smartcard-Option profitieren und für höchstmögliche Sicherheit sorgen. Wie bei allen Lösungen, die auf Krypto-Hardware setzen, gilt auch hier: Verlassen Sie sich nie auf nur einen Stick und legen Sie immer ein Backup an.

(jam@ct.de) 

## Literatur

- [1] Micha Borrmann, Multipass, Sichere Kryptografie unter Linux mit der OpenPGP Smartcard, c't 10/2017, S. 160
- [2] Holger Bleich, Einfach verschlüsseln!, Das PGP-Add-on Enigmail wird anfängerfreundlicher, c't 9/2018, S. 62

**Dokumentation und Software:**  
[ct.de/y93z](http://ct.de/y93z)



The screenshot shows the GitHub 'GPG keys' section. It lists a single key with the following details:

- Email address: jam@ct.de
- Key ID: FA0580C1D10EFAFE
- Subkeys: BBF778CA1B8841BC, FCE834E983AD646F
- Added on 8 Nov 2019

Below this, there is a screenshot of a GitHub commit history for a branch named 'master'. The commits are:

- Commits on Nov 11, 2019:
  - changed readme (jam committed 15 minutes ago) Verified
  - adding readme (jam committed 19 minutes ago) Unverified
- Commits on Oct 18, 2019

Hat man den öffentlichen Schlüssel im GitHub-Account hinterlegt, werden signierte Commits als „Verified“ angezeigt.



# DATEN, DOWNLOADS & DISKUSSIONEN

Für alle, die werbefrei,  
anonym und ohne  
Bedenken surfen und  
downloaden wollen.



## So einfach geht's:

- Herunterladen
- Einloggen
- Loslegen

### UseNeXT – denn das Web ist nicht genug

Das Usenet ist das größte Diskussionsforum für freien Informationsaustausch. Derzeit werden dort in über 220.000 Newsgroups 30.000 Terabyte an Inhalten und Meinungen weltweit diskutiert und veröffentlicht. Was bisher nur für Experten zugänglich war, kann nun jeder erleben: Mit UseNeXT sind auch Usenet-Neulinge binnen Sekunden dabei.

Finde deine Lieblingsdateien und Themen mit nur wenigen Klicks.

### IHR DIGITAL DEAL BIS 15.12.2019:

- 14 Tage gratis testen
- Kein Downloadlimit
- Kein Speedlimit
- Einfach. Anonym. Werbefrei.



Los, holen Sie sich  
den Deal unter:  
[www.usenext.de/ct](http://www.usenext.de/ct)





# Mesh-Nachzügler

**Amazons Mesh-WLAN-Systeme eero und eero Pro im Test**

**Schon bevor Ende 2016 die Mesh-WLAN-Welle losrollte, waren in den USA die ersten eero-Geräte auf dem Markt. Nachdem Amazon das Unternehmen aufkaufte, hat das eero-Mesh nun auch den Weg nach Deutschland gefunden – und einiges aufzuholen.**

**Von Ernst Ahlers**

Wie andere Mesh-WLAN-Systeme soll eero große Wohnungen und Häuser lückenlos mit schnellem Internet versorgen, wozu man ein Gerät (Node) an den Internetrouter anschließt und ein oder zwei weitere als Repeater verteilt. eero funkts mit zwei MIMO-Streams in beiden WLAN-Bändern nach den herkömmlichen Standards Wi-Fi 4 und 5 (IEEE 802.11n-300, ac-867). Die zwei erhältlichen Node-Typen eero und eero Pro unterscheiden sich in der Anzahl der WLAN-Module: Pro hat drei, von denen eines für den dedizierten Mesh-Backbone da ist, die Standardversion nur zwei.

Das Einrichten geschieht wie üblich per Smartphone-App für Android und iOS, wozu der erste Node eine Internetverbindung über einen Router haben muss. Ohne lassen sich die Geräte nicht betreiben. Die Firmware – im Test 3.17.0 – war unvollständig an hiesige Verhältnisse angepasst: Sie beherrschte kein PPPoE für den WAN-Zugang, sodass man eero nicht

als Router an einem xDSL-Modem nutzen kann, sondern einen Modem-Router vorschalten muss.

Wir vermissten ferner einen IGMP-Proxy, der Multicast-IPTV (etwa MagentaTV) durchreicht. Zwar gibt es einen Bridge-Modus, mit dem das Kit das LAN des Routers transparent weiterleitet, aber dann funktionierte MC-IPTV auch nur am LAN-Port des ersten eero-Nodes, nicht im WLAN. Dort fehlten auch die sonst bei Mesh-Systemen üblichen Roaming-Helperfunktionen IEEE 802.11k (Radio Resource Management) und 11v (BSS Transition).

Das Setup per App fällt leicht, sie bietet die von anderen Mesh-Systemen bekannte Netzübersicht, einen Geschwindigkeitstest

und Einstellmöglichkeiten für Internet-Zugangsprofile, um etwa den Kindern die Medienzeit zu begrenzen. Dass man IPv6 – aktuell laut Google in Deutschland bei 45 Prozent Verbreitung – manuell aktivieren muss, wundert wenig.

Beim Standard-eero fehlt DFS, sodass die Nodes im 5-GHz-Band immer auf Kanal 36 bis 48 funken, was die Wahrscheinlichkeit von Kollisionen mit Nachbarnetzwerken steigert. DFS soll per Firmware-Update nachgereicht werden. Beim Pro-Modell musste Amazon es implementieren, da es für den WLAN-Backbone hierzulande – anders als in den USA – keinen zweiten 80 MHz breiten Funkkanalblock gibt, wo der Betrieb ohne DFS gestattet ist.

Die WLAN-Performance in unserem Testszenario und die Leistungsaufnahme waren klassentypisch verglichen mit ähnlichen Systemen wie TP-Link Deco M5 und Asus Lyra aus dem Test in c't 23/2017. Man kann die eero-Nodes untereinander auch per Ethernet-Kabel verbinden (AP- statt Repeater-Modus), was den Client-Durchsatz im 5-GHz-Band am zweiten Node bei beiden Typen erheblich beschleunigt (um 140 beziehungsweise 100 Prozent).

## Fazit

eero liefert „einfach nur Internet“ und funkts dabei angemessen flott. Aber sonst fehlt uns aktuell etwas zu viel, damit es als universell nutzbares Mesh-WLAN durchgeht (PPPoE für direkten Betrieb am xDSL-Modem, Roaming-Helperfunktionen im WLAN, Multicast-IPTV-Proxy). Wenn Amazon da nachbessert und im Preis etwas nachgibt, wird eero attraktiver – falls man mit dem Cloud-Zwang leben mag. (ea@ct.de) **ct**

## Amazon eero

Mesh-WLAN-System		
Hersteller	Amazon, <a href="http://www.amazon.de">www.amazon.de</a>	
Modell	eero (J010313)	eero Pro (B010313)
WLAN	Wi-Fi 4 (2) / Wi-Fi 5 (2) = IEEE 802.11n-300 / ac-867, kein DFS	Wi-Fi 4 (2) / 2 × Wi-Fi 5 (2) = IEEE 802.11n-300 / 2 × ac-867, DFS
Bedienelemente	Reset, 1 Statusleuchte	Reset, 1 Statusleuchte
Anschlüsse	2 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)	2 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
Getestete Firmware	3.17.0	3.17.0
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m (V3)	183 / 102-124 MBit/s	186 / 61-95 MBit/s
5 GHz nah / 20 m	284 / 69-112 MBit/s	288 / 54-126 MBit/s
Backbone-Durchsatz 20 m	138-165 MBit/s	156-212 MBit/s
Client-Durchsatz 26 m 2,4 / 5 GHz	91 / 70 MBit/s	79 / 114 MBit/s
Leistungsaufnahme <sup>1</sup>	11,3 Watt / 20,5 VA (ca. 30 €)	16,2 Watt / 29,5 VA (ca. 43 €)
Preis (3er-Set)	280 €	500 €

<sup>1</sup> für System aus 3 Nodes, kein Traffic, Stromkosten jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh



[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



# NEU: c't DOCKER - CONTAINER LEICHT GEMACHT



So nützlich er auch ist – der Container-Kosmos rund um Docker kann auch ganz schön tückisch sein. Damit Sie bei der Arbeit mit Containern nicht den Durchblick verlieren, steht Ihnen das neue Sonderheft aus der c't wissen-Reihe hilfreich zur Seite: Erste Schritte mit Docker, Container verknüpfen, gute und sichere Images erkennen, Container auf Raspberry Pi oder NAS und vieles mehr. Mit c't Hands on-Screencast!

Auch komplett digital erhältlich  
[shop.heise.de/docker-2006](http://shop.heise.de/docker-2006)

12,90 €

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/docker](http://shop.heise.de/docker)



## Flott geroutet

**Der Modem-Router DrayTek Vigor2765 stellt den Internetzugang an allen xDSL-Anschlusstypen her und kommt dabei auch mit Telekom-VDSL-Besonderheiten klar.**

Firmen, die einen besonders schnellen VDSL2-Anschluss mit Super-Vectoring haben, aber denen die zwei möglichen internen Netze einer Fritzbox nicht genügen, bekommen mit dem DrayTek Vigor2765 eine Alternative: Das Gerät kann den Internetzugang in bis zu acht voneinander isolierte interne Netze (VLANs) leiten. Diese versorgt es – wenn der Provider einen passenden IPv6-Präfix delegiert – mit acht separaten IPv6-Adressbereichen, damit Mitarbeiter, Kunden und die IoT/Smarthome-Infrastruktur auf beiden IP-Typen voneinander getrennt bleiben ([ct.de/-3665593](http://ct.de/-3665593)).

Neben dem xDSL-Internetzugang kann man einen Ethernet-Port zu einem weiteren WAN-Anschluss umwidmen. Dort baut der Router über ein separates Modem einen zweiten Internetzugang auf und schaltet darauf um (Failover), falls die erste Leitung ausfällt. Ein weiterer WAN-Zugang lässt sich mit einem LTE-USB-Stick errichten.

Wie bei DrayTek üblich hat der Router eine feinst konfigurierbare Firewall, die anhand definierbarer Objekte arbeitet (Hosts, Dienste, Schlüsselwörter, auch für Gruppen). QoS-Einstellungen (Quality of Service, Dienstgüte) und verschiedene VPN-Typen (TLS, IPSec, OpenVPN, Server und Client) sind ebenso an Bord wie optionale Nutzer- und Host-Authentifizierung gegen einen Radius-Server. Neu ist, dass der DNS-Proxy im Router signierte Antworten seiner Upstream-Server auf Wunsch kryptografisch überprüft (DNSSEC).

Beim ebenfalls integrierten WLAN-Controller offenbart sich, dass DrayTek den 2765 für eher kleine Firmen vorgesehen

hat: Der Router steuert maximal zwei APs. Ebenso ist das VPN auf zwei Tunnel beschränkt.

Das Einrichten per Browser fällt leicht: Der Quick Start Wizard fragt die wichtigsten Einstellungen für den xDSL-Betrieb ab, womit man ihn an den meisten Anschlüssen zum Laufen bekommt. Beim Telekom-VDSL brauchte der Wizard der getesteten Firmware 4.0.4 etwas Nachhilfe. Wir schalteten ihn auf „VDSL2 only“ um, was die DSL-Synchronisierung beschleunigt, aktivierten die „Tag Insertion“ für VDSL und trugen das VLAN-Tag 7 ein. IPv6 muss man nachträglich einschalten (WAN/Internet Access/Details für WAN1, Typ PPP). Das Multicast-IPTV (MagentaTV) lief, nachdem wir unter Applications/IGMP den IGMP-Proxy mit „IGMPv3 only“ sowie „Add PPP Header“, Snooping und FastLeave aktivierten.

An einem Telekom-Anschluss mit Super-Vectoring und einer 160 Meter kurzen Leitung synchronisierte der Router mit 292 / 47 MBit/s (Down/Upstream), genau flott wie eine Fritzbox 7590. Ins LAN lieferte er dann 270 / 43 MBit/s netto. Die NAT-Performance der Router-CPU (siehe Tabelle) würde auch für doppelt so schnelle Anschlüsse genügen.

Da der 2765 kein WLAN hat, war die Idle-Leistungsaufnahme bei einem 250-MBit/s-DSL-Link und einem belegten LAN-Port mit 5,7 Watt erfreulich niedrig. Schöpft man den Downstream voll aus, klettert sie um gerade mal 0,3 Watt. Das Schwestermodell 2765ac mit Dual-Band-WLAN dürfte 1 bis 2 Watt mehr ziehen.

Mit dem Vigor2765 liefert DrayTek leistungsfähige und energiesparsame Hardware zu einem attraktiven Preis – wenn einem zwei steuerbare APs und zwei VPN-Tunnel genügen. (ea@ct.de)

## DrayTek Vigor 2765

Super-Vectoring-Router	
Hersteller	DrayTek, <a href="http://www.draytek.de">www.draytek.de</a>
Bedienelemente	Ein, Reset, 7 Statusleuchten
Anschlüsse	5 × RJ45 (4 × Gigabit-Ethernet, 1 × xDSL), 2 × USB 2.0
Getestete Firmware	4.0.4
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	588 / 526 MBit/s
NAT IP-zu-IP (DS / US)	744 / 685 MBit/s
Leistungsaufnahme	5,7 Watt / 11,1 VA (idle, ca. 15 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	135 €



## Kompakt-WLAN

**Der System-AP DrayTek VigorAP 802 erweitert das Firmen-WLAN für kleines Geld, lässt sich per Controller steuern und funkts auch im Mesh.**

DrayTek-Router wie der Vigor 2765 (links) haben einen integrierten Controller, der Access-Points so steuert, dass das Firmen-WLAN optimal funkts.

Der kleine VigorAP 802 funkts in beiden WLAN-Bändern simultan mit 2 Streams und bringt viele für Firmen wichtige Funktionen mit (Radius-Authentifizierung, Airtime Fairness, Remote Management per TR-069 und SNMP, Diagnostik-Tools). Dem Preis fielen aber Features zum Opfer: Der Access-Point kann höchstens zwei logisch getrennte Funknetze aufspannen statt vier wie beim 903er-Modell (c't 11/2019, S. 93). Wer mehr als zwei Netzwerkzonen betreiben will, etwa für Mitarbeiter, Kunden und IoT-Geräte, der muss einen anderen AP nehmen.

Zwar funkts der VigorAP 802 im 2,4-GHz-Band sehr flott, auf 5 GHz in unserem Testszenario aber mäßig. Wem das und nur zwei Netzwerkzonen genügen, der bekommt für 89 Euro einen preiswerten AP. (ea@ct.de)

## DrayTek VigorAP 802

Dualband-WLAN-Basis	
Hersteller	DrayTek, <a href="http://www.draytek.de">www.draytek.de</a>
WLAN (MIMO-Streams)	Wi-Fi 4 (2) + Wi-Fi 5 (2), simultan dualband, DFS, WPS
Bedienelemente	LED/Reset, 6 Statusleuchten
Anschlüsse	1 × RJ45 (Gigabit-Ethernet)
Getestete Firmware	1.3.2
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m (V3)	164 / 55-100 MBit/s
5 GHz nah / 20 m	258 / 28-66 MBit/s
Leistungsaufnahme	3,6 Watt / 6,1 VA (idle, ca. 10 € jährlich bei Dauerbetrieb und 30 ct/kWh)
Preis	89 €

## 14 TByte in Rot

**Western Digital hat seine beliebte NAS-Festplattenserie Red um ein weiteres Modell ergänzt: Die WD140EFFX speichert 14 TByte.**

Für NAS-Systeme bietet Western Digital zwei Modelle mit 14 TByte Speicherkapazität an: WD Red und WD Red Pro. Das günstigere Modell Red haben wir im Test. Nach den Angaben von WD darf die WD140EFFX pro Jahr 180 TByte Daten schreiben oder lesen, jährliche Ausfallrate und Bitfehlerhäufigkeit liegen mit 0,87 Prozent beziehungsweise 1 Bit pro  $10^{14}$  gelesenen Bits auf üblichem Niveau. Das Laufwerk dreht mit 5400 Umdrehungen pro Minute und hat 256 MByte DRAM-Cache.

Damit erreicht die Red in den Außenzonen bis zu 220 MByte/s, sowohl beim Lesen als auch beim Schreiben. Auf den inneren Spuren liegen die Transferraten mit knapp 100 MByte/s ebenfalls recht hoch; nur bei gemischten Lese- und Schreibanforderungen sank die Transferrate im Test dort auf etwa 80 MByte/s und damit unter die Übertragungsrate eines üblichen GBit-Netzwerks.

Die Leistungsaufnahme liegt dank Helium-Füllung bei nur rund 5 Watt im Leerlauf, bei Belastung steigt sie auf 7 Watt an. Die Aufnahmefähigkeit bei abgeschaltetem Motor liegt bei 1,1 Watt. Für übliche NAS-Gehäuse ist die Red auch mit 14 TByte eine gute Wahl, aktuell ist sie mit 40 Euro pro TByte jedoch vergleichsweise teuer. (ll@ct.de)

## Western Digital Red

NAS-Festplatte mit 14 TByte	
Hersteller	Western Digital, <a href="http://www.wdc.com">www.wdc.com</a>
Modellbezeichnung	WD140EFFX
Straßenpreis	558 €

## Für Daten und Berechtigungen

auf dem Fileserver

Analyse

Restrukturierung

Archivierung



VOM IST ZUM SOLL  
... UND DORT BLEIBEN

tenfold

Berechtigungsmanagement  
der nächsten Generation



Automatisierung

Nachvollziehbarkeit

Sicherheit

aikux.com bereitet Ihre  
Systeme mit migRaven  
optimal für den Einsatz  
von tenfold vor.

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

## Cooles Headset

**Das HP Omen Mindframe Prime kühlt beim Zocken die Ohren und filtert für bessere Verständigung über das Mikro Hintergrundgeräusche heraus.**

Das Gaming-Headset Mindframe Prime folgt dem Omen Mindframe nach, in dem HP erstmals die „FrostCap“ genannte Kühltechnik eingesetzt hat (siehe c't 16/2019, S. 84). Dabei kühlen zwei thermoelektrische Wandler, sogenannte Peltier-Elemente, die Lautsprechergitter in den Hörmuscheln völlig lautlos.

Beim Prime sind die Polster durchlässiger für die kühle Luft. Das vermindert den Temperaturunterschied zwischen Polster und den Ohrspitzen, der beim älteren Modell nach einiger Zeit unangenehm wurde. Das Prime kühlt immer noch merklich, aber gleichmäßiger. Es begnügt sich bei maximaler Kühlung mit 450 mA aus dem USB-Port und bei der angenehmeren mittleren Kühlung mit 330 mA. Dank der breiten Polster blieb das schwere Prime auch nach Stunden bequem. Auch das Kopfpolster, das sich automatisch an die Kopfgröße anpasst, gefällt gut.

Gesteuert werden die Kühlung, die Farbe der LED-Lichtleisten und die Soundoptionen über die Windows-App „Omen Command Center“, die bei einem Windows-10-PC automatisch zusammen mit dem Treiber installiert wird. Das Mindframe Prime funktioniert auch an macOS- und Linux-Rechnern, nur fehlen dann die Einstelloptionen. Allerdings merkt es sich die über das Command Center vorgenommenen Einstellungen.

Aktiviert man Active Noise Cancelling (ANC) für das Mikro, unterdrückt das Prime Umgebungsgeräusche – und zwar radikal: Im Test wurde eine laute Rauschquelle um 35 dB bedämpft. Die Stimme des Sprechers klingt dann etwas roboter-



haft, bleibt aber verständlich. Das Mikrofon selbst lässt sich nach oben klappen. Dabei schaltet es sich ab und die Mikrofonspitze leuchtet rot.

Die Latenz des im Mindframe Prime integrierten USB-Audioadapters ist mit knapp 5 Millisekunden angenehm kurz.

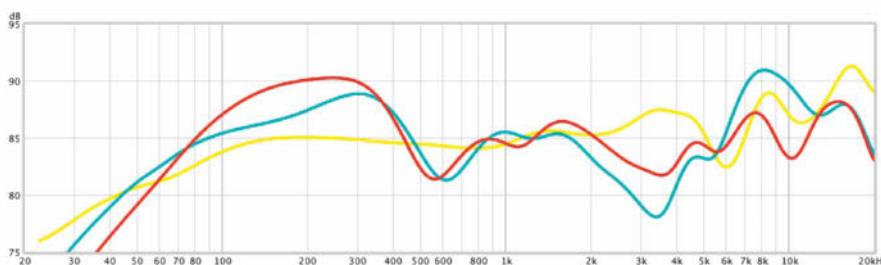
Klanglich überzeugte das Mindframe Prime aber nicht. Der Kopfhörer verstärkt insbesondere die unteren Mitten zwischen 100 und 500 Hz und senkt Höhen oberhalb von 6 kHz deutlich ab, was zu einem dumpfen und detailarmen Klangbild führt. Die Räumlichkeit des zuschaltbaren virtuellen 7.1-Surround-Sounds (C-Media-Xear-Chip) wirkt künstlich.

Das Headset Omen Mindframe Prime bietet mit der verbesserten aktiven Kühlung und der Geräuschunterdrückung praktische Zusatzfunktionen. Zum Musik hören können wir es nicht empfehlen; auch beim Spielen überzeugt der Klang nicht.

(rop@ct.de)

### Omen Mindframe Prime

Spiel-Headset mit aktiver Kühlung und ANC fürs Mikro	
Hersteller	HP, <a href="http://www.hp.com/de">www.hp.com/de</a>
Gewicht	530 g
Systemanf.	Windows 10 ab V.1709
Preis	200 €



Der Frequenzgang des Mindframe Prime (rot) zeigt die starke Betonung der unteren Mitten. Zum Vergleich: die Messung des Vorgängermodells (cyan) und eines neutral klingenden Sennheiser HD 600 (gelb)



## Unruhiger Phoenix

**Mit Gainwards GeForce RTX 2060 Super Phoenix spielt man in WQHD-Auflösung schnell, aber nicht besonders leise.**

Die nur 23,5 Zentimeter kurze Dual-Slot-Grafikkarte ist fast so schnell wie eine GeForce RTX 2070 und liegt praktisch gleichauf mit AMDs Radeon RX 5700. Bei WQHD-Auflösung (2560 × 1440 Pixel) mit allen Details erzielte sie in GTA V 81 fps, zehn Bilder pro Sekunde mehr als die Radeon. Far Cry 5 und Shadow of the Tomb Raider zeigen die beiden auf Augenhöhe.

Im Leerlauf nahm die Gainward-Karte mit einem Full-HD-Display 11 Watt auf, mit 4K-Display waren es 13 Watt, in Spielen knapp 180 Watt mit kurzen Spitzen bis 245 Watt. Die beiden 90-Millimeter-Lüfter rotieren im Leerlauf flüsterleise, drehen mit 3D-Last aber fix auf 2145 U/min. hoch und geben 1,5 Sone von sich. Ab 45 fps zirpen die Spulen der Karte dezent und quietschen mit steigender Frame-Rate zunehmend hörbar.

Gainwards GeForce RTX 2060 Super Phoenix ist nicht besonders leise, liefert aber gute WQHD-Performance. Wer kein Raytracing braucht, bekommt aber fürs gleiche Geld eine meist ebenso schnelle, ähnlich effiziente und leisere Radeon RX 5700. (bkr@ct.de)

## Gainward GeForce RTX 2060 Super Phoenix

Spielergrafikkarte für WQHD-Auflösung	
Hersteller	Gainward, <a href="http://www.gainward.com">www.gainward.com</a>
Anschlüsse	3 × DP 1.4, 1 × HDMI 2.0b, 8-Pin-Pcie
Shaderkerne, Basis- / typ. Boost-Takt, Speicher, Transferrate	2176, 1470 / 1650 MHz, 8 GByte GDDR6, 448 GByte/s
Preis	415 €



## Externer iPad-Speicher

**Apples iPads mit iPadOS 13 lesen Fotos und Videos auch direkt von USB-Sticks und Speicherkarten; für iPads mit Lightning-Buchsen braucht man dazu Adapter oder spezielle USB-Sticks.**

Ein iPad eignet sich gut zum Herumzogen von Bildern und als Videospieler. Bis-her musste man Foto-, Video- und Audiodaten aber zuerst mühselig in den iPad-Speicher übertragen, der rasch überquillt. Das ist mit iPadOS 13 vorbei: Die App „Dateien“ greift auch auf USB-Datenträger zu. Dateien lassen sich per „Teilen“ an andere Apps senden, etwa an Videoplayer. Um jedoch USB-Speicher an ein iPad mit Lightning-Buchse anzuschließen, braucht man einen Adapter oder einen USB-Stick mit zusätzlichem Lightning-Stecker. Beides haben wir mit einem iPad Air 2 ausprobiert.

Beim USB-3.0-Stick SanDisk iXpand sitzt der Lightning-Anschluss auf einem gebogenen, flexiblen Stummel, sodass der größte Teil des Sticks hinter dem iPad liegt. So ragt er zwar nicht so weit aus dem iPad heraus, man kann es aber nicht mehr flach auf einen Tisch legen.

## Amatage SD TF-Kartenleser, USB auf Lighten ...

Lightning-Adapter mit USB-Buchse, SD- und MicroSD-Kartenleser, Audio- und Lightning-Buchsen	
Hersteller	Amatage (Amazon ASIN B07SSYCGDF)
Anschlüsse upstream	Apple Lightning (für iPhone/iPad)
Anschlüsse downstream	USB-A 2.0, Audio-Klinke 3,5 mm, Lightning-Stromanschluss, Kartenleser mit Schächten für SD und MicroSD
Preis	16 €
Hinweis: „Lightening“ ist auf der Amazon-Produktseite tatsächlich falsch geschrieben	

Der verwandte iXpand Go ist anders geformt.

Der iXpand-Stick lässt sich am PC mit lahmenden 26 MByte/s beschreiben; Lesen klappt mehr als dreimal so schnell. Steckt man ihn ans iPad, erscheint ein Hinweis auf die App SanDisk iXpand Drive. Die muss man auch unter iPadOS 13 aus dem App Store installieren, erst dann taucht der Stick in der „Dateien“-App auf. Beide Apps zeigen Fotos und Videos und spielen Musik ab; iXpand Drive hat aber zusätzliche Funktionen wie Backup und läuft auch auf iPhones.

Zum „Amatage“-Adapter gibts keine App; darüber angeschlossene Sticks und Speicherkarten erschienen nach kurzer Wartezeit jeweils in „Dateien“. Allerdings gibt es stromhungrige USB-Sticks, die unzuverlässig oder gar nicht am iPad arbeiten – das muss man ausprobieren. An der USB-Buchse lässt sich auch eine Tastatur anschließen, die ebenfalls nicht zu viel Strom ziehen darf. Kopfhörer, USB-Tastatur, SD-Karte und Ladekabel funktionieren auch gleichzeitig. MicroSD-Karten verschwinden komplett im Schlitz, man braucht eine Pinzette zum Herauspullen. So lässt sich ein Kärtchen darin dauerhaft als Massenspeicher versenken – der „große“ SD-Slot funktioniert dann aber nicht mehr.

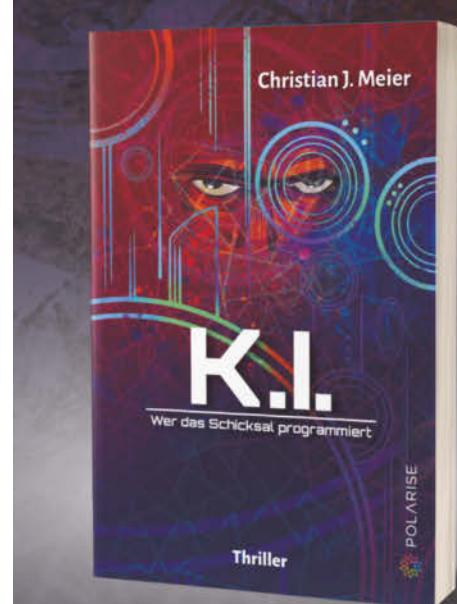
(ciw@ct.de)

## SanDisk iXpand 64GB

USB-3.0-Speicherstick mit Apple-Lightning-Stecker und App	
Hersteller	SanDisk
Kapazität	64 GByte (auch mit 32 GByte erhältlich)
andere Bauformen	iXpand Go mit 128 oder 256 GByte
Anschlüsse	USB-A-3.0-Buchse und Lightning-Stecker
Schreiben / Lesen	maximal 26 / 88 MByte/s via USB 3.0
Zubehör	SanDisk iXpand Drive App (kostenlos via App-Store)
Preis	30 €

C. J. Meier

Der neue  
KI-Thriller



**WENN UNSER LEBEN  
NUR EIN SPIEL IST,  
WER BESTIMMT  
DANN DIE REGELN?**

**ISBN 978-3-947619-19-1  
272 Seiten, 12,95 Euro**

 **POLARISE**  
www.polarise.de



# AMD-Surface

## Microsoft Surface Laptop 3 15" mit Ryzen-Prozessor

**Microsoft stattet die 15-Zoll-Variante des Surface Laptop 3 als erstes Surface-Gerät mit einem AMD-Prozessor aus – und das ist nicht die einzige wichtige Veränderung.**

**Von Florian Müssig**

**M**icrosofts Notebook-Baureihe Surface Laptop hat in der dritten Generation Zuwachs bekommen: Den Surface Laptop 3 gibt es nicht mehr nur als 13,5-Zoll-Gerät, sondern nun auch mit 15-Zoll-Bildschirm. Die seltsame Auflösung von 2496 × 1664 Pixeln ist Microsofts Entscheidung geschuldet, dass die Punktauf-

lösung von rund 200 dpi identisch zu der des 13,5-Zöllers sein soll.

Natürlich hat auch der Laptop 3 15" wie alle Surface-Geräte das praktische Seitenverhältnis von 3:2 und dadurch mehr Bildhöhe als die üblichen 16:9-Displays, weshalb man deutlich weniger scrollen muss. Der Touchscreen lässt sich wahlfreie mittels Microsoft Surface Pen bedienen; der Stift gehört allerdings nicht zum Lieferumfang.

### Spezial-CPU

Im Surface Laptop 3 kommt eine exklusive Variante von AMDs Ryzen-Prozessoren zum Einsatz. In der getesteten Ausstattungsvariante arbeitet der Ryzen 5 3580U; teurere Modelle enthalten den Ryzen 7 3780U mit ebenfalls vier Kernen. Hinsichtlich CPU-Kernen und -Taktraten gibt

es keine Unterschiede zu Ryzen 5 3500U respektive Ryzen 7 3700U, wohl aber bei den integrierten Radeon-GPUs: Sie haben jeweils eine CU (Compute Unit) mehr. Im Ryzen 5 gibt es also eine Vega 9 statt Vega 8, im Ryzen 7 eine Vega 11 statt Vega 10.

In der Praxis macht das damit verbundene Plus an Performance allerdings wenig aus, weil sich an der grundsätzlichen Situation nichts ändert: Die GPUs reichen für Online-Titel wie WoW oder DOTA 2 aus, sind für Blockbuster-Shooter mit detail- und effektreichen Spielwelten aber zu lahm. Videos können in allen gängigen Codecs und Auflösungen ohne CPU-Last abgespielt werden. Die CPU-Performance liegt in etwa auf dem Niveau von aktuellen Intel-Vierkernern der achten oder zehnten Core-i-Generation; und auch die Akkulaufzeit – wir haben knapp über zwölf Stunden gemessen – bewegt sich in einem ähnlichen Rahmen.

Microsoft verkauft das Surface Laptop 3 15" in den Farbvarianten Schwarz und Platin-Silber. Bei beiden besteht die Handballenablage aus Metall; den bisher in der Laptop-Baureihe üblichen weichen Alcantara-Überzug gibt es nur noch bei manchen 13,5-Zoll-Modellen.

### Verbesserte Wartbarkeit

An der Handballenablage ist aber nicht nur das Material neu, sondern auch die Befestigung: Man kann sie nach dem Entfernen von vier unter den Gummistandfüßen versteckten Schrauben abnehmen und gelangt so ins Innere – etwa, um an die SSD im kleinen M.2-2230-Format zu kommen. Sowohl die Wartbarkeit als auch die wechselbare SSD sind große Fortschritte gegenüber den Vorgänger-Generationen, bei denen die SSD auf das Mainboard gelötet und die Alcantara-Handballenablage ans Gehäuse geschweißt wurde.

Microsoft hat diese Änderungen allerdings nicht für Selbst-Reparierer implementiert, sondern wegen Vorgaben mancher Unternehmenskunden: Muss ein Admin ein Notebook wegen eines Defekts einschicken, dann ist es Usus, dass vorher der Massenspeicher ausgebaut wird, damit die Unternehmensdaten das Haus nicht verlassen. Die Umsetzung einer solchen Richtlinie war bislang unmöglich, wodurch Microsoft ein ebenso prestigewie umsatztägliches Stück des Notebookmarkts verwehrt geblieben ist. Insofern ist es auch nicht verwunderlich, dass Microsoft für den Umbau benötigte Ersatzteile wie etwa neue Gummifüße nur an Unter-

nehmenskunden verkauft. Die neue Wartbarkeit gilt übrigens auch für 13,5-Zoll-Modelle mit Alcantara; Details für alle Surface Laptop 3 hält die offizielle Reparaturanleitung bereit (siehe [ct.de/ymmd](http://ct.de/ymmd)).

Apropos Unternehmenskunden: Diese können das Surface Laptop 3 15" nicht wie hier getestet zu Preisen zwischen 1350 Euro (3580U, 8 GByte, 128-GByte-SSD) und 2300 Euro (3780U, 16 GByte, 512-GByte-SSD) mit AMD Ryzen kaufen, sondern in einer Commercial-Variante mit Intels Core-i-Prozessoren der zehnten Generation (Ice Lake). Commercial-Varianten gibt es auch von anderen Surface-Baureihen wie Laptop 3 13", Book 2 oder Pro 6/7, doch die haben kein anderes Innenleben, sondern lediglich andere Vertriebswege. Da manche Fachhändler und Systemhäuser wiederum aber an Privatkunden verkaufen, kann man das 15-Zoll-Intel-Modell auch als solcher erwerben, wenn man dies denn möchte. Anders als die SSD ist der Arbeitsspeicher auf die Hauptplatine gelötet und damit nicht erweiterbar.

## Pures Windows

Während Commercial-Varianten mit Windows 10 Pro daherkommen, ist bei normalen Modellen Windows 10 Home vorinstalliert. Beiderlei Vorinstalltionen kommen ohne lästige Softwarebeigaben aus. Nicht mal übliche Hilfsprogramme wie die Einstellungsdialoge der Radeon-Treiber sind an Bord: Alle Einstellungen erfolgen über Bordmittel. Microsoft selbst liefert neue Firmware- und Treiber-Versionen wie beim Betriebssystem komfortabel über Windows Update aus.

Das beiliegende Netzteil dockt wie gehabt magnetisch an den proprietären seitlichen Surface Connector an, der zusätzlich auch USB- und DisplayPort-Signale ausliefern kann – etwa für Adapter oder die seit Jahren erhältliche Dockingstation. Alternativ kann man am Laptop 3 auch modernes USB-C-Docking verwenden; nur hier ist USB mit 10 statt 5 GBit/s möglich. Eine klassische USB-A-Buchse ist ebenfalls an Bord, ein Kartenleser fehlt.

Der Lüfter bleibt bei geringer Systemlast flüsterleise und lässt sich auch durch kurze Lastspitzen nicht aus der Ruhe bringen. Die Tastatur unterstützt Vielschreiber mit ausreichend Hub, präzisem Feedback, geringem Geräusch und bis auf den einzeiligen Cursor-Block gelungenem Layout. Das große Touchpad erkennt Gesten mit bis zu vier Fingern;

Maustasten fehlen. Ein Helligkeitssensor passt die Bildschirmhelligkeit automatisch ans Umgebungslicht an.

## Fazit

Microsoft hat mit dem Surface Laptop 3 15" ein tolles Windows-Notebook auf die Beine gestellt und den größten Kritikpunkt der Vorgängergenerationen – die miserable Wartbarkeit – ausgeräumt. Der Preis ist wie

bei allen Surface-Geräten hoch, doch man wird mit einem wertigen Notebook, einer aufgeräumten Windows-Vorinstallation und einem 3:2-Bildschirm belohnt. Letzterer ist wieder ein Alleinstellungsmerkmal, seitdem Huawei aufgrund von US-Sanktionen keinen neuen MateBooks mehr veröffentlichen kann. (mue@ct.de) **ct**

**Reparaturanleitung:** [ct.de/ymmd](http://ct.de/ymmd)

## Microsoft Surface Laptop 3 15": Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	V9R-00025					
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil					
<b>Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)</b>						
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / ✓ (✓)					
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 2 × L (1 × Typ C) / –					
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / R					
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	– / ✓ / ✓ / ✓ / ✓					
Ausstattung						
Display	Sharp LQ150P1JX51: 15 Zoll / 38,1 cm, 2496 × 1664, 3:2, 200 dpi, 4 ... 356 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd					
Prozessor	AMD Ryzen 5 3580U (4 Kerne mit HT), 2,1 GHz (Turbo bis 3,7 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 4 MByte L3-Cache					
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte DDR4-2400 / AMD Picasso					
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: AMD Radeon Vega 9 (vom Hauptspeicher) / –					
Sound	HDA: Realtek ALC274					
LAN / WLAN	– / PCIe: Qualcomm QCA6174A (Wi-Fi 5, 2 Streams)					
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Qualcomm (Microsoft)					
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –					
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: SKHynix BC501 (256 GByte) / –					
Stromversorgung, Maße, Gewicht						
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	48 Wh Lithium-Ionen / – / –					
Netzteil	60 W, 289 g, 9 cm × 5 cm × 2,5 cm, Kleingerätestecker					
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,55 kg / 34 cm × 24,4 cm / 1,1 ... 1,6 cm					
Tastaturhöhe / Tastenraster	0,7 cm / 19 mm × 18,5 mm					
Leistungsaufnahme						
Suspend / ausgeschaltet	0,9 W / 0,2 W					
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max	2,9 W / 4,8 W / 7,7 W					
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	39,2 W / 12,6 W / 42,6 W					
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	65,2 W / 0,51					
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks						
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max)	12,1 h / 6,4 h / 3,3 h					
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,4 h / 8,8 h					
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 0,8 Sone					
Massenspeicher lesen / schreiben	1148,6 / 645,8 MByte/s					
IOPS (4K) lesen / schreiben	63782 / 78863					
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	16,3 / 12,5 MByte/s / ✓					
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 99,6 dB(A)					
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	363 / 1451					
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	9087 / 8949 / 2682 / 974 / –					
Preis und Garantie						
Straßenpreis Testkonfiguration	1850 €					
Garantie	1 Jahr					
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht	✓ vorhanden	– nicht vorhanden

# Backups im Schlaf

**SanDisk verspricht mit seiner neuen Qi-Ladestation vollautomatische Backups für Android- und iOS-Smartphones mit jedem kabellosen Ladevorgang. Damit könnte die Ladestation eine lokale Alternative zur Cloud sein.**

Beim iXpand Wireless Charger handelt es sich um die Kombination zweier Geräte: einer kabellosen Ladestation und einer SSD. Letztere ist wahlweise 128 GByte oder 256 GByte groß. Legt man ein kompatibles Smartphone auf die Ladestation, beginnt der Ladevorgang über den Qi-Standard. Dabei werden maximal 10 Watt übertragen. Bei einem Ladestand über 20 Prozent löst die zugehörige App schließlich das Backup über WLAN aus. Fotos, Videos und Kontakte werden dann automatisch gesichert. Schließt man die Ladestation per USB an den Computer an, lassen sich die Daten aus der Ladestation zudem wie von externen Festplatten gewohnt übertragen.

SanDisk stellt eine App bereit, die Schritt für Schritt durch den Einrichtungsprozess führt und gegebenenfalls ein Firmware-Update der Ladestation auslöst. Das Smartphone muss sich im selben WLAN wie die Ladestation befinden und über Bluetooth 4.2 LE verfügen, da darüber die Kommunikation zwischen App und Ladestation stattfindet. Halbwegs aktuelle Smartphones sollten damit keine Probleme haben. Da die Ladestation permanent mit dem WLAN verbunden ist, zieht sie laut Rhode & Schwarz Powermeter auch im Standby bis zu 3 Watt.

Die Einrichtung funktionierte im Test problemlos. In der App lassen sich Dateitypen vom Backup-Prozess aussparen, die gesicherten Daten einsehen und die Speicherstände beider Geräte anzeigen. Andere Daten wie Apps und Geräteeinstellungen lassen sich leider nicht sichern. Möchten mehrere Nutzer eine Ladestation gemeinsam nutzen, können sie Private Access Accounts anlegen und so getrennte Backups durchführen.

Auf die Grundfunktionen – Laden und Sichern – war unter Android und iOS Verlass. Eine Status-LED gibt Auskunft über den Ladestand. Die Wiederherstellung der Daten funktionierte mit beiden Betriebssystemen auf Anhieb. Leider nervte die App unter Android wiederholt



```
tim@ubuntu:~/Dokumente$ rmw
Creating default configuration file:
/home/tim/.config/rmwrc

Created directory /home/tim/.local/share/Waste/files/
Created directory /home/tim/.local/share/Waste/info/
Insufficient command line arguments given;
Enter 'rmw -h' for more information
tim@ubuntu:~/Dokumente$ rmw brief.txt
1 file was removed to the waste folder
tim@ubuntu:~/Dokumente$ rmw -u
+'/home/tim/.local/share/Waste/files/brief.txt' -> '/home/tim/Dokumente/brief.txt'
tim@ubuntu:~/Dokumente$
```

# Papierkorb auf Kommando

**Das Werkzeug Remove to Waste bildet auf der Linux-Kommandozeile einen Papierkorb nach, wie ihn viele Desktop-Umgebungen bereitstellen. Versehentlich gelöschte Dateien lassen sich so leicht wiederherstellen.**

Während der Linux-Befehl `rm` Dateien umgehend ins Nirvana schickt, wandern mit `rmw` gelöschte Dateien zunächst in ein verstecktes Unterverzeichnis. Die darin zwischengelagerten Inhalte entfernt das Werkzeug erst nach ein paar Tagen oder auf explizite Anweisung. `rmw` folgt dabei der FreeDesktop.org Trash Specification, nach der auch die meisten Desktops einen Papierkorb bereitstellen. Einen solchen kann `rmw` daher mitbenutzen.

Aus dem Papierkorb kann das Werkzeug die zuletzt gelöschten oder aber bestimmte Dateien wiederherstellen. Nur in eindeutigen Fällen reicht dabei die Angabe des Dateinamens, andernfalls muss man noch den Pfad zum Papierkorbverzeichnis angeben. Dann erlaubt `rmw` auch die Wildcards \* und ?.

In der einfach aufgebauten Konfigurationsdatei gibt man die Ordner für die Zwischenlagerung vor. Diese dürfen sich sogar auf externen Datenträgern befinden. Der Anwender bestimmt, nach wie vielen Tagen `rmw` eine Datei endgültig aus dem Papierkorb löschen soll. Auf Wunsch listet das Tool die Papierkorbverzeichnisse auf oder fahndet nach verwaisten Dateien. Da `rmw` nicht rekursiv in Verzeichnisse hinabsteigen kann, ist es kein vollständiger Ersatz für `rm`. (Tim Schürmann/lmd@ct.de)

## iXpand Wireless Charger

Kabellose Ladestation mit SSD-Speicher	
Hersteller	SanDisk
Ladestandard	Qi / Fast Wireless Charging max. 10 Watt
Anschlüsse	Micro-USB, Netzanschluss
Funkstandards	WLAN b/g/n 2,4 GHz, Bluetooth 4.2 LE
Abmessungen	17,8 cm × 10,0 cm × 1,9 cm
Lieferumfang	Ladestation, Netzteil mit Netzkabel
Systemanf.	Smartphone mit Qi unter Android oder iOS
Preis	144,99 € (256 GByte) / 98,99 € (128 GByte)

## rmw 0.7.04

Löschwerkzeug	
Hersteller	Andy Alt et. al, <a href="https://remove-to-waste.info">https://remove-to-waste.info</a>
Systemanf.	Linux
Preis	kostenlos

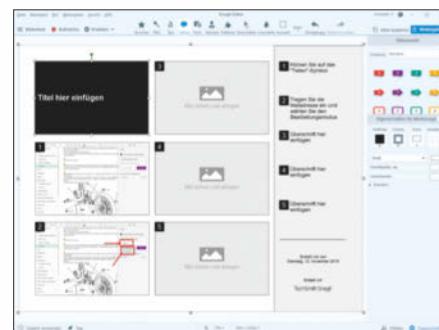
# Fensterfotograf

**Die neue Version 2020 des Screenshot-Tools Snagit fügt Schnellvorlagen und Diashow-Videos hinzu.**

Snagit vom US-amerikanischen Hersteller Techsmith ist ein Screenshot-Tool für gehobene Ansprüche. Es richtet sich vornehmlich an Nutzer, die viele Screenshots, etwa für Dokumentationen, anfertigen müssen und einen möglichst flüssigen Workflow brauchen. Neben vielen Optionen bei der Bildschirmaufnahme glänzt es vor allem durch seine praktische Bildbibliothek und den funktionsreichen Editor. Der beherrscht nicht nur alles Klassenübliche für das Markieren, Hervorheben, Beschriften und Montieren, sondern auch ein paar außergewöhnliche Tricks. Dazu gehören eine OCR-Funktion, mit der sich zum Beispiel der Meldungstext aus einem fotografierten Fehlerdialog extrahieren lässt, und ein Modus zur schematischen Darstellung von Bedienoberflächen durch Vereinfachung aller Bildelemente. Mittels einer Mustererkennung lassen sich Objekte wie Schaltflächen oder Textfelder aus einem Screenshot herausnehmen und automatisch durch einen passenden Hintergrund ersetzen. Auch das Aufnehmen von Bildschirmvideos ist mit Snagit möglich, allerdings mit nur sehr beschränkten Möglichkeiten zur Nachbearbeitung. Die bleiben dem Screencast-Programm Camtasia aus gleichem Hause vorbehalten.

Der 2020er Version von Snagit hat der Hersteller zwei neue Funktionen spendiert, deren Umsetzung aber nicht ganz überzeugen kann. Die eine erstellt aus einer Reihe von Screenshots ein Video – besser: eine Diashow, die sich als Video-Datei oder animiertes GIF speichern lässt. Dazu startet man nach Auswahl der Bilder aus der Bibliothek die Aufnahme und klickt zum jeweils nächsten Screenshot, was gleich auch die Anzeigedauer jedes Bildes festlegt. Dabei kann man Textkommentare und grafische Formen einbauen und einen Sprachkommentar aufzeichnen. All das erfolgt aber ausschließlich in Echtzeit und lässt sich bei einem Fehler nicht nachträglich bearbeiten. Stattdessen müsste man komplett von vorne beginnen.

Die andere neue Funktion bietet vorgefertigte Vorlagen, mit denen man Präsentationen oder Schritt-für-Schritt-Anleitungen recht komfortabel zusammenklickt. Die lassen sich dann ausdrucken



oder als Bild oder im PDF-Format speichern. An sich eine gute Idee, in der Umsetzung aber leider etwas starr. So lassen sich zu Beginn falsch ausgewählte Vorlagen nicht nachträglich austauschen. Stellt man etwa fest, dass man statt einer vierstufigen Anleitung doch eine mit sechs Schritten benötigt, kann man nur alle vorhandenen Elemente mühsam per Hand zurechtzupfen und neue Platzhalter einbauen. Meist ist es schneller, mit einer passenden Vorlage neu zu starten. Zudem lassen sich der Vorlagen-Bibliothek keine eigenen Templates hinzufügen. Zwar kann man durchaus ein Bild mit Platzhaltern anlegen, als Muster speichern und später immer wieder kopieren – allerdings ohne Aufnahme in die Vorlagensammlung. Das konnte zudem schon die Vorgängerversion von Snagit. Techsmith bietet zwar eine Auswahl zusätzlicher aus dem Internet ladbarer Vorlagen. Das kostenfreie Angebot ist aber äußerst mager. Mehr Vorlagen plus eine umfangreiche, aber unübersichtliche Bibliothek lizenzzfreier Fotos gibt es nur gegen eine zusätzliche Abo-Gebühr. Immerhin verspricht Techsmith, die Vorlagenfunktion noch zu verbessern. Die übrigen Neuerungen von Snagit 2020 beschränken sich auf die Möglichkeit, Bilder direkt an Slack und Box zu übertragen und einen neuen Callout-Stil in Form einer Sprechblase mit Pfeil.

Auch wenn die neuen Funktionen das kostenpflichtige Upgrade auf die 2020er Version nicht für jeden rechtfertigen, bleibt Snagit nach wie vor eines der besten Screenshot-Tools für Windows und macOS, wie auch der Vergleichstest in c't 13/2018, Seite 130 gezeigt hat. (swi@ct.de)

## Snagit 2020

Screenshot-Tool	
Hersteller	TechSmith, <a href="http://www.techsmith.com">www.techsmith.com</a>
Systeme	Windows 7, 8, 10, macOS ab 10.13
Preis	53,97 €, 26,95 € (Upgrade von einer älteren Version)

Portofrei  
ab 15€

Mit allen  
Wassern  
gewaschen:



iX Developer  
Machine Learning  
NEU  
Als PDF-Download  
erhältlich.

9,99 € >



12,90 € >



12,90 € >

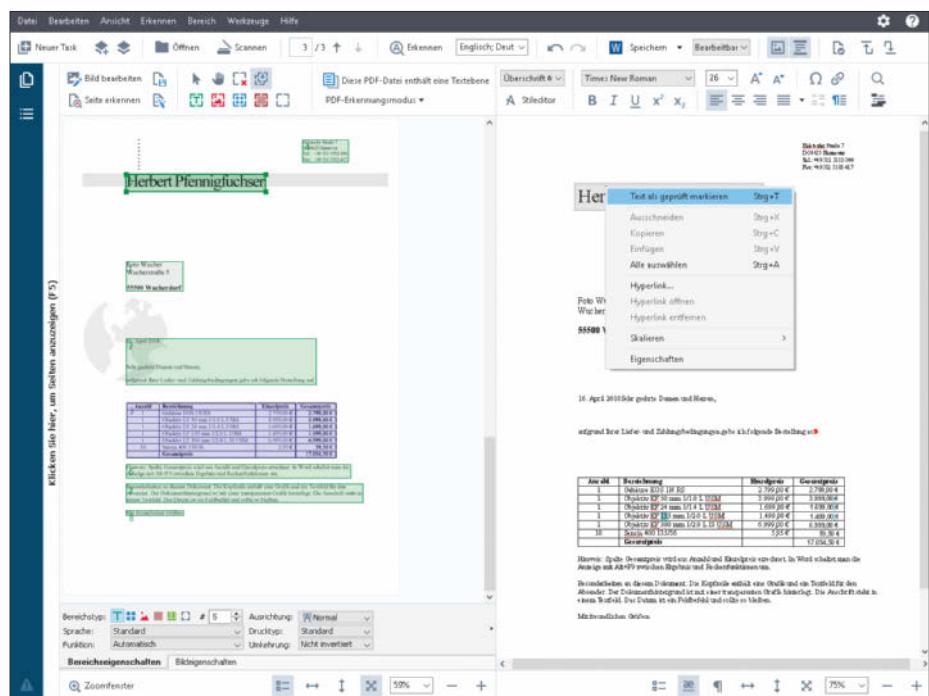
Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier:

[shop.heise.de/specials2018-19](http://shop.heise.de/specials2018-19)

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/specials2018-19](http://shop.heise.de/specials2018-19) >



# Leser mit Durchblick

## FineReader 15 für Windows analysiert Dokumente mit KI

**Abbyy FineReader ist so etwas wie der Altmeister unter den Programmen zur Texterkennung (OCR). Dank neuer Engine mit maschinell erlerntem Wissen kommt Version 15 auch mit komplexen Dokumenten und suboptimalen Handyschnappschüssen zurecht.**

Von Peter Schüler

Die meisten aktuellen OCR-Programme erkennen die Buchstaben in einem Bild, etwa aus einem Scanner, praktisch fehlerfrei. Doch bei schwierigen Vorlagen bewährt sich die jüngste FineReader-Version weit besser als alle Kandidaten der bisherigen c't-Tests.

Im Startfenster bietet das Programm seine Dienste als PDF-Betrachter mit Editierfunktionen, als OCR-Editor und als Da-

teikonvertierer an; hier kann man auch Dokumente miteinander vergleichen. Unter „Optionen“ stellt man unter anderem ein, wie die Software mit Eingabegeräten wie Scanner oder Kamera kommunizieren soll – mit der Bedienführung von Abbyy oder der des Scannerherstellers, mit Datenablage in einem Office-Dokument oder sofortiger Bearbeitung am Bildschirm.

### Kernfunktion: OCR-Editor

Das Programmfenster des OCR-Editors gliedert sich in den Navigationsbereich, das Bild- und das Dokumentframe. Öffnet man eine Datei oder direkt die Ausgabe eines Scanners oder einer Kamera im OCR-Editor, erscheint die Vorlage als eine von womöglich mehreren Projektseiten im Bildframe. Alternativ legt der integrierte Screenshot-Reader einen wählbaren Ausschnitt der Desktop-Anzeige dort ab.

Projektseiten kann man von FineReader analysieren und/oder erkennen lassen. Die Analyse identifiziert Blöcke in der

Dokumentenansicht und klassifiziert sie als Text, Tabelle oder Bild, bei entsprechend angepassten Optionen gegebenenfalls auch als Strichcode. Mit „Erkennen“ startet man den eigentlichen OCR-Vorgang – die Übertragung des gesamten Bilds als Text ins Dokumentframe. Per Rechtsklick auf einen Bereich kann man dessen Inhalt als Text in die Zwischenablage kopieren, um ihn später im Dokumentframe oder einer anderen Anwendung einzufügen. Seit Version 14 kennt FineReader auch die Option, in einem PDF-Dokument mit bereits durchsuchbarer Textebene gezielt die Bilder zusätzlich zu analysieren.

Außerdem haben wir die Software mit Trefferlisten aus Googles Bildersuche zu den Vorgaben „Barcode“ und „QR-Code“ konfrontiert. In dieser zufälligen Auswahl erkannte FineReader 13 von 16 Barcodes, darunter auch den zur im Handel verbreiteten EAN auf Preisetiketten. Von 25 QR-Codes erkannte die Software 20. Am Aztec-QR-Code auf Tickets der Deutschen Bahn biss sie sich indes wie alle bisher getesteten Programme die Zähne aus.

Beim Test mit Dokumentenscanner und normalen Briefen lieferte die Zeichenerkennung die vorhersehbare Fehlerquote von unter einem Prozent. Diese gute Quote hielt das Programm auch bei Problemvorlagen wie einem schief aufgenommenen Geschäftsbrief und einem Ticket der Deutschen Bahn. Damit schnitt es besser ab als alle OCR-Mobil-Apps, die wir kürzlich getestet haben (siehe ct.de/yhq6). Beim kontrastarmen Foto einer stark welligen Druckseite mit formelgespicktem, wissenschaftlichem Text drückte das Abbyy-Programm die Fehlerquote mit 0,4 Prozent sogar auf ein Zehntel des bisherigen Bestwerts.

Ähnlich überzeugend fiel die Interpretation einer kompliziert gestalteten Zeitschriftenseite aus, die FineReader als erstes Programm aus unserer Testpraxis mit korrektem Lesefluss und weitgehend authentischem Layout anzeigen. Für Wissenssampler, denen es nicht nur um Geschäftskorrespondenz geht, qualifizierte sich diese Software damit als erste Wahl.

### Dokumente ansehen und bearbeiten

Das Dokumentframe fungiert wie eine einfache Textbearbeitung, bei der diejenigen Passagen, an denen sich die OCR nicht ganz sicher ist, farbig hervorgehoben sind. Man kann alle Textpassagen editie-

ren, Zeichen- und Absatzformate ändern, Links einfügen und das Ganze in einem Dateiformat von TXT über DOCX bis HTML speichern.

Vom FineReader-Startbildschirm aus lässt sich auch der PDF-Betrachter öffnen. Er zeigt Dokumente nicht nur an, sondern garniert sie auf Wunsch auch mit Stem-

peln, Notizen und Wasserzeichen. Außerdem kann man Textpassagen schwärzen, das ganze Dokument per Kennwort schützen und außerdem signieren – digital oder mit einem Schriftzug aus einer Bilddatei. Damit nicht genug seziert der Betrachter das Dokument in einzeln verschiebbare Text- und Bildblöcke.

Zum Speichern des Resultats kommen die Dateiformate PDF, TXT, RTF, DOCX, XLSX, PPTX, ODT, HTML, Epub und FB2 in Betracht. Als Dateikonverter verwandelt FineReader beliebige Dateien in MS-Office-Dokumente oder mit üppigen Format-Optionen in Bilddateien.

## Fazit

FineReader 15 digitalisiert normale Briefe genauso gut wie die Konkurrenz. In schwierigen Fällen, etwa einem Handy-Foto von unterwegs oder bei einer Kata-logoseite, setzt er jedoch einen neuen Maßstab.

(hps@ct.de) ct

c't-Vergleichstests seit 2018: [ct.de/yhq6](http://ct.de/yhq6)

## FineReader 15

OCR-Programm	
Hersteller	Abby, <a href="http://www.abby.com/de-de">www.abby.com/de-de</a>
Systemanf.	Windows 7 oder Windows Server 2008R2, 1GBYTE RAM, Internetzugang zur Aktivierung
Preis	199 € (Corporate Edition 299 €)

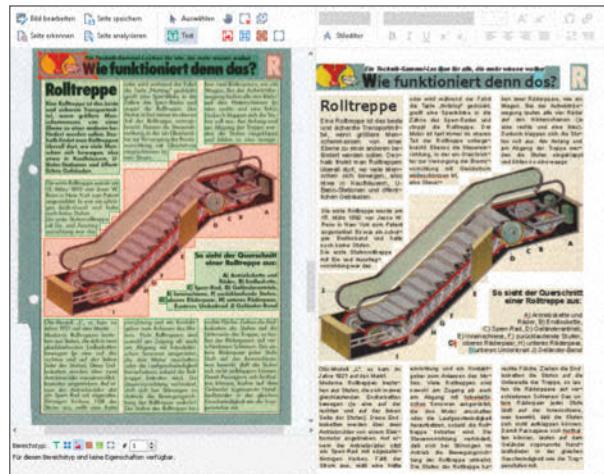


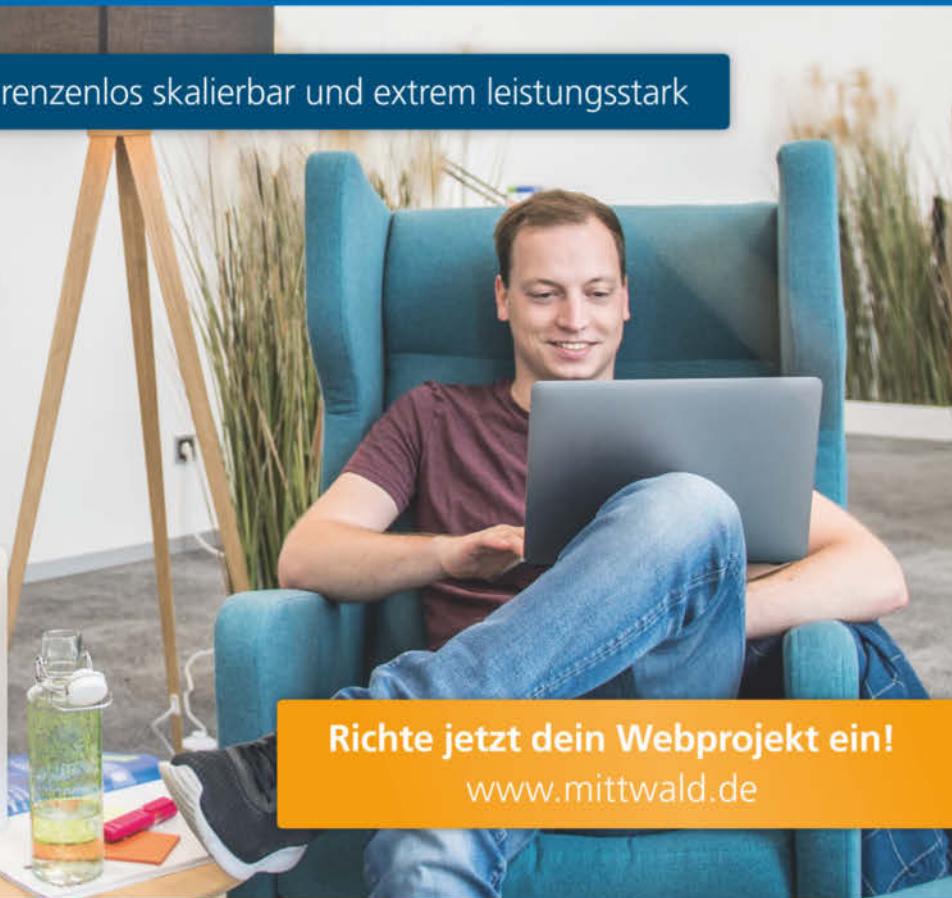
Bild- und Dokument-frame des OCR-Editors zeigen, wie gut FineReader 15 das Layout unserer Zeitschriften-Musterseite auswertet.

**Mittwald**  
Webhosting. Einfach intelligent.

Webhosting mit Gigahertzblut – grenzenlos skalierbar und extrem leistungsstark

Das **digitale**  
**Zuhause** für  
deine Projekte

- ✓ genialer Service
- ✓ garantierte Performance
- ✓ geballte CMS-Power



Richte jetzt dein Webprojekt ein!  
[www.mittwald.de](http://www.mittwald.de)



# Aufbruch in neue Dimensionen

## Smarter Lautsprecher Echo Studio mit Alexa und 3D-Sound

**Amazons vernetzte Lautsprecher punkteten mit Sprachsteuerung und Multiroom-Sound, kamen klanglich bislang aber nicht an die Topmodelle von Sonos & Co. heran. Der Echo Studio soll nicht nur zur Konkurrenz aufschließen, sondern mit 3D-Audio-Wiedergabe daran vorbeiziehen.**

Von Nico Jurran

**E**inen Titel hat der Echo Studio bereits sicher – den als bislang am besten ausgestatteter Smart Speaker. So gibt der vernetzte Lautsprecher nicht nur Musik verschiedener Streamingdienste (darunter Amazon Music, Spotify, Apple Music, Deezer und TuneIn) wieder, sondern als erster seiner Art auch 3D-Musik und -Filmsoundtracks.

Mit an Bord ist wieder Amazons haus-eigene Sprachassistentin Alexa, die sich dank integrierter Fernfeldmikrofone ansprechen lässt. Soll sie nicht in den Raum horchen, drückt man die Mute-Taste am Gerät, die laut Hersteller die Stromzufuhr zu den Mikrofonen unterbricht. Zudem ist ein ZigBee-Hub integriert, um beispiels-

weise vernetzte Philips-Hue-Lampen per Sprache zu steuern. Mit einem Preis von 200 Euro ist der Studio die bislang teuerste Amazon-Box, kostet aber auch nur 50 Euro mehr als das bisherige Topmodell Echo Plus.

Der Echo Studio arbeitet als Soundprojektor und soll bei Audiostreams in den 3D-Soundformaten Dolby Atmos und dem neuen „360 Reality Audio“ ein echtes dreidimensionales Klanglebnis liefern – praktisch eine Stereofront plus Höheninformationen.

Dafür wurde einer der Treiber nach oben ausgerichtet. Der Aufbau ähnelt den von Dolby-Atmos-zertifizierten Reflexionslautsprechern, die man im Heimkino statt Deckenlautsprechern einsetzt. Hier wie dort hängt der 3D-Effekt damit aber auch von den Reflexionseigenschaften der Decke ab. Zudem beeinflussen bei jeder Soundprojektion die Abstände des Lautsprechers zu den Wänden und zur Decke den Klang. Der Echo Studio erfasst beim ersten Setup daher die Akustik des Raumes, was nur wenige Sekunden dauert. Laut Amazon passt er für stets optimalen Klang die Wiedergabe zudem kontinuierlich an.

### Woher nehmen?

3D-Musik für den Echo Studio gibt es aktuell nur über Amazon Music HD, die Premium-Variante des Audio-Streamingdienstes „Amazon Music Unlimited“, die Amazon seit Mitte Januar für einen Aufpreis von monatlich 5 Euro anbietet. Dolby entwickelte extra eine reine Musikvariante ihres Heimkino-Soundformats Dolby Atmos – Echo Studio ist das erste und bislang einzige Gerät, das sie wiedergibt.

Der optische Digitaleingang am Echo Studio dient zum Anschluss von weiteren Audio- oder Videozuspielern – letzteres aber nur eingeschränkt, so gehen keine Streams im Heimkino-Atmos-Format: Dieses setzt als Grund-Codecs Dolby Digital Plus oder Dolby TrueHD voraus, die sich nur über HDMI übertragen lassen – und solche Ports hat der Studio nicht.

Die 3D-Titel liegen laut Anbieter auf Amazon Music HD in CD-Qualität vor, eben zuzüglich Höheninformationen. Daneben bekommt man Songs in einer „Ultra HD“-Version, worunter der Dienst verlustfrei komprimierte Hi-Res-Audiostreams mit 24 Bit und 192 kHz bei einer Bitrate von bis zu 3730 kBit/s versteht. Liegt ein Titel in einer UHD- und in einer 3D-Variante vor, spielt der Echo Studio

laut Amazon automatisch letztere ab. Eine Möglichkeit, dieses Verhalten zu beeinflussen, gibt es für den Nutzer aktuell nicht.

Die einzige Möglichkeit, mehr oder minder direkt auf die Stücke im 3D-Format zuzugreifen, läuft derzeit über eine Playlist namens „Best Of 3D“, die bei Amazon Music hinterlegt ist. Aufrufen lässt sie sich oft nur im besten Denglisch mit „Alexa, spiele Best Of Drei D“ statt „Three D“, sonst spielt der Echo Studio irgendwas ab.

Die 3D-Songauswahl ist aktuell ge ring: Auf besagter Playlist finden sich gerade einmal rund zwanzig Titel, von Pop- und Hip-Hop-Stücken über Oldies bis hin zu Klassik (siehe Aufzählung rechts). Universal Music Group, Warner Music Group und Sony Music Entertainment kündigten aber bereits weitere 3D-Abmischungen an.

Auch Amazon ist sich der begrenzten Auswahl an 3D-Audio-Titeln bewusst und hat dem Echo Studio einen Upmixer spendiert, der Stereo-Inhalten Höheninformationen hinzurechnet. Er ist standardmäßig aktiviert, lässt sich aber über die Einstellungen des Lautsprechers in der Alexa-App abschalten.

## Erweitertes Setup

Besitzer eines Fire TV Cube können diesen über die Amazon-Alexa-App auf dem Smartphone mit dem Echo Studio verbinden. Fortan gibt der Lautsprecher auch die Soundtracks der Videos aus, die auf dem Mediaplayer laufen. Will man mehr, lässt sich einen zweiten Echo Studio und optio-

Bild: Amazon Devices



In dem rund 3,5 Kilogramm schweren Lautsprecher steckt laut Amazon ein 5,25 Zoll großer Tieftöner mit einer Leistung von 330 Watt für satte Bässe, ein 1-Zoll-Hochtöner und drei 2-Zoll-Mitteltöner für dynamische Mitten und klare Höhen.

nal ein Echo Sub als Tieftöner in das System einbinden. Rechts und links vom Fernseher platziert, erschaffen sie gemeinsam einen Phantom-Center an der Position des TV-Bildes. 5.1-Sound erhält man mit dieser Konstellation aber nicht.

Die Nutzung des Fire TV Cube hat auch den Vorteil, dass man dann dessen Fernbedienung zur Steuerung des Echo Studio nutzen kann und weder Alexa ansprechen noch zu den Tasten am Gerät eilen muss, um etwa die Lautstärke zu verändern. Der Cube zeigt auf dem ange schlossenen Fernseher das aktuelle Lied samt Text (sofern verfügbar an).

## Wie klingt es?

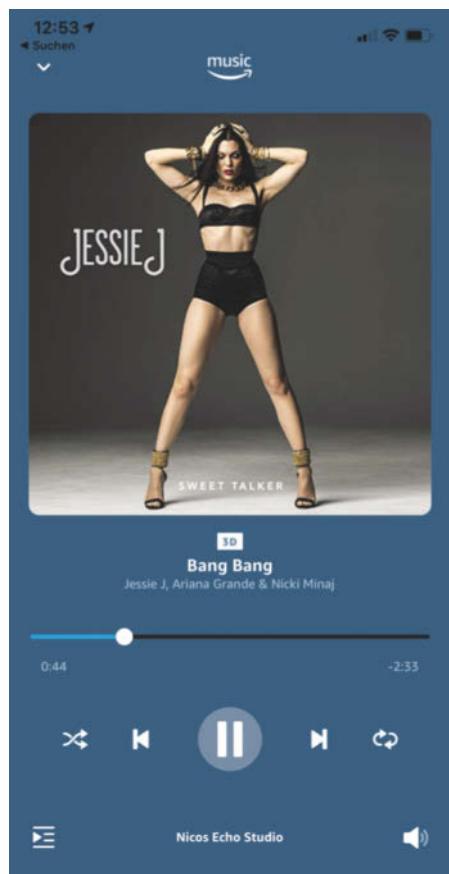
Klanglich ist der Echo Studio nicht nur gegenüber dem bisherigen Amazon-Topmodell Echo Plus ein großer Sprung, sondern konnte sich im Hörtest auch gegenüber dem etwa gleich teuren Sonos One klar behaupten. Der Neuling reproduziert Musik präziser, bildet Details besser ab, hat einen treibenderen, knackigeren Bass und spielt deutlich räumlicher auf. Schwächen zeigt der Echo Studio hingegen, wenn man die Lautstärke voll aufdreht; dann klingen die Höhen recht reißend.

Die Unterschiede zum rund 130 Euro teureren Apple Homepod sind geringer, aber auch hier lag der Echo Studio für die meisten Tester leicht vorn – nicht zuletzt, weil seine Tieftonwiedergabe ab Werk weniger aufdringlich daherkommt.

Bei der Filmwiedergabe punktete der Amazon-Lautsprecher darüber hinaus mit einer guten Sprachverständlichkeit. Über die Alexa-App stehen drei Regler für Mitten und Höhen bereit, über die sich sein Klang dem persönlichen Geschmack anpassen lässt.

Die 3D-Wiedergabe hinterließ einen gemischten Eindruck. So war der Unterschied zur reinen Stereowiedergabe oftmals begrenzt. Interessanterweise fügte Amazon zum Marktstart aber noch schnell 3D-Stücke von Jessie J („Bang Bang“) und den Beatles („Come Together“, 2019er-Mix) hinzu, die tatsächlich sehr räumlich klingen.

Die Funktionsweise des Upmixers blieb im Test unklar: Meist war kein Unterschied bei aktiviertem Upmixer zu hören, in einigen Fällen klangen die 2D-Titel sogar dumpfer und waren leiser. Zudem beeinflusste die Funktion ein Lied von der 3D-Playlist, was eigentlich nicht hätte sein dürfen. Dieses nahm Amazon aber kurz vor Marktstart aus dem Sortiment.



In der Amazon-Alexa-App bekommt man angezeigt, ob ein Lied im 3D-Format vorliegt – nicht aber, ob als Dolby-Atmos- oder 360-Reality-Audio-Track.

## Fazit

Mit dem Echo Studio rundet Amazon seine Lautsprecher-Reihe gekonnt nach oben ab. Die 3D-Wiedergabe taugt alleine zwar (noch) nicht als Kaufargument, ist aber auf jeden Fall ein „Nice to have“. Allgemein ist der Echo Studio aus klanglicher Sicht aber ein großer Sprung vom Echo Plus – selbst wenn man letzteren mit einem zusätzlichen Echo Sub betreibt. Und selbst mit den (oftmals teureren) Modellen von Sonos & Co. kann es der Neuling aufnehmen. (nij@ct.de) **ct**

## Echo Studio

Smarter Lautsprecher mit Alexa und 3D-Sound	
Hersteller	Amazon, www.amazon.de
Audio-Codecs	FLAC, MP3, AAC, Opus, Vorbis, Dolby Digital, Dolby Digital Plus, Dolby Atmos, Sony 360 Reality Audio/MPEG-H; unterstützt CD-Qualität (16 Bit) und HiRes (24 Bit)
Audioeingänge	3,5-mm-Mini-Klinkenbuchse/ optischer Eingang
Leistungsaufnahme	3,7/6,5 Watt
Preis	200 €

# TV-Kost vom Apfelbauer

## Erste Erfahrungen mit dem Streamingdienst Apple TV+

**Apple will mit einem eigenen Flatrate-Streamingdienst den Videomarkt aufmischen. Nach dem Start ist klar: Apple TV+ macht einiges besser als die Konkurrenten, hängt in anderen Punkten aber noch stark hinterher.**

**Von Nico Jurran**

Noch bis zum Start von Apple TV+ am 1. November hatte mancher gehofft, über Apples neuen Flatrate-Videostramingdienst auch Katalogtitel gucken zu können. Doch es blieb bei exklusiven „Originals“ – und die sind nicht in Massen vorhanden: Das Angebot besteht derzeit aus vier Serien für ein älteres Publikum, drei für Kinder, einer Show und einer Tierdokumentation (siehe Liste rechts).

Der Dienst gewährt zudem nur eine kostenlose Probewoche, während man Netflix und Amazon Prime Video einen Monat lang frei testen kann. Ein weiterer wichtiger Unterschied zur Konkurrenz: Das Durchschauen von Serien auf einen Schlag (Binge Watching) ist bei der Mehrzahl der Serien nicht möglich. Von „For All Mankind“, „The Morning Show“, „See: Reich der Blinden“ gab es zum Start jeweils nur die ersten drei Folgen, im Wochentakt kommt je eine neue Episode hinzu, bei weiteren Serien soll es ebenso sein.

Umso mehr stellt sich die Frage, ob es sich wirklich lohnt, Apple TV+ zu abonnieren.

### Was ist zu sehen?

Mit den ersten Serien versucht Apple, bereits eine Reihe von Genres abzudecken – von Komödie über Science-Fiction bis hin zum biografischen Coming-of-Age-Drama. Die Kleinen bekommen einen Sesamstraßen-Verschnitt (von den Machern des Originals), Zeichentrick und gut verdauliche Geistergeschichten. Die Elefantendoku ist etwas für die ganze Familie.

Horror- und harte Drama-Serien fehlen bislang, hier stehen aber „Servant“ von M. Night Shyamalan („The Sixth Sense“) und „Truth Be Told“ schon in den Startlöchern. Seit dem 15. November gibt mit „Oprah’s Book Club“ auch eine Talkshow auf Apple TV+. Neue Folgen sollen allerdings nur alle zwei Monate erscheinen. Erst 2020 wird wohl Steven Spielbergs „Amazing Stories“-Reboot abrufbar sein, obwohl Apple auch diese – zwischen Horror, Science-Fiction und Fantasy angesiedelte – Serie seinerzeit als ein Zugpferd seines neuen Dienstes präsentierte.

Alle bisherigen Serien sind routiniert produziert, aber auch merkbar auf den US-Markt zugeschnitten. Momentan könnte man auch mangelnde Experimentierfreudigkeit kritisieren.

Nach Apples erster Präsentation gab es Befürchtungen, auf TV+ würden vor allem moralinsaure und auf Familientauglichkeit getrimmte Inhalte laufen – was sich mit den FSK-Freigaben, die aktuell „ab 12 Jahren“ nicht überschreiten, zu bestätigen schien. Tatsächlich sind Nacktszenen bislang nicht zu finden, geflucht wird aber oft. Beim Thema Gewalt fragt man sich bei der dritten Folge von „See“ eher, ob die FSK-Prüfer geschlafen haben.

### Was kostet es?

Regulär kostet Apple TV+ monatlich fünf Euro, lässt sich über die Familienfreigabe

von bis zu sechs Personen nutzen und ist monatlich kündbar.

Wer nach dem 10. September ein iPhone, iPad, Apple TV, iPod touch oder einen Mac neu erworben hat, erhält allerdings (einmalig und bis drei Monate nach dem Kauf) ein einjähriges TV+-Abonnement kostenlos hinzu. Dies gilt auch für bei Apple als „refurbished“ gekaufte Geräte.

Gratis ist der Dienst aktuell zudem für alle, die Apple Music als Studierende abonniert haben. Allerdings spricht Apple hier von einem „begrenzt kostenlosen Zugang“, ohne zu konkretisieren, wie lange dieser bestehen bleibt.

TV+ ist mit der Apple-ID verknüpft, unter der üblicherweise auch die Geräte des Nutzers laufen. Generell bekommen berechtigte User das kostenlose Jahresabo daher automatisch angeboten, wenn sie einen TV+-Titel aufrufen. Bei einer Reihe von Kunden funktioniert dies aus unerfindlichen Gründen jedoch nicht auf Anhieb. Der beste Tipp ist hier, sich über die Webseite tv.apple.com mit seiner Apple-ID anzumelden.

### Wie kann man Apple TV+ schauen?

Erwartungsgemäß lassen sich die Inhalte des neuen Dienstes auf den von Apple angebotenen Smartphones, Tablets und Rechnern über die neue Apple-TV-App abrufen. Allerdings vermischt Apple sie



Die Dramaserie „Truth Be Told“ mit Octavia Spencer („The Help“) und Aaron Paul („Breaking Bad“) wird der erste Inhalt auf Apple TV+ mit einer FSK-Freigabe „ab 16 Jahren“.

dort mit Videos von iTunes und anderen Anbietern, was das Auffinden unnötig erschwert. Auch übliche Komfortfunktionen fehlen bislang, wie die Möglichkeit, das Intro zu überspringen oder direkt mit der nächsten Episode fortzufahren.

Auch Apple ist klar, dass die Verbreitung der eigenen Hardware für eine ordentliche Marktdurchdringung nicht reicht – und macht seinen Dienst daher auch über Geräte anderer Hersteller verfügbar. Dazu gehören der Fire TV Stick 4K, der Fire TV Stick der 2. Generation und der neue Fire TV Cube, der Fire TV der 3. Generation und die Nebula Soundbar Fire TV Edition sollen noch in diesem Jahr folgen.

Daneben ist der Dienst direkt auf Smart-TVs von Samsung ab Modelljahr 2018 abrufbar. Apple macht die nötige Apple-TV-App auch für aktuelle Sony-TVs verfügbar, sie stand zur Premiere für die deutschen Modelle aber noch nicht bereit. Für eine Reihe aktueller TVs von LG gibt es keine eigene App; sie können TV+ aber als Stream von Apple-Geräten über AirPlay2 entgegennehmen und wiedergeben. Schließlich lässt sich TV+ über die Webadresse tv.apple.com über die Browser Safari, Firefox und Chrome anschauen.

Wie bereits angesprochen, setzt die Nutzung von Apple TV+ stets eine Apple-ID voraus. Wer bislang kein Apple-Kunde war und den Dienst über ein Gerät eines anderen Hersteller anschauen möchte, muss folglich eine solche erst erstellen. Auf einigen Medienplayern ist dies über die Apple-TV-App direkt möglich, dann muss man den Umweg über iTunes auf Windows-PCs oder über das Internet ([appleid.apple.com](http://appleid.apple.com)) gehen.

## Bild- und Tonqualität

Das 4K-Bild von Apple TV+ ist knackscharf und detailreich, was sich in der Datenrate widerspiegelt: „See“ kommt schon in ruhigen Szenen auf von rund 25 MBit/s, in Actionsequenzen geht die Rate auf 35 MBit/s und mehr hoch (gemessen am Apple TV 4K und einer 100-MBit-Leitung). Netflix liefert seine 4K-Streams hingegen „nur“ mit einer konstanten Datenrate von rund 16,5 MBit/s aus, Amazon Video kam bei unseren Messungen auf Werte zwischen 14,5 und knapp 15 MBit/s.

Alle Premierentitel bieten zudem ein Bild mit erweitertem Farbraum und erhöhtem Kontrastumfang im statischen Format HDR10 und in der dynamischen Variante Dolby Vision. Bei den großen Serien und der Dokumentation ist darüber

hinaus 3D-Sound im Format Dolby Atmos abrufbar – und zwar sowohl hinsichtlich der englischen als auch der deutschen Sprachfassung (siehe Tabelle rechts).

Netflix ist zwar auch ein Verfechter von Dolby Vision und Dolby Atmos, liefert 3D-Sound aber in der Regel nur beim Originalton. Amazon Video bietet bis heute überhaupt nur einen einzigen Titel mit Dolby Vision und (englischem) Dolby-Atmos-Ton an. Was der 3D-Sound konkret bringt, demonstriert die hervorragend klingende Anfangssequenz von „See: Reich der Blinden“, die auch von einer Dolby-Demoscheibe stammen könnte.

Dolby Vision und Dolby Atmos lassen sich aber nicht mit allen Empfangsgeräten nutzen. So gibt der Fire TV Stick 4K im Unterschied zum Apple TV beispielsweise TV+ zwar mit HDR wieder, aber nur in statischem Format HDR10 und nicht in Dolby Vision. 3D-Sound gibt es bei Amazon-Geräten gar nicht. Beides will Apple aber mit einem Update der App nachliefern.

## Fazit

Aktuell ist das Angebot Apple TV+ nichts für Binge-Watcher. Aber auch mancher moderate Seriengucker könnte sich schnell fragen, ob monatlich fünf Euro für die magere Auswahl nicht zu teuer ist. Nicht dummkopf ist es dann, bis zum Jahresende zu warten und zu gucken, was Apple TV+ nach Abschluss der ersten Serien bietet. Ein klarer Gewinn ist der Dienst für alle,



**Das Apple TV 4K ist nicht das einzige Gerät, über den sich Apple TV+ anschauen lässt, aber momentan der einzige Medienplayer, der dabei Dolby Vision und Dolby Atmos ausgeben kann.**

die die kostenlose Jahresmitgliedschaft in Anspruch nehmen können – nicht zuletzt wegen der hohen Qualität bei Bild und Ton, auch hinsichtlich der deutschen Synchronisation. Vielleicht ist dies ja auch der diesbezüglich überfällige Weckruf für Netflix und Amazon.

(nij@ct.de) ct

**Apple-TV+-Website:** [ct.de/yckv](http://ct.de/yckv)

## Inhalte auf Apple TV+

Titel	Starttermin	Art1	Länge	FSK-Freigabe	Bild Aufl./Dyn.	deutscher Ton	englischer Ton
Dickinson	01.11.2019	Serie (10 Folgen)	je 25 Min.	ab 12 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Atmos	Dolby Atmos
Die Elefantenmutter	01.11.2019	Dokumentar-film	96 Min.	ab 6 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Atmos	Dolby Atmos
For All Mankind	01.11.2019	Serie (3 + 7 Folgen)	je 60 Min.	ab 12 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Atmos	Dolby Atmos
Hala	2019	Film	93 Min.	ab 12 Jahren	event. HD / SDR	noch unbekannt	noch unbekannt
Helpsters	01.11.2019	Serie (6 Folgen)	je 25 Min.	ab 0 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Digital 5.1	Dolby Digital 5.1
The Morning Show	01.11.2019	Serie (3 + 7 Folgen)	je 55 Min.	ab 12 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Atmos	Dolby Atmos
Oprah's Book Club	15.11.2019	Serie (zunächst 1 F.)	je 60 Min.	ab 12 Jahren	4K / SDR	Dolby Digital 5.1	- (nur Untertitel)
See - Reich der Blinden	01.11.2019	Serie (3 + 7 Folgen)	je 50 Min.	ab 12 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Atmos	Dolby Atmos
Servant	28.11.2019	Serie (3 + 7 Folgen)	noch unbekannt	ab 12 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Atmos	Dolby Atmos
Snoopy im All	01.11.2019	Serie (12 Folgen)	je 8 Min.	ab 0 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Digital 5.1	Dolby Digital 5.1
Truth Be Told	06.12.2019	Serie (3 + 7 Folgen)	noch unbekannt	ab 16 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Atmos	Dolby Atmos
Vier Freunde und die Geisterhand	01.11.2019	Serie (7 Folgen)	je 25 Min.	ab 0 Jahren	4K / Dolby Vision	Dolby Digital 5.1	Dolby Digital 5.1

<sup>1</sup> x + y Folgen: x Folgen zum Start, danach y weitere Folgen (veröffentlicht im Wochentakt)



# Farbechthe Profis

## Fünf Displays mit USB-C-Anschluss für die farbverbindliche Bildbearbeitung

**Wer digitale Bilder bearbeitet, wünscht sich einen Monitor mit großem Farbraum, präziser Farbdarstellung und feiner Auflösung. Fünf Modelle von 900 bis 2300 Euro müssen zeigen, was sie draufhaben.**

**Von Benjamin Kraft**

Für die anspruchsvolle Bearbeitung von Fotos und anderen Bildern braucht man einen Monitor, der Farben und Helligkeits-

stufen optimal darstellt. Manche der Profi-Displays haben sogar eingebaute Colorimeter zur Kalibrierung ihrer Anzeige.

Fünf Geräte, die ausnahmslos blickwinkelstabile IPS-Panels einsetzen, holten wir zum Vergleich ins Labor. Der BenQ DesignVue PD2720U ist mit etwa 900 Euro das günstigste Profi-Display, es zeigt auf 27 Zoll 4K-Auflösung. Etwa 1100 Euro verlangen Händler für den ProArt PA34VC von Asus. Sein gebogenes 34-Zoll-Display hat  $3440 \times 1440$  Bildpunkte. Auch das Panel von MSIs Prestige PS341WU misst 34 Zoll in der Diagonale, zeigt aber  $5120 \times 2160$  Pixel; hier ist man ab 1300 Euro dabei.

Für Eizos ColorEdge CG279X muss man mindestens 1900 Euro auf die Ladentheke legen. Er bringt WQHD-Auflösung ( $2560 \times 1440$ ) auf 27 Zoll unter. HPs DreamColor Z31x ist der teuerste Monitor im Testfeld; gut 2300 Euro werden fällig für den 31-Zöller mit 4K-Auflösung, also  $4096 \times 2160$  Pixel im 17:9-Format.

### **Verschollen im Farbraum**

Für unterschiedliche Einsatzgebiete existieren verschiedene Farbräume. Sie werden als Farbdreiecke mit den Eckpunkten Rot, Grün und Blau dargestellt, die innerhalb des Spektrums der sichtbaren Farben liegen. Je näher die Eckpunkte am Rand

des hufeisenförmigen Spektrums liegen, desto satter sind die Farben. Mehr zu den gebräuchlichsten Farbräumen und worin sie sich unterscheiden, lesen sie im Kasten unten auf dieser Seite.

Die Hersteller versprechen im Datenblatt gern, ihr Monitor beherrsche viele Farbräume. In der Regel geben sie einen Prozentsatz an, zu dem das Panel einen Farbraum abdeckt. Gerade bei billigeren Geräten ist dieses Versprechen mit Vorsicht zu genießen, denn wenn gleich nichts gegen schöne Farben einzuwenden ist, sind Angaben wie „125 % sRGB“ ebenso sinnlos wie „85 % AdobeRGB“. Zeigt das Display beispielsweise im sRGB-Preset ein satteres Grün, als der Farbraum vorgibt, sind farbechte Bearbeitungen unmöglich. Dasselbe gilt, wenn eine Farbe hinter dem geforderten Wert zurückbleibt. Mehr zu Kalibrierung und Profilierung steht in [1]. Die Farbraumabdeckung der Profi-Monitore ermittelten wir mit dem Conoscope, einem Spektralphotometer.

## Kalibrierung und E

Speziell für die Video- und Bildbearbeitung sollte das Display möglichst exakt die gewünschte Farbe zeigen. Der Unterschied zwischen der Farbe in der Vorlage und der vom Display wird in Delta E angegeben. Ideal ist  $\Delta E = 0$ , also absolute Übereinstimmung mit der Vorlage. Abweichungen von  $\Delta E < 1$  sind für das menschliche Auge kaum zu erkennen; Farbabstände zwischen 1 und 2 macht man nur bei genauem Hinsehen aus. Für farbverbindliches Arbeiten gilt daher eine Obergrenze von  $\Delta E = 2$ . Größere Abweichungen fallen auch dem ungeübten Betrachter auf.

Zwar führen die Hersteller von Profi-Displays wie den hier getesteten eine durchaus brauchbare Werkskalibrierung durch – nur bei einem der Testgeräte war  $\Delta E > 2$ , und das nur in einem Farbraum –, aber durch Alterung und andere Faktoren wie veränderte Helligkeitseinstellungen und das Umgebungslicht kann die Darstellung der Panels vom Sollwert abweichen. Um dies zu korrigieren, sollte man Monitore für die farbverbindliche Bildbearbeitung regelmäßig neu kalibrieren. Dafür gibt es zwei Methoden.

Am weitesten verbreitet ist die Softwarekalibrierung, bei der eine Messsoftware mithilfe eines externen Colorimeters (Farb- und Helligkeitssensor), das man auf den Bildschirm legt, Soll- und Ist-Werte abgleicht. Daraus erstellt die Soft-

ware ein Monitorprofil im ICC- (International Color Consortium) oder ICM-Format (Image Color Matching) mit Korrekturdaten, die das Betriebssystem nutzen kann. Für viele Anwendungen reicht das bereits aus. Vorteil: Es gibt einige Sensoren ab rund 100 Euro, etwa von Datacolor oder X-rite, und man ist nicht an einen Colorimeter-Hersteller gebunden.

Monitore für die Bildbearbeitung speichern die Korrekturdaten direkt in ihrer Monitorelektronik, konkret in der Look-up Tabelle (LUT). Teurere Geräte verfügen wie die Testgeräte von Eizo und HP über ein eingebautes Colorimeter zur Selbsteinmessung; das funktioniert ohne angeschlossenen Rechner. Der Vorteil der Hardwarekalibrierung: Weil die Korrekturwerte direkt im Monitor gespeichert werden, ist die Darstellung am Schirm unabhängig vom angeschlossenen PC und der genutzten Anwendungssoftware farblich korrekt. Meist funktioniert die Hardwarekalibrierung aber nur mit Colorimetern, die vom Hersteller zugelassen wurden und in der Regel nur mit bestimmter Software.

Die Farbtreue der Testgeräte überprüften wir mit dem externen USB-Colorimeter Datacolor Spyder 5 und der zugehörigen Software, und zwar für die Farb-Presets sRGB und AdobeRGB jeweils vor und nach einem Kalibrierungsdurchlauf.

## Bildqualität

Aberseits von Farbraum und -präzision haben noch andere Faktoren Einfluss auf die Güte der Darstellung. Die Farbtiefe etwa entscheidet darüber, wie viele Far-

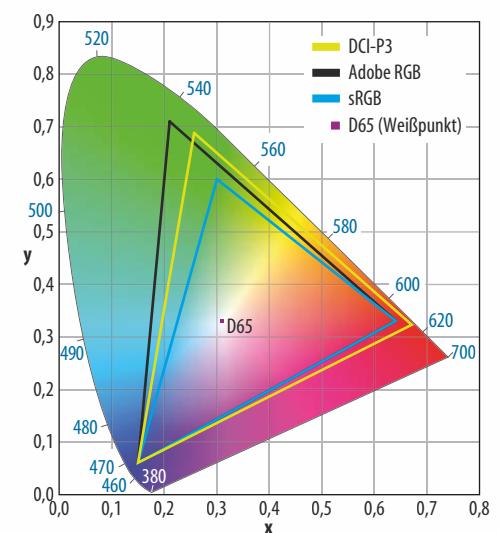
ben der Bildschirm darstellen kann. Profimonitor arbeiten mit 10 Bit pro Farbe, womit sie 1,07 Milliarden Mischfarben differenzieren können. Allerdings ist bis hierher nur vom Signaleingang die Rede, das Bild wird also mit bis zu 10 Bit angenommen – vorausgesetzt, die Grafikkarte liefert es so. Derzeit können das auf AMD-Seite nur Modelle der Radeon-Pro-Familie, bei Nvidia neben den Quadros auch alle GeForce-Karten ab der 1000-Serie, sofern aktuelle Treiber zum Einsatz kommen. In jedem Fall ist der 10-Bit-Support auf OpenGL-Anwendungen beschränkt, zu denen Photoshop oder CAD-Anwendungen zählen.

Wie präzise das Bild intern weiterverarbeitet wird, hängt von der LUT des Monitors ab, in der die Farbwerte abgelegt werden. HP arbeitet beispielsweise mit 14 Bit, Eizo mit 16 Bit. Die Panels der meisten Testkandidaten beherrschen nur 8 Bit; über einen Knopf namens Frame Rate Control (FRC) geben sie dennoch ein Bild aus, das von echten 10 Bit nicht zu unterscheiden ist. Sie simulieren zusätzliche Farbabstufungen, indem sie schnell zwischen benachbarten Farbwerten wechseln. Nur HP baut ein echtes 10-Bit-Panel ein.

Um die Darstellung nicht zu verfälschen, muss die Leuchtdichte (vulgo: Helligkeit) auf der gesamten Displayfläche konstant bleiben. Variiert sie zu stark, nimmt man den gleichen Farbton in verschiedenen Bildbereichen unterschiedlich wahr, weil die Farbwahrnehmung des menschlichen Auges auch an die Helligkeit geknüpft ist.

## Farbräume: sRGB, AdobeRGB und DCI-P3

Die Eckpunkte Rot, Grün und Blau umreißen die Farbräume. sRGB ist im Internet gebräuchlich, sei es auf Hobbywebseiten, Nachrichtenportalen oder in Webshops. AdobeRGB kommt in der professionellen Bildbearbeitung zum Einsatz und enthält mehr Mischfarben, vor allem sein Grün ist viel satter. DCI-P3 entstammt der digitalen Kinoprojektion und sieht ein tieferes Rot, aber ein etwas helleres Grün als AdobeRGB vor. Dieser Farbraum kommt bei zahlreichen Smartphones und Tablets zum Einsatz, doch auch viele Gaming-Monitore decken ihn ab. Der Blaupunkt ist bei allen drei Farbräumen identisch.



Einige Hersteller helfen bei der Homogenität der Leuchtdichte mit einer so genannten Uniformity Compensation nach, die allerdings auf Kosten der maximalen Helligkeit geht. Bei Asus schaltet man diese Funktion im Bildmenü an. Tatsächlich erreicht der ProArt-Monitor damit die zweitbeste Bildschirmhomogenität in diesem Testfeld. Besser bekommt es nur Eizo hin, bei dem die Homogenisierungsfunktion dauerhaft aktiv ist. BenQ und HP erzielen noch ein ausreichendes Ergebnis, MSIs Prestige PS341WU ist sehr ungleichmäßig ausgeleuchtet.

### Typ C mit USB und Thunderbolt 3

Zusätzlich zu mindestens einem HDMI-Eingang und einem DisplayPort haben alle Geräte mindestens eine USB-C-Buchse an Bord. Bei diesem Multitalent laufen nicht nur DisplayPort-Signale und USB-Daten über eine Leitung, der Monitor kann ein angeschlossenes Notebook auch mit Strom versorgen. Vier der Kandidaten liefern zwischen 15 und 65 Watt, nur MSI geht einen ganz anderen Weg und nutzt die USB-C-Buchse allein für Bildsignale – für USB-Daten wird eine separate Verbindung fällig.

Prinzipiell hat die USB-C Verbindung genug Bandbreite, um einen 4K-Monitor mit 60 Hz anzusteuern; Daten überträgt sie mit bis zu 10 GBit/s – das muss natürlich auch der eingebaute Hub mitmachen. Allerdings muss man sich entscheiden: entweder 4K mit ruckelfreien 60 Hz, dafür aber nur USB-2.0-Geschwindigkeit von etwa 45 MByte/s oder eben volle USB-Geschwindigkeit, aber 4K nur mit 30 Hz. Vor diesem Dilemma steht der Anwender nur bei HP. Eizos ColorEdge CG279x zeigt die kleinere WQHD-Auflösung, was genug Bandbreite für seinen USB-3.0-Hub übrig lässt.

Bei Eizo, HP und MSI ist die Typ-C-Buchse stets nur Signaleingang. Man kann daran also keine USB-C-Peripherie betreiben, selbst wenn der Monitor über ein konventionelles USB-Kabel mit dem Rechner verbunden ist.

Asus und BenQ setzen auf das schnellere und flexiblere Thunderbolt 3, das bei ihnen an gleich zwei Typ-C-Buchsen anliegt. Diese Schnittstelle, die für das kommende USB 4 Pate stand [2], überträgt bis zu 40 GBit/s und teilt ihre Bandbreite dynamisch zwischen DisplayPort- und USB- oder Thunderbolt-Daten auf. Die USB-Hubs in den Geräten von Asus und BenQ



### Asus ProArt PA34VC

Das breite ProArt-Display bringt auf 34 Zoll 3440 × 1440 Bildpunkte unter und hat in diesem Testfeld drei Alleinstellungsmerkmale: Es ist gebogen (Bogenradius: 1900R), zeigt das Bild mit bis zu 100 Hz und nutzt ausschließlich den sRGB-Farbraum. Diesen deckt es laut Messungen zu 98 Prozent ab und es trifft die Farben im sRGB-Preset sehr gut; im Werkszustand ermittelten wir einen durchschnittlichen Farbabstand von  $\Delta E < 2$ . Eine Hardwarekalibrierung findet nicht statt, Asus verlässt sich auf ein ICM-Profil. Das mitgelieferte Tool „ProArt Calibration“ schmierte auf unseren beiden Testsystemen ohne Fehlermeldung reproduzierbar ab.

Auch subjektiv gefällt die Darstellung, und die Helligkeit verteilt sich mit aktiver Uniformity Compensation sehr gleichmäßig über die Anzeigefläche. Bewegt man bei schwarzem Bild den Mauscursor über den Bildschirm, leuchten aber hellschwarze vertikale Balken auf, wenn sich die Backlight-Zonen an- und ausschalten. Der durchschnittliche Kontrast fällt mit nur 860:1 eher mau für ein Profi-Display aus.

Das klar strukturierte Monitormenü legt beim Wechsel auf die beiden Benutzermodi eine mehrsekündige Denkpause ein. Einige Einträge sind miteinander verschränkt. So lässt sich die Interpolation nur ab- und die Gleichförmigkeitskompensation anschalten, wenn „dynamisches Dimmen“ deaktiviert ist. Asus gibt dem PA34VC vielfältige Anschlüsse mit, darunter zwei Thunderbolt-3-Buchsen. Über diese ist auch der USB-Hub angebunden, der mit 10 GBit/s arbeitet; Asus legt ein USB-A-C-Adapterkabel bei. Das Thunderbolt-3-Kabel ist mit 1,5 Meter brauchbar lang.

- ⬆ hohe Farbtreue
- ⬆ Thunderbolt 3
- ✖ nur sRGB-Farbraum
- ✖ Cursor hellt dunklen Screen auf



### BenQ DesignVue PD2720U

Trotz des Straßenpreises von nur gut 900 Euro bietet der BenQ PD2720U eine Menge: Der 27-Zöller zeigt aufgrund der 4K-Auflösung (3840 × 2160) ein gestochen scharfes Bild und bringt neben DisplayPort und HDMI auch zwei Thunderbolt-3-Buchsen mit. Ist der Monitor darüberangeschlossen, schießen die beiden USB-Ports Daten mit 10 GBit/s über die Leitung, mit der konventionellen USB-Strippe schaffen sie nur halb so viel.

Die Kabelfernbedienung fürs gute Monitormenü beschleunigt die Bedienung: Das Drehrad regelt die Helligkeit, die drei Favoriten-Tasten belegt man mit Funktionen oder Presets. BenQs Windows-Software Display Pilot erleichtert die Bedienung nochmals, unterteilt etwa den Desktop in Zonen oder blendet in der sogenannten Druckansicht transparente Kästen mit gebräuchlichen Formaten wie A3 oder B5 ein. Der Modus „Dual Anzeige“ teilt den Bildschirm vertikal, und die Bildhälften nutzen unterschiedliche Farbräume. Per PbP (Picture by Picture) zeigt der Monitor die Bilder von bis zu vier Rechnern neben oder übereinander.

Unsere Messungen bescheinigen dem PD2720U, die weiten Farbräume AdoberGB und DCI-P3 beinahe komplett abzudecken; beim Grün gab es aber mal zu viel, mal zu wenig – auch nach der Kalibrierung, die nur via ICM-Profil erfolgt. Die Farben trifft der Monitor jedoch mit einem durchschnittlichen  $\Delta E$  deutlich unter 2. Bei Helligkeitsverteilung und Blickwinkelstabilität und Kontrast erzielt das Display nur ausreichende Ergebnisse, die Grundabstimmung ist zu warm. Gamma und Farbtemperatur darf man nur im Benutzer-Slot verändern.

- ⬆ hohe Farbtreue
- ⬆ Thunderbolt 3
- ✖ nur zwei USB-Ports
- ✖ leichte Grünschwäche

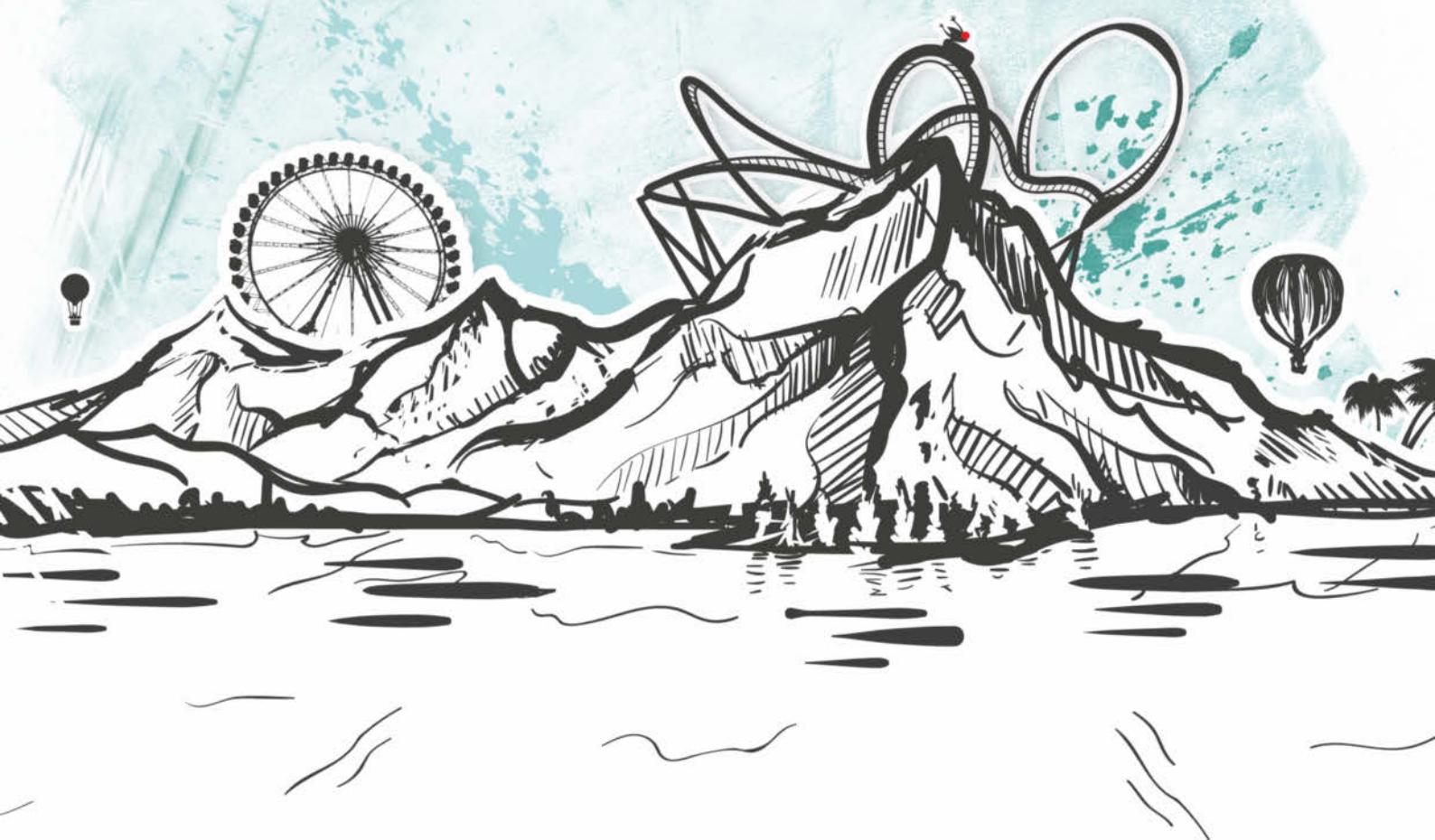
**Early Bird**  
bis 21. Januar 2020

# JavaLand

2020

**17. - 19. März 2020 in Brühl bei Köln**  
**Ab sofort Ticket & Hotel buchen!**

[www.javaland.eu](http://www.javaland.eu)





## Eizo ColorEdge CG279X

Schon die Optik verrät, dass sich der G279X an Profis richtet: nüchterner Look, vergleichsweise breite Rahmen und eine magnetisch andockende Blendschutzhülle. Die WQHD-Auflösung (2560 × 1440) des 27-Zöllers ist mit 109 dpi noch angenehm fein. Ist es aufgewärmt, misst sich das Eizo-Display mit dem eingebauten Colorimeter innerhalb von etwa fünf Minuten ein und speichert die Farbmatrix in seiner LUT. Wer zusätzlich ein ICM-Profil fürs Betriebssystem anlegen möchte, nutzt den X-Rite Color Navigator, den Eizo zum Download anbietet. Solange diese Software läuft, sind die Sensorfelder des Monitormenüs gesperrt, selbst die Aus-Taste.

Im Bildmenü kann man Hilfestellungen wie Gamut Clipping und Helligkeitswarnung zuschalten. Sie zeigen, wenn Farben oder besonders helle Bereiche im gewählten Farbraum nicht mehr dargestellt werden können. Nicht nur den jeweils gewählten Farbraum deckte der CG279X sehr präzise ab, er erzielte auch bei der Farbtreue mit einem ΔE sehr nahe an 1 knapp vor HPs Z31x die Bestnote in diesem Vergleich. Beim Kontrast und der maximalen Helligkeit gab es nichts zu meckern, die Leuchtdichte-Verteilung fiel gut aus.

Trotz zahlreicher Signaleingänge beherrscht der Eizo-Monitor weder PiP noch PbP. Da sich die USB-Ports Signaleingängen zuordnen lassen, funktioniert er wie ein KVM-Switch, sodass man mit einer Maus und Tastatur theoretisch bis zu vier angeschlossene Rechner steuern kann. Die USB-C-Buchse liefert maximal 15 Watt.

- ⬆️ sehr hohe Farbtreue
- ⬆️ eingebautes Colorimeter
- ⬇️ nur 15 Watt an USB-C
- ⬇️ kein PbP/PiP



## HP DreamColor Z31x

Der wuchtige DreamColor-Monitor dominiert mit seinem breit eingerahmten 31-Zoll-Display den Schreibtisch. Er zeigt die 4K-Kinoauflösung von 4096 × 2160 Pixeln im 17:9-Format. Die umfangreiche Ausstattung umfasst sechs Signaleingänge sowie ein eingebautes Colorimeter und eine Netzwerkbuchse. Die wird an ein per USB(-C) angelassenes Notebook weitergereicht und dient auch zur Fernwartung.

Das gute Monitormenü, das auf manche Eingaben jedoch verzögert reagiert, blendet Safe Zones für Inhalte mit den Seitenformaten 1.85:1, 2.39:1 oder 4:3 ein. Außerdem kann man den Interlacer und die Cadence Detection ausschalten, um in Videos Encoding-Fehler zu finden. Im Zuge der Selbstkalibrierung darf man Preset-Eckpunkte wie Gammawert, gewünschten Farbraum oder Zielhelligkeit verändern. An Farbraumabdeckung und Farbabstand mit einem mittleren ΔE nahe 1 gab es nichts zu meckern, wohl aber an der gegenüber Eizo ungleichmäßigeren LeuchtdichteVerteilung mit Abweichung von der Bildmitte bis zu 20 Prozent. Dafür erzielte HPs DreamColor Z31x ein tieferes Schwarz. Mit dem eingebauten Colorimeter eingemessen, entsprach die Gammakurve eher 2,0 als dem im Menü genannten Gamma 2,2.

War der eingebaute Prozessor aktiv, funktionierte im Test der Standby nicht richtig. Der Monitor verbriet dauerhaft 43 Watt, im Soft-Off 12,5 Watt. Selbst mit per Menü ausgeschaltetem Prozessor zog der Z31x im Standby und Soft-Off 5 Watt. Zum Stromsparen schaltet man ihn deshalb mit dem rückseitigen Kippschalter aus.

- ⬆️ sehr hohe Farbtreue
- ⬆️ eingebautes Colorimeter
- ⬇️ ungleichmäßige Leuchtdichte
- ⬇️ hohe Stand-by-Leistungsaufnahme



## MSI Prestige PS341WU

MSI liefert die Design-Antithese zu Eizo und HP: Der weiße Monitor wirkt luftig leicht, sein Display hat so gut wie keinen Rahmen. Weitere Besonderheit ist das überbreite 34-Zoll-Panel mit 5120 × 2160 Bildpunkten im 21:9-Format.

Die Bildqualität wird Profi-Erwartungen nicht gerecht. Der Kontrast fällt zwar gut aus und das Panel zeigt schöne Farben, aber sie entsprechen nicht immer dem gewählten Farbraum: Während der Monitor sRGB und DCI-P3 exakt abdeckt, liegt sein Blau im AdobeRGB-Preset leicht daneben, das Grün deutlich — auch nach der Software-Kalibrierung. Das entspricht nur 86 Prozent des Farbraums. Der Schirm ist ungleichmäßig ausgeleuchtet, die Abweichungen zur Bildmitte betragen teils 30 Prozent. Der Farbabstand des PS341WU ist im sRGB-Preset ab Werk mit seinem durchschnittlichen ΔE von 2,55 zu hoch. Nachkalibriert kamen sRGB- und AdobeRGB-Preset auf ΔE > 1,5, allerdings mit einigen Farbausreißen weit über 2.

Der USB-C-Anschluss fungiert allein als Display-Signaleingang. Den USB-Hub muss man per USB-Kabel anschließen. Am linken Gehäuserand sind zwei USB-Ports, Kopfhörer- und Mikrofonanschluss sowie ein SD-Card-Slot untergebracht. Mit MSIs Creator OSD wählt man Farb-Presets und passt sie an, schaltet Hilfslinien zu, unterteilt den Bildschirm in Zonen, um Fenster daran anzukleben, und belegt den rückseitigen Macro-Key mit einer Funktion. Der PS341WU stellt mittels PiP nicht nur zwei Quellen ineinander dar, sondern via PbP zwei, drei oder vier nebeneinander.

- ⬆️ helles, farbstarkes Display
- ⬆️ hohe Auflösung
- ⬇️ verfehlt AdobeRGB deutlich
- ⬇️ schlechte Helligkeitsverteilung

# IMMER EINE RUNDE GESCHICHE.



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

#### Ihre Vorteile:

- **Plus:** digital und bequem per App
- **Plus:** Online-Zugriff auf das Artikel-Archiv\*
- **Plus: Geschenk nach Wahl,** z.B.  
einen BestChoice-Gutschein im Wert von 10 €  
oder ein 5-in-1 Objektiv-Kit
- Lieferung frei Haus

Für nur 16,20 € statt 21,80 €

\* Für die Laufzeit des Angebotes.



Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:  
0541 80 009 120 · [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)

[www.mac-and-i.de/minabo](http://www.mac-and-i.de/minabo)

**Mac & i**  
Das Apple-Magazin von c't.



Alle Testkandidaten haben HDMI-Eingänge und DisplayPorts sowie eine USB-C-Buchse. Die zwei Typ-C-Buchsen bei Asus und BenQ nutzen Thunderbolt 3 mit 40 GBit/s.

arbeiten mit 10 GBit/s; lesend und schreibend konnten wir mit knapp 1 GByte/s auf eine externe SSD zugreifen.

Weiterer Thunderbolt-3-Vorteil ist das sogenannte Daisy Chaining, bei dem man zusätzliche Peripherie an die zweite Typ-C-Buchse hängt. Dabei ist man nicht auf TB3-Zubehör beschränkt, es kann auch ein weiterer Monitor oder ein USB-Gerät sein.

Allerdings bremst das Display dann den Datenstrom aus. An der zweiten TB3-Buchse des 4K-Displays BenQ PD2720U lasen wir beispielsweise mit schnellen 1,8 GByte/s von der externen NVMe-SSD G-Drive Mobile Pro SSD von G-Technology. Direkt am Thunderbolt-3-Anschluss von Intels Mini-PC NUC 8i5BEK maßen wir aber sogar 2,6 GByte/s. Was nicht klappt, ist an beiden Thunderbolt-Anschlüssen ein Notebook anzuschließen und per PbP-Modus (Picture by Picture) nebeneinander auf den Schirm zu bringen.

Bis auf den Eizo-Monitor beherrschen alle Testgeräte auf Knopfdruck die PiP-(Picture in Picture) oder PbP-Darstellung über zwei unterschiedliche Signaleingänge. Allerdings mussten wir bei letzterem oft manuell nachhelfen, damit das Bild nicht gestaucht dargestellt wurde oder oben und unten schwarze Balken blieben. Unter Windows half es, eine manuelle Auflösung im Grafiktreiber anzulegen, unter macOS beholfen wir uns mit dem kostenpflichtigen SwitchResX.

## Ergonomie und Bedienung

Um lange Zeit konzentriert und ohne Verspannungen am Bildschirm arbeiten zu können, sollte dieser sich an die Sitzposition des Benutzers anpassen lassen. Das geht bei unseren Testgeräten gut, denn alle fünf lassen sich in der Höhe verstehen, neigen und seitlich drehen. BenQs PD2720U und Eizos CG279X kann man auch um 90 Grad ins Hochformat drehen.

Die Monitormenüs lassen sich erfreulicherweise allesamt recht gut bedienen,

wenngleich ihr Look von nüchtern (HP, Eizo) bis betont stylish (MSI) reicht. Asus, BenQ und MSI kombinieren für die Navigation ein Steuerkreuz und Tasten an der Rückseite, Eizo nutzt Sensorfelder vorn unten am Rahmen, HP setzt große Tasten im rechten Rahmen ein.

Einige der Features sind für Arbeitsabläufe in der Bild- oder Videobearbeitung gedacht. So blenden BenQ, Eizo und HP auf Wunsch sogenannte Keep-Out-Areas oder Lineale (MSI, Eizo, HP) ein. Eizos CG279X markiert via Gamut Clipping/Luminance Warning Bereiche mit Farbwerten oder Helligkeitsspitzen, die außerhalb des aktuell für den Monitor gewählten Farbraums liegen.

Als alternative Steuermöglichkeit geben BenQ und MSI ihren Monitoren Windows-Software mit, die hier „Display Pilot“, dort „Creator OSD“ heißt. Das ist deutlich bequemer und schneller, als sich mit dem Steuerkreuz durch die Menüs zu hangeln. BenQ legt auch den Hotkey Puck mit in den Karton, eine kabelgebundene runde Fernbedienung mit drei Shortcut-Tasten, zwei Bedienfeldern und einem

Drehräddchen – bequemer kann man eigentlich nicht mehr zwischen Presets wechseln.

## Fazit

Eizos ColorEdge CG279X und HPs DreamColor Z31x sind in dieser Gruppe als einzige vollends für die farbverbindliche Bildbearbeitung geeignet. Steht Hardwarekalibrierung auf dem Wunschzettel, kommt man an den beiden ohnehin nicht vorbei. Sie funktioniert so gut, dass man auf ein externes Colorimeter getrost verzichten kann. Eizo hat die Nase bei der Farbtreue ganz knapp und bei der LeuchtdichteVerteilung klar vorn, HP punktet mit höherem Kontrast, mehr Arbeitsfläche und feinerer Auflösung.

BenQs DesignVue PD2720U ist ein Budget-Tipp: Er bekommt die Farbdarstellung gut hin, wenn auch bei AdobeRGB mit kleinen Abstrichen, seine Thunderbolt-3-Schnittstelle macht ihn flexibel und der Straßenpreis ab 900 Euro ist auch für Hobbyfotografen noch gut verdaulich.

Asus' ProArt PA34VC richtet sich mit seinem gebogenen sRGB-Display an eine eher kleine Zielgruppe. Sieht man davon ab, dass sich das Backlight bei dunklem Bildschirminhalt dort aufhellt, wo der Mauszeiger gerade steht, macht er seine Sache durchaus ordentlich. (bkr@ct.de) **ct**

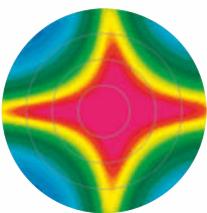
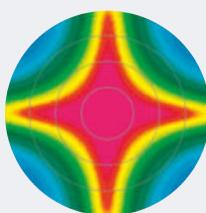
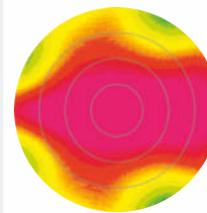
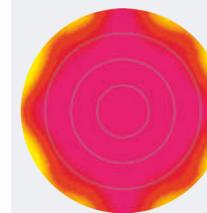
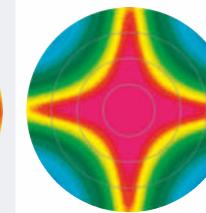
## Literatur

- [1] Jörg Wirtgen, Gib mir Profilnamen, Das Arbeiten mit Farbprofilen unter Windows, c't 12/2017, S. 142
- [2] Florian Müssig, USB, die Vierte, Spezifikation für USB 4 finalisiert, c't 20/2019, S. 26



Über MSIs Windows-Software Creator OSD kann man vielfältige Einstellungen an den Farb-Presets vornehmen, aber auch die Anzeige in Zonen unterteilen oder mehrere Bildquellen auf den Schirm holen.

## Profi-Monitore mit Typ-C-Buchse

Produktbezeichnung	ProArt PA34VC	DesignVue PD2720U	ColorEdge CG279X	DreamColor Z31x Studio Display	Prestige PS341WU
Hersteller	Asus	BenQ	Eizo	HP	MSI
Panel: Größe / Typ / Seitenverhältnis	34,1" / IPS (mattiert) / 21:9	27" / IPS (mattiert) / 16:9	27" / IPS (mattiert) / 16:9	31,1" / IPS (mattiert) / 17:9	34" / Nano-IPS (mattiert) / 21:9
Auflösung (Pixeldichte)	3440 × 1440 (109 dpi)	3840 × 2160 (163 dpi)	2560 × 1440 (109 dpi)	4096 × 2160 (149 dpi)	5120 × 2160 (163 dpi)
sichtbare Bildfläche / -diagonale	79,9 cm × 33,4 cm / 86,6 cm	59,8 cm × 33,6 cm / 68,6 cm	59,7 cm × 33,6 cm / 68,4 cm	69,9 cm × 36,9 cm / 79 cm	79,6 cm × 33,6 cm / 86,4 cm
Videoeingänge	DP 1.2, 2 × HDMI 2.0, 2 × Typ C (Thunderbolt 3 mit DP 1.2 und Daisy-Chaining)	DP 1.4, 2 × HDMI 2.0, 2 × Typ C (Thunderbolt 3 mit DP 1.2 und Daisy-Chaining)	DP 1.2, DVI-D, HDMI 1.4, Typ-C (mit DP 1.2)	2 × DP 1.2, 2 × HDMI 2.0, Typ-C (mit DP 1.2)	1 × DP 1.4; 2 × HDMI 2.0, Typ-C (mit DP 1.2)
Farbmodi-Presets / User	5000K, 5500K, 6500K, 9300K / ✓	5000K, 6500K, 9300K (alle nur im Benutzer-Preset) / ✓	D50, D65, DCI, Native, 4000K – 10000K in 100er-Schritten / ✓	– / ✓	5000 K, 5500K, 6500K, 7500K, 9300K, 10000K / ✓
Bildpresets	Standard Mode, sRGB Mode, Rec.709 Mode, HDR Simulation Mode, Scenery Mode, Reading Mode, Darkroom Mode, User Mode 1, User Mode 2	DCI-P3, Display P3, HDR, sRGB, AdobeRGB, Rec.709, CAD/CAM, Animation, Low Blue Light, Dunkelkammer, M-book, DICOM, Benutzer	User, BT.2020, BT.709, DCI, PQ_DCI, PQ_BT.2100, HLG_BT.2100, AdobeRGB, sRGB, CAL	DCI P3 D65, BT.709, BT.2020, sRGB D65, sRGB D50, AdobeRGB D65, AdobeRGB D50, Native, Low Blue Light modes (low blue light, night, reading)	AdobeRGB, DCI-P3, sRGB, HDR, Kino, Leser, Schwarzweiß, DICOM, EyeCare, Kalibrierung 1/2/3
Interpolation: abschaltbar / seitentreu / Vollbild / Kantenglättung	nur ohne dynamisches Dimmen verfügbar / ✓ (für 4:3 oder 16:9) / ✓ / ✓ (10 Stufen)	✓ / ✓ / – / ✓ (10 Stufen)	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / (fest eingestellt für 4:3, 16:9 und 21:9) / ✓ / ✓ (5 Stufen)
PbP / PiP	✓ / ✓	✓ / ✓	– / –	✓ / ✓	✓ / ✓
LCD drehbar / höhenverstellbar / neigbar / Portrait-Modus	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / ✓ / –
VESA-Halterung (Lochabstand)	✓ (10cm)	✓ (10cm)	✓ (10cm)	✓ (10cm)	✓ (10cm)
Rahmenbreite	seitl. und oben 1 cm, unten 1,9 cm	seitl. und oben 0,9 cm, unten 2 cm	seitl. und unten 2 cm, oben 3 cm	seitl. und oben 2,3 cm, unten 2,6 cm	seitl. und oben 1 cm, unten 1,3 cm
weitere Ausstattung	Lautsprecher (2 × 2 W), USB-Hub (via USB-C, 3 × 10 GBit/s), Netzteil intern	Lautsprecher (2 × 2 W), USB-Hub (via USB-C oder USB-B, 2 × 10 GBit/s), Netzteil intern, Hotkey-Puck G2, Dual-Anzeige	USB-Hub (via USB-C oder USB-B, 2 × 480 MBit/s, 2 × 5 GBit/s), Netzteil intern, Blendschutzhülle, eingebautes Colorimeter	USB-Hub (via USB-C oder USB-B, 4 × 5 GBit/s) Netzteil intern, eingebautes Colorimeter	USB-Hub (via USB-B, 3 × 5 GBit/s), Netzteil intern, Kartenleser links im Rahmen
USB Power Delivery an Typ-C-Buchse	65 W / 15 W	65 Watt / 15 W	15 W	60 W	60 W
Lieferumfang	Kabel: 2 × HDMI, Thunderbolt 3, USB-A auf USB-C, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung, CD (Treiber)	Kabel: HDMI, Thunderbolt 3, Mini-DP auf DP, USB, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung, CD (Treiber)	Kabel: DP, DVI, HDMI, USB-C, USB, Netz; Kurzanleitung, Reinigungsset	Kabel: DP, HDMI, USB-C, USB-A auf USB-C, Netz; Handbuch auf CD, Kurzanleitung, CD (Treiber)	Kabel: DP, HDMI, USB-C, USB, 3,5 mm Audiokabel, Netz
Maße (B × H × T) / Gewicht	81,5 cm × 42–55 cm × 22 cm / 11,4 kg	61,4 cm × 44,4–59,4 cm × 22 cm / 8,3 kg	63,7 cm × 42–57 cm × 26 (33 mit Blendschutzhülle) cm / 10,3 kg	73,8 cm × 45,5–56,6 cm × 24,8 cm / 15 kg	81,7 cm × 40–50 cm × 20,5 cm / 10,3 kg
<b>Messwerte</b>					
Leistungsaufnahme Stand-by / Betrieb <sup>1</sup> / maximale Helligkeit	0,3 W / 33,5 W / 49 W	0,35 W / 36 W / 58 W	0,35 W / 33 W / 58 W	5 W <sup>1</sup> / 51,5 W / 90 W	0,65 W / 39 W / 72 W
Leuchtdichtheiteregbereich	44...300 cd/m <sup>2</sup>	37...326 cd/m <sup>2</sup>	40...375 cd/m <sup>2</sup>	70...62 cd/m <sup>2</sup>	56...415 cd/m <sup>2</sup>
USB-Transferraten (Lesen / Schreiben)	998 / 940 MByte/s <sup>2</sup>	988 / 960 MByte/s <sup>2</sup>	451 / 459 MByte/s	455 / 455 MByte/s <sup>3</sup>	457 / 457 MByte/s
<b>Kontrast</b>					
minimales Sichtfeld <sup>4</sup>	860:1 / 24,6 %	911:1 / 15,6 %	1211:1 / 7,3 %	1579:1 / 4,6 %	1045:1 / 24 %
erweitertes Sichtfeld <sup>4</sup>	555:1 / 59,8 %	593:1 / 53,3 %	1002:1 / 22,3 %	1369:1 / 16,1 %	649:1 / 63,2 %
Die runden Diagramme geben die Winkelabhängigkeit des Kontrasts wieder. Blaue Farbanteile stehen für niedrige, rötliche für hohe Kontraste. Kreise markieren die Blickwinkel in 20-Grad-Schritten, im Idealfall wäre das gesamte Bild pink. winkelabhängiger Kontrast: Kreise im 20°-Abstand					
    					
<b>Bewertung</b>					
Blickwinkelabhängigkeit	⊕	○	⊕⊕	⊕⊕	○
Kontrasthöhe	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕
Farbwiedergabe	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Graustufenauflösung	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Ausleuchtung	⊕	○	⊕	○	⊖
subjektiver Bildeindruck	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Gehäuseverarbeitung, Mechanik	⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕
Bedienung, OSM	⊕	⊕ (⊕⊕) <sup>5</sup>	⊕	⊕	○ (⊕⊕) <sup>5</sup>
Garantie	3 Jahre inklusive Vor-Ort-Austauschservice	3 Jahre inklusive Vor-Ort-Austauschservice	5 Jahre inklusive Vor-Ort-Austauschservice	3 Jahre inklusive Vor-Ort-Austauschservice	2 Jahre inklusive Vor-Ort-Austauschservice
Preis	1100 €	900 €	1900 €	2300 €	1300 €

<sup>1</sup> mit deaktiviertem internen Prozessor; ansonsten 12,5 bis 43 Watt    <sup>2</sup> per Thunderbolt 3 angeschlossen    <sup>3</sup> via USB-C nur mit 4K bei 30 Hz oder per separatem USB-Kabel angeschlossen    <sup>4</sup> Mittelwert und Standardabweichung des Kontrasts im minimalen Beleuchtungsweise erweiterten Sichtfeld. Das minimale Sichtfeld umfasst alle Einblickwinkel, unter denen ein Betrachter das Bild sieht, wenn er aus 60 cm Entfernung frontal auf die Schirmmitte schaut; die Bilddecken sieht er dabei unter dem größten Winkel. Im erweiterten Sichtfeld bewegt er den Kopf parallel zur Schirmfläche bis zu den Displaykanten; der Einblickwinkel auf die gegenüberliegenden Bildränder nimmt zu, der mittlere Kontrast sinkt.    <sup>5</sup> mit Windows-Software

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden



# Bitte voll machen

**Multifunktionsdrucker mit nachfüllbaren Tintentanks**

**Wenn Sie sich ständig über sauteure Tintenpatronen ärgern, gibt es eine Alternative: Drucker mit eingebauten Tintentanks zum Selbstnachfüllen. Die kosten zwar das Dreifache eines Patronengeräts, doch dafür bekommt man Tinte für mindestens 7000 Seiten mitgeliefert. An einigen Punkten haben die Hersteller aber gespart.**

**Von Rudolf Opitz**

**D**arf es eine Seite mehr sein? Drucken ohne ständige Tintenstandswarnungen und ohne die Kosten für den nächsten Satz überteufter Patronen im Kopf zu haben kann sehr befreiend sein. Tintentankdrucker fassen meist 70 Milliliter Tinte pro Grundfarbe und 120 bis 135 Milliliter Schwarztinte – im Schnitt mehr als das Zehnfache einer normalen Patrone.

Nach Epson und Canon bietet nun auch HP Tintentank-Modelle in Deutschland an. Wir haben drei Multifunktionsgeräte bis 350 Euro im c't-Labor auf die Tinte geschaut: Canon Pixma G6050, Epson EcoTank ET-3750 und HP Smart Tank Plus 655. Auch Brother hat unter dem Namen „Inkbenefit Plus“ schon Versuche mit nachfüllbaren Tintentanks gestartet. Die Modelle DCP T300, T500W und T700W kamen allerdings nur in Polen und anderen osteuropäischen Ländern in den Handel.

Die Kandidaten von Canon und Epson sind 3-in-1-Geräte: Sie drucken, kopieren und scannen. Der HP Smart Tank Plus kann als 4-in-1-Modell auch Faxe versenden und empfangen.

## Auftanken

Das Befüllen der Tanks aus den mitgelieferten Plastikflaschen ist bei allen drei Testgeräten einfach und klappt normalerweise, ohne sich bunte Finger zu holen. Bei der ersten Generation von Tintentank-Druckern war das noch anders: Damals musste man die Tinte durch Drücken der Flaschen in den Tank spritzen, was selten kleckerfrei gelang. Bei den aktuellen Modellen klappt man die Verschlüsse der Tanks auf und setzt die Flasche kopfüber auf den Einfüllstutzen. Dieser ist zweigeteilt, sodass Luft in die Flasche nachströmen kann und die Tinte ohne spritzen in den Tank fließt. Alle drei

Drucker haben Fenster für die Tintenstands kontrolle – die Geräte selbst können die Tintenmenge mangels Sensoren nur grob abschätzen.

Epson hat nicht nur das größte Portfolio an EcoTank-Druckern, sondern auch die längste Erfahrung: Bei den Modellen der dritten Generation sind die Einfüllstutzen nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip kodiert, wodurch die Tintenflasche nur auf den dazugehörigen Tank passt. Bei den Druckern von Canon und HP könnte man dagegen versehentlich die Tanks wechseln und etwa Cyan-Tinte in den Magenta-Tank füllen. Die Flaschen von Epson enthalten etwas mehr Tinte, als in den Tank passt. Der Tintenfluss stoppt automatisch, wenn der Tank voll ist. Nach der ersten Einrichtung, bei der das Schlauchsystem des EcoTank-Druckers befüllt wird, sinkt der Pegel in den Tanks etwas und lässt sich mit den Resten aus den Flaschen später ausgleichen – mit Tinte geizt Epson nicht.

Bei Canon und HP muss man bei der Installation außerdem die Druckköpfe einsetzen – je einen für Schwarz und einen für die Grundfarben. Das fällt beim Canon Pixma leicht, da sich die Oberseite des Druckers hochklappen lässt. Das Einsetzen der HP-Köpfe erfordert mehr Fummelerei, denn man muss von vorne in das dunkle Druckwerk greifen. Der EcoTank hat ab Werk fest eingebaute Druckköpfe, die sich im Servicefall aber auch nicht so leicht wechseln lassen wie bei den Mitbewerbern.

## Spardruck

Der Aufpreis für einen Drucker mit Tintentanks lohnt: Rechnet man allein die mitgelieferte Tinte in Patronen um, landet man fast immer im vierstelligen Euro-Bereich. Allerdings gilt das nur für Yielddrucker, die pro Jahr 1500 Seiten und mehr verbrauchen. Die riesigen, teils fünfstelligen Seitenzahlen, die die Hersteller für die den Geräten beiliegende Tinte angeben, beziehen sich auf ISO-Farbseiten. Die Reichweite wird mit dem Normdokument ISO/IEC 24712 ermittelt, das über den Daumen gepeilt eine Tintendeckung von 20 Prozent hat. Wer vor allem A4-Fotos druckt, schafft abhängig vom Papier und der Auflösung vielleicht ein Fünftel der angegebenen Seitenzahl.

Das ist aber immer noch eine beachtliche Menge. Wenn man dann Tinte nachkaufen muss, bekommt man für 40 bis 50 Euro Originaltinte für weitere 6000 bis

8000 Seiten. Pro ISO-Farbseite kostet die Tinte 0,62 Cent (Canon) respektive 0,65 Cent (Epson, HP). Zum Vergleich: Bei Heimdruckern mit Tintenpatronen liegen die Tintenkosten pro ISO-Seite selten unter 10 Cent, in der Regel sind es eher 13 bis 18 Cent. Selbst bei Büro-Tintendruckern kostet die Tinte pro ISO-Seite 7 bis 10 Cent. Patronen sind also zehn- bis dreißigmal so teuer.

Wegen der großen Vorräte der Tintentankmodelle stört auch der Tintenverlust durch Reinigungsvorgänge weniger. Der Epson EcoTank hat als Einziger im Test einen leicht wechselbaren Auffangbehälter für die bei der Reinigung verbrauchte Tinte; einen Ersatz dafür bekommt man für 10 Euro. Beim Canon Pixma und dem HP Smart Tank landet die Reinigungstinte in den üblichen Auffangvliesten, wo sie austrocknet. Für Exzessivdrucker bietet Epson für 40 Euro extra eine zweijährige „Unlimited Printing“-Garantie. Geht dem Kunden innerhalb dieser Zeit die Tinte aus, liefert der Hersteller kostenfrei nach. Doch lohnt das nur, wenn

man pro Jahr mehr als 10.000 Seiten druckt.

Die Druckqualität der Nachfülltinte entsprach im Test der Tinte aus Patronen – hier braucht man keine Abstriche zu machen. Anders sieht es aber bei der Lichtbeständigkeit aus. Alle drei Hersteller verwenden für die Grundfarben Tinten mit Flüssigfarbstoff (Dye-Tinten), nur die Schwarztinten enthalten feste Pigmente. Dye-Tinten bleichen im Sonnenlicht schneller aus, was wir im Test [1] besonders bei der Canon-Tinte und im geringeren Maß bei der Tinte von Epson beobachtet haben. Die Tinte des HP Smart Tank erwies sich dagegen auch auf Normalpapier als bemerkenswert stabil; bei gutem Fotopapier schützt eine Gelschicht die Tinte.

## Geknausert wie gedruckt

So großzügig die Hersteller mit der Tinte auch umgehen, bei der Ausstattung haben besonders HP und Canon an der einen und anderen Stelle gespart. Der Canon Pixma ist mit einem 250-Blatt-Papierfach

## Verbrauchskosten Tinte

Cent / ISO-Farbseite	Farbe	Schwarzanteil
	◀ besser	◀ besser
Canon Pixma G6050	0,62	0,23
Epson EcoTank ET-3750	0,65	0,2
HP Smart Tank Plus 655	0,65	0,23

## Leistungsaufnahme

	Aus [Watt]	Sleep [Watt]	Bereitschaft [Watt]	Drucken [Watt]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Canon Pixma G6050	0,3	0,9	3,1	24,3
Epson EcoTank ET-3750	0,2	0,9	4,1	14
HP Smart Tank Plus 655	0,1	1,2	4,2	15,8

## Geräuschenwicklung

Kopie	ADF-Scannen [sone]	Drucken [sone]	Drucken Leise-Modus [sone]
	◀ besser	◀ besser	◀ besser
Canon Pixma G6050	-	7,4	3,8
Epson EcoTank ET-3750	4	7,9	4,2
HP Smart Tank Plus 655	4	7,2	4,4

## Druckleistung (ISO-Seite Farbe)

[Seiten / Minute]	Entwurf/schnell	normal	normal leise	beste Qualität
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Canon Pixma G6050	9,2	9,2	3,7	1,3
Epson EcoTank ET-3750	16,2	12,2	3,5	0,5
HP Smart Tank Plus 655	11,8	8,5	5,1	0,16

und zusätzlichem hinteren Multifunktionseinzug zwar gut bestückt, lässt sich über das magere zweizeilige Textdisplay ohne Hintergrundbeleuchtung aber nur umständlich bedienen. Für Einstellungen wie den Leisedruckmodus – den alle Testgeräte bieten – muss man sich umständlich durch das „Einrichten“-Menü tasten.

Ärgerlicher sind die Ausstattungsmarkos des HP Smart Tank Plus: Ihm fehlen ein staubgeschütztes Papierfach – der Papiervorrat steht offen im hinteren Einzug – und ein Duplexer, der schon bedruckte Blätter automatisch wendet, damit auch die Rückseite bedruckt werden kann. Bei Multifunktionsdruckern dieser Preisklasse darf man automatischen beidseitigen Druck erwarten. Immerhin bietet er Fax und Touchscreen-Bedienung.

Nur der Epson EcoTank gibt sich in puncto Ausstattung fast keine Blöße; er hat als 3-in-1-Gerät zusätzlich zum Flachbettscanner sogar einen Vorlageneinzug, wie man ihn sonst nur bei Multifunktionsgeräten mit Fax findet. Softwareseitig sieht es nicht so gut aus: Epson stellt für den EcoTank keine Linux-Treiber bereit – auch das ist nicht mehr zeitgemäß.

In der Einstellung „Normal“ oder „Standard“ lieferten alle drei Testgeräte eine gute Druckqualität ab. Unterschiede gab es in der höchsten Qualitätsstufe bei der Geschwindigkeit. Zwar arbeiten hier alle Tintendrucker prinzipiell langsamer, doch der HP Smart Tank druckte Text in der besten Qualität „Optimal“ grotesk langsam: Für zehn Seiten brauchte er über eine Stunde. Der Epson EcoTank schaltet erst dann auf extreme Schleichfahrt, wenn man im Treiber das Häkchen „Schnell“ entfernt (unidirektionaler Druck). Aber der Qualitätsgewinn ist kaum zu sehen.

Mangels USB-Host-Port und Kartenslots druckt keines der Testgeräte direkt vom USB-Stick oder von einer Speicherkarte. Als Netzwerker geben sie sich aber kaum Blößen: Alle bieten WLAN – der HP Smart Tank funkts auch im 5-GHz-Band – und WiFi Direct. Canon und Epson haben ihren Druckern auch einen



## Canon Pixma G6050

Der kompakte Pixma G6050 ist mit 250-Blatt-Kassette und dem hinteren Einzug für weitere 100 Blatt bei der Papierwahl flexibel. Auch die großen Fenster zur Tintenstandskontrolle gefallen. Die Klappe des Flachbettscanners hat für Bücher zwei Zentimeter Spiel. Das ankippbare, aber nicht sicher arretierbare Bedienpanel klappte beim Drücken der Tasten öfter ein. Auch das kleine Textdisplay nervte.

Das einfache Web-Frontend bietet nur wenige Geräteinstellungen und die Registrierung bei Cloud-Diensten. Google Cloud Print funktionierte gut. Die Anmeldung bei Canons „IJ Cloud Printing“ kann man sich sparen, da die nötigen Funktionen im Gerätemenü des Pixma fehlen.

Vom Smartphone aus ließ sich über die App Canon Print, per AirPrint und die Android-Plug-ins problemlos drucken. Der App und dem Plug-in „Canon Print Service“ fehlen aber Qualitätseinstellungen.

Der G6050 ist kein Sprinter, druckt aber zügig. Text ist schon in der Einstellung „Sparsam“ sehr gut lesbar. In hoher Qualität brachte er im Test den ISO-Brief am schnellsten zu Papier. Beim Duplexdruck legte er hier sogar noch einen Zahn zu. Bei unserem 50-Seiten-Vorlagen-Mix ließ sich der Pixma Zeit. Text sah gut aus, bei Grafiken gerieten Grauflächen etwas zu hell.

Fotos druckt der Pixma auch auf Normalpapier randlos – aber nur in Normalqualität, sehr blass und streifig. Die hohe Qualität gibt es nur mit Rand. Auf Fotopapier gefiel die gute Detailwiedergabe, Farben sahen abgesehen von einem Hauch zu viel Blau gut aus.

Schwarz-Weiß kopierte der G6050 schneller als in Farbe. Satellitentröpfchen machten Textkopien etwas unsauber, bei Grafik störten fleckige Grauflächen. Fotos vervielfältigte der Pixma randlos, aber mit wenig Details in dunklen Bereichen und etwas zu wenig Rot. Für lesbare Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbhintergrund sollte man die Dichte minimieren, die Helligkeitsautomatik ist schlechter.

Zum Scannen vom PC aus gibt es das Twain-Modul ScanGear mit Filtern und Pipettenfunktion. Fotos gerieten zu rot, auf dem Scan unserer Grafikvorlage war Blau etwas zu hell. Die im Scanprogramm integrierte Texterkennung scheiterte schon an großen Titeln und Initialen; Tabellen erkannte sie nur teilweise und dann fehlerhaft.



Die Einfüllstutzen der Tintentanks haben beim Epson EcoTank ET-3750 eine individuelle Form, sodass die Flaschen nur auf den richtigen Tank passen.

- ⬆ großes Papierfach und Multifunktionseinzug
- ⬆ flotter Duplexdruck
- ⬇ fummelige Bedienung
- ⬇ Tinte nicht lichtbeständig

# Maker Faire®

TECHNOLOGIE. INNOVATION. COMMUNITY.

# Where it's cool to be smart

Präsentieren Sie Ihr Unternehmen auf der Maker Faire, entdecken Sie neue Talente, Ideen und bereichern Sie Ihre Unternehmenskultur.

Die Maker Faires zelebrieren Technologie, Innovation und Community auf eine einmalige Art und Weise. Werden Sie Aussteller und atmen Sie die Unternehmenskultur von morgen!



Ihr Ansprechpartner

**Jens Ahlers**

Manager Sales & Strategy

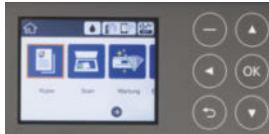
Tel.: +49 511 5352-133

[jeah@maker-media.de](mailto:jeah@maker-media.de)

## Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

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



## Epson Ecotank ET-3750

Der kleine EcoTank braucht wenig Stellfläche. Faxen kann er nicht, aber es gibt einen aufklappbaren Vorlageneinzug auf dem Scannerdeckel, der in den Scharnieren mit 1,2 Zentimetern aber etwas wenig Spiel hat. Das Papier liegt staubgeschützt im frontalen 150-Blatt-Fach. Das ankippbare Bedienpanel trägt das helle Farbdisplay und Folientasten mit deutlichem Druckpunkt. Nach etwas Gewöhnung lässt sich der ET-3750 dank übersichtlicher Menüs gut bedienen.

Das Web-Frontend des EcoTank bietet weniger Übersicht: Zunächst sieht man nur Funktionen wie Cloud-Registrierung und Status; unter „erweiterte Einstellungen“ gibt es umfangreichere Netzwerk-Optionen. Hier kann man das zur Sicherheit deaktivierte Wifi Direct einschalten, IPP funktioniert ab Werk nur verschlüsselt. Cloud-Dienste wie das praktische Epson Connect klappten im Test problemlos, ebenso das mobile Drucken vom Smartphone. Nur beim Mopria-Plugin war standardmäßig das Letter-Format eingestellt.

Der ET-3750 druckt im Entwurf flott, aber nur sehr blass. In der Standardqualität ist er etwas langsamer und liefert eine gute Textqualität. Die höchste Stufe (extra fein und unidirektional) ist schnarchlahm und kaum nötig. Auf den sonst guten Grafikdrucken wirkten Grauflächen leicht bläulich. Der automatische Duplexdruck arbeitet flott und sicher.

50 Seiten Gemischtes brachte der EcoTank doppelt so schnell zu Papier wie die anderen Testkandidaten. Fotos gibt er auch auf Normalpapier randlos und in brauchbarer Qualität wieder, auf Fotopapier störten ein Rotstich und milchige, detailarme Dunkelbereiche.

Mit geknickten Vorlagen hatte der Vorlageneinzug des ET-3750 keine Probleme. Beim randlosen Kopieren von Fotos missfielen ein Blaustich, fehlende Details im Dunklen und ein mäßiger Kontrast. Grafikkopien gaben dunkle Rottöne schwarz wieder. Mit maximaler Helligkeit erhielten wir lesbare Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf Farbpapier – allerdings mit hässlichem Grauhintergrund.

Mit dem Twain-Modul Epson Scan 2 erstellte Foto-Scans boten stimmige Farben und gute Details, auch Grafikvorlagen gab der EcoTank sauber wieder. Die Texterkennung taugt nur für normale Textgrößen, unsere grau hinterlegte Tabelle wurde nicht erkannt.

- ⬆️ Tintentanks mit Verwechlungsschutz
- ⬆️ guter Scanner mit Einzug
- ⬇️ mauer Fotodruck
- ⬇️ mäßige Texterkennung



## HP Smart Tank Plus 655

Der Tintentank-Drucker von HP macht mit seinem dünnen Plastikgehäuse einen billigen Eindruck. Der Papiervorrat kommt in einen offenen hinteren Einzug. Die Scannerklappe mit dem Vorlageneinzug hat in den Scharnieren kein Spiel – kein Platz für dicke Bücher.

Der Smart Tank lässt sich über ein kleines monochromes Touchdisplay (kapazitiv) bedienen. Die Menüs sind übersichtlich, manche Schaltflächen aber zu klein für große Finger. Für Einstellungen empfiehlt sich das umfangreiche Web-Frontend. Das HP-Gerät druckt gerne ungefragt: Statt bei der Google-Cloud-Print-Registrierung direkt auf die Google-Seite weiterzuleiten, druckt er den Link als URL und QR-Code aus, ebenso eine Bestätigung. Cloud Print klappte im Test gut, Gleiches gilt für HP Connected – der HP-Cloud-Dienst heißt jetzt wie die App „HP Smart“.

Im sehr gut lesbaren Entwurfsdruck arbeitet der Smart Tank flott, in der etwas langsameren Normalqualität unterscheiden sich die Drucke kaum. Vom Textdruck in der besten Qualität „Optimal“ raten wir ab: Hier wird der Drucker mit mehr als sechs Minuten pro Textseite grotesk langsam; der Qualitätsgewinn ist kaum sichtbar. Ärgerlich und unzeitgemäß: Automatischen Duplexdruck kennt der Smart Tank nicht.

Grafik druckte er mit Grünstich in Grauflächen und auch in der besten Qualität mit unsauberen Schräglinien. Für randlose Fotos braucht der Drucker zwingend Fotopapier. Unsere Testbilder zeigen gute Details, aber einen Grünstich.

Der Smart Tank kopiert Schwarz-Weiß schnell, für Farbkopien braucht er mehr als dreimal so lange. Der Vorlageneinzug arbeitet langsam, aber sauber; Kopien von geknickten Seiten zeigten aber einige Knickspuren. Fotos kopiert das HP-Gerät randlos, aber mit Grünstich; in dunklen Bildbereichen fehlen Details. Bei 10x15-Kopien erscheint ein feiner weißer Rand auf der zuletzt bedruckten Seite. Schwarz-Weiß-Kopien von Text auf rotem Papier bleiben bei maximaler Helligkeit gerade so lesbar.

Mit dem Twain-Modul HP Scan digitalisierte Fotos sahen bis auf einen leichten Blaustich gut aus, auf Grafikscans störten Kantenartefakte. Besser gefiel die brauchbare Texterkennung. Beim Faxen erstellt der Smart Tank Sendeberichte mit Bild; hinter dem „Digitalen Fax“ steckt ein Cloud-Dienst.

- ⬆️ Touchscreen-Bedienung
- ⬆️ brauchbare Texterkennung
- ⬇️ besser Druck extrem langsam
- ⬇️ kein automatischer Duplexdruck

Ethernet-Port spendiert. Alle nehmen Aufträge vom Smartphone via App, AirPrint (iOS) oder Android-Plug-ins der Hersteller oder der Mopria (Mobile Printing Alliance) entgegen. Auch das Drucken von Cloud-Diensten wie Google Cloud Print oder Herstellerdiensten wie HP Smart (ehemals HP Connected) und Epson Connect funktioniert gut. Den Canon Pixma kann man zwar beim Canon-Dienst „IJ Cloud Printing“ registrieren, sich vom Gerät aus aber nicht mit den ausgewählten Cloud-Zielen verbinden, womit die Registrierung sinnlos ist.

## Fazit

Wer viel druckt, kann mit allen drei Tintentank-Druckern enorm sparen. Lohnen tut sich das aber nur bei Druckaufkommen ab 1500 Seiten pro Jahr. Anwender mit weniger Durchsatz sparen mit einem HP-Drucker in Kombination mit dem Tintenabo „Instant Ink“ eher [2]: Damit kostet eine Druckseite (Papier nicht eingerechnet) zwar zwischen 2,9 und 6 Cent, doch gilt das unabhängig von der verbrauchten Tinte; eine Textseite kostet damit ebenso viel wie ein ganzseitiges A4-Foto.

Braucht man ein Multifunktionsgerät mit Fax, kann man zum nagelneuen HP Smart Tank Plus 655 greifen, dessen Straßenpreis in nächster Zeit sicherlich noch sinken wird. Doch fehlen ihm Standards wie der automatische Duplexdruck. Deutlich besser ausgestattet ist der Epson EcoTank ET-3750, dessen großer Bruder ET-4750 auch eine Faxfunktion hat – ihn gibt es schon ab 360 Euro.

Reicht ein Gerät ohne Fax, sind sowohl der EcoTank als auch der Canon Pixma G6050 – die Serie heißt demnächst „Mega Tank“ – eine gute Empfehlung. Der EcoTank lässt sich besser bedienen und hat einen Vorlageneinzug zum Kopieren und Scannen von mehreren Einzelblättern, der Pixma G6050 ist etwas günstiger und mit 250-Blatt-Kassette plus hinterem MF-Einzug (etwa für Fotopapier) flexibler. Außerdem stellt Canon lobenswerterweise Linux-Treiber bereit.

(rop@ct.de) 

## Literatur

[1] Druckproben im Sonnenlichtsimulator:  
<https://heise.de/-2289259>

[2] Rudolf Opitz, Schreibtisch-Diener, Kompakte Multifunktionsgeräte mit Fax, c't 21/2019, S. 88

[3] Rudolf Opitz, Reichweiten-Favoriten, Multifunktionsdrucker mit Tinte für 6000 Seiten und mehr, c't 26/2018, S. 106

## Tintentank-Multifunktionsdrucker

Gerät	Pixma G6050	Ecotank ET-3750	HP Smart Tank Plus 655
Hersteller	Canon, <a href="http://www.canon.de">www.canon.de</a>	Epson, <a href="http://www.epson.de">www.epson.de</a>	HP, <a href="http://www.hp.com/de">www.hp.com/de</a>
Druckverfahren / Tinten	Bubblejet / 4 Tintentanks	Piezo / 4 Tintentanks	Bubblejet / 4 Tintentanks
Auflösung (Fotodruck) <sup>1</sup>	4800 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi	4800 dpi × 1200 dpi
Papierge wichte <sup>1</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>	64 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>	60 g/m <sup>2</sup> ... 300 g/m <sup>2</sup>
Papierzufuhr	250-Blatt-Kassette, 100-Blatt-Einzug hinten	150-Blatt-Kassette	100-Blatt-Einzug hinten
Papierablage <sup>1</sup>	50 Blatt	30 Blatt	30 Blatt
automatischer Duplexdruck	✓	✓	–
randloser Fotodruck	✓	✓	✓
<b>Scannen, Kopieren und Faxen</b>			
Scannertyp / Farbtiefe Farbe, Graustufen <sup>1</sup>	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit	CIS / 24 Bit, 8 Bit
Auflösung physikalisch <sup>1</sup>	2400 dpi × 1200 dpi	2400 dpi × 1200 dpi	1200 dpi × 1200 dpi
Vorlageneinzug / Duplex	– / –	30 Blatt / –	35 Blatt / –
Twain- / WIA-Modul	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓
Fax / qualifizierter Sendebericht	✓ / ✓	–	–
<b>Netzwerk- / Cloud-Funktionen</b>			
Scan to E-Mail / FTP / SMB-Freigabe	– / – / –	✓ (Cloud) / – / –	✓ (Cloud) / – / –
Druck-App	Canon Print (Android, iOS)	Epson iPrint (Android, iOS)	HP Smart (Android, iOS, Windows)
NFC / WiFi Direct	– / ✓	– / ✓	– / ✓
AirPrint / Android Print / Mopria	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Cloud-Dienst des Herstellers	IJ Cloud Printing	Epson Connect	HP Smart (HP Connected)
Google Cloud Print	✓	✓	✓
<b>Sonstiges</b>			
Schnittstellen	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz)	USB 2.0, Ethernet, WLAN (IEEE802.11n 2,4 GHz)	USB 2.0, WLAN (IEEE802.11n 2,4 und 5 GHz)
Betriebsabmessungen (B × T × H)	40 cm × 68 cm × 19,5 cm	38 cm × 50,5 cm × 25 cm	45 cm × 53,5 cm × 26 cm
Gewicht	8,1 kg	6,7 kg	6,2 kg
Display	zweizeiliges Monochrom-Display	6,1-cm-Farbdisplay	5,6-cm-Touchscreen monochrom
Treiber für Windows	ab Windows 7 SP1	ab Windows XP	ab Windows 7
Treiber für Mac / Sonstige	macOS ab 10.10.5 / Linux	macOS ab 10.6.8 / –	macOS ab 10.11 / Linux (HPLIP)
Software (Windows)	Canon Quick Utility (Netzwerk-Tools, Scan Utility, Kurzwahl-Editor, Toolbox), Easy-WebPrint EX	Epson Scan 2, Scan Utility, Event Manager, easy Photo Print, Tools	Smart Tank Plus 650 Series, HP Scan, HP Photo Creations
<b>Tinten</b>			
Schwarz (Reichweite <sup>1</sup> )	GI-50 PGBK (6.000 S.)	102 BK (7500 S.)	HP 32XL BK (6.000 S.)
Farbe (Reichweite <sup>1</sup> )	GI-50 C,M,Y (je 7700 S.)	102 C,M,Y (je 6000 S.)	HP 31 C,M,Y (je 8.000 S.)
mitgelieferte Tinte	je eine Flasche GI-50 C,M,Y, drei Flaschen GI-50 PGBK	zwei komplette Sets 102	je eine Flasche HP 31 C,M,Y, zwei Flaschen HP 32XL BK
Tintenkosten pro ISO-Farbseite (XL-Patrone)	0,62 ct, Schwarzanteil 0,23 ct	0,65 ct, Schwarzanteil 0,2 ct	0,65 ct, Schwarzanteil 0,23 ct
<b>Messergebnisse und Bewertungen</b>			
Druckzeiten	10 Blatt Duplex (Normal): 2:34, Grafikseite (Beste): 1:11, Foto A4: 5:54	10 Blatt Duplex (Normal): 1:51, Grafikseite (Beste): 3:13, Foto A4: 10:05	10 Blatt Duplex (Normal): –, Grafikseite (Beste): 10:49, Foto A4: 15:29
Kopierzeiten	10 Seiten Text: 0:57, 10 Seiten Farbe: 1:26, Foto A4: 4:42	10 Seiten Text: 0:52, 10 Seiten Farbe: 1:26, Foto A4: 3:36	10 Seiten Text: 0:52, 10 Seiten Farbe: 3:01, Foto A4: 5:37
Scanzeiten	Vorschau: 8 s, Foto 600 dpi: 62 s, Text 300 dpi: 21 s	Vorschau: 11 s, Foto 600 dpi: 115 s, Text 300 dpi: 28 s	Vorschau: 16 s, Foto 600 dpi: 73 s, Text 300 dpi: 18 s
Scheinleistungsaufnahme Drucken	62 VA	33 VA	40 VA
Bedienung / Netzwerkfunktionen	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕
Text- / Grafikdruck	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ○
Fotodruck (Foto- / Normalpapier / SW)	⊕ / ○ / ⊕	⊖ / ○ / ⊖	○ / ○ / ○
Kopierqualität Text / Grafik / Foto	○ / ⊖ / ○	⊕ / ○ / ⊖	○ / ⊖ / ⊖
Scanqualität Foto / Grafik / OCR	○ / ⊕ / ⊖	⊕ / ⊕ / ⊖	⊕ / ⊖ / ○
Lichtbeständigkeit Normal- / Fotopapier	⊖⊖ / ⊖	⊖ / ⊖	⊕ / ⊕⊕
Herstellergarantie	1 Jahr oder 30.000 Seiten	3 Jahre oder 50.000 Seiten	1 Jahr oder 30.000 Seiten
Gerätepreis (UVP / Straße)	430 € / 290 €	480 € / 330 €	350 € / 350 €
<sup>1</sup> Herstellerangabe			
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht
⊖⊖ sehr schlecht	⊖ vorhanden	– nicht vorhanden	

Video Tankbefüllung: [ct.de/y1rj](http://ct.de/y1rj)



# Origamikünstler

## Samsungs Falt-Smartphone Galaxy Fold 5G im Test

**Das Tablet in der Hosentasche:  
Mit seinem faltbaren 7,3-Zoll-Bildschirm ist das Galaxy Fold 5G ein echter Verwandlungskünstler.  
Die große Frage: Wie praktisch ist das?**

Von Jan-Keno Janssen

**E**ins ist sicher: Samsungs Falt-Telefon Galaxy Fold 5G fällt auf, und das ist im Smartphone-Business inzwischen ganz schön selten. Konnte man sich vor zehn Jahren mit einem iPhone als solventer Technikkenner in der Öffentlichkeit profilieren, gibt es heutzutage quasi keine Smartphones mehr, die sofort auffallen oder auf die man sogar in der Öffentlichkeit angesprochen wird – von Fremden. Letzteres ist uns beim Praxistest des Fold 5G tatsächlich mehrfach passiert, zum

Beispiel beim QR-Code-Scannen am Flughafengate oder im Café. Wer also einen „Conversation-Starter“ braucht, ist mit dem Faltscreen gut bedient. Das Doofe nur: Es kostet 2100 Euro, also mehr als dreimal so viel wie das meistverkaufte Smartphone des ersten Halbjahres, das iPhone XR.

Ein anderer, zumindest potenzieller, Wermutstropfen ist das Faltdisplay selbst: Schon vor der Vorstellung äußerten sich Technikfans skeptisch zur Langlebigkeit von Display und Scharnier, zum Beispiel im Forum auf heise.de. Als Samsung dann die erste Version des Fold im April an einige Tester verschickte, bewahrheitete sich die Skepsis: Mehrere Geräte gingen bereits in den ersten Stunden kaputt. Der Marktstart wurde daraufhin erst einmal abgeblasen.

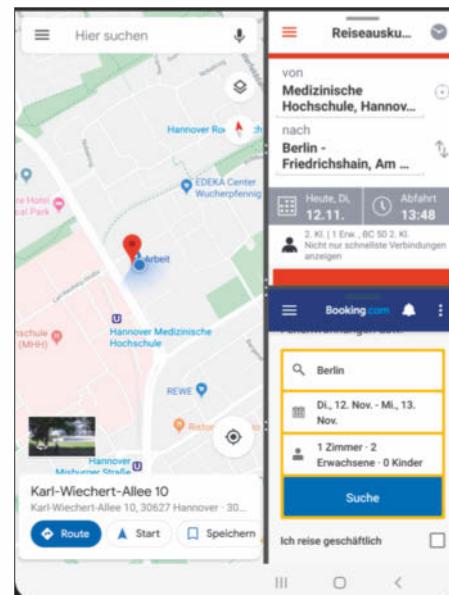
### Schutzfolie bleibt dran

Inzwischen ist das Gerät in einer verbesserten Version im Handel und heißt nun

„Fold 5G“ statt einfach „Fold“. Neben der namensgebenden 5G-Funktion hat Samsung die für das Gerät lebenswichtige Schutzfolie so angebracht, dass man sie nicht mehr abknibbeln kann. Außerdem sollen oben und unten am Scharnier kleine Plastiknasen dafür sorgen, dass keine Fremdkörper unters Display gelangen und es so zerstören. Ob die Maßnahmen langfristig wirken, muss ein Dauertest zeigen. Zumindest in unserem gut zweiwöchigen Intensivtest, bei dem wir das Gerät viele hundertmal auf- und zugeklappt haben, ist alles gutgegangen: Das Display sieht immer noch gut aus, das Scharnier ist immer noch so leichtgängig wie am ersten Tag. Sicher ist aber auch: Das Gerät ist prinzipbedingt empfindlicher als ein konventionelles Smartphone, weshalb Samsung der Kundschaft gleich eine ganze Reihe Sicherheitshinweise mit auf den Weg gibt: nicht mit Stift oder Fingernagel auf den Bildschirm drücken, immer nur zusammengeklappt transportieren, keine Gegenstände zwischen die Bildschirme legen. Und, ganz wichtig: Das Gerät ist nicht wasser- und staubdicht.

Ein anderes potenzielles Problem ist in der Praxis gar keins: Auf vielen Fotos und Videos erkennt man deutlich den Faltbereich in der Mitte des Displays, da sich hier das Umgebungslicht anders spiegelt als im Rest des Bildschirms. Tatsächlich sieht man den Falz in der Praxis meist nicht, wenn man frontal auf das Smartphone schaut, sondern nur bei seitlichem Begucken. Im Alltag störte uns die Falte so gut wie nie.

Abgesehen davon ist das 7,3 Zoll große Hauptdisplay eine Schönheit: Dank OLED-Technik zeigt es sattes Schwarz und kraftvolle Farben. Es ist zwar etwas winkelabhängiger als andere OLEDs, das war in der Praxis aber kein Problem. Deutlich problematischer fanden wir das



**Auf dem Hauptdisplay kann man auf Wunsch drei Apps gleichzeitig anzeigen lassen.**

schmale 4,6-Zoll-Display auf der Vorderseite, mit dem man im zugeklappten Zustand vorliebnehmen muss: Es ist für viele Anwendungen zu schmal, vor allem beim Schreiben. Die Bildschirmtastatur fällt so klein aus, dass man die Buchstaben häufig nicht sicher trifft.

Auf dem großen Display macht das Tippen dagegen Spaß: Die standardmäßig installierte Tastatur ist zweigeteilt und hat in der Mitte eine einstellbare Lücke – so kann man die Tastatur an die eigene Daumenlänge anpassen. Auch Drittanbieter-Tastatur-Apps wie Swiftkey funktionieren problemlos auf dem Display mit dem ungewöhnlichen 4,2:3-Seitenverhältnis.

### Software durchdacht

Startet man eine App auf dem kleinen vorderen Display und klappt das Gerät danach auf, breitet sich die App automa-

tisch auf dem großen Display aus. Das funktionierte mit allen Apps, die wir ausprobiert haben. Klappt man das Gerät zu, bleibt das Frontdisplay standardmäßig aus – laut Samsung habe man bei Tests festgestellt, dass die meisten Menschen das Gerät nach dem Zuklappen weglegen oder einpacken möchten. Auf Wunsch kann man jedoch einzelne Apps anweisen, dass sie nach dem Zuklappen automatisch auf dem Frontdisplay zu sehen sind. Einstellen lässt sich das in „Einstellungen/Anzeige/Apps auf Frontbildschirm fortsetzen“. Diese Funktionalität müssen die Entwickler explizit erlauben. Im Test klappte die „Automatisch-vorne-weitermachen“-Funktion mit den meisten ausprobierten Apps, nur Paypal, Skype, Uber, Mobike, Lufthansa und Free Now sträubten sich. Wirklich problematisch ist das nicht, denn manuell lassen sich all diese Apps auch auf dem Frontdisplay starten.

Wir fanden lediglich eine App, die sich wegen der ungewöhnlichen Seitenverhältnisse der Displays gar nicht benutzen ließ: Beim Rennspiel Asphalt 8 bleibt eine Schaltfläche unsichtbar, die man zum Spielstart drücken muss.

Ansonsten hatten wir während des Tests keinerlei Softwareprobleme. Die Samsung-eigene Bedienoberfläche One UI 1.5 macht einen durchdachten Eindruck, vor allem der Multi-Window-Betrieb ist im Alltag praktisch. Ein Wisch über den rechten Rand nach innen holt eine Auswahlleiste auf den Schirm, auf der man eine zweite App auswählen kann. Diese wird dann im rechten Drittel angezeigt, auf den linken zwei Dritteln bleibt die zuerst gestartete App aktiv. Wischt man ein zweites Mal von rechts nach links, kann man noch eine dritte App auf den Bildschirm holen. Sinnvoll ist das beispielsweise bei der Reiseplanung: Im großen Fenster lässt man Maps laufen, in den

## Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Video lokal (normale Helligkeit) [h]	WLAN-Surfen (normale Helligkeit) [h]	Video-Streaming (normale Helligkeit) [h]	Ladezeit auf 50% / 100% [min]	Coremark Single-Thread [Punkte]	Coremark Multi-Thread [Punkte]	3DMark IceStorm [Punkte]	3DMark Sling Shot Extreme [Punkte]
Samsung Galaxy Fold 5G	besser ► 16,1	besser ► 11,8	besser ► 17,3	40/124	-	-	75016	5719
Samsung Galaxy S10+	18,2	14,2	14,4	38/101	17224	66864	55781	4342
Google Pixel 4	9,3	10,3	9,7	32/103	17696	84297	73775	4779
Google Pixel 4XL	11,3	12	12,9	34/114	17764	84243	76017	4589
Apple iPhone 11 Pro	18,3	13,5	14,5	25/91	-	-	97063	5381
Huawei P30 Pro	15,8	16,5	17,7	23/57	17325	82377	55618	4356
Normale Helligkeit: 200 cd/m <sup>2</sup> , Spiel: Asphalt 8, Surfen: Abruf einer einfachen Webseite alle 30 s								

kleineren den DB Navigator und eine Hotel-Buchungs-App.

## Ausstattung top

Wie sich das für ein 2100-Euro-Gerät gehört, sind die inneren Werte des Fold 5G über jeden Zweifel erhaben: Als SoC kommt der schnelle Qualcomm-Acht-

kerner Snapdragon 855 zum Einsatz, dem 12 GByte RAM zur Seite stehen – das sind mindestens vier GByte mehr, als man zurzeit wirklich braucht. Der Akku fasst 4235 mAh, das reicht oft für zwei Tage Alltagsnutzung. In unseren Dauertests schaffte das Fold 5G 17,3 Stunden YouTube-Streaming über WLAN auf dem

großen Ausklappdisplay und rekordverdächtige 25 Stunden auf dem kleinen Frontdisplay. Auf Wunsch lässt sich der Akku nicht nur per USB-C-Kabel laden, sondern auch drahtlos über die WPC- und PMA-Standards. Ein SD-Karten-Slot ist – ungewöhnlich bei Samsung – nicht vorhanden, die internen 512 GByte Flashspeicher sollten aber auch für speicherhungrige Anwendungen mehr als ausreichen.

Auch bei den Kameras wird geklotzt statt gekleckert. Auf der hinteren Seite sind drei Kameras eingebaut: eine ultra-weitwinklige mit 16 Megapixeln und Blende f/2,2, ein Zweifach-Tele mit 12 Megapixeln und Blende f/2,4 sowie eine weitwinklige Hauptkamera mit 12 Megapixeln und zwei Blendenmodi (f/1,5 und f/2,4). Sowohl die Hauptkamera als auch das Zweifach-Tele sind optisch stabilisiert. Neben einem Pro-Modus mit Raw-Speicherung gibt es auch eine „Live-Focus“-Funktion, bei der man den Schärfepunkt nachträglich festlegen kann. Kurz vor Redaktionsschluss hat Samsung noch einen Nachtmodus per Software-Update hinzugefügt. Neben konventionellen Videos zeichnet das Fold 5G auch Hyperlapse- und Zeitlupen-Filme auf (240 fps in 1080p und 960 fps in 720p). Technisch entsprechen die hinteren Kameras denen des Note 10. Bei gutem Licht gab es nichts zu meckern, bei schlechten Lichtverhältnissen machen allerdings Konkurrenzgeräte wie Huawei P30 Pro oder Google Pixel 4 einen etwas besseren Job.

Selfie-Fotografen können sich mit dem Fold 5G sowohl im auf- als auch im zugeklappten Zustand fotografieren, es

## Faltende Alternativen

Das 2100 Euro teure Falt-Smartphone **Galaxy Fold 5G** ist kein Gerät für die Massen – doch das kann sich schnell ändern, es wird nicht mehr lange dauern, bis weitere Hersteller nachziehen und ihre Visionen des faltbaren Handys auf den Markt bringen.

Noch vor Samsung hat der hierzulande ziemlich unbekannte Hersteller Royole sein **Flexpai**-Falt-Telefon auf den Markt gebracht. Doch wirklich praxistauglich ist der offensichtliche Schnellschuss nicht, außerdem wirkt es noch deutlich empfindlicher als das Samsung-Gerät.

Ein ernstzunehmender Fold-5G-Konkurrent ist dagegen das von **Huawei** erstmals auf der Mobilfunkmesse MWC im Februar gezeigte **Mate X**. In China steht es bereits in den Startlöchern. Zu einem Marktstart in Europa hat sich das Unternehmen bis Redaktionsschluss nicht geäußert. Das Mate X kommt im Unterschied zum Galaxy Fold mit nur einem Display. Der 8 Zoll große Screen wird so geöffnet, dass er auch im eingeklappten Zustand außen am Gehäuse liegt. Wie das Fold sollte auch das Mate X eigentlich schon längst auf dem Markt sein –

angesichts des Samsung-Debakels hatte auch Huawei den Start verschoben. Außerdem dürften die US-Sanktionen gegen das Unternehmen eine Rolle für den nach wie vor unklaren Europa-Start spielen. Falls es einen Marktstart hierzulande erleben sollte – günstig wird dieser nicht. Rund 2200 Euro verlangt Huawei für sein faltbares Smartphone in China.

Dass die Entwicklung faltbarer Smartphones eine diffizile Angelegenheit ist, offenbart auch ein Blick auf unsere Markübersicht Anfang des Jahres (c't 07/2019, S. 16): Wie damals befinden sich viele Hersteller weiterhin in der Experimentierphase. **Oppo** hat ein Gerät gezeigt, das dem Mate X zum Verwechseln ähnlich sieht, das von **Xiaomi** lässt sich gleich zweimal falten. Kein Faltphone, aber ähnlich spektakulär ist das **Mi Mix Alpha**, ein Konzept mit Surround-Display. Auch der chinesische Hersteller **TCL** hat zwischenzeitlich ein doppelt faltbares Gerät gezeigt. Voll ausgeklappt stellt es Inhalte auf einem 10-Zoll-Display dar. Eingeklappt trägt das Konzept aber arg dick auf. Deutlich praxisnäher erscheint da die Reinkarnation des legendären **Motorola Razr** als Foldable, das kurz vor Redaktionsschluss vorgestellt wurde (siehe Foto links). Die Hardware mit Snapdragon 710 soll im kommenden Jahr auch nach Deutschland kommen und unter 1500 US-Dollar kosten. Gerüchteweise soll Samsung an einem ähnlichen Konzept arbeiten.

Klappend statt faltend, also mit zwei Displays, erscheint **Microsofts** Android-Gerät **Surface Duo**. Dieses kommt mit zwei 5,6-Zoll-Touchscreens, die im zugeklappten Zustand wie zwischen zwei Buchrücken verschwinden. Darin ähnelt es dem **LG G8X ThinQ** (mehr in diesem Heft ab Seite 116). Als Marktstart hat Microsoft Ende 2020 angekündigt.



Das Motorola Razr wird vertikal gefaltet statt horizontal.



Zusammengeklappt hat das Fold 5G eine leichte Keilform.



Kleine Kunststoffnasen an den Scharnieren sollen beim Fold 5G das Eindringen von Staubkörnern und anderen Partikeln verhindern.



Die Falte in der Mitte des Displays erkennt man lediglich aus bestimmten Blickwinkeln (links). Schaut man frontal auf den Bildschirm, sieht man sie nicht.

sind nämlich zwei Front-Kameras eingebaut (10 Megapixel, F2,2). Die Frontkamera über dem großen Aufklapp-Display hat sogar noch eine 8-Megapixel-RGB-Tiefenkamera zur Seite gestellt bekommen, mit der man hübsche Live-Focus-Porträts mit berechneter Unschärfe knipsen kann.

## Fazit

Das Samsung Galaxy Fold 5G brilliert in den Momenten, in denen man es aufklap-

pen kann: Lesen, Spielen und Videos schauen macht auf dem kontraststarken 7,3-Zoll-Bildschirm deutlich mehr Spaß als mit einem konventionellen Smartphone. Wenn allerdings nur das vordere Display zum Einsatz kommt – falls man beispielsweise kurz unterwegs auf eine Nachricht antworten will –, kann das Gerät nerven: Das Frontdisplay ist zu schmal, um sicher darauf tippen zu können. Außerdem ist das Fold deutlich dünner und schwerer als ein Smartphone mit nur einem Display, in die Hosentasche passt es glücklicherweise trotzdem. In Sachen Geschwindigkeit, Speicher, Akku-Laufzeit und Kameras gibt es nichts auszusetzen – bei einem Preis von 2100 Euro darf man das aber auch erwarten. Dennoch: „Sinnvoll“ ist das Gerät eher nicht, sondern ein Statussymbol, das auffällt. Außerdem dürfte es ein Blick in die Handyzukunft sein. (rbr@ct.de) ct



Das schmale Frontdisplay ist in der Bedienung wenig komfortabel.

## Falt-Smartphone Samsung Galaxy Fold 5G

Modell	Galaxy Fold 5G
Hersteller / Farben, Varianten	Samsung / Schwarz, Silber
Betriebssystem / Security Level	Android 9 mit One UI 1.5 / Oktober 2019
Haupt-Display / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	OLED-7,3-Zoll mit 2152 × 1536 Pixel / 1,7 ... 573 cd/m² / 99 %
Front-Display / Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	OLED-4,6-Zoll mit 720 × 1680 Pixel / 1,8 ... 485 cd/m² / 99 %
Kamera	
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	12,2 MP / f/1,5 + f/2,4 / ✓ / 4032 × 3024
Zweitkamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	12,2 MP / f/2,1 / ✓ / 4032 × 3024 (Zweifach-Tele)
Drittakamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	15,9 MP / f/2,2 / – / 4608 × 3456 (Ultra-Weitwinkel)
Selfie-Kameras Auflösung / Blende / OIS / Pixel	10 MP / f/2,2 / – / 3648 × 2736
Akku	
Laufzeit YouTube-Streaming bei 200 cm/m²	17,3 h (Hauptdisplay) / 25 h (Frontdisplay)
Akku / Ladezeit / Drahtlosladen	4235 mAh / 2,1 h / ✓
Ladezeit 50 % / 100 %	40 min / 124 min
Ausstattung	
Prozessor / Kerne × Takt / GPU	Qualcomm Snapdragon 855 / 1 × 2,9 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz / Adreno 640
RAM / Flash-Speicher / Kartenslot	12 GB / 512 GB (459 GB nutzbar) / –
5G / LTE / SIM / Dual-SIM / SAR-Wert	✓ (N78) / ✓ (Cat. 18) / nanoSIM / – / 0,542 W/kg
WLAN (Antennen) / Bluetooth / NFC / Kompass / Ortung	Wi-Fi 6 (2) / 5.0 / ✓ / ✓ / ✓ (GPS, Glonass, Beidou, Galileo)
USB-Anschluss / Kopfhöreranschluss	USB Typ-C / –
Fingerabdrucksensor	seitlich
Abmessungen zugeklappt / aufgeklappt (H × B × T)	16,1 cm × 6,3 cm × 1,7 cm / 16,1 cm × 11,8 cm × 0,7 cm
Gewicht / Schutzklasse	274 g / –
Lieferumfang	USB-Netzteil & Kabel, Bluetooth-Ohrhörer (Galaxy Buds), Hartkunststoff-Hülle (Aramid Fiber Cover), USB-Kopier-Adapter (OTG)
Straßenpreis	2100 €



# Luxus und Tricks

Acht High-End-Smartphones

**Klar, von einem teuren Smartphone erwartet man die höchste Geschwindigkeit, die knackigsten Fotos, das beste Display und die längste Versorgung mit Updates. Gerne darf es aber auch ein bisschen mehr Innovation sein als einfach nur Superlative – und da wird es knapp. Die Spitzenmodelle von Apple, Google, Huawei, LG, OnePlus, Samsung, Sony und Xiaomi im Vergleich.**

**Von Robin Brand und Jörg Wirtgen**

**O**b das Lieblingstelefon ein besonders großes Display oder eine besonders kompakte Bauform haben soll, sieht jeder Nutzer ein bisschen anders. Einige Hersteller tragen dem Rechnung, indem sie ihre High-End-Modelle in verschiedenen Größen anbieten. Bei der Bauform gibt es eine echte Innovation, nämlich die faltbaren Smartphones. Sie sparen zwar nicht an Gewicht und Volumen, aber am Packmaß. Einen Test des Samsung Galaxy Fold bringen wir auf Seite 112.

In diesem Artikel testen wir acht (nicht klappbare) High-End-Smartphones: Apple iPhone 11 Pro Max, Google Pixel 4 XL, Huawei P30 Pro, LG G8X, OnePlus 7T, Samsung Galaxy S10+, Sony Xperia 1 und Xiaomi 9T Pro. Von der Leistung her gehört auch das Oppo Reno 10x Zoom in diese Riege (siehe c't 17/2019, S. 84), doch hier entfällt es, weil es in Deutschland nur als Import zu bekommen ist.

Apple, Google, Samsung und Sony haben kleinere Versionen im Angebot, die sich in nur wenigen Details unterscheiden, sodass man nach Gewichts- und Größenpräferenzen entscheiden kann: iPhone 11 Pro, Pixel 4, Galaxy S10 und Xperia 5 – aber Achtung, das iPhone 11 (ohne Pro) und das Galaxy S10e leisten weniger. Etwas hochwertiger und größer als das S10+ sind die Varianten mit Stift, Note 10 und Note 10+ (siehe c't 20/2019, S. 108); hierauf gehen wir nicht näher ein.

## Innovationen

Alle Testkandidaten übertrumpfen ihre Vorgänger etwa bei Prozessorgeschwindigkeit, doch abseits dieses Höher-schneller-weiter gibt es wenig.

Eine der wenigen Innovationen ist der Radar-Chip von Google, wodurch man

das Pixel per Handgesten steuert, ohne das Gerät zu berühren. An einer Gestensteuerung haben sich schon einige Hersteller versucht und dazu entweder die Frontkamera oder den Bewegungssensor des Handys ausgewertet – mit durchwachsenem Erfolg. Beim Samsung Note 10 muss der Nutzer gar einen Stift entnehmen, dort den Knopf gedrückt halten und dann kontrolliert herumfuchtern.

Googles Motion Sense genannte Gestenerkennung funktioniert hingegen unkompliziert und zuverlässig. Allerdings nutzt das Pixel sie nur selten, beispielsweise zum Abschalten des Weckers oder zum Starten des nächsten Musikstücks. Google könnte weitere nützliche Gesten nachreichen, die etwa auch durch die Hosentasche hindurch funktionieren.

Einige Hersteller versuchen sich an besserer Software, teils unter dem eher verschleiernden als verdeutlichenden Label „KI“. Das mag kleine Vorteile etwa bei der Foto- und Videobearbeitung geben, die aber eher unter Evolution fallen als Innovation. Manches bleibt nicht den Spitzensmartphones vorbehalten, sondern landet über kurz oder lang auch auf anderen Geräten des Herstellers.

Googles beeindruckende Transkriptionsfunktion soll beispielsweise auch auf älteren Pixel-Modellen landen. Sie wandelt Gesprochenes direkt in Text um und erlaubt sogar eine Suche nach Tönen. Das Ganze funktioniert offline, weil Google die auch vom Google Assistant genutzten Spracherkennungsdaten von 100 auf 0,5 GByte geschrumpft hat – leider derzeit nur die englische Version.

## Kameras

Auch der als Astromodus angepriesene verbesserte Nachtmodus des Pixel 4 wird auf alten Geräten landen. Den Sternenhimmel fängt man so zwar nicht wirklich vorzeigbar ein, weil dazu die Optiken der

Smartphones nicht reichen. Aber das Ergebnis beeindruckt auch bei normalen Motiven, das Pixel 4 sieht im Dunkeln besser als das menschliche Auge. Einen ähnlich guten Nachtmodus bietet das Huawei P30 Pro, dann folgen das iPhone 11 Pro, das das Abendlicht besonders stimmungsvoll einfängt, und mit etwas mehr Abstand das Galaxy S10+.

Bei optimalem Licht liefert die Hauptkamera des Pixel 4 das natürlichste Bild ohne sichtbares Rauschen und mit nur wenig Artefakten in den Schatten; nahe dran liegen die Fotos des Galaxy S10+ – Digitalkameras wie die Sony RX100 VII nehmen allerdings weiterhin die etwas plastischeren Fotos auf. Das iPhone 11 Pro belichtet satter, schärft aber heftig nach, was vor allem bei wenig Licht schon fast nach Berechnungsfehlern aussieht. Noch kontrastreicher und überschärfter nimmt das P30 Pro auf, fällt hier aber bei schlechtem Licht nicht so sehr ab wie das iPhone.

Die Telekameras zeigen ähnliche Tendenzen bei etwas schlechterer Qualität; sie liefern aber immer noch die weit besseren Bilder als ein Digitalzoom der Hauptkamera. Vor allem das P30 Pro mit Fünffach-Vergrößerung bietet einen echten Mehrwert – bei Tageslicht schießt die Optik schärfere Fotos als die digital zoomende Konkurrenz. Das iPhone Pro wiederum hat das lichtstärkste Tele. Die Ultra-Weitwinkel verzerren stark und liefern etwas blassere Farben. In manchen Situationen erlauben sie originelle oder spannende Fotos, für andere Motive bleibt aber der Panoramamodus der Hauptkamera die bessere Wahl.

Die Hauptkameras des OnePlus 7T, Sony Xperia 1 und Xiaomi 9T Pro halten bei gutem Licht mit der Spitzengruppe mit, doch bei schlechtem Licht bleiben sie zurück, stellen die Motive weniger detaillreich dar. Das Foto-Schlusslicht im Test bildet das LG G8X.

## Schnelle Displays

Die Hersteller wollen so viel Display wie irgend möglich auf der Vorderseite unterbringen. Nur wie? Huawei, LG und OnePlus platzieren die Frontcam in einer tropfenförmigen Aussparung, Apple in einem verhältnismäßig großen Notch. Samsung stanzt ein kleines Loch ins Display, und beim Xiaomi ist die Kamera gleich gar nicht zu sehen, sie ploppt aus dem Gehäuse hervor. Um die Illusion des randlosen Displays zu verstärken, sind die Ränder von P30 Pro und S10+ gewölbt.



## Apple iPhone 11 Pro Max

Ein gelungenes Facelift: Die neuen iPhones unterscheiden sich nicht dramatisch von ihren Vorgängern, merzen aber fast alle Schwächen aus. Sie laufen länger, laden schneller und knipsen besser. Das kleinere 11 Pro ist zudem unter kompakten High-End-Geräten fast konkurrenzlos. Egal ob kleines oder großes 11 Pro: Mit der augenfälligsten Neuerung, der Triple-Cam, hat Apple zu den besten Android-Geräten aufgeschlossen und sie in manchen Disziplinen überholt. 4K-Videos stabilisiert kein anderes Smartphone so weich. Praktisch ist die Möglichkeit, abgeschnittene Personen nachträglich noch ganz aufs Foto zu kriegen – die iPhones erledigen das mit einem zusätzlichen Weitwinkelobjektiv und etwas Software. Auch sonst fotografiert man mit den iPhones auf höchstem Niveau.

Zweifellos gehören iPhone 11 Pro und Pro Max mit toller Kamera, blitzschneller Hardware und brillantem Display zu den besten Smartphones überhaupt. Beeindruckend sind die Laufzeiten der iPhones. Wenig ratsam ist der Kauf der kleinen 64-GByte-Variante, der Flash lässt sich nicht erweitern. Der Mehrpreis für die 256-GByte-Version ist gut investiert. Der Kauf des günstigeren iPhone 11 will dagegen wohlüberlegt sein: Fürs gleiche Geld bekommt man bessere Geräte mit größerem Display (S10+, P30 Pro). Bei gleichem Maß und Gewicht erhält man mehr Ausstattung für weniger Geld (S10), und eine vergleichbare Ausstattung kostet viel weniger (S10e).

- ⬆️ tolle Kamera
- ⬆️ langer Support
- ⬇️ gepflegte Preise



## Google Pixel 4 XL

Das Erscheinen eines neuen Pixel-Smartphones ist immer auch ein Indikator, wohin sich die Android-Handys in der näheren Zukunft entwickeln werden. War es beim Pixel 3 der (nachträglich nachgereichte) Nachtmodus, den kurze Zeit später viele andere Hersteller aufgriffen, wird das Pixel 4 wohl den 90-Hertz-Displays einen zusätzlichen Push verleihen – obwohl unter anderem OnePlus mit seiner 7er-Serie früher dran war mit der Technik. Es dürfte nicht lange dauern, bis viele Anwendungen an die höhere Bildwiederholfrequenz angepasst sind, die im direkten Vergleich mit 60-Hertz-Displays zum Beispiel Scrollbewegungen flüssiger darstellen.

Auf Apples Spuren wandelt Google durch das Weglassen eines Fingerabdrucksensors. Entsperrt wird per Gesichtserkennung. Das funktionierte im Test recht zügig, die technisch aufwendige Lösung mit Helligkeits- und Distanzsensor, zwei Infrarotkameras und einem Projektor, der Infrarot-Punkte auf das Gesicht des Nutzers wirft, zieht aber ordentlich am Akku. Die Laufzeiten sind dementsprechend dürrig im Vergleich zur High-End-Konkurrenz, das gilt insbesondere für die kleinere Version des Pixel 4.

Mager sind auch die nicht erweiterbaren 64 GByte Flashspeicher der Einstiegsvarianten. Auf höchstem Niveau fotografiert dagegen die Dual-Kamera; das unverbastelte Android kommt mit der Garantie auf sofortige Sicherheitsupdates für drei Jahre sowie der Pixel-exklusiven Offline-Spracherkennung.

- ⬆️ tolle Kamera endlich mit Tele
- ⬆️ schlankes Android
- ⬇️ kurze Akkulaufzeiten



## Huawei P30 Pro

Eigentlich sollte sich an dieser Stelle das Mate 30 Pro mit der aktuellen Android- und iOS-Konkurrenz messen. Doch da bis Redaktionsschluss nicht absehbar war, ob das Gerät überhaupt nach Deutschland kommt, darf das Schwesternmodell P30 Pro noch eine Runde mitfahren.

Abgehängt ist dieses noch lange nicht. Die vor einem halben Jahr maßstabsetzende Kamera knipst nach wie vor auf höchstem Niveau, wenngleich einige Konkurrenten mittlerweile gleich- oder hier und da vorbeigezogen sind. Die knalligen Farben und der Look einer Spiegelreflexkamera sehen auf dem Smartphone-Display hervorragend aus und werden erst auf großen Monitoren ein wenig entzaubert. Fotos im Dunkeln gelingen auch ohne den speziellen Nachtmodus beeindruckend. Einige kleine Schwäche: Die Kamera filmt nicht in 4K mit 60 fps. Das Fünffachtele ist bei gutem Licht ein echter Mehrwert.

Zur Arbeitsmaschine wird das Gerät dank brauchbarem USB-C-Desktop-Modus. Die Telefonie ist etwas ungewöhnlich: Das Display dient als Lautsprecher. Android 10 soll das Gerät noch in diesem Jahr erreichen. Die Akkulaufzeiten sind überdurchschnittlich, geladen ist der Akku in weniger als einer Stunde. Ärgerlich ist, dass Huawei auf ein eigenes Speicherformat setzt.

Wer auf Fünffachtele verzichten kann, wirft einen Blick auf das günstigere und kompaktere P30, das im Unterschied zum Pro-Modell eine Kopfhörerbuchse und ein planes Display hat.

- ⬆️ Spitzenkamera
- ⬆️ brauchbarer Desktop-Modus
- ⬇️ etwas verbasteltes Android

## Benchmarks

Modell	Geekbench Single-Core [Punkte]	Geekbench Multi-Core	3DMark Ice Storm Unlimited [Punkte]	3DMark Slingshot Extreme	GFX Bench 3.1 Manhattan offscreen	GFX Bench Manhattan 3.1 onscreen
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►
Apple iPhone 11 Pro Max	5483	13920	97093	5200	114	60
Google Pixel 4 XL	2980	10249	76017	4589	54	31
Huawei P30 Pro	3304	10020	55618	4356	56	50
LG G8X ThinQ	3499	11260	67079	5575	69	57
OnePlus 7T	3681	11287	75399	6251	80	58
Samsung Galaxy S10+	4553	10419	55781	4342	67	57
Sony Xperia 1	3516	11226	57015	5112	70	55
Xiaomi Mi 9T Pro	3417	10919	63186	5682	70	56

## Laufzeiten

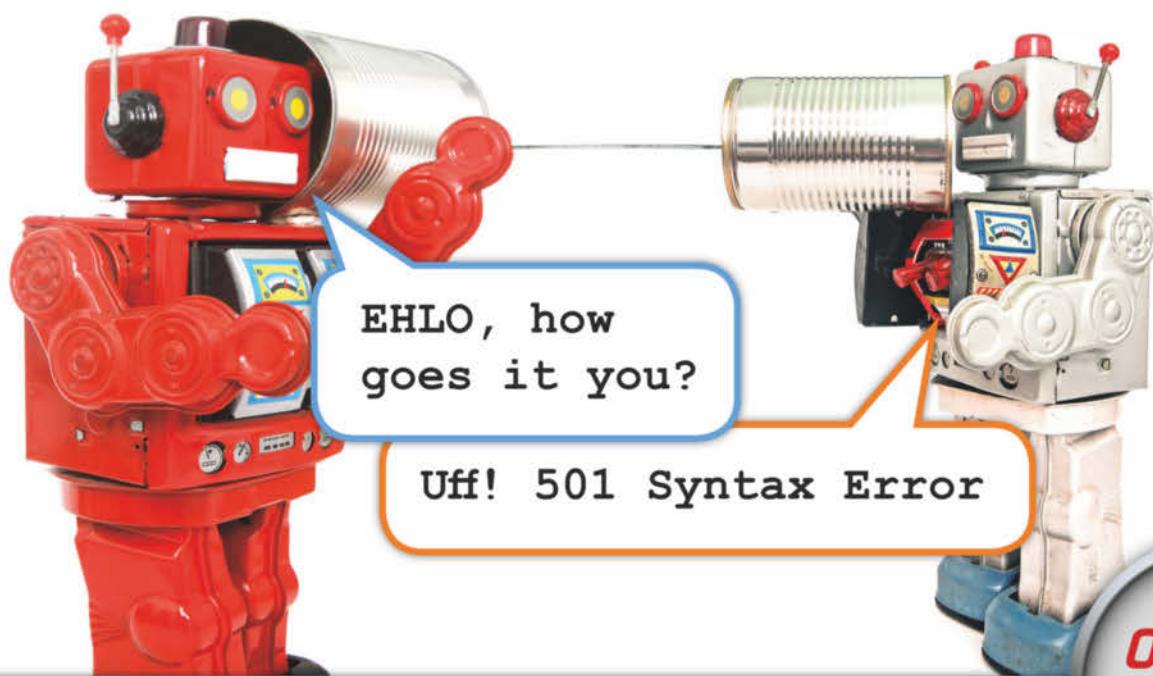
Modell	Video (normale Helligkeit) [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) [h]	WLAN-Surfen (normale Helligkeit) [h]	Video-Streaming (normale Helligkeit) [h]	Ladezeit auf 50 % / 100 %
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser
Apple iPhone 11 Pro Max	21,1	13,6	14,6	16	31/119 min
Google Pixel 4 XL	11,3	10,3	12	12,9	34/114 min
Huawei P30 Pro	15,8	10,5	16,5	17,7	23/57 min
LG G8X	15,3	12,7	15	18,4	56/147 min <sup>1</sup>
OnePlus 7T	16,3	11,8	13,4	17,1	21/48 min
Samsung Galaxy S10+	18,2	9,5	14,2	13,8	38/101 min
Sony Xperia 1	10,5	7,6	9,7	10,6	30/110 min
Xiaomi Mi 9T Pro	20,2	11,7	13,6	18,2	32/82 min

Normale Helligkeit: 200 cd/m<sup>2</sup>, Spiel: Asphalt 8, Surfen: Abruf einer einfachen Webseite alle 30 s<sup>1</sup> mit koreanischem Netzteil und Adapter gemessen

# Online Sprachen lernen!



linguatv  
interactive learning



Lerne Fremdsprachen mit LinguaTV

[www.linguatv.com/af/ct](http://www.linguatv.com/af/ct)

ct  
**digital deals**  
50% Rabatt



## LG G8X ThinQ

Was Samsung kann, kann LG schon lange – das G8X ist bereits LGs zweiter Versuch eines Klapphandys. Der Clou: Das Display wird nicht gefaltet. Ein zweites Display steckt in einer beiliegenden Hülle. Ohne diese ist das LG ein ganz normales Smartphone. Etwas plump sieht die LG-Lösung schon aus, der Wow-Faktor von Samsung Fold und Huawei Mate X fehlt ihr. Doch sie hat Vorteile. Aus der Hülle genommen, ist das G8X so groß wie High-End-Smartphones heutzutage eben sind – dünner jedenfalls als ein zugeklapptes Fold. So bleibt das Gerät einigermaßen hosentaschenfreundlich, und zu Hause auf dem Sofa lädt es in die Hülle gesteckt zum übersichtlichen Browsen auf zwei 6,4-Zoll-Displays ein.

Das Gerät selbst wartet mit allen Annehmlichkeiten auf, die Top-Smartphones so bieten – und einigen, an denen viele Hersteller sparen, etwa die Klinkenbuchse, der erweiterbare Speicher, Qi-Laden und ein gemäß IP68 zertifizierter Schutz vor Wasser und Staub. Standesgemäß sind der flotte Qualcomm Snapdragon 855 samt 6 GByte RAM und 128 GByte Flash sowie das tolle OLED-Panel.

Bliebe als einziger Schwachpunkt die Kamera. Ein zusätzliches Tele sucht man vergeblich, die Hauptkamera schießt gefällige Fotos, lässt bei schwächerem Licht aber stärker nach als die Konkurrenz. Üppig fällt die Akkulaufzeit aus – und zwar auch dann, wenn das zweite Display zusätzlich Saft zieht: Lief auf einem Screen ein Spiel, auf dem anderen ein Stream, hielt es rund 6 Stunden durch.

- ⬆️ Hülle mit Zweitdisplay
- ⬆️ lange Laufzeit
- ⬇️ mittelmäßige Kamera



## OnePlus 7T

OnePlus-Handys sind längst kein Geheimtipp mehr – das 7T gibt es nun sogar offiziell bei der Telekom. Mit dem Status des Geheimtipps ist auch der Preisbrechers verloren gegangen. Vornehmlich chinesische Rivalen wie Xiaomi unterbieten OnePlus preislich im High-End-Segment. OnePlus bleibt allerdings ein wichtiges Argument: Sie bauen einfach gute Smartphones für den aufgerufenen Preis.

Das 600 Euro teure OnePlus 7T ist das Paradebeispiel der aktuellen Generation: Wertig verarbeitet, punktet das Gerät mit Triple-Cam und brillantem 90-Hertz-Display – und ist Rekordhalter an der Steckdose, nur 48 Minuten dauert es, bis der Akku vollständig geladen ist. Nichts zu beanstanden gibt es softwareseitig. Die Bedienoberfläche ist nah am Stock-Android mit der einen oder anderen Erweiterung wie dem ZenMode, der helfen soll, das Handy auch mal aus der Hand zu legen. Löblich: Aus dem Support, den der Käufer erhalten wird, macht der Hersteller kein Geheimnis und verspricht analog zu Googles Android-One-Standard drei Jahre Sicherheitspatches und zwei Jahre Versionsupgrades zu liefern. Unser im November 2016 mit Android 6 erschienenes OnePlus 3T (damaliger Verkaufspreis 440 Euro) zeigt, dass das kein leeres Versprechen ist. Mittlerweile läuft es mit Android 9 und Sicherheitspatch vom August 2019. Wer mehr als 600 Euro für ein OnePlus-Smartphone ausgeben möchte, kann das tun: Das 7T Pro kostet 760 Euro – der Mehrwert mit gewölbtem Display und Pop-up-Kamera bleibt aber gering.

- ⬆️ tolles Display
- ⬆️ lange Laufzeiten
- ⬇️ Speicher nicht erweiterbar



## Samsung Galaxy S10+

Auf Extravaganz wie einen Stift verzichtet Samsung bei seiner S-Serie. Da macht auch das Galaxy S10+ keine Ausnahme. Im hausinternen Vergleich mit dem Note 10 spricht dennoch – oder gerade deswegen – einiges für das S10: Etwas länger auf dem Markt, ist das Smartphone mittlerweile deutlich günstiger als die Note-Serie zu haben. Im Unterschied zum Note kommt es mit Klinkenbuchse und Fach für eine MicroSD-Karte. Der Rest ist vergleichbar – vergleichbar gut: Das S10+ ist ein rundum komplettes Paket. Es lässt sich drahtlos laden und hält lange durch, übersteht ein Wasserbad, ist Dual-SIM-fähig und schießt tolle Fotos. Ein spektakuläres Fünffachtele wie das Huawei P30 Pro hat das Gerät allerdings nicht zu bieten und 4K-Videos stabilisiert es nicht so butterweich wie ein iPhone 11 Pro; in der Nacht ist die Konkurrenz um iPhone 11, P30 Pro und Pixel 4 dem S10+ einen Hauch voraus.

Die Bedienoberfläche ist die von Samsung gewohnte mitsamt der verspielten Icons – Geschmacksache, ganz praktisch ist die Funktion, für einige Apps zwei Konten anlegen zu können. Toll ist das leuchtstarke Display mit den OLED-typischen kräftigen Farben. Wer es kompakt mag und auf die zweifache optische Vergrößerung verzichtet, greift zum günstigen S10e; das S10 kommt mit Triple-Cam samt Zweifachtele und 6,1-Zoll-Display. Noch etwas mehr zeigt der Bildschirm des großen S10+ (6,4 Zoll) – außerdem knipst nur diese Variante die Selfies mit einer Dualkamera.

- ⬆️ brillantes Display
- ⬆️ Speicher erweiterbar
- ⬆️ mit Klinkenbuchse

# Für einen erweiterten Horizont:

**c't Windows PROBLEMLÖSER**

**c't Notfall-Windows**  
Wie Sie ein **kostenloses Rettungssystem auf Windows-Basis bauen**  
startet vom USB-Stick • sucht Viren • repariert und rettet Daten

**Probleme beheben**  
Funktions-Updates im Griff  
Fehlersuche mit Bordmitteln

**Clever einrichten**  
System umziehen mit c't Tool  
Privatsphäre schützen

**Besser bedienen**  
Die besten Produktiv-Tools  
Riesen-Desktops einrichten

**Windows-Bremsen lösen**  
So rennt Windows wieder: Leistungsfresser finden,  
Internet-Engpässe aufspüren, Startvorgang beschleunigen

**NEU**

**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 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 € >**

**c't Admin**  
**IT-Praxis für Heim- und Büronetzwerke**  
**So läuft alles rund**  
Windows-Netze ausreizen  
Betriebsmittel überlastigt installieren  
Clients reibungslos im Firmennetz verbinden

**Fritzbox optimieren**  
Autofähigkeit verbessern  
Überwachen mit Rapi

**Webserver betreiben**  
Diese Hosting-Pakete machen kaum Probleme  
Domain-Schildschalt verhindern

**Router selbst bauen**  
Min-PC als schneller Router  
Netzwerke trennen: mehr Zonen, mehr Sicherheit

**Tiefgehende Netzwerkanalyse**  
Warum Sie das neue Wireshark 3 brauchen

**Server flexibel einsetzen**  
Superschnelles NAS mit 10-Gigabit-Ethernet  
Small-Office-Server auswählen & einrichten

**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.



## Sony Xperia 1

Sony als Trendsetter: Mit einem Display im langgezogenen 21:9-KinofORMAT stehen die Japaner zwar noch weitgehend allein da (eine Ausnahme bildet das Motorola One Vision), doch der allgemeine Trend zu langen, schmalen Displays ist nicht zu übersehen. Das ungewöhnliche Design hat Vorteile: So lässt sich das Sony-Aus-hängeschild trotz riesigem 6,5-Zoll-Screen noch einigermaßen angenehm mit einer Hand bedienen. Im Dual-Screen-Modus finden zwei gleichzeitig geöffnete Anwendungen bequem neben- oder übereinander Platz. Auf Wunsch legt man fest, dass sich Apps in bestimmten Kombinationen gemeinsam öffnen. Dank 3840 × 1644 Pixeln stellt das Display die Inhalte gestochen scharf dar.

Die aufgeräumte Optik des Geräts gefällt, statt Display-Aussparung und Fast-Randlos-Optik setzt Sony auf dezente Ränder. Oberhalb des Displays ist so auch Platz für eine Benachrichtigungs-LED. Von der abgerundeten Rückseite des Vorgängers XZ3 hat sich Sony verabschiedet – bei langen Telefonaten könnte man sie vermissen. Auf der anderen Seite kippelt das Gerät nun nicht mehr, wenn man es auf dem Tisch ablegt. Die Anzahl der Kameras auf der Rückseite hat sich verdreifacht. Die Triple-Cam fotografiert und filmt auf hohem Niveau, muss sich im Dunkeln aber den Besten geschlagen geben. Enttäuschend sind die kurzen Akkulaufzeiten des Xperia 1, das kleinere Schwesternmodell Xperia 5 läuft etwas länger.

- ⬆️ gestochen scharfes Display
- ⬇️ kurze Laufzeit
- ⬇️ kein Qi-Laden



## Xiaomi Mi 9T Pro

Das günstigste Gerät im Test kostet kaum mehr als ein Viertel eines top ausgestatteten iPhone 11 Pro – und das Xiaomi Mi 9T Pro unterbietet auch die Android-Konkurrenz teilweise deutlich im Preis. Die Kompromisse, die der Hersteller dem Nutzer dafür abverlangt, betreffen vor allem die Kamera. Die ist weit davon entfernt schlecht zu sein, im Vergleich mit den besten Smartphone-Kameras fällt sie aber doch ab. Nächtliche Szenerien, die iPhone 11, Pixel 4 und P30 Pro noch stimmungsvoll einfangen, bildet das Xiaomi nur als matschig-grissiges Ein-erlei ab. Im Hellen schießt die Hauptkamera schöne, detailreiche Fotos, die mit denjenigen der Klassenbesten mithalten können. Im direkten Vergleich mit der Kamera von manch teurerem Gerät, wie dem LG G8X, liegt die des Xiaomi sogar knapp vorn.

Geschmackssache ist Xiaomis Android-9-Interpretation MIUI 10. Gefallen hat uns die komfortable Möglichkeit, zwei Konten für eine App zu hinterlegen. Android 10 samt MIUI 11 hat Xiaomi für das 9T Pro angekündigt. Mit Snapdragon 855 gehört das 9T Pro zu den schnellsten Androiden auf dem Markt. Licht und Schatten offenbart sich beim Blick auf die restliche Ausstattung: Ein Schutz gegen Wasser und Staub fehlt genauso wie die Möglichkeit, das Gerät drahtlos zu laden. Auf der anderen Seite punktet es mit Klinkenbuchse und hervorragender Laufzeit. Satte 20 Stunden dauerte es, bis der Akku bei der Videodauerschleife leergefiedelt war – ein überragender Wert.

- ⬆️ überragende Laufzeiten
- ⬆️ niedriger Preis
- ⬇️ Kamera nicht High-End

Einig sind sich die Hersteller, was die Displaytechnik angeht. Hatten sich in unseren jüngsten Prüfstand der Top-Smartphones (c't 05/2019, S. 78) noch zwei Geräte mit LCD-Panels eingeschlichen (Honor View 20 & LG G7 ThinQ), dominieren OLEDs nun vollends. OLED-typisch bestechen die Displays durch satte Farben und tiefe Kontraste. Mit maximalen Helligkeiten zwischen 650 und 830 cd/m<sup>2</sup> (gemessen bei einer Schwarz-Weiß-Verteilung von jeweils 50 Prozent) leuchten sie in allen Situationen hell genug. Einzig das Pixel 4 fällt mit 384 cd/m<sup>2</sup> ab, ein bisschen heller dürfte es bei direkter Sonneneinstrahlung sein.

Einen womöglich neuen Trend begründen Google und OnePlus: Die Displays der Geräte glänzen mit einer Bildwiederholrate von 90 Hertz, das war bislang Gaming-Smartphones vorbehalten. Die höhere Frequenz macht etwa Scrollbewegungen flüssiger und kann beim Spielen von Vorteil sein – wenn denn die Anwendung die höhere Wiederholrate unterstützt. Im direkten Vergleich mit einem 60-Hz-Panel fällt der Unterschied durchaus auf. Doch hatten wir nicht gerade ein Pixel 4 oder OnePlus 7T als Vergleich zur Hand, vermissten wir die höhere Bildwiederholrate auf den übrigen Displays nicht.

## Lange Laufzeiten

Relevanter im alltäglichen Gebrauch sind für die meisten Nutzer wohl die Laufzeiten – und diese haben die Hersteller teils drastisch verbessert. Akkukapazitäten von 4000 mAh und mehr sind nicht die Ausnahme, sondern die Regel. Allen voran hat LG ganze Arbeit geleistet. Das LG G7 ThinQ war noch mit seiner kümmerlichen Ausdauer negativ aufgefallen, der Nachfolger G8X ThinQ verdoppelt die Laufzeiten fast. Das 9T Pro läuft insgesamt noch ein wenig länger. Auch Apple hat Lauf- und Ladezeiten im Vergleich zur Vorgänger-Generation deutlich verbessert; und das iPhone 11 Pro gehört nun zu den Langläufern.

Huawei, OnePlus und Samsung haben ihr hohes Niveau gehalten, das Google-Handy hält nicht ganz mit. Wirklich enttäuschend sind aber die Laufzeiten des Sony Xperia 1: Alle vier Laufzeitmessungen (Spiel, Video, WLAN, YouTube bei jeweils 200 cd/m<sup>2</sup>) addiert, hielt es gerade einmal 38,4 Stunden durch – da schaffte selbst das Vorgänger-Smartphone Xperia XZ3 mehr (41,1 Stunden). Da passt es ins Bild, dass sich das Xperia 1 auch nicht drahtlos laden lässt, beim Vorgänger

klappte es. Xiaomi 9T Pro und OnePlus 7T verweigern den Dienst am Qi-Ladegerät ebenfalls.

### Entsperren & telefonieren

Hat des Fingerabdrucks letztes Stündlein geschlagen? Google hat als zweiter Hersteller nach Apple den Fingerabdruckscanner aus seinen Smartphones verbannt – Gesichtserkennung ist das Mittel der Wahl. Beim Pixel 4 ist sie Teil einer kaum zu übersehenden Phalanx an Kameras, Sensoren und Scannern an der Stirnseite des Handys. Die Kombination aus Helligkeits- und Distanzsensor und Infrarotkameras entsperrt das Gerät auch im Dunkeln zügig. Die biometrischen Daten verbleiben laut Google im Smartphone und wandern zu keiner Zeit in die Cloud. Ganz so zuverlässig wie ihre Kollegen mit Fingerabdrucksensor lassen sich weder das iPhone noch das Pixel entsperren – immer mal wieder braucht es einen zweiten Versuch oder die PIN. Außerdem kann das Smartphone zum Entsperren nicht ein-

fach auf dem Schreibtisch liegen bleiben, sondern man muss es sich schon vors Gesicht halten.

Nicht grundlos also bleibt für die Mehrheit der Fingerabdrucksensor das Mittel der Wahl – im Testfeld sind gleich drei verschiedene Herangehensweisen vertreten. Ganz klassisch mit kapazitivem Sensor kommt das Xperia 1, die Entsperrfläche hat Sony auf der rechten Gehäuseseite zwischen Lautstärkewippe und Einschalter untergebracht.

Die übrigen Hersteller platzieren den Sensor unter dem Display. In der Regel kommt dort ein optischer Sensor zum Einsatz. Das Samsung S10+ entsperrt per Ultraschall – und ausgerechnet da hat Samsung gepatzt. Der Scanner ließ sich von inoffiziellen Display-Schutzfolien aus dem Konzept bringen. Und zwar dann, wenn Nutzer ihren Fingerabdruck registrierten, während eine Display-Schutzfolie eines Drittanbieters bereits angebracht war. In diesem Fall wurde der Fingerabdruck nicht akkurat erkannt, aber trotzdem hin-

terlegt. Das Handy reagierte auf diese ungenauen Daten, indem es fortan einfach jeden beliebigen Finger zum Entsperren des Handys zuließ. Mittlerweile will Samsung das Problem per Update behoben haben und wir konnten ihn im Test tatsächlich nicht rekonstruieren – ein fader Beigeschmack bleibt.

Dass technische Innovation nicht immer gleichzusetzen ist mit Verbesserung, zeigt auch das bereits angesprochene Gehäusedesign. Wenn das Display immer mehr Platz einnimmt, bleibt kaum Platz für die Hörmuschel. Gerade die Geräte mit Lautsprecherschlitz in der oberen Gehäusekante – im Testfeld G8X ThinQ, 7T, S10+ und 9T Pro – muss man sich sehr genau ans Ohr drücken, um sein Gegenüber zu verstehen. Bei längeren Telefonaten wird die ins Ohr gedrückte Gehäusekante schnell unangenehm. Das S10+ ist etwas toleranter als die drei anderen Geräte – recht klar klingt das Gegenüber auch beim LG (wenn man dieses richtig hält), ein wenig gedämpft dagegen kommt die

**digital deals**  
10% Rabatt

Jetzt Codes testen!



## KassenSichV #Sorglos

Am 01.01.2020 tritt die KassenSichV in Kraft:  
Ab dann müssen Registrierkassen in Deutschland zum Manipulationsschutz über eine zertifizierte technische Sicherheitseinrichtung (TSE) verfügen.

**a.sign TSE**  
Die Lösung für Ihr Kassensystem

10% Rabatt mit dem Code **ATRUST10**  
bis 31.01.2020! Infos unter  
[www.a-trust.at/kassensichv](http://www.a-trust.at/kassensichv)

Stimme beim OnePlus an. Angenehmer ist die Telefonie mit iPhone 11 Pro, Pixel 4 und Xperia 1, die Lautsprecher sitzen in dem großzügigen Notch (iPhone) oder klassisch am oberen Gehäuserand. Während beim Xperia 1 Gespräche laut genug und angenehm klar ankommen, werden dem Gegenüber verhältnismäßig viele Hintergrundgeräusche mitgeliefert. Diese filtert das S10 effektiver heraus. Einen eigenen Weg geht Huawei, das Display fungiert als Lautsprecher: Das ist angenehmer fürs Ohr, klingt aber etwas blechern.

Geht es um schiere Rechengeschwindigkeit, macht niemand Apple etwas vor. Das 64-Bit-ARM-SoC mit zwei schnellen und vier Stromspar-Kernen liegt in allen Rechen- und Grafik-Benchmarks um 15 bis 40 Prozent vor dem Vorgänger-SoC im iPhone XR/XS. Die Android-Spitzenreiter Kirin 980, Exynos 9825 und Snapdragon 855 sind abgehängt, und selbst den 855+ schlägt Apples A13 Bionic deutlich. Genügend Leistungsreserven für die Zukunft

sollten aber auch alle Androiden im Testfeld haben. Dass das OnePlus 7T mit Snapdragon 855+ kommt, macht sich im Vergleich zum regulären 855 im Gebrauch gar nicht und bei Benchmarks kaum bemerkbar.

## Support

Limitierender Faktor ist bei Smartphones häufig ohnehin nicht die irgendwann nicht mehr ausreichende Leistung, sondern der eingestellte Support. Ein Laden, das vor allem Android-Smartphones befällt. Immerhin: Ihre teuren Aushändigeschilder pflegen die Hersteller liebenvoller als den günstigeren Rest. Mit gutem Beispiel geht Google voran und versorgt seine Geräte drei Jahre lang mit Sicherheitspatches, zwei Jahre lang mit Android-Versionsupgrades. Das gleiche Versprechen gibt OnePlus. Das G8X erhält als Teil von Android Enterprise Recommended drei Jahre lang Sicherheitspatches innerhalb von 90 Tagen.

Von der Zeitspanne selbst mag man halten, was man will, ein Fortschritt ist allemal, dass diese transparent kommuniziert wird. Damit tun sich die restlichen Hersteller deutlich schwerer. Huawei, Samsung, Sony und Xiaomi konnten uns auf Nachfrage nicht sagen, wie lange die Testgeräte Support erhalten werden.

Erkennbar ist aber das Bemühen der Hersteller, die Geräte länger zu unterstützen als früher. Unser Samsung Galaxy S8, 2017 erschienen, lief bei Redaktionsschluss mit Android 9 und war bei Samsung noch unter jenen Geräten gelistet, die monatliche Updates erhalten. Vom Apple-Support können Android-Nutzer allerdings nur träumen: Zu den Geräten, die das neue iOS 13 erhalten, gehört auch das iPhone 6s – Marktstart war im September 2015.

Große Unterschiede ergeben sich beim Blick auf die Ausstattungsliste. Ob erweiterbarer Speicher, Dual-SIM-Fähigkeit, Kopfhörerbuchse, Qi-Laden, brauchbarer USB-C-Desktop-Modus und IP-zer-

## High-End-Smartphones

Modell	iPhone 11 Pro Max	Pixel 4 XL	P30 Pro	G8X ThinQ
Hersteller	Apple	Google Pixel 4 XL	Huawei	LG
Betriebssystem / Sicherheitspatch	iOS 13.2.2 / –	Android 10 / Oktober 2019	Android 9 / September 2019	Android 9 / Oktober 2019
Prozessor (Kerne) / Grafik	Apple A13 Bionic (6 / 2 × 2,66 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Apple A13	Qualcomm Snapdragon 855 (1 × 2,9 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 640	Huawei Kirin 980 (2 × 2,6 GHz, 2 × 1,9 GHz, 4 × 1,8 GHz) / ARM Mali-G76	Qualcomm Snapdragon 855 (1 × 2,9 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 640
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	4 GByte / 512 GByte (499 GByte) / –	6 GByte / 64 GByte (49 GByte) / –	8 GByte / 256 GByte (243 GByte) / NM-Card	6 GByte / 128 GByte (112 GByte) / MicroSDXC
WLAN / 5 GHz / Dual-Band	Wi-Fi 6 / ✓ / ✓	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓
Bluetooth / NFC / Standortbestimmung	5.0 / ✓ (eingeschränkt) / GPS, Glonass, Galileo	5.0 aptX HD / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, Beidou	5.0 aptX HD / ✓ / GPS, Glonass, Beidou	5.0 aptX HD / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, Beidou
Fingerabdrucksensor	–	–	im Display	im Display
mobile Datenverbindung / SAR-Wert	LTE Cat. 19 / 0,95 W/kg	LTE Cat. 18 / 1.17 W/kg	LTE Cat. 21/18 / 0,64 W/kg	k.A. / 0,265 W/kg
Dual-SIM / MicroSD zusätzlich / eSIM	✓ (nur per eSIM) / – / ✓	✓ (nur über eSIM) / – / ✓	✓ / – / –	✓ / – / –
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	3969 mAh / – / ✓	3700 mAh / – / ✓	4200 mAh / – / ✓	4000 mAh / – / ✓
USB-Anschluss / Kopfhörerbuchse	Lightning / –	USB Typ-C 3.1 / –	USB Typ-C 3.1 / –	USB Typ-C 3.1 / ✓
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht / Schutzaart	15,8 cm × 7,8 cm × 1 cm / 226 g / IP68	16 cm × 7,5 cm × 0,9 cm / 193 g / IP68	15,8 cm × 7,3 cm × 1 cm / 190 g / IP68	15,9 cm × 7,6 cm × 0,8 cm / 191 g / IP68
<b>Kamera</b>				
Kameraauflösung / Blende / OIS	12 MP / f/1.8 / ✓	12,2 MP / f/1,7 / ✓	39,9 MP / f/1,6 / ✓	12 MP / f/1,8 / ✓
Tele Auflösung / Blende / OIS (Art)	12 MP / f/2 / ✓ (zweifach)	16 MP / f/2,4 / ✓ (zweifach)	8 MP / f/3,4 / ✓ (fünffach)	–
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS	12 MP / f/2,4 / –	–	20 MP / f/2,2 / –	13 MP / f/2,4 / –
Frontkamera Auflösung / Blende	12 MP / f/2,2	8 MP / f/2	32 MP / f/2	32 MP / f/1,9
<b>Display</b>				
Technik / Bildwiederholfrequenz	6,5 Zoll OLED / 60 Hz	6,3 Zoll OLED / 90 Hz	6,5 Zoll OLED / 60 Hz	6,4 Zoll OLED / 60 Hz
Auflösung (Pixeldichte)	2688 × 1242 Pixel (458 dpi)	3040 × 1440 Pixel (536 dpi)	2340 × 1080 Pixel (399 dpi)	2340 × 1080 Pixel (404 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	1,7 ... 810 cd/m <sup>2</sup> / 93 %	1,8 ... 384 cd/m <sup>2</sup> / 95 %	1,7 ... 670 cd/m <sup>2</sup> / 94 %	2,8 ... 683 cd/m <sup>2</sup> / 93 %
<b>Bewertung</b>				
Bedienung / Performance	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Display / Laufzeit	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
Kamera Fotos / Videos	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	○ / ⊕
Preis	1250 € (64 GByte), 1420 € (256 GByte), 1650 € (512 GByte)	900 € (64 GByte), 1000 € (128 GByte)	650 € (128 GByte), 750 € (256 GByte)	900 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	○ zufriedenstellend	⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe		

tifizierter Schutz gegen Staub und Wasser: Alle Punkte auf der Liste hakt einzig das Samsung S10+ ab. Einen Desktop-Modus hat sonst nur das Huawei P30 Pro an Bord. Nur drei Geräte verstehen sich auf Kopfhörer mit klassischem Klinkenanschluss (LG, Samsung und Xiaomi). Dual-SIM beherrschen dagegen alle Geräte – bei iPhone und Pixel muss die zweite SIM allerdings eine eSIM sein.

Eine Innovation wäre da noch: 5G. Allein, keines der Smartphones unterstützt den schnellen Datenfunk. Lediglich vom Galaxy S10 (nicht S10+) ist eine 5G-Variante lieferbar und vom Note 10+. Momentan ist das Fehlen von 5G aufgrund der im Alltag geringen Vorteile und des sehr lückenhaften Netzausbau kein Nachteil, andererseits sollen die Spitzentelefone ein paar Jahre halten.

## Fazit

Pop-up-Kamera, Gesichtserkennung, Fünf-fach-Tele, 90-Hz-Displays, 5G: Ein paar

Innovationen haben die Hersteller durchaus zu bieten. Doch so nützlich diese Ideen im Alltag oft auch sind, hebt keine davon das Handy deutlich aus dem Testfeld heraus. Googles Gestensteuerung hätte vielleicht ein paar Ausbaustufen später das Zeug dazu. Einen Mehrwert bietet zwar der Stift der Note-Reihe von Samsung, aber diese Idee ist mittlerweile auch über acht Jahre alt. Somit bleiben die Smartphones mit Klappdisplay.

Doch auch ohne Innovationen haben alle Hersteller tolle Spitzentelefone mit wenig Schwachstellen im Angebot. Wer aufs Apple-Universum fixiert ist, hat's gut: Die Auswahl ist zwar gering, aber hochwertig. Die beiden Pro-Varianten gehören zu den besten Smartphones auf dem Markt. Wer sich in Genügsamkeit üben will, kann die nächste Generation abwarten, denn die 11er-Serie kommt eher als gelungene Modellpflege daher.

Unübersichtlich wird es unter den Androiden: Spitz-Smartphones sind die

getesteten Geräte allesamt. In Summe fällt das Xperia 1 angesichts des Preises etwas ab, da bieten Xiaomi und OnePlus mehr Gegenwert fürs Geld. Das Pixel 4 dagegen hat die härteste Konkurrenz im eigenen Haus – es ist einfach keine 500 Euro mehr wert als das 3a. Multitasker greifen zum LG G8X ThinQ, die Screen-Hülle ist ein netter Mehrwert – einzigt bei der Kamera schwächtelt das Gerät.

Fotos sind nach wie vor die Paradedisziplin des P30 Pro: Spektakulärer fotografiert man mit keinem der getesteten Smartphones, zudem deckt keines einen größeren Brennweitenbereich ab. Spitzenkameras mitsamt gutem Nachtmodus findet man aber auch beim iPhone, Pixel (ohne Weitwinkel) und dem bodenständigeren Galaxy S10+ mit mehr Ausstattung (Stichwörter: Klinkenbuchse und MicroSD-Kartenfach). Die Preisbrecher OnePlus und vor allem Xiaomi sind aber auch einen Blick wert, wenn man mit den Ausstattungslücken lebt.

(rbr@ct.de) **ct**

TT	Galaxy S10+	Xperia 1	Mi 9T Pro
OnePlus	Samsung	Sony	Xiaomi
Android 10 / September 2019	Android 9 / November 2019	Android 9 / Oktober 2019	Android 9 / Oktober 2019
Qualcomm Snapdragon 855 Plus (1 × 3 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 640	Samsung Exynos 9 Octa (2 × 2,7 GHz, 4 × 2 GHz, 2 × 2,3 GHz) / ARM Mali-G76	Qualcomm Snapdragon 855 (1 × 2,9 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 640	Qualcomm Snapdragon 855 (1 × 2,9 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,8 GHz) / Qualcomm Adreno 640
8 GByte / 128 GByte (101 GByte) / –	8 GByte / 512 GByte (461 GByte) / MicroSDXC	6 GByte / 128 GByte (110 GByte) / MicroSDXC	6 GByte / 128 GByte (116 GByte) / –
Wi-Fi 5 / ✓ / ✓	Wi-Fi 6 / ✓ / ✓	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓	Wi-Fi 5 / ✓ / ✓
5.0 aptX HD / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, Beidou	5.0 aptX HD / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, Beidou	5.0 aptX HD / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, Beidou	5.0 aptX HD / ✓ / GPS, Glonass, Galileo, Beidou
im Display	im Display	am Gehäuserand	im Display
Cat. 18/13 / 1,07 W/kg	LTE Cat. 20 / 0,516 W/kg	LTE Cat. 19/13 / 1,12 W/kg	Cat. 12/13 / 1,302 W/kg
✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / – / –	✓ / – / –
3800 mAh / – / –	4000 mAh / – / ✓	3330 mAh / – / –	4000 mAh / – / –
USB Typ-C (3.1) / –	USB Typ-C 3.1 / ✓	USB Typ-C 3.1 / –	USB Typ-C (2.0) / ✓
16,1 cm × 7,4 cm × 1 cm / 190 g / –	15,7 cm × 7,4 cm × 0,9 cm / 198 g (Keramikvariante) / IP68	16,7 cm × 7 cm × 0,8 cm / 175 g / IP65/68	15,7 cm × 7,5 cm × 1,9 cm / 195 g / –
48 MP / f/1,6 / ✓	12,2 MP / f/1,5 + 2,4 / ✓	12 MP / f/1,6 / ✓	48 MP / f/1,8 / –
12 MP / f/2,2 / ✓ (zweifach)	12,2 MP / f/2,4 / ✓ (zweifach)	12 MP / f/2,4 / ✓ (zweifach)	8 MP / f/2,4 / – (zweifach)
16 MP / f/2,2 / –	16 MP / f/2,2 / –	12 MP / f/2,4 / –	13 MP / f/2,4 / –
16 MP / f/2	10 MP / f/1,9	8 MP / f/2	20 MP / f/2,2
6,55 Zoll OLED / 90 Hz	6,4 Zoll OLED / 60 Hz	6,5 Zoll OLED / 60 Hz	6,4 Zoll OLED / 60 Hz
2400 × 1080 Pixel (406 dpi)	3040 × 1440 Pixel (525 dpi)	3840 × 1644 Pixel (646 dpi)	2340 × 1080 Pixel (404 dpi)
1,9 ... 740 cd/m² / 95 %	2 ... 830 cd/m² / 95 %	1,63 ... 673 cd/m² / 98 %	2,1 ... 663 cd/m² / 93 %
⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕
⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊖	⊕ / ⊕⊕
⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ⊖
600 €	700 € (128 GByte), 850 € (512 GByte), 1100 € (1 TByte)	750 €	370 € (64 GByte), 400 € (128 GByte)

# Schreibleser

## Linux-Medien mit Macs mounten, schreiben und lesen

**Von Haus aus bringt der Mac kein Filesystem für Linux-Medien mit, die im ext-Format beschrieben sind. Das lässt sich mit ein wenig Maus- und Tastaturstreicheln nachrüsten. So kann man zum Beispiel ein defektes Boot-Medium eines Raspi analysieren.**

**Von Dušan Živadinović**

Apple hätte das Linux Extended file system, kurz ext, längst auf Macs implementieren können, die Quellen liegen ja offen. Es hat allerdings den Anschein, dass der große Konzern Berührungen mit dem Open-Source-Betriebssystem meiden will. Dabei ist das ext-Dateisystem für Macs nützlich, um etwa Dateien zwischen den beiden Plattformen per USB-Stick auszutauschen. Und Apple-User, die mal eben nach dem Rechten sehen wollen, wenn ihr Raspi Schluckauf hat, brauchen für die Analyse einer ext-Partition kein Linux auf dem Mac einzurichten.

Für solche Zwecke eignet sich das Software-Päckchen „extFS für Mac“ der Firma Paragon; es kostet 40 Euro. Es gibt aber auch kostenlose quelloffene Alternativen, etwa ext4fuse von Gerard Lledó und fuse-ext2 von Alper Akcan. Beide sind auf GitHub veröffentlicht (siehe ct.de/yhhs).

Wir haben alle drei, extFS, ext4fuse und fuse-ext2 auf verschiedenen Macs mit unterschiedlichen macOS-Versionen ausprobiert und mit fuse-ext2 gute Erfahrungen gemacht. Vor allem, weil Macs damit nicht nur von ext-Partitionen lesen, sondern darauf auch schreiben können. Mit ext4fuse kamen in unseren Tests Schreibzugriffe gar nicht und mit extFS nicht zuverlässig zustande.

Sowohl ext4fuse als auch fuse-ext2 setzen „FUSE for macOS“ voraus, die Mac-



## Hardcore

Implementierung des „Filesystem in User-space“. FUSE stammt aus der Linux-Welt und ermöglicht dort Nutzern, zusätzliche Filesysteme ohne Admin-Rechte einzubinden.

Wir spielen durch, wie Sie fuse-ext2 auf einem Mac mit dem aktuellen macOS 10.15 alias Catalina kompilieren, installieren und nutzen. Die Anleitung funktionierte aber auch auf Macs mit macOS 10.14 und 10.13.

Grundsätzlich braucht man zum Kompilieren die Entwicklungsumgebung Xcode mitsamt der zugehörigen Version der Command Line Tools (siehe ct.de/yhhs). Wir haben Xcode 10 und 11 erfolgreich ausprobiert. Wer auf Catalina von Xcode 11.0 auf 11.1 aktualisieren will: Das ist für dieses Projekt nicht erforderlich,

scheitert aber gelegentlich, sodass die Xcode-Installation anschließend vermurkst sein kann. In solchen Fällen kann es helfen, sich vom App Store abzumelden, den Mac neu zu starten und das Update nach erneuter Anmeldung wieder zu versuchen. In hartnäckigen Fällen funktionierte das erst nach dem Löschen von Xcode 11.0.

### FUSE for macOS

Wenn Xcode und die Command Line Tools eingerichtet sind, laden Sie zunächst FUSE for macOS. Am einfachsten geht es, wenn Sie das zugehörige DMG-Archiv direkt von der Projektseite herunterladen. Alternativ kann man die Software auch über die Paketmanager Homebrew oder MacPorts installieren (Homebrew: brew tap homebrew/cask und brew cask install osxfuse, MacPorts: sudo port install osxfuse).

Falls Sie das DMG-Archiv nehmen (empfehlenswert): Richten Sie sowohl die FUSE-Systemeinstellungen ein als auch die Kompatibilitätsschicht MacFUSE. Damit lassen sich auch solche FUSE-Filesysteme auf dem Mac nutzen, die nicht für macOS portiert worden sind. Kopieren Sie

anschließend den Ordner „Extras“ auf Ihre Platte, weil darin der Uninstaller steckt – damit können Sie FUSE entfernen, wenn Sie die Software nicht mehr brauchen. Starten Sie den Mac anschließend neu.

### fuse-ext2

Das Projekt fuse-ext2 setzt einige Linux-Tools und Bibliotheken voraus. Diese lassen sich einfach mit einem Shell-Skript von Alper Akcan zusammen mit dem ext-Filesystem und dem Kommandozeilenbefehl fuse-ext2 erzeugen, mit dem man ext-formatierte Partitionen mountet. Sie finden das Skript über ct.de/yhhs.

Laden und entpacken Sie es ins Heimverzeichnis und öffnen Sie das Terminal. Starten Sie das Skript:

`makefuse-ext2.sh`

Es legt das Unterverzeichnis `fuse-ext2.build` an, wechselt dorthin, lädt das fuse-ext2-Archiv von GitHub, entpackt und kompiliert es. Geben Sie auf Nachfrage das Adminpasswort ein. Das Kompilieren dauerte auf einem MacBook Pro mit 2,7 GHz Core i5 etwas weniger als zehn Minuten; es endet mit dem Hinweis „Build Succeeded“ und einigen Statusmeldungen des Kommandos `/usr/bin/install`.

Falls das Skript vorher aussteigt und meldet: „xcode-select: error: tool ‘xcode-build’ requires Xcode, but active developer directory is a command line tools instance“, geben Sie folgenden Befehl ein, löschen Sie den Ordner `fuse-ext2.build` und starten Sie das Skript neu:

```
sudo xcode-select -s /Applications/\
  Xcode.app/Contents/Developer
rm -r -f fuse-ext2.build
```

Nach erfolgreichem Kompilieren finden Sie im Ordner `/usr/local/bin` unter anderem den Befehl `fuse-ext2` und in den Systemeinstellungen ein simples Konfigurationspanel, das über die installierte Version informiert und Funktionen zum Update-Check und zur Deinstallation der Software bietet.

## ext-Partition mounten

Schließen Sie testweise ein ext-formattiertes Medium an den Mac an, zum Beispiel ein SD-Kärtchen, von dem ein Raspi bootet. Lesen Sie aus, welche Partitionen an Ihrem Mac verfügbar sind:

```
diskutil list
```

Die Linux-ext-Partition identifizieren Sie anhand der Typenbezeichnung und der Kapazität. Ein Beispiel:

```
#: TYPE NAME SIZE IDENTIFIER
4: Linux       6.3 GB disk2s7
```

So sieht ein Befehlsmuster aus, um zum Beispiel disk2s7 zum Lesen und Schreiben zu mounten:

```
sudo fuse-ext2 /dev/disk2s7 ↗
/Volumes/raspi -o allow_other,rw+
```

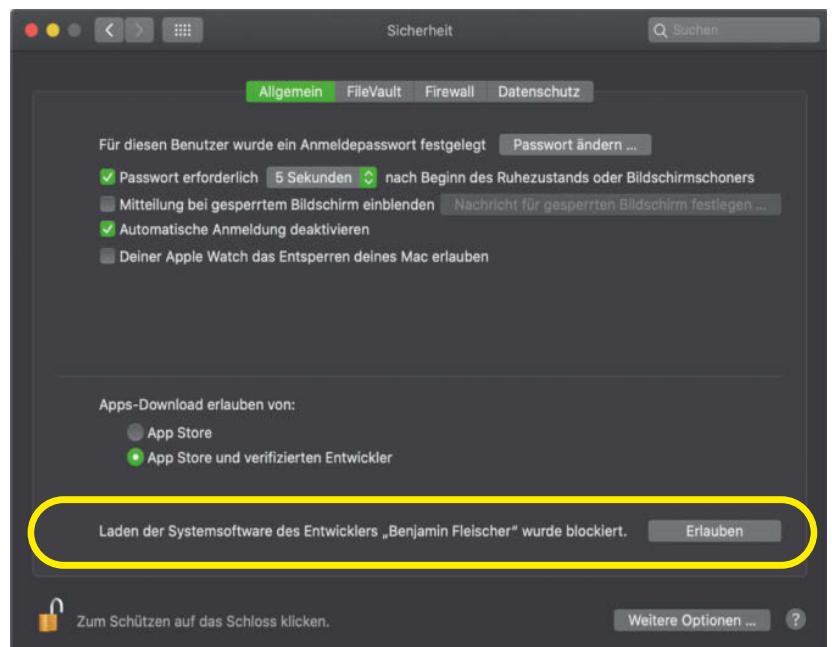
Fuse-ext2 legt nun selbstständig den Mountpoint /Volumes/raspi an und versucht, die Partition über das FUSE-System einzubinden (zu mounten). Jedoch verwehren Macs mit eingeschalteter System Integrity Protection (Voreinstellung) zunächst den Zugriff auf das FUSE-Filesystem und melden: „Systemerweiterung blockiert“. Wenn Sie in diesem Dialog auf „Systemeinstellung Sicherheit öffnen“ klicken, können Sie anschließend den Zugriff auf die Systemerweiterung genehmigen („Laden der Systemsoftware des Entwicklers Benjamin Fleischer wurde blockiert“ – Erlauben). Die Erlaubnis erteilt man einmal für alle künftigen Zugriffe auf das FUSE-System.

Falls der erste Mount-Versuch in der Zwischenzeit wegen Zeitüberschreitung fehlgeschlagen ist, geben Sie nach dem Genehmigen des Zugriffs denselben Befehl erneut ein. Dann sollte die ext-Partition im Finder als FUSE-Volume erscheinen sowie im Terminal über den Pfad /Volumes/raspi zur Verfügung stehen, sodass man etwa den Verzeichnisinhalt mit ls anzeigen lassen oder mit einem Text-Editor Konfigurationsdateien bearbeiten kann (root-Rechte erforderlich).

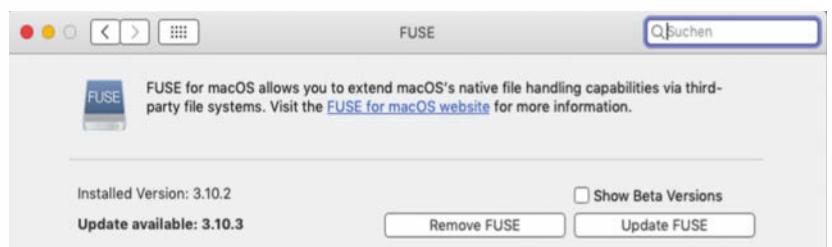
Die Finder-Implementierung des FUSE-Systems ist noch unvollständig – FUSE-Volumes lassen sich zum Beispiel nicht über den Finder auswerfen. Stattdessen gibt man im Terminal diesen Befehl ein:

```
sudo umount /Volumes/raspi
```

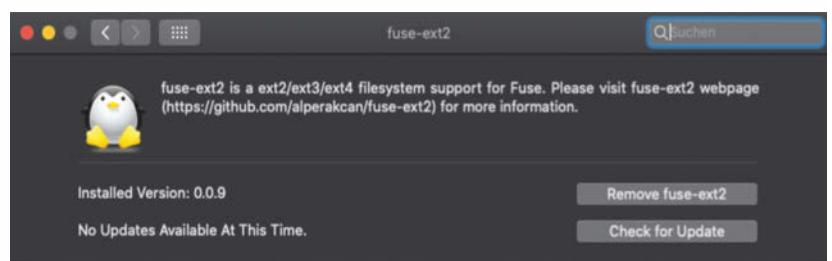
Zu beachten ist, dass der obige Befehl den Mountpoint nicht entfernt; er verschwindet erst nach einem Reboot des Macs. Falls



Den Zugriff auf das FUSE-Filesystem gewährt macOS erst nach Genehmigung des Anwenders.



fuse-ext2 setzt das „Filesystem im Userspace“ voraus, das man bequem per Mausklick aktuell halten kann.



Der Eindruck täuscht: Bisher lässt sich fuse-ext2 nicht per Mausklick updaten.

Sie nicht so lange warten wollen, geben Sie  
sudo rm -r -f /Volumes/raspi ein.

Um ein Volume nur lesend zu mounten, setzt man die Option ro (read only) anstatt rw+ ein. Die vollständige Liste der Optionen bringt der Befehl man fuse-ext2 zum Vorschein.

fuse-ext2 hinterließ einen guten Eindruck – nach dem Kompilieren und Installieren brauchte die Software keine Aufmerksamkeit mehr; sie verrichtete ihren

Dienst ohne Weiteres. Zu beachten ist, dass der Entwickler vor dem Einsatz der Schreib-Option warnt, weil die Funktion noch im experimentellen Stadium steckt. Jedoch ließen sich im Test ext-Partitionen eines bootfähigen SD-Kärtchens am Mac einwandfrei lesen und beschreiben und anschließend wieder am Raspi nutzen.

(dz@ct.de) ct

**fuse-ext2-Quellen, Infos: ct.de/yhhs**

# Wechselschritt

## Fritzbox: Internet-Fallback optimieren

**Gängige Fritzboxen lenken den Internet-Verkehr schnell auf einen LTE-Stick um, wenn DSL mal ausfällt. Aber wenn DSL wieder funktioniert, warten sie 30 Minuten lang, bevor sie es nutzen. Ein einfaches Perl-Skript gibt der Box einen Schubser.**

Von Hajo Kessener

Viele aktuelle Fritzbox-Modelle nutzen für den Internet-Zugang einen LTE-USB-Stick, wenn die DSL-Verbindung mal ausfällt; dafür braucht man neben einem geeigneten Stick lediglich eine passende SIM-Karte. Empfehlenswert sind Prepaid-Tagestarife, die es schon für unter 5 Euro gibt. Dazu zählen etwa Telekom Data Pre-Paid S mit 500 MByte für 2,95 Euro pro Tag und AldiTalk S mit 1 GByte für 2 Euro pro Tag.

Der Wechsel vom DSL- auf den Mobilfunkweg (Fallback) erfolgt automatisch, wenn die DSL-Verbindung mindestens etwa 4 Minuten lang fehlt. Diese Frist erscheint sinnvoll, denn die DSL-Synchronisation kann auch mal für wenige Sekunden oder ein, zwei Minuten wegbrechen, sodass dann ein Wechsel auf LTE voreilig wäre.

### Erwünschter Rückfall

Doch die Frist für den Wechsel vom Mobilfunk zurück zu DSL hat AVM fest auf 30 Minuten eingestellt. Dadurch kann viel Mobilfunkvolumen unnötig verbraucht werden.

Die Frist kann man immerhin verkürzen, indem man die Box per Hand neu startet. Wenn Sie danach einen aktiven DSL-Anschluss vorfindet, nutzt sie ihn umgehend. Man kann den Vorgang aber auch automatisieren – denn Fritzboxen lassen sich aus dem LAN über TR-064-Befehle steuern.

Dennoch ist die Lösung nicht ganz so geradlinig, wie vielleicht angenommen:

AVM bietet zwar laut eigener TR-064-Dokumentation einen Service namens WAN-CommonInterfaceConfig an und die TR-064-Action X\_AVM-DE\_SetWANAccessType suggeriert, dass man damit die WAN-Zugriffsart nach Belieben ändern kann; gültige Werte dafür wären unter anderem DSL, X\_AVM-DE\_UMTS und X\_AVM-DE\_LTE. Doch zumindest mit dem aktuellen FritzOS 7.12 und 7.10 lehnte die Box alle Werte ab („ungültiger Befehl“). AVM antwortete auf Nachfrage, dass dieses Verhalten gegenwärtig Stand der Implementierung sei und ein Setzen der WAN-Zugriffsart per TR-064 nicht vorgesehen ist.

### Reboot tut gut

Es gibt aber einen offensichtlichen Ausweg: Wenn man die Box automatisch per Skript neu starten lässt, sobald DSL wieder funktioniert, muss man lediglich drei Minuten warten, bis sie den Internet-Zugang wieder per DSL herstellt. Der DSL-Status lässt sich über den Service WANDSLInterfaceConfig und die zugehörige Action X\_AVM-DE\_GetDSLDiagnoseInfo abfragen; sie liefert den Status der DSL-Synchronisation im Rückgabewert NewX\_AVM-DE\_DSLSync.

Das hier vorgestellte Perl-Skript re-dsl.pl, das für Linux ausgelegt ist und zum Beispiel per Cron automatisch in Intervallen aufgerufen werden kann, setzt

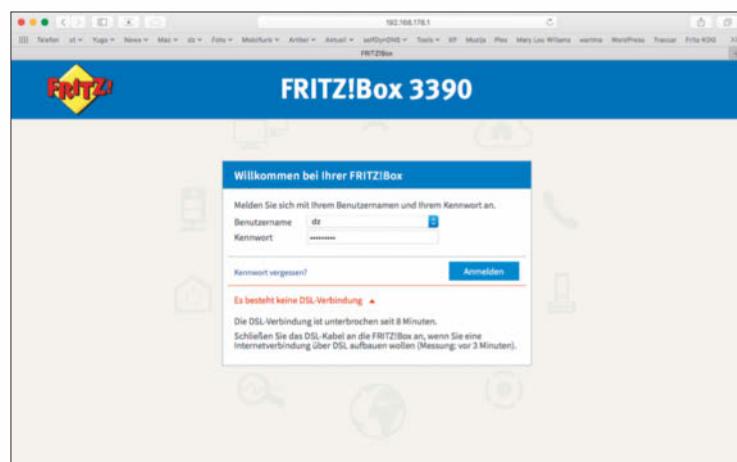
genau diese Methode um. Es besteht aus drei Teilen. Im ersten Teil baut es die Verbindung zur lokalen Fritzbox über die URL <https://fritz.box> auf und fragt ab, ob DSL die aktuell verwendete WAN-Zugriffsart ist. Wenn ja, dann wird das Skript beendet. Andernfalls geht es weiter mit Teil 2. Dieser prüft, ob sich das Fritzbox-DSL-Modem mit dem Modem des DSLAMs synchronisiert hat. Wenn nein, wird das Skript beendet. Andernfalls geht es weiter mit Teil 3, der den Reboot auslöst.

Im Fritzbox-Protokoll (Menü „System/Ereignisse“) sieht man davon fast nichts; die Box führt dort lediglich auf, dass sich jemand mit gültigen Zugangsdaten anmeldet und eine bestimmte Quell-IP-Adresse verwendet (z. B. 192.168.178.100).

Während des Reboots sind natürlich weder WAN- noch LAN-Verbindungen an der Fritzbox nutzbar. Das kann für Umgebungen mit sehr hohen Anforderungen an die Internet-Fähigkeit zu lang sein. In solchen Fällen lohnt es sich, auf eine Fritzbox 6890 LTE umzusteigen, die Fallforward schneller ausführt.

### Modul-Fütterung

Wir haben das Skript auf einem aktuellen Raspberry Pi mit Raspbian Buster entwickelt und ausprobiert. Es setzt Perl5 vo-



Kleines Komfortmerkmal: Aktuelle Fritzboxen weisen schon auf der Anmeldeseite gut sichtbar darauf hin, wenn die DSL-Verbindung fehlt.

The screenshot shows the Fritz!Box 7590 web interface. In the top left is the Fritz! logo. The main title is "FRITZ!Box 7590". On the right are links for "Live TV" and "FRITZ!". Below the title is a blue bar with "Übersicht" (Overview). The left sidebar has a "Übersicht" tab selected, along with icons for Internet, Telefonie, Heimnetz, WLAN, DECT, Diagnose, and System. The main content area has sections for "Ihr FRITZ!Box-Name: fb7590" and "Aktueller Energieverbrauch: 39 %". Below this is a "Verbindungen" section with two entries: "Internet" (Anbieter: T-Mobile, verbunden über Mobilfunk seit 22.10.2019, 19:36 Uhr, Mobilfunk: LTE (4G)) and "Telefonie" (3 Rufnummern aktiv, davon keine registriert). To the right is a "Anschlüsse" section with a table:

Anschluss	Status	Details
DSL	verbunden	↓ 292,0 Mbit/s ↑ 46,7 Mbit/s
WAN	nicht verbunden	
LAN	verbunden	(LAN 2, LAN 3, LAN 4)
WLAN	an, Funknetz (2,4/5 GHz): cttest-resdz-vdsd	
WLAN	an, Funknetz (2,4/5 GHz): cttest-resdz-gast	
DECT	an, 2 Schnurlosetelefone angemeldet	
USB	verbunden, 1 Gerät	

At the bottom of the main content area are buttons for "Anrufe heute: 0" and "Anrufbeantworter heute: 0".

Das DSL-Modem hat sich längst wieder mit dem DSLAM synchronisiert, doch die Fritzbox nutzt weiterhin LTE und vergeudet so Mobilfunkvolumen.

raus und sollte daher auch in anderen Perl5-Umgebungen laufen.

Starten Sie die Installation, indem Sie zunächst die grundlegenden Perl-Module aus der Buster-Distribution installieren:

```
sudo apt-get install libappconfig-perl
libconfig-std-perl libfindbin-libs-]
↳ perl libgit-repository-perl libhttp-
↳ -daemon-perl libhttp-daemon-ssl-perl
↳ libhttp-message-perl liblog-log4j
↳ perl-perl libwww-perl libnet-address-
-ip-local-perl
```

Laden Sie dann die Perl-Module, die die Bibliothek Net::Fritz voraussetzt und auf die das Perl-Skript zugreift:

```
sudo apt-get install libxml-simple-]
↳ perl libxml-parser-perl libsoap-lite-
perl
```

Installieren Sie als Nächstes die Perl-Bibliothek Net::Fritz:

```
sudo cpan
install Net::Fritz
exit
```

## Skript-Platzierung

Laden Sie nun das kleine Skript-Archiv über den Link [ct.de/yds1](http://ct.de/yds1), entpacken Sie es und bringen Sie das Skript in den Ordner /usr/local/bin. Passen Sie die Zugriffsrechte an, damit es ausgeführt werden kann:

```
sudo mv re-dsl.pl /usr/local/bin
sudo chmod +x re-dsl.pl
```

Öffnen Sie das Skript mit einem Texteditor wie nano und tragen Sie Ihre Zugangsdaten für die Anmeldung an Ihrer Fritzbox ein (Zeile 19 und 20). Wenn Sie es ausführen, meldet es zum Beispiel bei

fehlender DSL-Synchronisation „DSL not ready“ oder „Reboot initiated“, wenn die DSL-Verbindung aufgebaut ist, aber brach liegt.

## Rückmeldungen

Wir haben das Skript mit Fritzbox 7490, 7530 und 7590 mit aktuellem FritzOS erfolgreich getestet.

Wenn das Skript keine Fritzbox finden kann, meldet es: „Net::Fritz::Error: 500 Can't connect to fritz.box:49443 (Network is unreachable)“. Das kommt vor, wenn man es testweise startet, während die Box bootet und allgemein, wenn sie nicht über die übliche URL „fritz.box“ erreichbar ist.

## Stick-Probleme

Im Testverlauf kam heraus, dass sich manche LTE-USB-Sticks nicht immer wie erwartet verhalten. Das kann dazu führen, dass die Box nach einem erzwungenen Neustart überhaupt keine Internet-Verbindung aufbaut – weder über DSL, noch über LTE. Es spielt dabei keine Rolle, ob man den Neustart per Skript oder per Hand angestoßen hat.

Ein Beispiel ist der verbreitete Huawei E3372. Dieser lässt sich sowohl im Tethering- als auch im Modem-Modus ansprechen. FritzOS bevorzugt seit Version 7.10 den Modem-Modus. Das klappt normalerweise gut, aber es gibt laut AVM Probleme mit Exemplaren, die vorgeben, den Modem-Modus zu beherrschen, darüber aber nicht ansprechbar sind.

AVM führt weiter aus, dass 3372er-Sticks, die nur für Tethering ausgelegt sind, derzeit nicht mit FritzOS 7.12 verwendet werden können. Man könne sich

behelfen, indem man wieder ein älteres FritzOS einrichtet (7.0x) oder einen anderen Stick einsetzt. Für das nächste FritzOS-Release sei geplant, im Webinterface zwischen „Tethering“ und „serielle Modemsteuerung“ händisch auswählen zu können – bisher versucht die Fritzbox den passenden Modus automatisch selbst zu bestimmen, scheitert aber, wenn die Stick-Kennung keine korrekte Information über diese Modi liefert.

Bei den Huawei-Stick-Varianten, die tatsächlich beide Modi beherrschen, kommt es vor, dass die Box den Stick via Tethering ansprechen will. Da das mit FritzOS 7.12 nicht funktioniert, muss man das Mobilfunk-Fallback in der Fritzbox zunächst komplett deaktivieren, danach den Stick abziehen und nach einigen Sekunden wieder anstecken.

Danach sollte der E3372 korrekt als serielles Modem erkannt werden. Entsprechend sollte der Stick im Webinterface der Fritzbox in der Modemkonfiguration nicht mehr als Tethering-Device aufgeführt sein, sondern als Mobilfunkmodem. Bei der anschließenden Wieder-einrichtung muss man die PIN der SIM-Karte neu eingeben, falls sie abgefragt wird. Und natürlich muss man dann die Zugangskonfiguration zum Mobilfunknetz im Webinterface der Fritzbox einrichten und nicht wie zuvor im Webinterface des Sticks.

(dz@ct.de)

## Literatur

[1] Dušan Živadinović, Schnelle Zweigstelle, Fritzbox: Internet-Ausfälle mit Mobilfunk überbrücken, c't 10/2019, S. 22

**Perl-Skript:** [ct.de/yds1](http://ct.de/yds1)

# 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



**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



Veranstalter

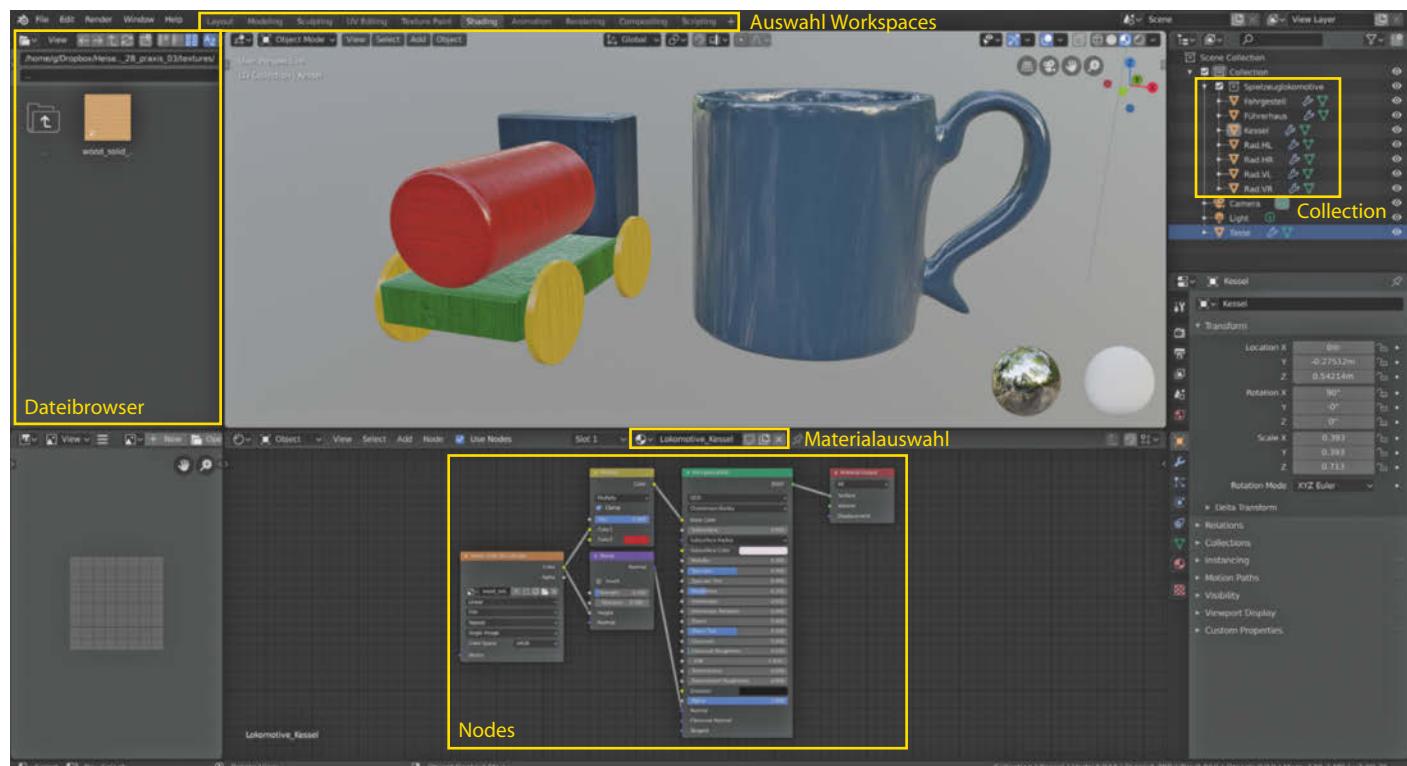


organisiert von



Eventpartner





# Farbe ins Spiel bringen

## Blender-Workshop, Teil 3: Glänzendes Porzellan und Massivholz

**Mit Blender können Sie virtuellen Gegenständen ein sehr real anmutendes Äußereres verpassen. Machen Sie aus einem grauen Etwas eine glänzende Kaffeetasse und geben Sie Ihrer Spielzeug-eisenbahn eine Holzoberfläche.**

**Von Gottfried Hofmann**

In den ersten beiden Teilen des 3D-Workshops mit Blender haben Sie zwei Modelle angefertigt: eine Spielzeugeisenbahn und eine Tasse. Diese sind im 3D-Viewport schon ganz nett anzusehen. Damit sie als realistisch durchgehen, fehlt ihnen aber noch so einiges.

Die Spielzeugeisenbahn könnte etwas Farbe gebrauchen und die Tasse wäre mit

einem glänzenden Porzellan-Look deutlich ansehnlicher. Daher dreht sich dieser Artikel komplett um Äußerlichkeiten beziehungsweise Oberflächen und wie Sie deren Beschaffenheit beeinflussen. Nebenbei erfahren Sie, wie Sie Modelle und sonstige Daten zwischen verschiedenen Blender-Dateien austauschen.

Den Anfang soll das Porzellanmaterial machen. Laden Sie dafür die Datei mit der Tasse. Falls Sie den ersten und zweiten Teil verpasst haben, können Sie die Datei unter [ct.de/ycpu](http://ct.de/ycpu) herunterladen. Alternativ können Sie alles Folgende auch mit Suzanne durchführen, dem Affenkopfmännchen von Blender, das Sie über das Menü Add/Mesh/Monkey in den Arbeitsplatz einfügen.

### Arbeitsplätze

Ähnlich wie in einer Werkstatt gibt es auch in Blender für jeden Arbeitsgang eine ei-

gene Arbeitsumgebung. Zwischen diesen Workspaces wechseln Sie über die Tabs im Header-Menü. Für die Arbeiten dieses Tutorials wechseln Sie aus der bisher gewohnten Layout-Umgebung ins „Shading“.

Auf der rechten Seite sind der vertraute Outliner und der Properties Editor erhalten geblieben. Im zweigeteilten Hauptfenster fungiert der obere Editor nach wie vor als 3D-Viewport, er sieht aber ganz anders aus als bisher beim Modellieren.

Die Ansicht der Szene wirkt wie beim Erzeugen einer neuen Datei, nur mit graublauem schattiertem Hintergrund. Achsen und Bodengitter fehlen, dafür fallen rechts unten zwei merkwürdige Kugeln auf. Die linke ist spiegelnd, die rechte diffus, was in etwa dem Aussehen von Gips entspricht. In der linken Kugel spiegelt sich die Umgebung. Wenn Sie sich im Viewport bewegen, bewegen sich auch die

Spiegelungen auf der linken Kugel und Sie erkennen die Unterschiede im Lichteinfall auf der rechten. Die Umgebung sorgt auch für die Beleuchtung der Szene. Dadurch können Sie abschätzen, wie ein Objekt in einer realistischen Umgebung wirken würde.

Der Editor darunter ist momentan noch leer. Es handelt sich dabei um den sogenannten Shader Editor, in dem Sie später die Eigenschaften des Materials bearbeiten. Die Leiste links neben dem Hauptfenster teilt sich ebenfalls in zwei Bereiche, die der Verwaltung und Arbeit mit Bildern dienen. Den Blender-Dateibrowser oben kennen Sie bereits vom Speichern und Laden der Blender-Dateien. Mit dem unteren können Sie Bilder betrachten und zu einem gewissen Grad auch bearbeiten.

## Oberflächliches

Im Folgenden soll die Tasse ein sogenanntes Material erhalten. In Blender definieren Materialien, wie die Oberfläche oder das Innere eines Objekts aussehen, genauer gesagt: wie sie mit Licht interagieren. Dieses Tutorial beschränkt sich auf Oberflächen.

Selektieren Sie die Tasse. Im Shader Editor oben mittig findet sich ein Knopf, der mit New beschriftet ist. Ein Klick darauf lässt zwei sogenannte Nodes im Shader Editor erscheinen; der linke heißt „Principled BSDF Shader“, der rechte „Material Output“. Nodes werden immer von links nach rechts gelesen. Material Output definiert immer das Ende der Kette und ist für jedes Material Pflicht. Sie können im Shader Editor übrigens genauso mit der mittleren Maustaste navigieren wie im 3D Viewport.

Die Verbindungen zwischen den Nodes zeigen an, welche Daten wohin fließen. Eine Verbindung wird immer zwischen zwei Sockets erzeugt. Die Sockets zeigen mit ihrer Farbkodierung nicht nur den Datentyp an (und damit auch, welche Verbindungen prinzipiell möglich sind), sondern über ihre Bezeichnung auch, um welche Daten es sich konkret handelt.

In unserem Fall ist der BSDF-Ausgang mit dem Surface-Eingang des Material-Output-Node verbunden. Sprich: Der BSDF definiert eine Oberfläche. BSDF steht für „Bidirectional Scattering Distribution Function“ und ist ein weiteres Beispiel dafür, dass in Blender die Bezeichnungen sich eher an der Fachliteratur als am Neuling orientieren. Wichtig ist an

dieser Stelle nur, dass es sich um Daten handelt, die die Interaktion der Oberfläche mit eintreffendem Licht beschreiben.

Die Principled BSDF hat eine ganze Reihe von Eingängen. Wenn kein anderer Node dort eingesteckt ist, kann man die Werte direkt verändern. Klicken Sie auf das Farbfeld neben Base Color. Es erscheint ein Farbrad, in dem Sie die gewünschte Farbe per Klick auswählen können. Die Änderungen erscheinen dabei live im Viewport und das Fenster mit dem Farbrad bleibt so lange erhalten, bis Sie die Maus weg bewegen. Über den Balken mit Schwarz-Weiß-Verlauf rechts neben dem Farbrad beeinflussen Sie die Helligkeit der gewählten Farbe. Via Pipette entnehmen Sie Farben per Klick auf eine beliebige Stelle innerhalb des Blender-Fensters.

Geben Sie der Tasse eine dunkle Farbe, um die Spiegelungen besser beurteilen und anpassen zu können. Das Objekt spiegelt bereits ein wenig, wirkt aber noch sehr matt – in etwa so, als habe man die Oberfläche ein wenig angerauht. Wie rau die Oberfläche ausfallen soll, lässt sich über den Roughness-Regler definieren. Wie bei den meisten Einstellungen im Principled Shader geht der Wertebereich von 0 bis 1.

Die Voreinstellung von 0.5 kann man also als mittelraue Oberfläche interpretieren. Normalerweise sind Tassen aber glanzlackiert mit äußerst glatten Spiegelungen. Stellen Sie bei Roughness daher einen Wert ein, der knapp über 0 liegt,

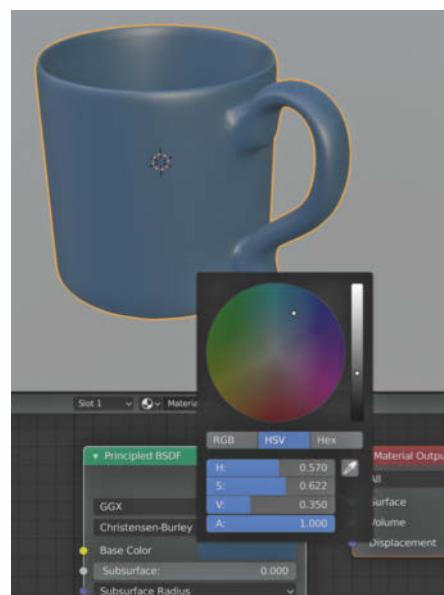
etwa 0.05. Ein Minimum an Rauheit sollten Sie belassen, da perfekt glatte Oberflächen in der Realität nicht vorkommen. Das Ergebnis sieht schon sehr stark nach Porzellan aus. Lackierte Oberflächen sind ein Bereich, in dem der Principled Shader seine Stärken voll ausspielen kann.

Eine Kleinigkeit sollten Sie aber noch ändern, und zwar die Stärke der Spiegelungen, im Shader zu finden als Specular. Die Standardeinstellung von 0.5 ist eine gute, wenn auch grobe Vorgabe für gängige Materialien wie Holz oder Plastik. Lackiertes Porzellan glänzt aber stärker. Erhöhen Sie den Wert bei Specular auf ungefähr 0.8. Das Ergebnis sollte noch ein wenig mehr wie Porzellan aussehen.

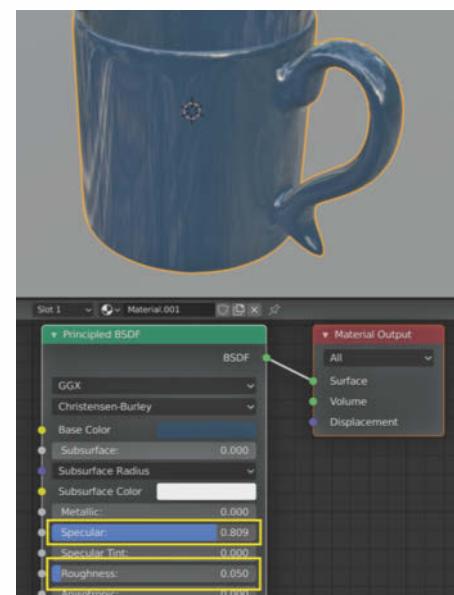
## Anfügen

Als Nächstes sollen die Klötze der Spielzeugeisenbahn ein Material erhalten, das Holz ähnelt, welches so dick lackiert wurde, dass man die Maserung nicht mehr erkennen kann. Dafür müssen Sie aber zuerst das Eisenbahnmodell in die Szene mit der Tasse laden. Dafür gibt es zwei Möglichkeiten: Append und Link. Ersteres lädt eine Kopie des Modells in die aktuelle Datei, letzteres lädt zwar ebenfalls das Modell, aber nur als Verbindung zur anderen Datei, die nicht verändert werden kann.

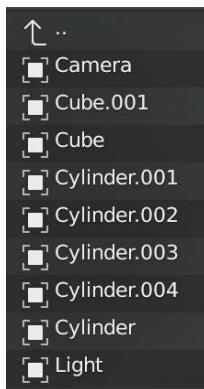
In diesem Fall soll die Eisenbahn im gleichen Projekt landen wie die Tasse, denn das ist einfacher und am Ende werden sie sowieso beide auf dem Kaffeetisch



Wenn man auf ein Farbfeld wie das neben Base Color klickt, klappt ein Fenster mit Farbrad und Gradient auf.



Porzellanmaterial ist wenig rau – aber nicht vollkommen glatt – und glänzt.



Welche dieser Objekte gehören zur Eisenbahn? Es lohnt sich immer, aussagekräftige Namen zu vergeben.

menü Move to Collection. Alternativ können Sie dafür auch das Tastenkürzel M verwenden. Es erscheint ein weiteres Pop-up mit einer Liste schon bestehender Collections. Wählen Sie New Collection und vergeben Sie auch hier einen aussagekräftigen Namen wie „Spielzeuglokomotive“.

Speichern Sie nun die Datei und öffnen Sie wieder das Projekt mit der Tasse. Eine Abkürzung dahin bietet das Menü File/Recent. Wählen Sie nun wieder File/Append und begeben Sie sich in die Datei mit der Eisenbahn, diesmal aber in den Ordner Collections. Dort sollte jetzt die von Ihnen erstellte Gruppe auftauchen.

Durch einen Doppelklick laden Sie die Eisenbahn in die aktuelle Datei. Höchstwahrscheinlich ist sie innerhalb der Tasse erschienen. Bewegen Sie die Tasse ein wenig weg, damit Sie sich auf die Materialien der Lokomotive konzentrieren können. Selektieren Sie den Kessel und erstellen Sie ein neues Material. An dieser Stelle sollten Sie dem Material gleich einen Namen geben, zum Beispiel „Lokomotive\_Kessel“.

Die Farben der Lokomotive sollten eine möglichst hohe Saturierung aufweisen, da Kinder diese bevorzugen und daher fast alle solche Spielzeuge in entsprechend knalligen Farben daherkommen. Eine saturierte Farbe können Sie erreichen, indem Sie im Farbrad nach außen beziehungsweise an die Ränder gehen.

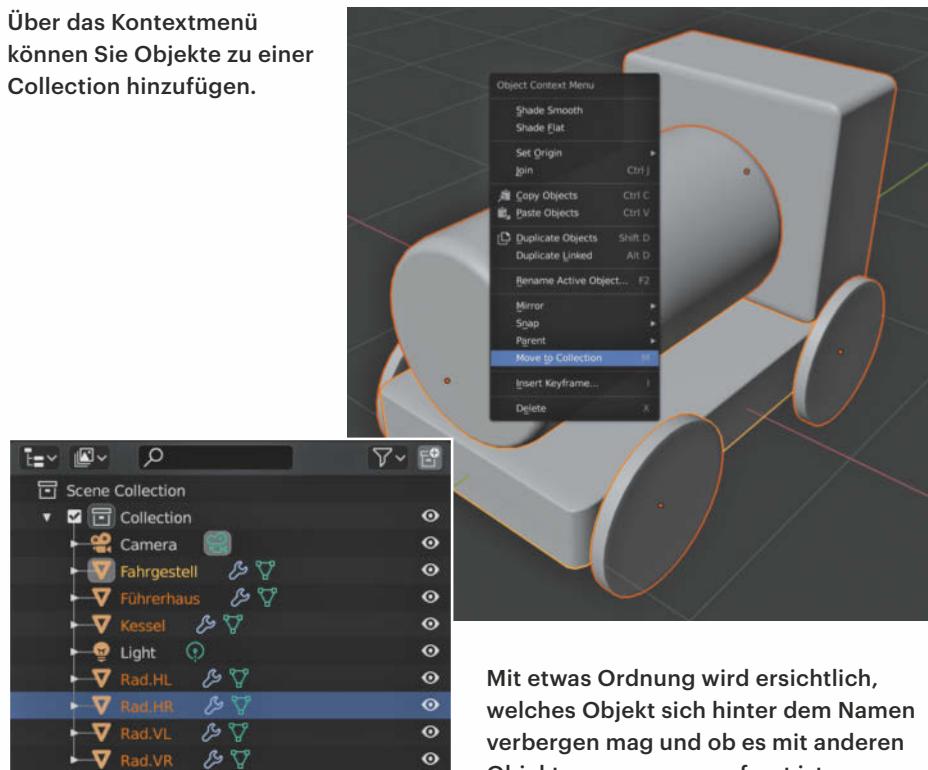
Über das Kontextmenü können Sie Objekte zu einer Collection hinzufügen.

Allzu weit sollten Sie aber wiederum auch nicht gehen, da die Natur auch hier Grenzen setzt, aller modernen Farbchemie zum Trotz.

Unter dem Farbrad finden Sie drei Schieberegler für H, S und V. Dabei handelt es sich um Hue, das ist der Farbton, Saturation und Value, was Sättigung und Helligkeit entspricht. Sowohl S als auch V sollten nicht größer als 0.9 eingestellt werden, wenn Sie in realistischen Bereichen bleiben wollen.

Die Roughness stellen Sie auf 0.2, um einen schon etwas abgegriffenen Holzlack zu simulieren. Noch sieht das Ganze aber nicht nach Holz aus. Das liegt daran, dass keine Maserung sichtbar ist. Abseits von Spiegelungen ist keine Farbvariation zu erkennen und auch bei der Oberfläche zeigt sich das Fehlen der Maserung, denn sie wirkt trotz der leichten Roughness perfekt ohne feine Hebungen und Senkungen.

Sie sind nun an einem Punkt angelangt, an dem Sie mit einfarbigen Objekten nicht mehr weiterkommen. Was Sie benötigen, sind zusätzliche Details, und die holen Sie sich von außerhalb über ein Foto beziehungsweise eine Textur. Unter ct.de/ycpu steht dafür eine Bilddatei mit einer Textur zum Herunterladen bereit. Wenn Sie das Bild aus dem Dateibrowser in den Shader Editor ziehen, entsteht automatisch ein neuer Node, der das Bild und zahlreiche Optionen in Drop-down-



Mit etwas Ordnung wird ersichtlich, welches Objekt sich hinter dem Namen verbirgt und ob es mit anderen Objekten zusammengefasst ist.

# Richtig entschieden!

Eine neue Homepage von  
Heise RegioConcept.

Schon ab  
**33,50 Euro**  
pro Monat

Sie brauchen eine bezahlbare Homepage mit Rundumsorglos-Service? Dann lehnen Sie sich entspannt zurück: Das machen wir für Sie. Unsere erfahrenen Online-Mediendesigner bereiten einen individuellen Entwurf für Sie vor und gestalten die Inhalte ganz nach Ihren Wünschen.

**Full-Service, maßgeschneidert und mit Köpfchen!**

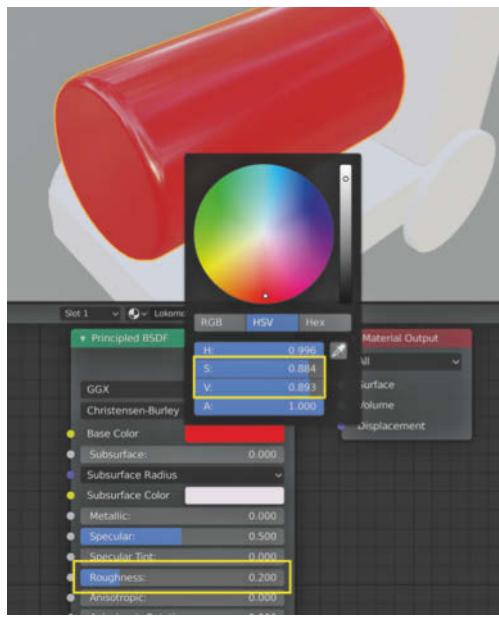
Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.



 **Heise** RegioConcept

Telefon 0511 80 90 89 43

[www.heise-regioconcept.de](http://www.heise-regioconcept.de)



**Helligkeit (V) und Sättigung (S)** sollten Sie für realistische Ergebnisse jeweils nicht größer als 0.9 einstellen. Bei der Roughness ist 0.2 eine gute Annäherung an eine nicht perfekt glänzende Lackierung.

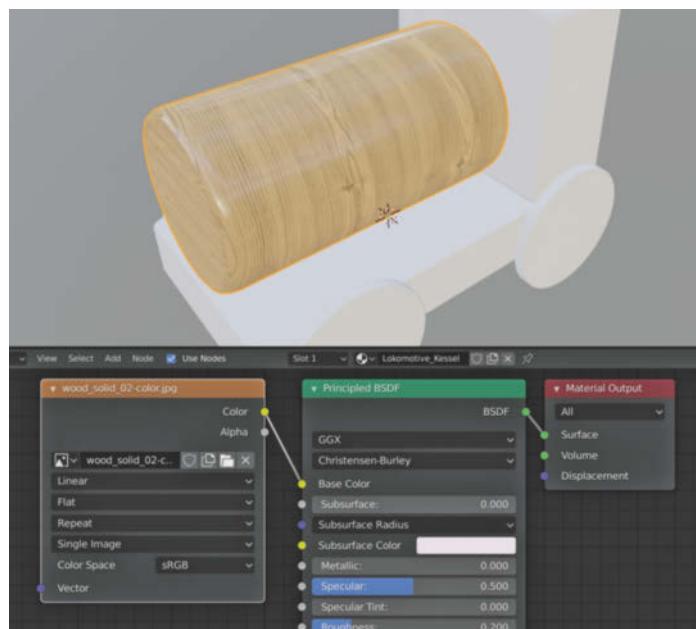
Menüs enthält. Verbinden Sie den Color-Ausgang mit dem Eingang „Base Color“ des Principled BSDF.

Der Kessel hat jetzt eine Holzmaserung, aber die bisher eingestellte Farbe ist komplett verschwunden. Denn die Daten für die Farbe kommen jetzt aus dem Bild und nicht mehr aus dem Farbfeld, welches ebenfalls verschwunden ist. Sie benötigen einen Weg, die Farben der Holztextur mit einer Farbe Ihrer Wahl zu mischen.

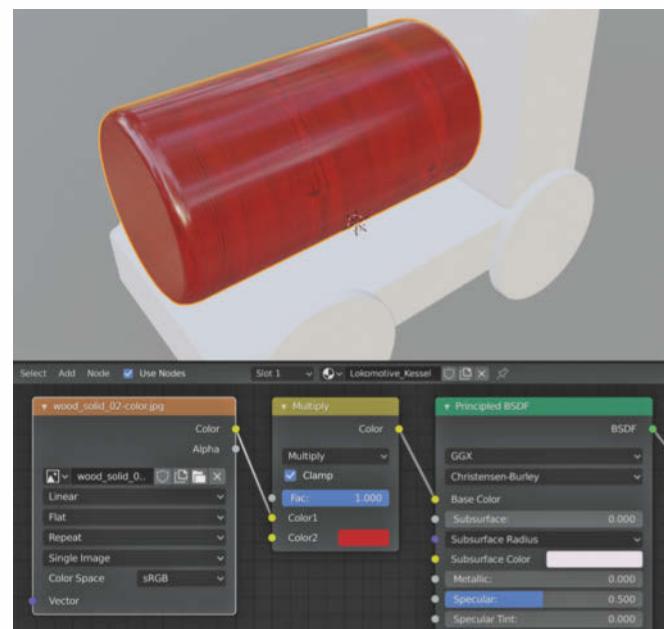
Wählen Sie Add/Color/MixRGB oder arbeiten Sie äquivalent mit Umschalt+A. Es erscheint ein neuer Node am Maus-

cursor. Wenn Sie die Maus bewegen, bewegt sich der Node mit. Bewegen Sie ihn über die Verbindungsleitung zwischen Color und Base Color. Die Linie leuchtet auf und mit einem Klick ist der Node zwischengeschaltet.

Der Kessel ist jetzt deutlich heller geworden. Das liegt daran, dass die Farbe des unteren Felds zu 50 Prozent mit der Farbe des oberen Felds, also der Textur, gemischt wird. Das untere Feld ist standardmäßig hellgrau und daher erscheint die Textur heller. Geben Sie dem unteren Feld wieder eine Wunschfarbe, zum Beispiel ein sattes



Wenn Sie die Textur mit der Base Color direkt verbinden, wird die bisher eingestellte Farbe komplett mit den Farben aus der Textur überschrieben.



Mit Nodes lassen sich Farben mischen. Dann stehen alle Operationen zur Verfügung, die aus der Bildbearbeitung bekannt sind, wie zum Beispiel Multiply zum Abdunkeln.

Rot. Auf die Textur scheint sich aber nur ein sanfter Rotschleier gelegt zu haben.

Das liegt wieder an der 50-Prozent-Mischung. Sie können den Faktor aber über den mit „Fac“ beschrifteten Regler ändern. Die Zahl darin beschreibt den Mischungsfaktor. Bei 0.0 kommen alle Daten von Color1, bei 1.0 bestimmt Color2 die Ausgangsfarbe zu 100 Prozent. Werte dazwischen ergeben Mischungen. Damit können Sie schon einmal bestimmen, wie deckend sich die Farbe gegenüber dem Holz verhalten soll.

Aber es gibt noch andere Möglichkeiten. Wählen Sie aus dem Drop-down-Menü „Multiply“ aus, um den Effekt einer Farbe zu erhalten, die das Holz direkt gefärbt hat und eingedrungen ist, während Sie mit „Mix“ eine deckende Farbe simulieren können. Beides ist legitim, nur wird das Ergebnis immer noch etwas unnatürlich wirken, da die Maserung noch keinen Einfluss auf die Oberfläche hat. Setzen Sie den Wert bei Fac auf 1.0, bei Multiply bleiben dadurch immer noch Maserungsdetails übrig.

Wer aus der Bildbearbeitung kommt, hat an dieser Stelle sicher bereits bemerkt, dass die Arbeit mit Nodes in Blender sehr dem Konzept von Ebenen in der Bildbearbeitung ähnelt. Man hat sich in Blender für Nodes entschieden, da diese flexibler sind. Sie können zum Beispiel den Color-Ausgang der Texture-Node auch direkt die Oberfläche beeinflussen lassen.

Dafür benutzen Sie die Helligkeit der Textur als Höheninformation: Helle Bereiche sind erhöht, dunkle vertieft, genau wie bei getrocknetem Holz, bei dem sich die dunklen Bereiche der Jahresringe stärker zusammenziehen als die hellen, was zu der typisch welligen Oberfläche von altem Holz führt.

Leider gibt es dafür keinen direkten Eingang, vielmehr benötigen Sie einen Konvertierungs-Node. Wählen Sie Add/Vector/Bump und verbinden Sie den Color-Ausgang mit dem Height-Eingang des neu entstandenen Nodes. Noch zeigt sich aber keine Veränderung im Viewport, da der Ausgang der Bump Node noch mit keinen Eingang eines anderen Nodes verbunden ist.

Verbinden Sie ihn mit dem Normal-Eingang der Principled BSDF. Der entstandene Effekt ist extrem, weil die Voreinstellungen extrem sind. Reduzieren Sie sowohl Strength als auch Distance auf 0.1. Gerade bei Effekten wie Bump ist weniger oft mehr.

Aber was ist da eben genau passiert? Sie machen sich einen Effekt zunutze, den Sie indirekt bereits zweimal kennengelernt haben. Das erste Mal, als Sie die Bauklötze mit dem Bevel Modifier in Verbindung mit den Custom Normals abgerundet haben, und das zweite Mal, als Sie die Tasse auf Smooth Shading gestellt haben.

Beide Male wurden intern die Normale des Objekts verändert, um es rund

aussehen zu lassen, wo es eigentlich eckig ist. Und jetzt verändern Sie die Normalen nochmals, um Details auf der Oberfläche zu erzeugen, die in der ursprünglichen Geometrie gar nicht vorhanden sind. Letztlich sind es die Normalen, die dafür verantwortlich sind, in welche Richtung eine Oberfläche Licht reflektiert. Die Roughness steuert wiederum, wie stark es gestreut wird.

Nun können Sie das Material auch den restlichen Klötzen zuweisen. Selektieren Sie das Führerhaus. Der Shader Editor ist nun wieder leer, da das Führerhaus noch kein Material zugewiesen bekommen hat. Anstatt auf New zu klicken, verwenden Sie das kleine Drop-down-Feld direkt links neben dem Plus-Symbol. Wählen Sie dort das Material des Kessels aus. Jetzt teilen sich beide Klötze dasselbe Material – wenn Sie bei einem die Farbe ändern, ändert sie sich auch beim anderen. Diese Vorgehensweise ist auch für die Räder sehr praktisch, da alle die gleiche Farbe erhalten sollen.

Das Führerhaus soll aber eine andere Farbe erhalten. Dies können Sie erreichen, indem Sie Blender anweisen, keine Verlinkung zum Material zu erzeugen, sondern eine vollständige Kopie, ähnlich dem Unterschied zwischen Appending und Linking beim Laden von externen Daten.

Neben dem Namen des Materials ist eine kleine „2“ erschienen. Wenn Sie auf diesen kleinen Button klicken, dann er-



Wenn sich mehrere Objekte ein Material teilen wie hier die Räder, können Sie das Aussehen aller verändern, indem Sie eines davon bearbeiten.

zeugen Sie eine Kopie des Materials, die mit „.001“ benannt ist. Ändern Sie den Namen und stellen Sie eine Farbe nach Wunsch ein. Jetzt ändert sich die Farbe des Führerhäuschen unabhängig vom Kessel.

Führen Sie das gleiche Prozedere für das Fahrgestell und eines der Räder durch. Bei den restlichen Rädern wählen Sie das Material des ersten Rads aus dem Drop-down und lösen die Verlinkung nicht, damit Sie die Farbe aller Räder gleichzeitig ändern können.

## Ein Bild machen

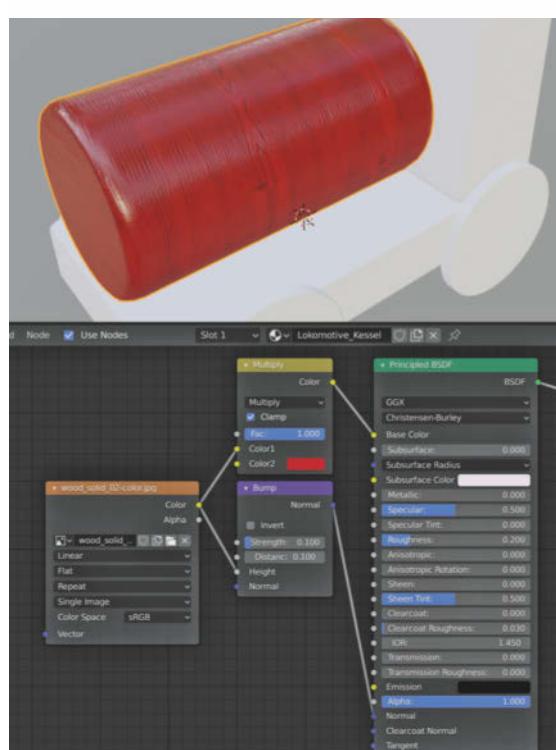
Die Kaffeetasse und die Eisenbahn haben jetzt Farbe und realistische Materialien, wobei letzteres vielleicht etwas zu weit interpretiert ist, da man gerade beim Holz der Eisenbahn noch viel optimieren kann, etwa die Größe der Maserung. Dahingehend soll dieses Tutorial nur einen Einstieg bilden.

Apropos Bild – im nächsten Teil werden Sie eine kleine Szene aufbauen und dabei dann endlich ein erstes Rendering erzeugen, sprich ein richtiges Bild erstellen und abspeichern. (atr@ct.de) ct

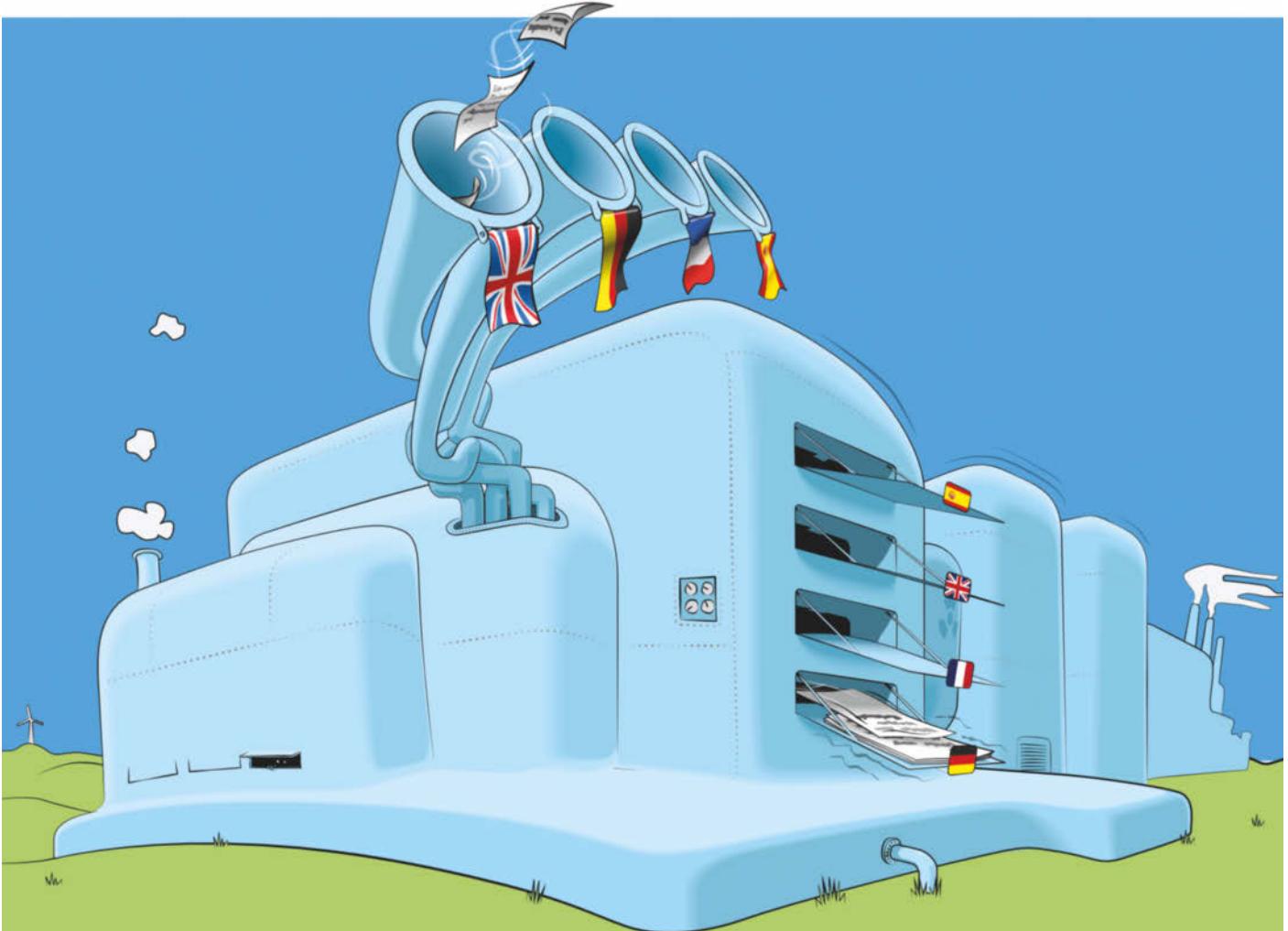
## Literatur

- [1] Gottfried Hofmann: 3D-Modellierung spielend lernen, Blender-Workshop: Vom einfachen 3D-Objekt zum fotorealistischen Rendering, c't 22/2019, S. 156
- [2] Gottfried Hofmann: 3D-Objekte selbst geformt, Blender-Workshop Teil 2: Vom simplen Zylinder zur schicken Kaffeetasse, c't 23/2019 S. 144

Modelle und Textur: [ct.de/yccpu](http://ct.de/yccpu)



Der Color-Ausgang der Textur kann über die Bump-Node auch zum Erzeugen von Extra-Details auf der Oberfläche des Modells genutzt werden.



# Die smarte Wortfabrik

## Online-Dolmetscher im Vergleich: Wo DeepL punktet

**Lange haben sich Computer schwergetan, von einer Sprache in eine andere zu übersetzen. Dann trainierte das Kölner Unternehmen DeepL ein neuronales Netzwerk für diese Aufgabe – und erzielt damit verblüffend gute Ergebnisse. Auch Profi-Tools greifen auf den Übersetzer zurück.**

**Von Gerald Himmlein**

**C**omputer-generierte Übersetzungen haben sich ihren schlechten Ruf redlich verdient. Einer Legende aus den 90ern nach ergab eine maschinelle Übersetzung des Bibelzitats „Der Geist ist wil-

lig, doch das Fleisch ist schwach“ aus dem Englischen ins Russische: „Der Wodka ist gut, das Fleisch aber verdorben.“

Tatsächlich lag die Übersetzungsqualität klassischer Übersetzungsprogramme wie Systran und Babylon lange nicht weit diesseits des bösen Witzes [1]. Wer in letzter Zeit die Anleitung eines billigen chinesischen Gadgets gelesen hat, weiß auch, dass weiterhin viel Luft nach oben bleibt [2].

Erst vor zwei Jahren ging der Online-Übersetzer DeepL an den Start, mit einer Auswahl von gerade einmal sieben Sprachen und sehr schlichtem Aussehen. Unter Interessierten sprach sich die unerwartet hohe Qualität der Übersetzungen im Nu herum. Bei anderen Online-Übersetzern freute man sich schon, wenn das Ergebnis halbwegs verständlich war.

DeepL fand in vielen Fällen nicht nur die passenden Worte, sondern produzierte sogar einen über Satzgrenzen hinausgehend natürlich wirkenden Textfluss.

Unregistrierte Anwender können Texte mit bis zu 5000 Zeichen gratis übersetzen. Wer mehr braucht, der abonniert eine der Pro-Versionen, zu denen aber später mehr.

### Das bessere neuronale Netz

Die Online-Übersetzer von Google und Microsoft arbeiten genauso wie DeepL mit neuronalen Netzen. DeepL übertrifft deren Ergebnis jedoch um Längen – woran das liegt, hütet das Unternehmen als Geschäftsgeheimnis. Offiziell heißt es nur, die von den DeepL-Entwicklern geschaffene „neue Anordnung der Neuronen und ihrer Verbindungen“ bilde natürliche

Sprache besser ab als bisherige Übersetzungssysteme.

Bekannt ist immerhin, dass das Elektronenhirn eine Menge Rechen-Power im Rücken hat. DeepL haust in einem Supercomputer mit einer Leistung von 5,1 Petaflops, der in einem Rechenzentrum des isländischen Data-Centers von Verne Global steht.

Nachdem das Sprachangebot im Dezember 2018 ausgebaut wurde, unterstützt DeepL inzwischen neun Sprachen: Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Niederländisch, Polnisch, Portugiesisch, Russisch und Spanisch. Japanisch und Mandarin sind schon länger angekündigt, lassen aber weiterhin auf sich warten.

Außerdem bietet DeepL seit Kurzem eine Anwendung für macOS und Windows an [3], die im Hintergrund auf Übersetzungsaufgaben wartet und diese auf ein Tastenkürzel hin ausführt. Die App benötigt ebenso eine Internet-Verbindung wie die Web-Version, sie greift auf denselben Dienst zu.

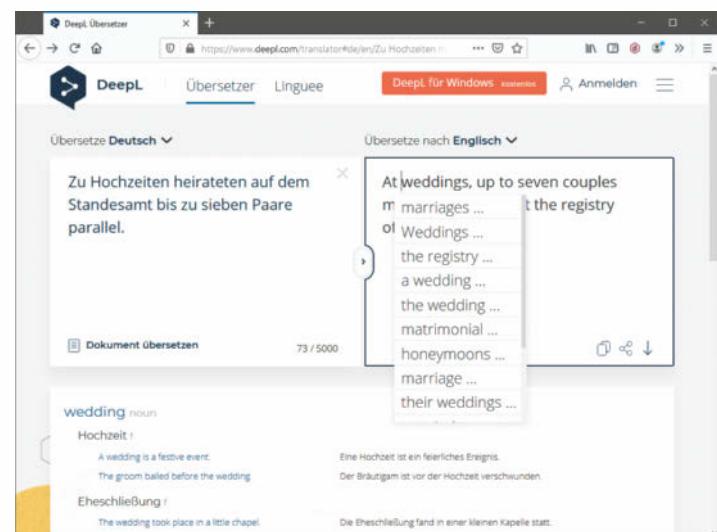
Um zu verdeutlichen, was an DeepL so besonders ist, haben wir ihn mit sechs anderen Online-Übersetzern verglichen: Babylon, Bing Microsoft Translator, dem Google-Übersetzer, Promt Online Translator, Systran und WordLingo. Alle bekannten dieselbe Aufgabe gestellt: die Übersetzung eines zwei Absätze langen englischsprachigen Texts mit insgesamt 728 Zeichen in 123 Wörtern (siehe Kasten).

Zu den sprachlichen Herausforderungen gehörten ein Satz mit Einschub, sehr häufig beobachtete Rechtschreibfehler (Apostrophen an falscher Stelle) und zwei Zitate – eines aus der Bibel für Christen (Matthäus-Evangelium) und eines aus der Bibel für Nerds (Per Anhalter durch die Galaxis von Douglas Adams). Ein Satz mit geschlechtsneutralen Substantiven sollte herausfinden, wie digitale Übersetzer gendern.

## Verlierer zuerst

Die absoluten Schlusslichter im Vergleich waren Babylon Translator und WordLingo. Babylon Translator schluckte nur einen Absatz am Stück und scheiterte schon an den gebräuchlichen Schmelzwörtern „it's“ (übersetzt in „Es's“) und „don't“ („don't“). Substantive wurden nicht erkannt, der Satzbau war durchgehend verkehrt. Einige Lichtblicke: „gross misinterpretation“ übertrug der Translator korrekt in „grobe Fehlinterpretationen“ und er übersetzte auch das Bibelzitat richtig.

**Mehrdeutigkeit überforderte alle Online-Übersetzer: Selbst DeepL ahnte nicht, dass mit „Hochzeiten“ etwas anderes gemeint sein könnte als Trauungen.**



WordLingo brach Übersetzungsanläufe immer wieder mit einem „error (code=1000)“ ab. Ebenso wie bei Babylon Translator enthielt die Ausgabe keinen einzigen korrekten deutschen Satz. Die richtig gesetzten deutschen typografischen Anführungszeichen taugen nicht als Wiedergutmachung dafür, dass WordLingo auch 13 Jahre nach der Rechtschreibreform noch „dafs“ schreibt. Unverständlich auch, wie „gender-neutral equivalent“ zu einem „Geschlecht-Nulläquivalent“ mutieren konnte.

Nur wenig besser schnitt der Promt Online Translator ab. Auch hier war kein Satz frei von grammatischen Fehlern; immerhin wurde aus „equivalent“ eine „Entsprechung“ (zum „Pendant“ hat kein Übersetzer freiwillig gefunden). Aus „The spirit is willing, but the flesh is weak“ wurde „Der Geist ist bereit, aber das Fleisch ist“ – das fehlende „schwach“ lan-

dete unerklärlicherweise im Folgezitat. Auch hier war ein Schreibfehler zu beklagen: bei „geschlechtneutrale“ fehlt ein Fugen-s.

## Steigende Kompetenz

Systran Translate stellt fünf Übersetzungsmodi zur Auswahl, zwischen denen man per Mausklick wechseln kann: Generic\_Formal, Generic, Finance, IT und Legal. Alle fünf Varianten produzieren unterschiedliche Ergebnisse – und leider auch unterschiedliche Fehler. So verschluckten drei Übersetzungsmodi die Leerzeichen nach den Punkten und waren der Meinung, der Geist sei „bereit“. IT und Legal übertrugen das Bibelzitat mit „willens“ – schon fast richtig. Der Legal-Modus machte aus „equivalent“ mutig „Gleichwertigkeit“, brillierte hingegen beim Douglas-Adams-Zitat.

Keiner der Übersetzungsmodi ließ sich von den Schreibfehlern komplett aus

## Translate this!

Alle Online-Übersetzer wurden mit den folgenden beiden Absätzen gefüttert, die sie ins Deutsche übertragen sollten:

*It's not easy to translate from one language to another, even if the original text is free from errors in spelling or grammar. Complex sentence structures, in particular, can be hard to parse and interpret accurately. Gender can also be difficult: What becomes of a nurse, a police officer or a politician when translated into a language without a gender-neutral equivalent?*

*Things get worse when the original contains misspellings or grammatical errors. Its highly unlikely that such a texts translation will convey its intended meaning. Literature is a frequent victim of gross misinterpretation, such as „The spirit is willing, but the flesh is weak“ or „The ships hung in the sky in much the same way that bricks don't.“*

**Anmerkung:** Im zweiten Absatz sind gleich drei Apostroph-Fehler eingebaut („Its ... texts ... it's“ statt „It's ... text's ... its“). Der letzte Satz ist eine wahrhaft harte Nuss der Belletristik (Douglas Adams).

## Übersetzer im Vergleich

Name	Babylon	Bing Microsoft Translator	DeepL	Google Übersetzer	Promt Online Translator	Systran Translate	WordLingo
URL	<a href="https://uebersetzung.babylon-software.com/">https://uebersetzung.babylon-software.com/</a>	<a href="https://www.bing.com/translator">https://www.bing.com/translator</a>	<a href="https://www.deepl.com/translator">https://www.deepl.com/translator</a>	<a href="https://translate.google.com/">https://translate.google.com/</a>	<a href="https://www.online-translator.com/">https://www.online-translator.com/</a>	<a href="https://translate.systran.net/translationTools">https://translate.systran.net/translationTools</a>	<a href="http://www.worldlingo.com/de/products_services/worldlingo_translator.html">http://www.worldlingo.com/de/products_services/worldlingo_translator.html</a>
unterstützte Sprachen	30	63	9	99	20	42	15
alternative Übersetzungen	–	–	✓	✓	–	✓	–
<b>Sprachliches Verständnis</b>							
Einschub	–	✓	✓	✓	–	✓	–
Gender	–	–	–	–	–	–	–
It's highly unlikely that such a texts translation will convey it's intended meaning. (Rechtschreibfehler)	Seine höchst unwahrscheinlich, dass eine solche Textübersetzung übermitteln werde es's beabsichtigte Bedeutung.	Es ist höchst unwahrscheinlich, dass eine solche Textübersetzung ihre beabsichtigte Bedeutung vermitteln wird.	Es ist höchst unwahrscheinlich, dass eine solche Textübersetzung die beabsichtigte Bedeutung vermittelt. <sup>1</sup>	Es ist höchst unwahrscheinlich, dass eine solche Textübersetzung die beabsichtigte Bedeutung vermittelt.	Sein hoch unwahrscheinliches, das solch eine Textübersetzung befördern wird, hat sie vorgehabt zu bedeuten.	Es ist höchst unwahrscheinlich, dass eine Übersetzung solcher Texte die beabsichtigte Bedeutung vermittelt.	Sein in hohem Grade unwahrscheinliches, dass solch eine Textübersetzung übermittelt, hat es Bedeutung beabsichtigt.
The spirit is willing, but the flesh is weak (Matthäus-Evangelium)	Der Geist ist willig, aber das Fleisch ist schwach	Der Geist ist willig, aber das Fleisch ist schwach	Der Geist ist willig, aber das Fleisch ist schwach <sup>1</sup>	Der Geist ist willig, aber das Fleisch ist schwach	Der Geist ist bereit, aber das Fleisch ist	Der Geist ist willens, aber das Fleisch ist schwach <sup>2</sup>	der Geist ist willig, aber das Fleisch ist schwach
The ships hung in the sky in much the same way that bricks don't. (Douglas Adams)	der Schiffe am Himmel hing, in der gleichen Weise wie Ziegel don't.	Die Schiffe hingen in der gleichen Weise am Himmel wie Ziegel.	Die Schiffe hingen am Himmel, ähnlich wie Ziegel nicht <sup>1</sup>	Die Schiffe hängen am Himmel auf die gleiche Weise wie Ziegelsteine	Die Schiffe schwach, die im Himmel auf die ziemlich gleiche Weise gehängt sind, wie Ziegel nicht tun.	Die Schiffe hängen in den Himmel auf die gleiche Weise wie die Ziegelsteine nicht. <sup>2</sup>	der Schiffe, die auf beinahe gleiche Art und Weise in den Himmel gehangen werden, den Ziegelsteine nicht.
Zu Hochzeiten heirateten auf dem Standesamt bis zu sieben Paare parallel. (Mehrdeutigkeit)	To weddings were married at the registry office up to seven pairs in parallel.	At weddings, up to seven couples married in parallel at the registry office.	At weddings, up to seven couples married in parallel at the registry office.	At weddings married at the registry office up to seven pairs in parallel.	To weddings married on the registry office up to seven pairs in parallel.	To weddings married on the registry office up to seven pairs in parallel.	Tons weddings married on the registry office Up tons seven pairs in parallel.
Übersetzungsqualität	⊖⊖	○	⊕	○	⊖⊖	○	⊖⊖
<sup>1</sup> erster Durchlauf		<sup>2</sup> Übersetzungsmodus IT					
⊕⊕ sehr gut		⊕ gut		○ zufriedenstellend		⊖ schlecht	
⊖⊖ sehr schlecht		✓ vorhanden		– nicht vorhanden		k. A. keine Angabe	

dem Takt bringen, andererseits gelang auch keinem eine fehlerfreie Übertragung. So faszinierend es auch sein kann, fünf Übersetzungsmodi gegeneinander antreten zu lassen, so unzumutbar ist es im praktischen Einsatz, aus fünf Vorschlägen mühsam das Optimum zusammenzupuzzeln.

Akzeptabel sind dagegen die Ergebnisse von Bing Microsoft Translator und Google-Übersetzer. Im Unterschied zu DeepL bieten die Übersetzer der US-Großunternehmen eine enorme Sprachauswahl: Google Translate kennt 99 Sprachen und Dialekte, der Microsoft-Service immerhin 63. Bei Google steht auch Esperanto auf der Liste, dafür übersetzt Microsoft sogar ins Klingonische.

Wie Systran lässt sich auch Bing Microsoft Translator nicht durch Schreibfehler aus dem Takt bringen. Das Ergebnis wirkt teils etwas gestelzt („Äquivalent“), teils erfreulich locker – aus „such as“ wird „wie z.B.“. Microsoft verkehrt die Aussage des Douglas-Adams-Zitats zwar ins Gegen teil, aber insgesamt ist das Ergebnis zumindest eine brauchbare Übertragung. Wer mit dem Microsoft Translator nur sachliche Texte übersetzt, dürfte selten böse Überraschungen erleben.

### DeepL versus Google

Ähnlich akzeptabel fällt das Ergebnis des Google-Übersetzers aus: Auch Google missversteht das Douglas-Adams-Zitat, sieht im „equivalent“ aber immerhin eine Entsprechung. Ähnlich wie Systran ist man bei Google nicht auf eine Übersetzung festgelegt: Schwebt der Mauszeiger über einem Satz, wird er blau hinterlegt. Auf einen Mausklick hin erscheint ein Menü mit einem alternativen Übersetzungsvorschlag – und einer Einladung: „Diese Übersetzung verbessern.“ So kann man also Douglas Adams per Hand geradebiegen und das Ergebnis an Google senden.

Grundsätzlich sind Alternativen eine gute Sache, doch bei unserer Textprobe war der zweite Google-Vorschlag ausnahmslos schlechter als das ursprüngliche Ergebnis. Kostprobe: „Komplexe Satzstrukturen, insbesondere genau schwer zu analysieren und zu interpretieren sein.“ – plötzlich stammelt Google auf dem Niveau von Babylon, WordLingo und Promt. Der Widerspruch im Douglas-Adams-Zitat wurde zwar erkannt, aber falsch übersetzt.

Der erste Anlauf mit DeepL liegt etwa gleichauf mit den Ergebnissen von Google und Microsoft. Kopiert man die Überset-

zung in einen Editor, hängt am Ende frech eine Zeile Eigenwerbung für DeepL. Der letzte Satz des ersten Absatzes, der auf „werden“ enden sollte, endet wie bei Google und Microsoft auf „wird“. Das Douglas-Adams-Zitat wird zwar nicht ganz sauber, aber sinnerhaltend übersetzt.

Erst wenn man auf ein beliebiges Wort in der Übersetzung klickt, beginnt DeepL mit seinen Muskeln zu spielen. Ein langes Dropdown-Menü führt mögliche Alternativen auf; zugleich erscheint unter dem Übersetzungsfenster eine Rückübersetzung des deutschen Worts ins Englische. Es dauert keine fünf Minuten, dann ist die Übersetzung so gut wie perfekt: Das Douglas-Adams-Zitat entspricht am Ende sogar Wort für Wort der offiziellen Übersetzung von Benjamin Schwarz.

### Gendern – morgen vielleicht

Bleibt anzumerken, dass die Gender-Probe ein Reinfall auf ganzer Linie war. Kein einziger Online-Übersetzer zeigte sich unvoreingenommen. Die Substantive „police officer“ und „politician“ wurden durchgehend zu „Polizist“ und „Politiker“, „nurse“ hingegen grundsätzlich zu „Krankenschwester“. DeepL zeigte sich immerhin ansatzweise flexibel: Per Drop-

down-Menü ließ sich der Kölner Übersetzer zu Krankenpfleger und Polizistin bewegen. Bei der letzten Berufsgruppe schlug DeepL aber verwegener „einem Politiker“ vor – „einer Politiker“ fand sich erst weiter unten im Menü.

Ob das Gefälle der Ergebnisse lange so bleibt, ist fraglich. Bereits vor einem halben Jahr haben wir in einem Probelauf alle Übersetzer gegeneinander antreten lassen – mit ähnlicher Aufgabenstellung, aber einem anderen Text. Die Textprobe vom April haben wir bei dieser Gelegenheit ein zweites Mal an die Übersetzer verfüttert. So wollten wir herausfinden, ob die Algorithmen seitdem verändert worden sind.

Tatsächlich unterschieden sich die aktuellen Übersetzungen von Google, Microsoft und Systran deutlich vom Stand vor einem halben Jahr. Übersetzungs-Urgestein Systran war im April noch eine Lachnummer, kann sich inzwischen aber durchaus mit Microsoft messen. Microsoft machte vieles besser als im Frühling,

leistete sich aber auch neue Fehler. Den größten Sprung nach vorne machte Google.

Keinerlei Fortschritte waren zu beobachten bei Babylon NG, Promt, WordLingo und – dramatischer Tusch – DeepL. Der neue Durchlauf war Wort für Wort mit der ersten Übersetzung von vor sechs Monaten identisch. Das ist verwunderlich: Eigentlich hatten wir erwartet, dass das neuronale Netzwerk von DeepL aus den damaligen Übersetzungsanpassungen gelernt hätte.

### Mehrdeutigkeiten

Sachliche Texte wie Artikel und Dokumentationen gehen bei DeepL, Google und Microsoft ganz gut durch den Parser. Das Douglas-Adams-Zitat macht jedoch deutlich, wo bei den digitalen Übersetzern das Verständnis aufhört. Schlimmer noch wird es bei Mehrdeutigkeiten.

Nur zum Spaß haben wir die Übersetzer dazu aufgefordert, den Satz „Zu Hochzeiten heirateten auf dem Standesamt bis

zu sieben Paare parallel“ ins Englische zu übertragen. Kein Einziger erkannte, dass „Hochzeit“ auch eine alternative Bedeutung haben kann (Zitat Duden: „glänzender Höhepunkt, Höchststand einer Entwicklung, eines Zeitabschnitts; Blütezeit“). DeepL schlug 17 Alternativen vor, alle nur mit Trauungsbezug – weder „heyday“ noch „golden age“ noch „apogee“ standen zur Auswahl.

Abgesehen von der Mehrdeutigkeit und den Pannen beim Gendering schlug sich DeepL im Vergleich mehr als wacker. Bei technischen Texten wie Anleitungen und Dokumentationen kann man mitunter sogar den ersten Wurf direkt übernehmen, in anderen Fällen reichen minimale Anpassungen.

### Die Grenzen von DeepL

Wer derzeit seinen Lebensunterhalt mit Übersetzungen verdient, der kommt beim Output von DeepL mitunter ins Schlucken. Bei näherem Hinsehen kann man aber wieder beruhigt durchatmen:

# PocketBook



## E-Reading in neuen Dimensionen

- 10,3-Zoll E-Ink Carta™ HD-Display für ein gestochen scharfes Schriftbild auf nahezu A4-Format
- Hörbuch- und Musikplayer kabellos per Bluetooth nutzbar
- SMARTlight für ein harmonisches Leseerlebnis zu jeder Zeit und überall

**Neu auf dem Markt:** der PocketBook InkPad X mit 10,3-Zoll-Display. Beim Kauf eines Gerätes in unserem Onlineshop erhalten Sie vom **23.11. bis 06.12.2019** einen Rabatt von 15 %. Bitte nutzen Sie dafür den Gutscheincode **CT2019**. Dieses Angebot gilt, solange der Vorrat reicht.



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





Selbst DeepL wird menschliche Übersetzer auf absehbare Zeit nicht überflüssig machen.

Im Gegenteil: Für sie kann DeepL eine enorme Bereicherung sein. Statt die Übersetzung mühevoll aus dem Nichts zu formulieren, nimmt man den DeepL-Vorschlag als Rohvorlage, wählt passend erscheinende Alternativen aus den Dropdown-Menüs, korrigiert eventuelle Pannen von Hand und kopiert das Ergebnis dann in die Textverarbeitung zurück. Das reduziert die Arbeitszeit um mindestens die Hälfte. Die gesparte Zeit lässt sich entweder für Feinschliff nutzen oder um schneller voranzukommen.

Das Beschriebene gilt allerdings nur für relativ einfach aufgebaute Texte, etwa Anleitungen oder Anschreiben. Bei Belletristik stößt DeepL recht heftig an seine Grenzen: Probeübersetzungen von Thomas Mann (Deutsch-Englisch) und Douglas Adams (Englisch-Deutsch) holpern so heftig, dass das Geradezupfen der Bezüge und Formulierungen die ursprüngliche Zeitersparnis fast komplett aufbrauchte.

Auch bei eigentlich gut verdaulichen Texten sollte man die Augen offen halten: So übersetzte DeepL in einem technischen Dokument „Personendetails“ unerklärliecherweise als „person details“. Richtig wäre entweder „personal data“ oder „personal details“ gewesen – diese Alternativen fanden sich aber erst im Menü.

Mitunter ist auch in den Alternativen der Wurm drin: In einem anderen Satz schlug das Dropdown-Menü als Übersetzung für „E-Mail-Vorlagen“ unverständlich „templatas“ vor. Das kam uns spanisch vor.

Auf die Fehler hingewiesen, dankte der DeepL-Support in gebrochenem Deutsch für den Hinweis und erklärte: „Unsere maschinelle Übersetzung macht leider auch manchmal Fehler und wird stets trainiert.“ Dieses Training scheint eher träge zu verlaufen: Zwei Monate spä-

Nur ein Tastendruck und der Online-Übersetzer dolmetscht komplette Texte von einer Sprache in die andere. In der Regel ist aber eine intensive Kontrolle unverzichtbar.

ter schlug die KI beide genannten Fehler immer noch vor.

### Interaktive oder statische Übersetzung

Wer für DeepL nichts ausgeben mag, hat grundsätzlich zwei Nutzungsmöglichkeiten: interaktiv oder statisch. Sowohl die Website als auch die App bieten die interaktive Möglichkeit zur Auswahl alternativer Übersetzungen per Dropdown-Menü.

Zusätzlich nimmt DeepL Office-Dokumente in den Formaten .docx und .pptx entgegen. Nach dem Upload fragt DeepL nach der Zielsprache, überlegt ein paar Sekunden und stellt dann eine übersetzte Version der Datei zum Download bereit. DeepL verarbeitet auch mehrsprachige Dokumente und behält alle vorhandenen Formatierungen bei, einschließlich kursiv und fett gesetzter Bereiche.

Bei Übersetzungen ins Englische setzt DeepL die Anführungsstriche korrekter als mancher Muttersprachler. Andererseits schrumpfen Gedankenstriche zu Bindestrichen – die muss man bei Bedarf wieder lang ziehen. Das ist angesichts des In-

terpunktschaos anderer Online-Übersetzer zwar Jammern auf hohem Niveau, für professionelle Übersetzer aber ein steifes Ärgernis.

Beim Dokumenten-Upload entfällt für Gratisnutzer das sonst geltende 5000-Zeichen-Limit. Allerdings gibt DeepL die Office-Dateien im kennwortgeschützten Formularmodus zurück und bindet auf der ersten Seite oben ein Banner ein: Zur Bearbeitung möge man bitte die Pro-Version von DeepL abonnieren.

Im kennwortgeschützten Formularmodus lässt sich ein Office-Dokument nicht ändern – dieser Schutz ist aber eher symbolisch zu sehen. Anwender können den Inhalt immer noch komplett markieren und einschließlich aller Formatierungen in ein neues Dokument kopieren. Speichert man die Datei in einem Format wie RTF (Rich Text Format), das keinen Schreibschutz unterstützt, gehen dabei zwar komplexe Formatierungen verloren, dafür lässt sich das Ergebnis aber nach Belieben bearbeiten. Schon wenn man das Dokument im mit Windows 10 ausgelieferten WordPad öffnet, hebt dies den Schreibschutz auf.

### Tücken umschiffen

Derzeit spielt DeepL nur im interaktiven Betrieb alle Stärken aus, also im Einsatz per Web-Formular oder App. Klickt man hier in der rechten Spalte auf ein Wort, öffnet sich ein Pop-up-Menü mit alternativen Übersetzungsvorschlägen. Dieses Menü führt nicht nur Wortalternativen auf, sondern schlägt auch eine andere Fortsetzung des Satzes vor. Klickt man beim Douglas-

## Workflow für Übersetzer

Wer die Freiheit hat, seinen eigenen Workflow zu gestalten, dem seien folgende praxiserprobte Arbeitsschritte empfohlen:

- Den Urtext unter einem neuen Namen speichern, daraus Abschnitte nacheinander in das DeepL-Formular kopieren und die Ergebnisse zurückkopieren, bis der ganze Text durchgearbeitet ist.
- Auch bei Texten mit weniger als 5000 Zeichen immer nur zwei bis vier Absätze in das Web-Formular kopieren – sonst wird die Bearbeitung unübersichtlich und die Rückübersetzungen

am Seitenende verschwinden aus dem Sichtfeld.

- Größere Bearbeitungen (Umstellungen, Vereinheitlichung von Begriffen) nicht mühevoll in DeepL vornehmen, sondern bequem in der Textverarbeitung.
- Nach Abschluss der Übersetzung aller Textabschnitte das Ergebnis noch einmal durchlesen, auf inhaltliche Konsistenz achten (Bezüge, Tempus) und formale Korrekturen vornehmen (zum Beispiel Gedankenstriche).
- Bei layouteten Dokumenten die Formatierungen des Originals in die Übersetzung übertragen.

# 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

Adams-Zitat auf den Satzanfang, erscheinen 30 Alternativen, einschließlich der Möglichkeit, mit „Wie Ziegelsteine“ zu beginnen statt mit den Schiffen.

Die Website blendet unter den Übersetzungsfeldern eine Rückübersetzung des aktuell ausgewählten Worts ein. Diese Funktion ist zur Rückversicherung sehr praktisch, wenn man in einer Sprache übersetzt, ohne sie fließend zu beherrschen. Der interaktive Modus hat allerdings Tücken. Die Texte im linken und im rechten Bereich sind gleichermaßen editierbar. So lässt sich beispielsweise im Original ein Schreibfehler korrigieren, woraufhin die Übersetzung sehr schnell reagiert. Dabei gehen alle bisherigen Anpassungen an der Übersetzung dieses Satzes verloren – darauf sollte man vorbereitet sein.

## DeepL für Profis

Kunden von DeepL Pro erhalten offene Office-Dokumente ohne Kennwortschutz und können auch reine Textdateien (.txt) hochladen. DeepL Pro ist ein Abonnement, das Einzelpersonen und Teams in drei Stufen angeboten wird: Starter, Advanced und Ultimate. Die günstigste Variante für Einzelpersonen kostet 6 Euro im Monat, die teuerste 40. Team-Lizenzen sind preislich nach 3+, 20+, 100+ und 500+ Mitgliedern gestaffelt – Details finden sich auf der DeepL-Website. Entwickler können direkt auf das REST-API von

DeepL zugreifen. Der volumenabhängige Entwicklerzugang kostet monatlich 5 Euro plus 1 Cent für 500 übersetzte Zeichen.

Die Starter-Version von DeepL bietet nur fünf Dokumentenübersetzungen im Monat und schließt eine Einbindung in Übersetzungssysteme (Computer Aided Translation, CAT) aus. Die Advanced-Version umfasst monatlich 20 Dokumentübersetzungen, die Ultimate-Version 100 Stück. Zur Einbindung in CAT-Software benötigt man mindestens die Advanced-Variante, die bei jährlicher Abrechnung 20 Euro pro Monat kostet. Monatlich abgerechnete Einzelabonnements sind deutlich teurer: Hier kostet das Starter-Abo 9 Euro, Advanced 30 Euro und Ultimate stolze 60 Euro. DeepL Pro lässt sich für 30 Tage kostenlos ausprobieren; Interessenten müssen aber direkt ihre Bankdaten hinterlegen.

Ein Hauptargument, mit dem DeepL für die Pro-Version wirbt, ist der Datenschutz. Die Gratisversion von DeepL speichert alle Originaltexte und Übersetzungen „für einen begrenzten Zeitraum“, um das neuronale Netz zu trainieren. DeepL Pro verspricht hingegen, alle Texte direkt nach Verarbeitung wieder zu löschen.

Datenschutzprofis wackeln hier warnend mit dem Finger: Diese Zusicherung mag zwar schön und gut sein, dennoch darf man DeepL grundsätzlich keine personenbezogenen Daten verfüttern. Fairerweise steht dies auch in der Datenschutz-

erklärung der DeepL-Website. In vielen Fällen macht dieser Aspekt der Datenschutzverordnung eine Dokumentenübersetzung unattraktiv: Wenn man Geschäftspost vor dem Hochladen erst anonymisieren muss, nur um dies im übersetzten Dokument wieder per Hand rückgängig zu machen, kann man auch gleich nur die relevanten Passagen an das Web-Formular oder die App übergeben.

## Engine für eine Übersetzungssuite

DeepL Pro unterstützt die CAT-Werkzeuge Across Language Server, MemoQ und SDL Trados Studio direkt. Wir haben die Integration von DeepL in Trados Studio 2019 von SDL ausprobiert.

Ebenso wie DeepL Pro gibt es auch SDL Trados Studio in einer 30-Tage-Testversion. Testkunden erhalten allerdings keinen Zugang zum SDL AppStore – und somit auch nicht zum Plug-in für DeepL. Uns gegenüber zeigte sich der SDL-Support in dieser Hinsicht sehr kulant: Auf Anfrage schickte er unkompliziert per E-Mail einen Download-Link zum „DeepL Translation Provider“.

Die Einbindung des DeepL-Plug-ins in Trados Studio ist nicht ganz trivial, weshalb sowohl DeepL als auch SDL schrittweise Anleitungen anbieten (siehe ct.de/yfr3). Nach erfolgreicher Einbindung des Translation Provider zeigt das Übersetzungsfenster oberhalb der Übersetzungspaare einen Übersetzungsvorschlag von DeepL an. Dies passierte im Test meist ohne spürbare Verzögerung.

Grundsätzlich gelten für die CAT-Integration dieselben Vor- und Nachteile wie bei der Übersetzung von Office-Dokumenten: Einerseits bleiben alle Formatierungen beziehungsweise Tags erhalten (z. B. Hyperlinks), andererseits fehlt hier die Möglichkeit zur schrittweisen Verfeinerung der Übersetzung über kontextabhängige Dropdown-Menüs.

Beim Einsatz von CAT-Werkzeugen kommen allerdings andere Vorteile zum Tragen, darunter eine konsistente Übersetzung durch Glossare und die Möglichkeit, bei wiederkehrenden Formulierungen auf bestehende Übersetzungen zurückgreifen zu können.

## Empfehlungen zum Abschluss

Für welche Einsatzform von DeepL man sich entscheidet, hängt davon ab, was man vorhat. Wer ein Schreiben an den

The screenshot shows the SYSTRAN Translate website interface. At the top, there's a navigation bar with links for 'Powered by local experts', 'Data transparency', 'In-domain translation models', 'Join the Community', and 'SYSTRAN Marketplace'. Below the navigation, there are two input fields: 'Deutsch' and 'Englisch'. The English input field contains the quote: "Things get worse when the original contains misspellings or grammatical errors. It's highly unlikely that such a texts translation will convey its intended meaning. Literature is a frequent victim of gross misinterpretation, such as "The spirit is willing, but the flesh is weak" or "The ships hung in the sky in much the same way that bricks don't."'. A tooltip above the German output shows the machine translation: "Es ist höchst unwahrscheinlich, dass eine Übersetzung solcher Texte die beabsichtigte Bedeutung vermittelt. Die Literatur ist häufig Opfer krasser Fehlinterpretierungen, wie etwa "Der Geist ist willens, aber das Fleisch ist schwach" oder "Die Schiffe hängen in den Himmel auf die gleiche Weise wie die Ziegelsteine nicht."". Below the input fields, there's a glossary section for 'Schiffe' with entries like 'Schiff noun, n (pl.Schiffe)' and 'ship'. The bottom of the page includes a footer with copyright information and a license agreement.

Nicht schön, aber korrekt: Der IT-Modus von Systran Translate war einer der wenigen Online-Übersetzer, der sich nicht am Zitat von Douglas Adams verhakte.



Bild: Verne Global

Übersetzungen aus einem isländischen Rechenzentrum.

5,1 Petaflops stehen DeepL dort zur Verfügung.

Vermieter der andalusischen Ferienwohnung richten will, der kopiert die paar Absätze ins Online-Formular und schreibt vielleicht noch eine Verlegenheitsformel darunter wie „von einem Computer übersetzt, aber hoffentlich trotzdem richtig“.

Stehen immer mal wieder Übersetzungsaufgaben an, lohnt sich womöglich die Installation der App. Wer die DeepL-App im Büro installiert, der sollte allerdings sichergehen, dass dabei nicht versehentlich personenbezogene Daten abfließen. Für

Dolmetsch-Profis eignet sich DeepL Pro als Übersetzungs-Engine in einer CAT-Umgebung. Unter dem Strich zeigt sich, dass die maschinelle Übersetzung als Online-Dienst erfreuliche Sprünge nach vorn gemacht hat. Sie eröffnet nicht nur dem Amateur neue Möglichkeiten, sondern hilft auch dem Profi effektiv, Zeit zu sparen und Schritt für Schritt seine Übersetzungen zu glätten. Die Anbieter verbessern die Qualität ihrer Übersetzungsergebnisse kontinuierlich – wenngleich wir ausgerechnet beim überzeugendsten Dienst DeepL über ein halbes Jahr keine Optimierung bei eigentlich bekannten Problemen beobachteten. (agr@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Johannes Leckebusch, Sprachwandler, c't 8/1997, S. 258
- [2] Harald Büring, Der Handbuch-Fluch, c't 3/2019, S. 60
- [3] Jo Bager, Desktop-Übersetzer, c't 21/2019, S. 86

**Einbindung in eine Profi-Übersetzungs-Umgebung:** [ct.de/yfr3](http://ct.de/yfr3)

**No Milk. Really.** Unsere Milchalternative von Nilk ist von Natur aus vegan und laktosefrei.

In unserem Probierpaket erhältst Du die 3 leckeren Sorten Hafer-, Mandel- und Kokosnilk **gratis\*** zu Deiner Bestellung.

**JETZT SICHERN UNTER: [MYMUESLI.COM/CT-NILK](http://MYMUESLI.COM/CT-NILK)**

\*Mindestbestellwert 15€. Nur online einlösbar und solange der Vorrat reicht. Aktion zeitlich begrenzt: Aktionszeitraum online einsehbar.



# Kombinationsfragen

## Linux auf dem optimalen PC 2020

**Ubuntu & Co. laufen auf den jüngst  
in c't vorgestellten PC-Bau-  
vorschlägen, ecken hier und da  
allerdings ein wenig an. Mit ein paar  
gezielten Eingriffen bekommen Sie  
alle wesentlichen Macken aber  
schnell in den Griff.**

**Von Thorsten Leemhuis**

Die gute Nachricht zuerst: Aktuelle Linux-Distributionen lassen sich weitgehend problemlos auf den drei PC-Bauvorschlägen installieren, die wir in der vorangegangenen c't vorgestellt haben [1 bis 4]. Das Gleiche gilt für den Budget-Gaming-PC, den wir in c't 22/2019 beschrieben haben [5]. Ein paar Schönhheitsfehler zeigten sich bei ausgiebigen Tests mit Ubuntu Desktop 19.10 dann aber

doch: Einige PCs wiesen eine hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf auf, manche hatten Probleme beim Suspend und bei allen zickten die Grafiktreiber. Mit ein paar gezielten Handgriffen können Sie alle größeren Probleme aber unter Kontrolle bringen. Wer diese Macken kennt, kann zudem Ärger oder Fehlinvestitionen beim Bau, Kauf oder bei der Einrichtung von PCs für Linux vermeiden.

Aber zurück zu den guten Nachrichten: Nicht nur die Installation klappte, auch bei Durchsatzmessungen von Systemdatenträgern, USB-SSDs oder Netzwerkschnittstellen erreichte Ubuntu das gleiche Niveau wie eine Windows-Installation. Wake-on-LAN sowie Audio-Ausgabe und -Aufnahme funktioniert ebenfalls überall. Bei näherem Hinsehen offenbarte aber jeder der vier PCs irgendwelche Schwächen; einige davon zeigten sich gleich bei mehreren PCs, daher gehen wir auf diese im hinteren Teil geschlossen ein.

### 7-Watt-Minirechner

Beim 7-Watt-Mini-PC, einem sparsamen Einsteiger- und Office-PC für 250 Euro [4], kam die Ubuntu-Installation erst gar nicht in Gang. Zuerst versuchten wir es mit dem bereits installierten Windows, in dem wir die Umschalt-Taste beim Auswählen von „Neu starten“ festhielten; über das daraufhin erscheinende Menü veranlassten wir dann den Start eines USB-Sticks mit Ubuntu, was das BIOS aber geflissentlich ignorierte. Auch im BIOS-Setup bei der Wahl der Boot-Reihenfolge tauchte der Stick kurioserweise nicht auf, obwohl er schon bei Dutzenden von PCs problemlos funktioniert hatte. Über das Menü zum BIOS Boot Select (BBS), das ein Druck auf F11 während des BIOS-Selbsttests aufruft, bootet das BIOS den Stick dann aber ohne zu murren.

Der mit einem AMD Athlon 200GE ausgestattete Minirechner schien sich mit Ubuntu wacker zu schlagen. Größere Pro-

bleme zeigten sich plötzlich, als wir unseren Testmonitor statt per HDMI über DisplayPort anschlossen. Der Grafiktreiber des Kernels erkannte die unterstützten Bildschirmauflösungen dann nicht mehr und erlaubte nur  $640 \times 480$  Bildpunkte. Mit einer versuchsweise installierten Vorabversion des Linux-Kernels 5.4 war es genauso. Das parallel installierte Windows steuerte den Bildschirm hingegen korrekt an. Das war auch bei einem zweiten per DisplayPort angeschlossenen Monitor der Fall, wo Ubuntu das gleiche Problem zeigte, aber immerhin  $1280 \times 768$  einstellte. Zwei andere per DisplayPort angebundene Bildschirme liefen hingegen störungsfrei mit Ubuntu.

Auch mit HDMI fürchteten wir Probleme: Jedes Mal, wenn die Grafikkarte eine Verbindung zu per HDMI angeschlossenen Monitoren aufbaute (etwa beim Booten oder beim Erwachen aus System- oder Bildschirm-Stromsparmodi), erschienen im Protokoll des Kernels acht längliche Warnungen des Grafiktreibers. Die deuten auf ein Problem beim Setzen von HDMI-Timingparametern hin; letztlich konnten wir dadurch aber keine negativen Auswirkungen ausmachen.

Für 20 Euro Aufpreis gibt es das Barebone-System, das das Fundament dieses Bauvorschlag-PCs stellt, auch in einer Ausführung mit WLAN. Der dann im System steckende WLAN-Chip Intel Dual Band Wireless-AC 3168NGW funktioniert, aber auch er lief leicht unrund: Der Network-Manager fand zwar WLANs und konnte sich mit diesen verbinden, aber eine Suche mit dem Kommandozeilenbefehl `iw dev wlp2s0 scan` schlug mit „scan aborted“ fehl. Die Kernel-Entwickler haben das Problem bereits parallel zu unseren Tests behoben; erst in Vorabversionen von Linux 5.4, später dann in Linux 5.3.9. Ubuntus Entwickler haben sich vorgenommen, die Korrektur in ihren Kernel zu integrieren, das bis Redaktionsschluss aber nicht umgesetzt.

## Budget-Gamer

Der Budget-Gaming-PC, ein mit zirka 530 Euro zu Buche schlagender PC zum Spielen in Full-HD-Auflösung, schlug sich besser. Ähnlich wie unter Windows ist es bei diesem System auch für den Linux-Betrieb wichtig, das BIOS-Setup so einzustellen, wie es der Artikel [5] und die zugehörige Projektseite (<https://ct.de/y1dr>) erläutern.

Die in der Basisausstattung eingebauten Radeon RX 570 fiel in manchen Konstellationen aber durch eine unerwartet

hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf auf; das betraf auch einen weiteren der vier PCs, daher gehen wir auch darauf im hinteren Teil des Artikels ein.

Mit der optionalen GeForce GTX 1660 hängt sich das Ubuntu-Installationsmedium beim Start auf, weil der standardmäßig verwendete Grafiktreiber Nouveau die Karte nicht recht unterstützt. Zur Installation muss man daher die Startoption „Safe Graphics“ nutzen und nach dem Aufspielen noch Nvidias proprietären Grafiktreiber nachrüsten. Mit denen zeigten sich noch drei weitere Probleme; da die auch mit den GeForce-Karten anderer Bauvorschlag-PCs aufraten, geht der hintere Textteil darauf näher ein.

## Allround-PC

Der Allround-PC ist ein leiser PC mit Ryzen-Sechskeiner und schneller SSD, der in der Basiskonfiguration zirka 750 Euro kostet [2]. Bei ihm startete nach Abschluss der Installation von Ubuntu nicht ebendieses, sondern das zuvor schon aufgespielte Windows. Offenbar ignoriert das BIOS aus unerfindlichen Gründen die vom Installer vorgenommene Anpassung der Boot-Reihenfolge. In solchen Fällen können Sie sich leicht behelfen: Rufen Sie das BIOS-Setup auf, um in der Boot-Reihenfolge den für Ubuntu angelegten UEFI-Starteintrag vor den von Windows zu setzen.

Davon abgesehen schlug sich Linux wacker auf dem Allrounder, wenn man von den im Textverlauf beschriebenen Eigenarten rund um Hardware-Monitoring und Grafiktreiber absieht.

## Luxus-PC & Spielebolide

Der Luxus-PC ist trotz eines flotten 12-Kern-Ryzen-Prozessors und enorm schneller SSD ein leises System, das allerdings auch mit einer simplen Grafikkarte schon rund 1450 Euro kostet [3]. Er hat eine mulmig stimmende Eigenart, die sich gut versteckt: Wenn die Distribution den NVMe-Datenträger per TRIM-Kommando (unter Linux auch als Discard bekannt) auf freigewordene Bereiche hinweist, meldet der Kernel einen I/O-Error und bricht den Vorgang ab. Freien Speicherplatz gelegentlich durchzugeben, kann Performance und Lebensdauer von Flash-Datenträgern steigern; die meisten Distributionen machen es daher hin und wieder automatisch, man kann es aber per `fstrim` auch manuell veranlassen.

Dieser mit der IOMMU (Input-Output Memory Management Unit) in Verbindung stehende I/O-Error ist ein bekanntes Problem, das auch Besitzer vieler anderer Ryzen-Mainboards plagt; Berichten zufolge führt er bei einigen Systemen sogar zum Absturz. Bei uns war das nicht der Fall. Wir führten auch eine Reihe von In-



Die drei Radeon-Karten (links) der PCs fielen hier und da durch hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf auf. Die vier GeForce-Karten zeigten alle mehrere Probleme.



### 7-Watt-Mini mit Athlon 200GE

Sparsamer Einsteiger- und Office-PC für 250 Euro mit SSD, USB-C und zwei 4K-Display-Ausgängen.

#### Linux-Besonderheiten:

- Inkompatibilität zu einigen DisplayPort-Monitoren
- Macke mit optionalem WLAN



### Budget-Gamer mit Core i3-9100F

550-Euro-PC zum Gaming in Full-HD mit Radeon RX 570 und Intel-Prozessor.

#### Linux-Besonderheiten:

- PCIe-Geräte lassen sich durchreichen
- Installationsprobleme mit GeForce-Karte



### Allround-PC mit Ryzen 5 3600

Vielseitiger PC mit Sechskern-CPU, der in der Grundausrüstung zirka 750 Euro kostet.

#### Linux-Besonderheiten:

- kleines UEFI-Problem

tegritätstests durch, denn solch eine Fehlermeldung könnte auf ein größeres Problem bei der Ansteuerung des NVMe-Controllers hindeuten, das Daten unberücksichtigt verfälscht. Bei den Tests trat aber nichts dergleichen zutage.

Eine Lösung der Problematik ist nicht in Sicht, denn bislang scheint sie niemand so recht an die zuständigen Kernel-Entwickler herangetragen zu haben. Wir haben einen von ihnen darauf angesprochen, der sich die Sache mal ansehen will. Wem das Ganze nicht geheuer ist, der kann sich bis zu einer Lösung behelfen, indem er den Kernel mit dem Parameter `iommu=soft` startet, denn dann funktioniert auch der TRIM-Vorgang.

Dank seiner vielen CPU-Kerne ging der Luxus-PC beim Kompilieren von Linux 5.3 locker als Erster ins Ziel, denn er bewältigte die Aufgabe in lediglich 45 Sekunden. Der deutlich schwächere Mini-PC braucht sechseinhalb Minuten und damit achteinhalbmal so lang. Mit den leistungsstarken Radeon- oder GeForce-Grafikkarten sticht der teuerste PC des Feldes die anderen naturgemäß auch in den Grafik-Benchmarks locker aus, wie die Tabelle mit den Messwerten zeigt. Darin führen wir auch Werte mit der PowerColor Radeon RX 5700 XT Red Devil auf: Sie wurde im Bauvorschlagstext zwar nur kurz angerissen, ist aber ein guter Ersatz für Linuxer, die Nvidias GeForce lieber meiden. Die von AMD erst im Sommer vorgestellte Radeon-Karten-generation ist unter Linux in den gewähl-

ten Spiele-Benchmarks weitgehend auf Augenhöhe mit der GeForce RTX 2070 Super. Und das, obwohl die genannte Karte für unsere Tests mit dem etwas langsameren Silent-BIOS lief, um den PC nicht lauter zu machen [6]. Vorsicht aber: Ubuntu unterstützt die 5700 XT erst nach Einspielen der Updates sauber, denn die rüsten die erforderliche Grafikkarten-Firmware nach.

#### Messwerte erreichen

Neben den oben beschriebenen gerätespezifischen Eigenarten gab es einige, die sich bei mehreren PCs zeigten. Die Prozessortemperatur lässt sich etwa nur beim Mini-PC und dem Budget-Gaming-PC abfragen. Bei den zwei anderen Systemen, in denen jeweils Ryzen-3000-CPUs stecken, ist aber Besserung in Sicht: Der parallel zum Verkaufsstart dieser c't erwartete Linux-Kernel 5.4 kann die Temperatur auch bei diesen Prozessoren auslesen.

Bei keinem der vier PCs lassen sich von Haus aus vom Super I/O-Chip erfassbare Messwerte wie Mainboard-Temperatur, Lüfterdrehzahlen oder Spannungslevel abfragen. Beim Luxus-PC haben wir auch keinen Weg gefunden, um das zu bewerkstelligen, denn dem Linux-Kernel fehlt Support für den Super-I/O-Chip ITE IT8688E. Der ist auch nicht in Sicht, weil der Hersteller dem zuständigen Entwickler keinen Zugriff auf Datenblätter gewährt; früher hat er solche aus einer offiziellen Quelle erhalten, aber die ist versteckt.

Bei den drei anderen PCs lassen sich Messwerte des Super-I/O-Chips auslesen, wenn man das Kernel-Modul `nct6775` nachlädt. Der komfortabelste Weg, um alles dazu Nötige einzurichten: das Paket `lm-sensors` nachinstallieren und das Programm `sensors-detect` durchlaufen lassen. Das erkennt den Chip und sorgt auf Wunsch auch gleich dafür, dass die Distribution das zuständige Kernel-Modul fortan automatisch einbindet. Anschließend gibt `sensors` die Messwerte des Chips aus.

#### Weiterreichen

Bei den drei stärkeren PCs probierten wir aus, ob sich PCIe-Geräte an Virtual Machines (VMs) durchreichen lassen. Beim Budget-Gamer ging das problemlos, wenn wir den Kernel mit `intel_iommu=on` starteten; bei Intel-CPUs ist das derzeit bei vielen Distributionen nötig, um für den Pass-through wichtige Techniken wie IOMMU und DMAR (DMA Remapping) nutzen zu können. Das Mainboard hat aber keinen zweiten PEG-Slot, daher eignet es sich nur schlecht, um leistungsstarke Grafikkarten performant an VMs durchzureichen.

Bei den beiden PCs mit Ryzen-3000-Prozessor hatten wir kein Glück beim Passthrough: Trotz vieler Versuche mit verschiedenen Kernel-Parametern, die man bei AMD-CPUs zum Durchreichen von PCIe-Geräten angeben muss, aktivierte Ubuntu's Kernel das erforderliche DMAR nicht recht, obwohl die erforderlichen BIOS-Setup-Optionen alle korrekt gesetzt waren.



## Luxus-PC mit Ryzen 9 3900X

Leistungsstarker PC mit 12-Kern-Ryzen, der selbst mit simpler Grafikkarte rund 1450 Euro kostet.

### Linux-Besonderheiten:

- I/O Error beim TRIM-Kommando
- hohe Leerlauf-Leistungsaufnahme mit optionaler Radeon 5700 XT

## Stromverbrauch mit Radeon

Alle bei den drei großen PCs standardmäßig oder als Option angeführten PEG-Grafikkarten zeigten Schwächen mit Linux. Die wenigsten traten mit den AMD-Radeon-Karten auf, denn sie fielen nur hin und wieder durch ungewöhnlich hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf auf. Das macht sich nicht nur auf der Stromrechnung bemerkbar, sondern verstärkt auch die Wärmeentwicklung, wodurch letztlich Grafikkarten- und Gehäuselüfter schneller und lauter drehen.

Ein kleineres Problem zeigte sich mit den beiden Radeon RX 570. Bei Tests mit 4K-Monitoren schnellt die Leerlauf-Leistungsaufnahme beim Budget-Gaming-PC

mit einer MSI-Karte unter Linux von zirka 31 auf 50 Watt hoch; auch beim Allrounder, wo eine RX 570 von Sapphire eine Bestückungsoption ist, steigt die Aufnahme mit 4K-Monitoren um knapp 19 Watt. Das liegt am Grafiktreiber, der die Taktfrequenz des Grafikchips der Radeon RX 570 deutlich erhöht, sofern man solche Monitore mit 60 Hertz Bildwiederholrate ansteuert. Unter Windows passiert das nicht. Dort geht die Leerlauf-Leistungsaufnahme erst hoch, wenn man zwei Monitore anschließt – das ist aber auch unter Linux der Fall.

Etwas ärgerlicher, aber auch nicht dramatisch ist das Problem mit der Radeon RX 5700 XT, die der Luxus-PC-Bauvorschlag als Alternative erwähnt. Sie fällt schon mit nur einem Monitor durch ungewöhnlich hohe Leistungsaufnahme im Leerlauf auf: Dadurch braucht der PC unter Linux beim Nichtstun 84 Watt – und nicht 55 wie unter Windows. Hier ist Besserung aber in Sicht, denn Vorabversionen von Linux 5.4 bringen frischere Treiber, die die Stromspartechniken besser unterstützen; dadurch sank der Leerlauf-Stromverbrauch dann auf das Niveau von Windows.

## Nvidias Treiber bocken

Die vier GeForce-Grafikkarten führten unter anderem vor, wie Probleme manchmal aus unerwarteter Richtung auftauchen und zugleich durch unscheinbare Details getriggert werden. Für all diese Karten richtet Ubuntu standardmäßig die Grafiktreiberfamilie „Nouveau“ ein, die Nvidias moderne Grafikchips nur dürftig unterstützt. Bei der ohnehin schwachen

GeForce 1030 merkt man das nicht sofort, aber mit einem 4K-Monitor wird die Bedienoberfläche ziemlich träge. Bei den drei anderen zeigen sich die Schwächen eher, denn Nouveau holt nur ein Bruchteil ihres 3D-Leistungspotenzials aus den GPUs. Außerdem laufen die Lüfter mit Nouveau oft schneller und daher lauter als unter Windows; auch der Stromverbrauch im Leerlauf ist meistens höher.

Letztlich kommt man meist nicht umhin, Nvidias proprietären Grafiktreiber zu installieren. Den rüsteten wir daher für alle Tests über Ubuntus „Zusätzliche Treiber“-Funktion nach. Nach dem fälligen Neustart meldete das System den Testnutzer aber nicht automatisch an, wie wir es während der Installation beim Anlegen des Nutzers vorgegeben hatten. Stattdessen erschien beim Start der Anmelde-manager. Nach einer Minute oder zwei zeigten sich dann doch manchmal Teile des Desktops, ließen sich aber nicht bedienen und vermischten sich der mit Ausgabe des Anmeldemanagers. Das Problem trat mit beiden aktuellen Treiberlinien auf, die Ubuntu zum Testzeitpunkt auslieferte: dem Short Lived Branch (435.xx) und dem Long Lived Branch (430.xx).

Nach zahlreichen Gegenchecks mit anderen Distributionen fanden wir per Zufall die Ursache: ein Timing-Problem zwischen X-Server und Systemd-Logind bei der automatischen Anmeldung in Ubuntu. Nachdem wir diese deaktivierten, lief alles, wie es sollte. Das zeigt: Zwischen „Geht einfach“ und „Der Treiber will nicht“ steht manchmal eine unscheinbare Option, die nichts mit Grafiktreibern zu tun hat.

## PC-Bauvorschläge Basisvarianten: technische Daten und Tests

Typ	7-Watt-Mini	Budget-Gamer	Ryzen-Allrounder	Luxus-PC
<b>Hardware-Ausstattung</b>				
Prozessor / RAM	AMD Athlon 200GE / 8 GByte	Core i3-9100F / 8 GByte	AMD Ryzen 5 3600 / 16 GByte	AMD Ryzen 9 3900X / 32 GByte
Barebone bzw. Mainboard	ASRock DeskMini A300	MSI B365M PRO-VDH	MSI B450M Mortar Max	Gigabyte X570 Aorus Elite
SSD	Crucial BX500 240GByte	Kingston A2000 NVMe PCIe SSD 500GByte	Kingston A2000 NVMe PCIe SSD 1TByte	Corsair Force Series Gen.4 PCIe MP600 1TByte
Grafik-Hardware	AMD Radeon Vega 3 (im Prozessor)	MSI Radeon RX 570 Armor 8G OC	MSI GeForce GT 1030 2GH LP OC	MSI GeForce GT 1030 2GH LP OC
alternative Grafikkarte	-	Zotac Gaming GeForce GTX 1660	Sapphire Pulse Radeon RX 570, Zotac Gaming GeForce RTX 2060 SUPER AMP Extreme	PowerColor Radeon RX 5700 XT Red Devil, Zotac Gaming GeForce RTX 2070 SUPER AMP Extreme
<b>Tests</b>				
Bootdauer bis Login-Manager	21 s	23 s	24 s	27 s
SSD	561 MByte/s / 486 MByte/s	2001 MByte/s / 2006 MByte/s	2260 MByte/s / 2170 MByte/s	5003 MByte/s / 2261 MByte/s
USB	431 MByte/s / 423 MByte/s	431 MByte/s / 427 MByte/s	1031 MByte/s / 1001 MByte/s	984 MByte/s / 958 MByte/s
LAN	944 MBit/s / 942 MBit/s	944 MBit/s / 942 MBit/s	944 MBit/s / 942 MBit/s	943 MBit/s / 943 MBit/s
c't-Artikel und Projektseite	c't 24/2019, S. 28; ct.de/-4564302	c't 22/2019, S. 104; ct.de/-4543035	c't 24/2019, S. 20; ct.de/-4564302	c't 24/2019, S. 24; ct.de/-4564302
Preis Basisausstattung (zirka)	247 €	537 €	744 €	1446 €

für weitere technische Daten siehe die genannten c't-Artikel und die Projektseiten auf ct.de, wo sich auch detailliertere Teilelisten finden

## Suspend-Probleme

Alle GeForce-Karten zeigten zudem ein weiteres Problem an einem Testplatz mit einem 4K-Monitor von Acer. Wenn dieser per HDMI angeschlossen war, funktionierte der sonst gut arbeitende Bereitschaftsmodus plötzlich nur noch unzuverlässig. Manchmal blieb der Acer-Monitor nach dem Aufwachen aus dem Schlafzustand einfach dunkel, zeigte den Entsperrbildschirm aber, nachdem wir per Tastenkombination kurz blind per Strg + Alt + F3 auf eine Textkonsole und mit Strg + Alt + F2 wieder zurück wechselten. Manchmal erschien der Entsperrbildschirm hingegen erst, nachdem wir das HDMI-Kabel kurzzeitig abzogen. Hin und wieder blieb uns nichts anderes übrig, als von HDMI auf DisplayPort zu wechseln – und manchmal half nicht mal das. Eine Problemlösung fand sich trotz längerer Suche nicht. Unter Windows trat das Phänomen nicht auf.

## Suspend-Probleme, Teil 2

Bei den drei großen PCs zeigte sich noch eine weitere Macke in den Ausstattungsvarianten mit den GeForce-Modellen GTX

1660 (Budget-Gamer), RTX 2060 Super (Allrounder) oder RTX 2070 Super (Luxus-PC). Das Problem äußerte sich je nach Distribution, Karte und eingesetztem Grafiktreiber auf eine von zwei Arten. Im einen Fall wechselte das System in den ersten zwei bis drei Minuten nach dem Start schlicht nicht in den Bereitschaftsmodus. Im anderen schien sich das System beim Start festzufahren – manchmal war dabei auf dem Bildschirm etwas zu sehen, manchmal war der aber auch dunkel. Dann hieß es: Geduldig sein und nicht gleich auf Reset drücken, denn nach zwei bis drei Minuten ging es plötzlich ganz normal weiter. In beiden Fällen entstand diese Denkpause außerdem jedes Mal, wenn das System aus dem Bereitschaftsmodus erwachte.

Bei der näheren Untersuchung schauten wir in die Ausgaben von `dmesg`, wo das Kernel-Modul `Ucsi_Ccg` rund zwei bis drei Minuten nach dem Start meldete, die von ihm betreute Hardware nicht initialisieren zu können. Welche das ist, verriet es nicht. Ein `modinfo ucsi_ccg` zeigte, dass der Treiber für USB-C-Controller von Cypress zuständig ist. Solche sitzen allerdings gar

nicht auf den Mainboards der PCs, sondern in den Grafikchips der drei GeForce-Karten. Grafikkarten-Hersteller können damit einen USB-C-Anschluss zur Ansteuerung von VR-Brillen realisieren, allerdings nutzt keine der drei von uns verbauten Grafikkarten diese Möglichkeit. Wir deaktivierten das Modul daher testweise, indem wir den Kernel mit folgendem Parameter starteten:

```
module_blacklist=ucsi_ccg
```

Und siehe da: Mit diesem Trick startete das System schnell und die Suspend-Probleme verschwanden. Die USB-C-Anschlüsse der Mainboards funktionieren weiterhin.

## Langzeit-Distributionen?

Wir haben die PCs übrigens vorwiegend mit Ubuntu Desktop 19.10 getestet, nachdem sich das bei einigen ersten Experimenten als gute Wahl herauskristallisiert hatte. Fedora 31 hat sich ähnlich gut geschlagen. Das war auch zu erwarten, denn die essenziellen Komponenten sind bei beiden Distributionen derzeit auf fast auf

## Nvidia GeForce durch AMD Radeon ersetzen

Manche Open-Source-Verfechter meinen Nvidias proprietäre Treiber, ohne die einige der Bauvorschlag-PCs nur unruhig laufen. Einige Linuxer umgehen diese Treiber auch gerne, weil sie schlechte Erfahrungen mit ihnen gemacht haben. Mancher dürfte statt einer GeForce-Karte daher lieber eine AMD Radeon verbauen wollen, die Linux-Distribution vielfach gut von Haus aus unterstützen.

Ein Ersatz für die erwähnten GeForce-Karten ist aber nicht immer leicht zu finden. Zur Basiskonfiguration von Allround- und Luxus-PC gehört etwa die passiv gekühlte GeForce GT 1030, die zirka 80 Euro kostet. Ein Äquivalent mit ähnlichem Funktionsumfang wäre eine Radeon RX 550, etwa die Gigabyte Radeon RX 550 D5 2G [7]. Sie kostet aber rund 25 Euro mehr und weist sowohl im Leerlauf als auch unter Last eine höhere Leistungsaufnahme auf. Außerdem hat sie einen Lüfter. Der steht im Leerlauf zwar meist still, stellt aber nichtsdesto-

trotz eine weitere potenzielle Geräusquelle in einem ansonsten recht leisen PC dar. Passiv gekühlte RX-550-Karten bietet der hiesige Handel nicht an.

Einfacher ist ein Ersatz für die GeForce RTX 2070 Super des Luxus-PCs zur Hand: Hier bietet sich die PowerColor Radeon RX 5700 XT Red Devil an, die der Bauvorschlagstext in c't 24/19 und der nebenstehende Haupttext bereits kurz erwähnen. Sie ist sogar noch etwas günstiger. Die Karte gibt es auch noch in einer etwas günstigeren Variante namens PowerColor Radeon RX 5700 Red Devil. Sie liefert etwas weniger 3D-Leistung, wie das Fehlen des „XT“ in der Produktbezeichnung schon andeutet. Das Modell stand leider nicht für Tests zur Verfügung – es dürfte beim Allround-PC aber eine gute Alternative zur optional angeführten GeForce RTX 2060 Super sein. Wer mit weniger Leistung auskommt, ist mit der Radeon RX 570 gut bedient, die dieser Bauvorschlag bereits als Bestückungsvariante nennt.

Im Budget-Gamer steckt standardmäßig ebenfalls eine Radeon RX 570, allerdings nennt der Bauvorschlagstext eine GeForce GTX 1660 als leistungstärkere Alternative. Ein richtig gut passendes Äquivalent gibt es in der Radeon-Serie derzeit nicht, denn kräftigere Karten wie RX 580 oder RX 590 heizen das Gehäuse mehr auf und machen das System so lauter; außerdem erfordern sie womöglich ein stärkeres Netzteil.

Eine ordentliche Alternative steht aber ins Haus: die Radeon-Modelle RX 5500 und RX 5500 XT. Sie standen noch nicht für Tests zur Verfügung, sollen aber noch im Dezember in den Handel kommen. Sie bergen allerdings eine absehbare Stolperfalle für Linuxer, denn aktuelle Linux-Distributionen unterstützen den Navi14-Chip der 5500-Serie nicht. Vielleicht löst sich das aber schon im Fahrwasser des parallel zu dieser c't erwarteten Linux-Kernel 5.4, denn der bringt einen passenden, aber noch experimentellen Treiber mit.

dem gleichen Versionsstand; beide setzen etwa auf die 3D-Treiber von Mesa 19.3 und einen Kernel, der auf Linux 5.3 basiert. Viele Rolling-Release-Distributionen sind derzeit auf einem ähnlichen Stand, daher dürften sie sich ganz ähnlich verhalten.

Mit Langzeit-Linuxen hatten wir weniger Glück. Das aktuelle Linux Mint 19.2 verhielt sich etwa schlechter: Ihm fehlen viele Treiber für die PCs, weil es standardmäßig nur einen auf Linux 4.15 fußenden Kernel nutzt. Dem fehlen zudem einige Optimierungen für die Ryzen-3000-CPU von Allround- und Luxus-PC.

Besser, aber auch nicht gut lief Ubuntu Desktop 18.04.3 LTS. Das nutzt einen auf Linux 5.0 basierenden Kernel, der beim verwandten Linux Mint eine Option ist. Die „Zusätzliche Treiber“-Funktion dieser zwei Distributionen offerieren aber nur ältere Nvidia-Treiber. Diese unterstützen zwar schon die GeForce GT 1030, aber weder 1660, 2060 Super noch 2070 Super. Beiden Langzeit-Distributionen fehlen auch Grafiktreiber für die Radeon RX 5700 XT, denn die enthält erst Linux 5.3. Für die in zwei PC-Bauvorschlägen eingesetzte Radeon RX 570 bringt Ubuntu Desktop 18.04.3 indes passende Treiber mit. Die von 19.10 sind aber ein halbes Jahr frischer, daher liefern sie mehr 3D-Leistung und harmonieren besser mit aktuellen Spielen.

Das schlechte Verhalten mit Langzeit-Distributionen und die angesprochenen Macken, die mit Linux 5.4 verschwinden, bestätigen mal wieder: Wer aktuelle, womöglich erst gerade am Markt eingeführte Hardware einsetzt, ist gut beraten, eine

**Durch Setzen der unscheinbaren Option „Automatisch anmelden“ fielen Nvidias proprietäre Treiber bei allen PCs auf die Nase.**

besonders frisch ausgestattete Linux-Distribution einzusetzen. Idealerweise zudem eine, die regelmäßig neue Kernel-Versionen nachreicht, wie es etwa Fedora, openSUSE Tumbleweed oder Arch Linux und seine Ableger tun. Sie werden Linux 5.4 nämlich in Kürze ausliefern – teilweise vermutlich schon, während diese c't noch am Kiosk liegt. Damit beseitigen sie dann einige der im Test gefundenen Probleme wie die hohe Leerlauf-Leistungsaufnahme der 5700 XT. Ubuntu-Anwender, die den Kernel nicht eigenhändig nachrüsten und dann pflegen, werden dieses und andere Mankos wohl bis zum Erscheinen der nächsten Version im April 2020 ertragen müssen.

## Fazit

Ganz perfekt lief keiner der Bauvorschlag-PCs auf Anhieb. Das kann bei Ersteinrichtung einiges an Ärger und Kopfschmerzen bereiten, wie es beim Test der Fall war. Letztlich gab es aber keine schwerwiegenden Probleme und alle mittelschweren kann man mit Tricks in den Griff bekommen.

Die Display-Probleme beim Mini-PC und der I/O-Fehler beim Luxus-PC hinter-

lassen beim Tester allerdings ein leicht mulmiges Bauchgefühl, denn da scheint jeweils noch was im Busch zu sein. Der Budget-Gamer und der Allround-PC schlagen sich besser. Aber egal, welcher PC es sein soll: Der Test zeigt, dass aktuelle Systeme eine Linux-Distribution brauchen, die einen aktuellen Kernel und frische Grafikkreiber mitbringt. (thl@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Carsten Spille, Der optimale PC 2020, Kaufberatung: aktuelle Prozessoren, Arbeitsspeicher, SSDs & Co., c't 24/19, S. 15 sowie [2], [3] und [4]
- [2] Christian Hirsch, Für alles parat, Bauvorschlag für einen leisen Allround-PC mit Sechskeiner und schneller SSD, c't 24/19, S. 20
- [3] Christian Hirsch, 12 Kerne deluxe, PC-Bauvorschlag mit 12-Kern-CPU und noch schnellerer SSD, c't 24/19, S. 24
- [4] Carsten Spille, 7-Watt-Spar-Mini, Sparsamer Einsteiger- und Office-PC für 250 Euro, c't 24/19, S. 28
- [5] Benjamin Kraft, Gib mir Spielspaß!, Bauvorschlag für einen günstigen Spiele-PC für Full HD, c't 22/19, S. 104
- [6] Carsten Spille, Teufel auf leisen Sohlen, c't 23/19, S. 86
- [7] Rudolf Opitz, Multimedia-Nachhilfe, Günstige Grafikkarten für 4K-Displays und Video, c't 15/2017, S. 146

**Links zu weiterführenden Informationen und dem Diskussionsforum:** [ct.de/yb3v](http://ct.de/yb3v)

## Leistungsvergleich mit Bauvorschlag-PCs unter Ubuntu Desktop 19.10

	Valley (High, 4 × AA) [fps]	Dirt Rally (4 × MSAA, Ultra): UHD / Full-HD [fps]	Rise of the Tomb Raider (Very High, SMAA): UHD / Full-HD [fps]	Shadow of the Tomb Raider (High, SMAA): UHD / Full-HD [fps]	make vmlinux (Linux 5.3, defconfig) [Sekunden]	Leistungsaufnahme Leerlauf / CPU-Last / Volllast [Watt]
	besser ►	besser ►	besser ►	besser ►	◀ besser	◀ besser
<b>7-Watt-Mini-PC mit Athlon 200GE</b>						
Basiskonfiguration	keine Messung	keine Messung	keine Messung	keine Messung	393	7/30/45
<b>Budget-Gamer mit Core i3-9100F</b>						
Basiskonfiguration (Radeon RX 570)	62	35/87	24/65	19/54	193	31/101/283
GeForce 1660	70	37/86	29/81	-¹/69	193	23/107/192
<b>Ryzen-Allrounder mit Ryzen 5 3600</b>						
Basiskonfiguration	keine Messung	keine Messung	keine Messung	keine Messung	80	32/118/144
mit Radeon RX 570	64	35/88	24/66	20/55	80	40/129/308
mit GeForce RTX 2060	113	60/109	50/130	43/111	80	42/129/312
<b>Luxus-PC mit Ryzen 9 3900X</b>						
Basiskonfiguration	keine Messung	keine Messung	keine Messung	keine Messung	45	39/187/213
mit GeForce 2070 Super	116	66/122	58/149	50/129	45	49/201/423
mit Radeon RX 5700 XT	130	82/148	Absturz	40/109	45	84²/236/414

<sup>1</sup> VRam unzureichend    <sup>2</sup> mit Linux 5.4-rc6: 55 Watt



# Über die Schmerzgrenze

## Fünf Schallpegel-Apps für iOS im Test

**iOS-Apps profitieren oft davon, dass die in iPhones eingebaute Hardware den Entwicklern bekannt ist. Gilt das auch für Lärmess-Apps, die eng mit dem Mikrofon des iPhones zusammenspielen? Dieser Frage sind wir im Messlabor nachgegangen.**

**Von Jens Nohl und Dorothee Wiegand**

**D**amit eine Lärmess-App brauchbare Werte liefert, kommt es auf ein gutes Zusammenspiel zwischen Hard- und Soft-

ware an. Im Test von Android-Apps, die aus den Android-Smartphones einen Schallpegelmesser machen sollen [1], stellten wir fest: Nur mit einer optimalen App-Smartphone-Kombination gelingen zuverlässige Messungen. Viele Apps überzeugten auf einem Testgerät und patzten auf dem nächsten.

In diesem Test stellen wir fünf iOS-Apps vor, die das iPhone zum Lärmess-App machen. Sofern die Entwickler die Eigenarten der Hardware berücksichtigen, sollten die Laborergebnisse im Test besser ausfallen als bei den Apps für Android – so unsere Vermutung vor Testbeginn. Bekannte Nichtlinearitäten eines Mikrofons lassen sich nämlich durch eine hinterlegte Korrekturkurve in gewissen

Grenzen kompensieren. Welche Genauigkeit iPhone-Besitzer beim Messen erwarten können, prüften wir im Labor mit zwei Testgeräten, dem etwas älteren, aber immer noch sehr verbreiteten iPhone 7 Plus und einem aktuelleren iPhone XS.

Zwei Teilnahmebedingungen galten für den Test: Einerseits erwarteten wir von den Apps, dass sie den Schalldruckpegel (SPL) nicht nur in der Maßeinheit Dezibel (dB), sondern zur gehörrichtigen Bewertung wahlweise auch mittels A-Filter messen können [2]. Außerdem sollten die Apps kalibrierbar sein.

Diese Apps treten im Test an: Dezibel Messer Pro, Dezibel X Pro, NIOSH SLM, SPL Meter und SPLnFFT Sound

Meter. Von Dezibel Messer Pro gibt es auch eine im Funktionsumfang beschränkte kostenlose Variante, die jedoch laut Hersteller weniger präzise misst; das konnten wir im Test bestätigen. Um sich einen ersten Eindruck vom Bedienkonzept zu machen, taugt sie aber allemal. Wer sich entscheidet, zur kostenpflichtigen Pro-Version zu wechseln, muss diese nach der Einrichtung in den Settings noch freischalten – ansonsten befindet sich die App nach dem Kauf in einem undefinierten Zustand zwischen kostenloser und Pro-Version.

NIOSH SLM stammt vom US-amerikanischen „National Institute for Occupational Safety and Health“, kurz: NIOSH. Diese App wird von der Gesundheitsbehörde kostenlos angeboten, um Nutzer vor zu hohen Lärmpegeln zu schützen.

SPL Meter ist Bestandteil einer vom Entwickler Studio Six Digital angebotenen umfangreicheren Suite namens AudioTools. Diese App mit einem deutlich größeren Funktionsumfang richtet sich vor allem an (semi)professionelle Anwender. Das teurere SPL Pro umfasst einen größeren Teil dieser Funktionen; es verwendet nach Aussage des Herstellers die gleiche Engine wie das hier getestete SPL Meter.

SPLnFFT Sound Meter berechnet FFT- und Terzspektren und bietet damit den Einstieg in die Signalanalyse. Vom Entwickler Fabien Lefebvre gibt es auch die etwas günstigere App logSPL ohne diese Analysemöglichkeiten.

## Ab ins Audiolabor

Der Schwerpunkt des Tests lag auf der Messung im Labor. Um festzustellen, wie die Apps mit unterschiedlichen Schalldruckpegeln umgehen, haben wir rosa Rauschen in unterschiedlichen Lautstärken mit den Apps gemessen und das Ergebnis mit dem unseres Referenzmesssystems verglichen. Die Schallquelle befand sich dabei 50 Zentimeter entfernt vom Smartphone.

Die obere Messgrenze ermittelten wir, indem wir die Lautstärke des Rauschens so lange erhöhten, bis der Mikrofonvorverstärker des Smartphones im Sättigungsbereich arbeitete, die Apps nur noch einen konstanten Messwert anzeigen und auf weitere Pegelerhöhungen nicht mehr reagierten. Zur Ermittlung der unteren Messgrenze reduzierten wir den Pegel des Testsignals so lange, bis zwi-



**Dezibel Messer Pro**

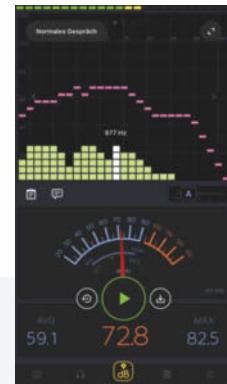
In der senkrechten Ansicht sieht man prominent den momentan gemessenen Schalldruckpegel als Zahlenwert, darunter eine Mini-Signalanalyse. Zur Einschätzung nennt die App eine zum aktuellen Messwert vergleichbare Alltags situation, etwa „Ruhige Straße“ oder „Wecker“. Die Reaktionszeit wählt man zwischen sieben Stufen von sehr schnell bis sehr langsam.

In der waagerechten Ansicht stellt die App Analysen größer dar. Ungewöhnlich: Hier hat der Anwender differenziertere Einstellmöglichkeiten, etwa für das Oktavspektrum, die in der senkrechten Ansicht nicht zur Verfügung stehen, sich aber auf diese auswirken.

Mit dem iPhone 7 Plus lieferte die App auch ohne manuelle Kalibrierung plausible Ergebnisse, die im gesamten Messbereich um weniger als 2 dB von der Referenz abwichen. Mit dem iPhone XS schaffte die App dagegen trotz Kalibrierung keine befriedigenden Ergebnisse: Oberhalb von 90 dB(A) ermittelten wir Abweichungen von weit über 5 dB. Bei einem Testsignal im Bereich der Schmerzgrenze zeigte das Display nur knapp 100 Dezibel – gesundheitsschädiger Lärm wird so verharmlost.

Auf Wunsch zeichnet die App Audiodaten und gemessene Werte auf, sie lassen sich als CAV- oder CSV-Dateien exportieren. Gut gelungen sind auch die Analysefunktionen. AußerdemFFT- und Oktavanalyse ist ein Spektrogramm vorhanden. Die grafische Darstellung der Messwerte lässt sich für jede Funktion flexibel anpassen.

- ⬆️ **klares Bedienkonzept**
- ⬆️ **ansprechende Signalanalyse**
- ⬇️ **auf dem iPhone XS zu ungenau**



**Dezibel X Pro**

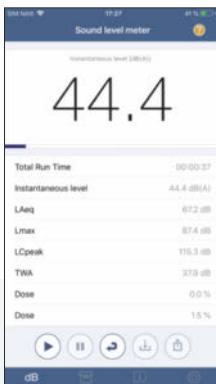
In der übersichtlichen und ansprechend gestalteten Oberfläche von Dezibel X Pro fällt das realistische Zeigerinstrument in der unteren Bildschirmhälfte sofort ins Auge. Es stellt Tendenzen beim Messen besonders gut dar. Maximum und Mittelwert erscheinen zusätzlich als Ziffernanzeige im Display. Auch diese App hilft bei der Einstufung von Geräuschen, indem sie eine zum Messwert vergleichbare Alltagssituation angibt.

Tool-Tipps erklären auf Wunsch die wichtigsten Elemente der Oberfläche – eine nützliche Starthilfe für Einsteiger. Aufgezeichnete Daten kann man in den Formaten CSV, PDF und HTML exportieren. Als Reaktionszeit sind zwei Zeitkonstanten wählbar.

Im Labor beeindruckte Dezibel X Pro wie schon in der Android-Version durch Genauigkeit. Die App deckte auf beiden Testgeräten einen Messbereich von etwa 30 dB bis 130 dB ab und ermöglichte damit Messungen weit oberhalb der Schmerzgrenze. Die Ergebnisse wichen auf beiden Geräten weniger als 1 dB von unserem Referenzmesssystem ab – und das ohne vorheriges Trimmen im Kalibriermenü. Falls ein Nachjustieren erforderlich sein sollte, so kann es in 0,1 dB-Schritten erfolgen.

Mit seiner hohen Genauigkeit und einem großen Messbereich kann Dezibel X Pro einen einfachen Einsteiger-Handschallpegelmesser ersetzen. Zusätzlich erlaubt die App mit den Analysetools Wellenform, Histogramm, FFT und Bardot den Einstieg in die Signalanalyse.

- ⬆️ **übersichtliche Oberfläche**
- ⬆️ **gute Bedienhilfen**
- ⬆️ **sehr genaue Messergebnisse**



## NIOSH SLM

Die schlichte Oberfläche der kostenlosen NIOSH-App zeigt den Messwert groß als Zahlwert an. Darunter gibt es lediglich einen schmalen waagerechten Streifen, der sich je nach Messwert mehr oder weniger mit Farbe füllt. Es folgt eine Liste mit weiteren Angaben wie Mittelwert und Maximalpegel. Der Schwerpunkt dieser App liegt auf der Dosimeter-Funktion: Sie ermittelt die „Lärmdosis“, der der Anwender innerhalb eines bestimmten Zeitraums ausgesetzt ist.

Über das Info-Symbol am unteren Bildschirmrand gelangt man zu ausführlichen englischsprachigen Informationen rund um Gehörschäden, Gehörschutz und korrekte Lärmmeßung. Für Messungen wählt der Anwender zwischen den Bewertungsfilters A und C, als Reaktionszeit stehen zwei Zeitkonstanten zur Wahl. Die App misst den Schalldruckpegel über einen beliebigen Zeitraum. Messwerte lassen sich aufzeichnen und als PDF- oder HTML-Datei exportieren.

Ihre Stärken bewies die App im Labortest: Auch Messungen oberhalb von 120 dB(A) stellten für NIOSH SLM kein Problem dar. Die Messabweichungen auf dem iPhone 7 Plus lagen bei unter 1 dB – und das ohne Kalibrierung. Beim iPhone XS war ein systematischer Messfehler von etwa 2 dB zu beobachten, welcher sich jedoch problemlos korrigieren ließ; die Korrektur erfolgt hier in 0,1-dB-Schritten. Anwender ohne professionellen Kalibrator sollten es aber besser bei der Grundeinstellung belassen.

- ⬆ kostenlose
- ⬆ sehr genaue Messergebnisse
- ⬇ rudimentäre Darstellung



## SPL Meter

Die Oberfläche von SPL Meter verbreitet Vintage-Flair: Die Darstellung des Zeigerinstrumentes erinnert an die VU-Meter von analogen Bandmaschinen der 1970er-Jahre. Ein Drehschalter dient zur Einstellung des Messbereichs in 10-dB-Schritten von 40 bis 140 dB. Wer mit klassischer Messtechnik vertraut ist, kann das Display auf diese Weise optimal ablesen – Einsteiger verwirrt diese Art der Darstellung zunächst. Auf dem neueren iPhone XS nutzt diese App nicht den ganzen Bildschirm aus.

Der Anwender wählt direkt in der Oberfläche zwischen A- oder C-bewerteter Messung und den Zeitkonstanten „schnell“ oder „langsam“ – dann ist die App startklar. Während der Messung erscheinen der momentane und der maximale Schalldruckpegel neben dem Zeigerinstrument als Zahlenwert. Mit dieser App lassen sich keine Messungen aufzeichnen.

Auf unsere Frage gab der Hersteller an, eine Datenbank mit Mikrofonkalibrierdaten aller iPhone-Modelle zu pflegen. Dazu passen die grundsätzlich guten Laborergebnisse von SPL Meter: Im Bereich von 29 bis 112 dB(A) war auf dem iPhone 7 Plus lediglich eine Abweichung von unter 1 dB erkennbar – und das ohne vorherige manuelle Kalibrierung. Auf dem neueren iPhone XS zeigte sich auch hier ein systematischer Messfehler von etwa 2 dB.

SPL Meter überzeugt mit genauen Messergebnissen – allerdings nur bis 112 dB(A). Für Messungen jenseits der Schwelle zur Gesundheitsgefährdung ist die App damit nicht geeignet.

- ⬆ einfache Handhabung
- ⬆ schicke Oberfläche
- ⬇ >112 dB(A) ungeeignet



## SPLnFFT Sound Meter

Der Funktionsumfang von SPLnFFT geht über den eines einfachen Hand-schallpegelmessers hinaus. Dennoch bleibt die Oberfläche übersichtlich. Die Darstellung des Messwertes erfolgt mittels Zeiger, Balken und Ziffern im Stil von Nixie-Röhren. Vom Zeigerinstrument gibt es vier Varianten.

Besonders hilfreich ist die Ansichtsviariante „Scale“: SPLnFFT zeigt darin eine Liste mit Einstufungen von „fast geräuschlos“ über „Gehörschutz empfohlen“ bis „Schmerzschwelle“ samt grüner, gelber und roter Leuchten. Das klappte im Test grundsätzlich gut – jedoch ist es uns mit beiden Smartphones nicht gelungen, die Schmerzschwelle zu erreichen. Mehr als 111 dB(A) zeigten die Displays unserer Smartphones im Test nicht an.

Auf Wunsch exportiert die App ein Messprotokoll. Es umfasst statistische Kennwerte zur Messung und eine grafischen Darstellung auf einer Art Millimeterpapier und wird als Bilddatei (.jpg) gespeichert, die man auf dem Smartphone ablegen oder aus der App per Mail verschicken kann.

Bis 111 dB(A) lieferte SPLnFFT im Labor gute Ergebnisse – auch ohne manuelle Kalibrierung. Auf dem iPhone 7 Plus lag die Abweichung bei unter 1 dB, während auf dem iPhone XS wieder ein systematischer Messfehler von knapp 2 dB auftrat. Geht es darum, einzelne besonders störende Frequenzen eines Geräusches zu detektieren, so bietet SPLnFFT Sound Meter dafür mit FFT- und Terzspektrum grundlegende Werkzeuge zur Signalanalyse.

- ⬆ einfache Handhabung
- ⬆ aufgeräumte Oberfläche
- ⬇ >111 dB(A) ungeeignet

schen dem Messergebnis der App und dem Referenzsystem eine signifikante Abweichung auftrat.

Alle getesteten Apps bieten die Möglichkeit zur Kalibrierung, die jedoch bis auf eine Ausnahme gar nicht nötig war, da die Apps nach der Einrichtung bereits passend vorkalibriert waren. Lediglich Dezibel Messer Pro lieferte auf dem iPhone XS zunächst wenig plausible Werte. Wie im Test der Android-Apps justierten wir hier auf einen mittleren Pegel von 60 dB [3]. Es erfolgte auf diesem Wege eine Korrektur um 13 dB. Die Erwartung, dass die nachfolgenden Testmessungen problemlos gelingen, erwies sich jedoch als Irrglauke: Je weiter wir uns vom Kalibrierpunkt entfernten, desto ungenauer wurden die Messergebnisse.

Die Tabelle auf dieser Seite nennt die unteren und oberen Messgrenzen der Apps. Bedingt durch das Eigenrauschen der Mikrofone waren mit keiner App Smartphone-Kombination Messungen unterhalb von 26 dB(A) möglich. Bei der oberen Messgrenze ergaben sich im Test große Unterschiede. Damit eine App vor gehörschädigendem Lärm warnen kann, sollte sie möglichst hoch liegen, zumindest aber über 120 dB(A).

Bei gehörschädigendem Lärm geht es auch darum, wie lange jemand diesem ausgesetzt ist. Dafür bringen die Apps zum Teil eine sogenannte Dosimeter-Funktion mit, die die Dauer aufzeichnet,

während der ein bestimmter Pegel gemessen wurde.

## Fazit

Generell ist es für Besitzer eines iPhones deutlich einfacher als für Android-Nutzer, eine brauchbare App zum Lärmessen für ihr Mobilgerät zu finden. Die erstbeste App aus dem Store zu laden und auf gute Ergebnisse zu hoffen, kann jedoch unter iOS genauso schiefgehen wie unter Android.

Herausragend auch in diesem Test: Dezibel X Pro. Die mit Abstand teuerste App im Testfeld lieferte auf beiden iPhone-Modellen Messergebnisse mit einer erstaunlich hohen Genauigkeit. Die Zeigeranzeige reicht nicht nur bis 130 Dezibel – man kann diesen Pegel tatsächlich messen. Die App liefert damit für den Hausgebrauch ausreichend genaue Ergebnisse und kann sogar in Extremsituationen – beispielsweise für DJs, die den maximal zulässigen Aussteuerungspunkt der Beschallungsanlage suchen – gute Dienste leisten.

Ebenfalls gut geeignet für eine erste Gefahreneinschätzung ist NIOSH SLM. Mit der schlichten kostenlosen App konnten wir auch oberhalb der Schmerzgrenze von 120 Dezibel noch brauchbare Messergebnisse ermitteln. SPLnFFT und SPL-Meter messen genau – jedoch nur bis knapp über 110 dB(A). Gefahr droht bei diesen Apps, wenn man es mit noch

höheren Schalldruckpegeln zu tun hat, da die Apps dann einen zu niedrigen – für die Gesundheit weniger kritischen – Schalldruckpegel vorgaukeln.

Dezibel Messer Pro überzeugte zwar auf dem älteren iPhone 7 Plus in den Labortests, auf dem iPhone XS aber nicht. Auf unsere Frage hin erklärte der Entwickler, dass die App für die meisten iPhone-Modelle vorkalibriert sei. Offenbar wurde die Charakteristik des Mikrofons im iPhone XS jedoch noch nicht ausreichend berücksichtigt. Laut Entwickler steht ein größeres Update an, das hier möglicherweise eine Verbesserung bringt.

Alles in allem haben Apps dieser Art ihre Grenzen: Für die Messung extrem leiser Geräusche taugen sie grundsätzlich nicht. Allerdings messen sogar Handschallpegelmesser der Genauigkeitsklasse 2 unter 30 dB(A) nicht mehr richtig – dafür ist in jedem Fall professionelle Messtechnik nötig. Das Gleiche gilt, wenn es um normgerechte und gerichtsfeste Messergebnisse geht. Dafür sind Smartphones im Gegensatz zu speziellen Messgeräten nicht konstruiert.

(dwi@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Jens Nohl, Dorothee Wiegand, Schallpegelmesser für die Hosentasche, c't 17/2019, S. 122
- [2] Jens Nohl, Schallmessung: Von der Aufnahme zur psychoakustischen Bewertung, c't 24/2017, S. 168
- [3] Jens Nohl, ... und ständig dieser Lärm!, c't 17/2019, S. 126

## Lärmess-Apps für iOS

	Dezibel Messer Pro	Dezibel X Pro	NIOSH SLM	SPL Meter	SPLnFFT Sound Meter
Hersteller	Vlad Polyaniskiy	SkyPaw Co. Ltd	EA LAB	Studio Six Digital	Fabien Lefebvre
für iOS ab Version	11.0	9.0	10.0	9.0	9.0
Anzeige: Zeiger / Ziffern / Balken	- / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	- / ✓ / (✓) <sup>1</sup>	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓
<b>Funktionsumfang</b>					
dB / dB(A) / dB(C)	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	- / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
Statistik: Min / Mittel / Max	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	- / ✓ / ✓	- / - / ✓	✓ / ✓ / ✓
Dosimeter	✓	✓	✓	-	✓
Bewertungszeit: langsam / mittel / schnell / impulse	✓ / ✓ / ✓ / -	✓ / - / ✓ / -	✓ / - / ✓ / -	✓ / - / ✓ / -	✓ / - / ✓ / -
Anzeige: Waveform / FFT / Oktavspektrum / Terzspektrum	- / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / - / -	- / - / - / -	- / - / - / -	- / ✓ / - / ✓
Aufzeichnung: Daten / Audio / Export	✓ / ✓ / ✓	✓ / - / ✓	✓ / - / ✓	- / - / -	✓ / - / ✓
<b>Dynamikumfang</b>					
untere Messgrenze in dB(A) iPhone 7Plus / XS	27 / 32	27 / 26	28 / 27	29 / 28	28 / 27
obere Messgrenze in dB(A) iPhone 7Plus / XS	129 / 99	127 / 130	126 / 129	112 / 112	111 / 111
<b>Bewertung</b>					
Funktionsumfang	⊕	⊕	○	⊖	⊕
Labergebnisse iPhone 7Plus / XS	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Praxistauglichkeit iPhone 7Plus / XS	⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕
Preis	10,99 €	17,99 € <sup>2</sup>	kostenlos	1,09 € <sup>2</sup>	4,49 € <sup>2</sup>

<sup>1</sup> rudimentäre Darstellung    <sup>2</sup> zusätzliche Funktionen per In-App-Kauf

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht

⊖⊖ sehr schlecht

✓ vorhanden

– nicht vorhanden

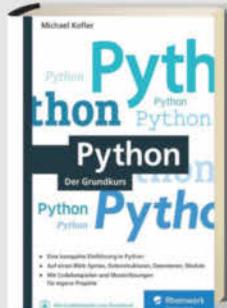
k. A. keine Angabe

# 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

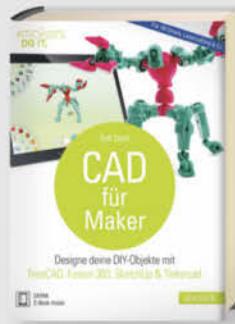
### Maschinelles Lernen (2. Auflg.)

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

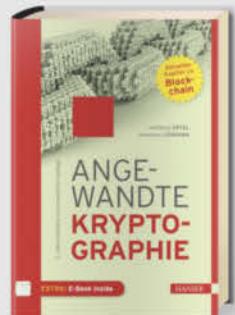
### SCRUM mit User Stories

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

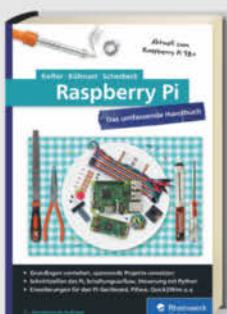
### Angewandte Kryptographie

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 € >



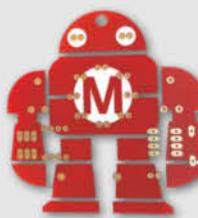
NEU

### 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 nassem Wetter. Als Highlight kommt noch das stilvolle und dezent 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: Rudolf A. Blaha

# Einlasskontrolle

## Das Rechte-System von Windows

**Windows schützt Dateien, Ordner und viele andere Betriebssystemobjekte vor unberechtigten Zugriffen. Das kann man sich durchaus zunutze machen, sollte dazu aber die dahinter steckenden Mechanismen kennen.**

**Von Hajo Schulz**

**M**an versucht, unter Windows eine Datei zu speichern oder zu löschen, und erntet eine Fehlermeldung, die besagt, dass die eigenen Rechte für diesen Vorgang nicht ausreichen. Dabei ist man doch eigentlich Administrator und sollte als solcher alle Rechte besitzen. Je nach

Sichtweise gilt das leider oder glücklicherweise zumindest für Systemdateien nicht unbedingt.

Wenn es sich nicht gerade um eine Systemdatei im Windows-Ordner handelt, kann man den Fehler in der Regel auf zwei verschiedene Arten beheben: Die erste besteht darin, sich echte Administratorrechte zu besorgen. Alternativ kann man versuchen, die Sicherheitseinstellungen der betroffenen Datei oder des Ordners zu ändern. Dazu ruft man deren Eigenschaften im Explorer auf, wechselt auf die Seite „Sicherheit“ und klickt auf „Bearbeiten“. Dort kann man dann das eigene Benutzerkonto der Liste der Benutzernamen hinzufügen. Ist das dort schon vorhanden, reicht es, unten das

Häkchen hinter der gewünschten Berechtigung zu setzen. Bei Systemdateien helfen oft beide Herangehensweisen nicht – was meistens sinnvoll ist, weil man sich durch allzu sorgloses Erweitern von Rechten schnell Sicherheitslöcher einfängt.

Wer trotzdem die Sicherheitseinstellungen seines Systems und der von ihm verwalteten Dateien, Ordner und anderen Objekten bearbeiten möchte, sollte wissen, was dabei hinter den Kulissen passiert. Dieser Artikel erklärt die wichtigsten Bestandteile der Sicherheitsinfrastruktur von Windows 10.

### Objektschutz

Praktisch alle vom Betriebssystem verwalteten Objekte sind unter Windows durch einen Zugriffsschutz gesichert. Eine Maschinerie, die sich im Englischen „Discretionary Access Control“ (DAC), zu Deutsch etwa „benutzerbestimmbare

Zugriffskontrolle“ nennt, prüft vor jeder Operation auf einem geschützten Objekt, ob der dahinter steckende Benutzer sie überhaupt ausführen darf. Zu den derart verwalteten Objekten gehören neben Da-

**ct Hardcore**

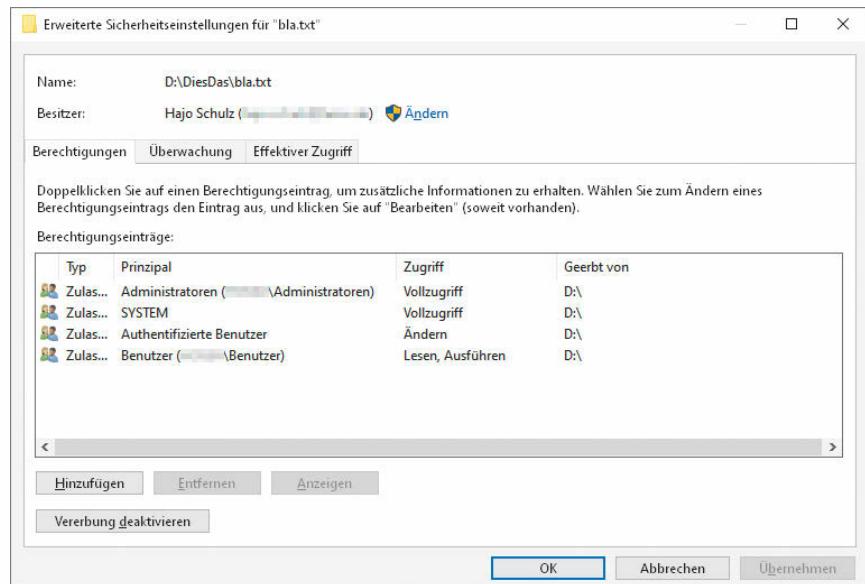
teien und Ordnern unter anderem Registry-Schlüssel, Drucker und Netzwerkfreigaben, aber auch Systemobjekte wie Prozesse, Dienste, geteilte Speicherbereiche oder Desktops. Nicht bei allen Objekten ist das so offensichtlich wie bei Dateien und Ordnern: Eingebaute Dialoge zum Verwalten von Objekt-Rechten gibt es außer im Explorer nur im Registry-Editor; sie regeln den Zugriff auf Schlüssel.

Technisch ist es nicht der Benutzer beziehungsweise sein Konto, das bestimmt, ob eine bestimmte Aktion erlaubt ist, sondern der Prozess, der die Operation anfordert – noch genauer der laufende Thread innerhalb des Prozesses. Dazu erzeugt Windows bei jeder Anmeldung ein sogenanntes Access Token. Es enthält unter anderem eine Kennung des Benutzers sowie eine Liste aller Benutzergruppen, in denen er Mitglied ist. Dieses Token hängt das System an den ersten Prozess, der nach der Anmeldung im Kontext dieses Benutzers startet – normalerweise das Programm userinit.exe. Dieses startet dann direkt oder indirekt alle weiteren Benutzerprozesse. Ab diesem Zeitpunkt erbt jeder neu gestartete Prozess das Access Token seines Vaters, sofern nicht die Benutzerkontensteuerung „Ausführen als“ oder ein anderer Mechanismus etwas anderes bestimmt. Standardmäßig geben Prozesse das Access Token auch an die von ihnen erzeugten Threads weiter.

Durch Benutzerrechte geschützte Objekte – Dateien, Registry-Schlüssel, Prozesse und so weiter – zeichnen sich dadurch aus, dass sie einen sogenannten Security Descriptor besitzen. Die wichtigsten Bestandteile dieser Datenstruktur sind eine Kennung des Besitzers dieses Objekts sowie eine Liste mit Zugriffsrechten. Diese „Discretionary Access Control List“ oder kurz DACL speichert die Zugriffsrechte für dieses Objekt. Jeder Eintrag besteht wiederum aus einer Benutzer- oder Gruppenkennung, einer Liste von Rechten sowie einem Flag, das bestimmt, ob dem Konto diese Rechte zugestanden (Allow) oder entzogen werden (Deny).

Die möglichen Rechte hängen von den Aktionen ab, die mit diesen Objekten möglich sind: Dateien lassen sich etwa lesen, ausführen, ändern oder löschen, Prozesse unterbrechen, fortsetzen oder beenden und so weiter. Das Auslesen und Ändern von Berechtigungen ist wiederum durch eigene Berechtigungen geschützt.

Wenn ein Thread eine geschützte Ressource verwenden möchte, schaut



Windows schützt Dateien auf NTFS-Laufwerken vor unberechtigten Zugriffen. Wer welche Rechte besitzt, kann man über den Eigenschaften-Dialog im Explorer prüfen und konfigurieren.

sich Windows nacheinander die Einträge in deren DACL an und vergleicht die darin gespeicherten Kennungen mit den im Access Token des Threads gespeicherten. Findet sich dabei eine Deny-Regel für ein angefordertes Recht, die zu einem der Konten im Access Token passt, bricht die Prüfung ab und der Zugriff wird abgelehnt. Dadurch überstimmt eine Deny-Regel im Zweifel eine Zulassen-Regel für dasselbe Recht. Der Zugriff scheitert auch, wenn beim Abarbeiten der kompletten Liste keine Allow-Regel für das gewünschte Recht passt. Nur wenn für alle Rechte eine explizite Genehmigung vorhanden ist, lässt Windows den Zugriff zu.

## Identität

Wenn es um Zugriffsrechte geht, identifiziert Windows Benutzer, Gruppen und andere Konten nicht durch ihren Namen, sondern durch eine SID – die Abkürzung steht für Security Identifier. Eine SID für ein Benutzerkonto ist üblicherweise eine lange Zahlenkombination der Form

S-1-5-21-1234567890-123456789-  
↳ 1234567890-1001

Das führende S kennzeichnet die Ziffernfolge dabei als SID, die 1 stellt die (bislang einzige existierende) Revisionsnummer dar. Die 5 sagt aus, dass es sich um eine Windows-Sicherheitskennung handelt; weitere Werte, die Ihnen an dieser Stelle begegnen können, sind unter anderem 1

für globale SIDs und 16 für Verbindlichkeitsstufen – dazu später mehr. Die folgenden vier Zahlen kennzeichnen eine Windows-Installation beziehungsweise eine Windows-Domäne weltweit eindeutig (jedenfalls aller Wahrscheinlichkeit nach) und sind für alle in diesem System erzeugten SIDs gleich. Mit der letzten Zahl nummeriert Windows die auf einem Rechner oder in einer Domäne erstellten Benutzer- und Gruppenkonten durch; das erste Konto trägt dabei die Nummer 1001. Kleinere Zahlen an letzter Stelle stehen für lokale vordefinierte Konten, so trägt etwa das lokale Administratorkonto stets die Nummer 500, das Gastkonto die 501. Ob eine SID für einen Benutzer oder eine Gruppe steht, sieht man ihr nicht an.

Neben maschinenspezifischen gibt es auch global einheitliche SIDs. Beispielsweise hat die Benutzergruppe der Administratoren auf jedem Windows-System die SID S-1-5-32-544. Außerdem ist jeder angemeldete Benutzer automatisch Mitglied der Gruppe „Jeder“ (S-1-1-0); wer sich lokal und nicht über das Netzwerk anmeldet, gehört zur Gruppe „Lokal“ (S-1-2-0). Auch die SIDs für die vordefinierten Dienstkonten sind überall dieselben; sie lauten S-1-5-18 für das Konto „System“, S-1-5-19 für „Lokaler Dienst“ und S-1-5-20 für „Netzwerkdienst“.

Eine Liste aller SIDs, die auf einem System bekannt sind, samt der dazugehörigen Konten, liefert folgende PowerShell-Befehlszeile:

Name	SID
[REDACTED]	S-1-5-21-1868864785-1838384398-1238475077-1004
[REDACTED]	S-1-5-21-1868864785-1838384398-1238475077-1005
Tesch	S-1-5-21-1868864785-1838384398-1238475077-1006
Administrator	S-1-5-21-1868864785-1838384398-1238475077-500
Gast	S-1-5-21-1868864785-1838384398-1238475077-501
DefaultAccount	S-1-5-21-1868864785-1838384398-1238475077-503
WDAGUtilityAccount	S-1-5-21-1868864785-1838384398-1238475077-504
Administratoren	S-1-5-32-544
Benutzer	S-1-5-32-545
Gäste	S-1-5-32-546
Hauptbenutzer	S-1-5-32-547
Sicherungs-Operatoren	S-1-5-32-551
Replikations-Operator	S-1-5-32-552
Remotedesktopbenutzer	S-1-5-32-555

Die Namen und SIDs aller auf dem System bekannten Benutzer- und Gruppenkonten kann man mit der PowerShell erfahren. Mit Out-GridView wird das sogar ziemlich übersichtlich.

```
gcim Win32_Account | ft Name, SID
```

Wenn Sie sich nur für die Benutzerkonten interessieren, tauschen Sie Win32\_Account gegen Win32\_UserAccount. Eine Liste der Benutzergruppen gibts mit Win32\_Groups.

Normalerweise muss man sich als Anwender nicht mit SIDs herumschlagen. Gelegentlich bekommt man sie aber doch zu sehen, etwa wenn ein NTFS-Laufwerk von mehreren Windows-Installationen aus benutzt werden soll. Ob es sich um ein externes Laufwerk handelt oder ein fest eingebautes, auf das man von mehreren Windows-Parallelinstallationen aus zugreifen will, ist dabei egal. In beiden Fällen kann es passieren, dass man in den Eigenschaften einer Datei oder eines Ordners auf der Seite „Sicherheit“ unter den Gruppen- und Benutzernamen einen Eintrag nach dem Muster „Unbekanntes Konto (S-1-5-21...)“ findet. Das Konto gehört dann zu einer anderen Windows-Installation. Wenn Sie nicht über die Mitgliedschaft in einer global definierten Gruppe Zugriff auf die Datei haben, können Sie sie in diesem System wahrscheinlich nicht lesen oder überschreiben. Dass Sie womöglich auf beiden Systemen denselben Benutzernamen und dasselbe Kennwort verwenden, hilft da nicht – die SIDs der beiden Konten unterscheiden sich auf jeden Fall. Mit Administratorrechten können Sie aber in der Regel Ihrem Konto auf dem aktuellen System die gewünschten Rechte verschaffen – SIDs aus verschiedenen Systemen in der Sicherheitsbeschreibung ein und derselben Datei sind nichts Ungewöhnliches. Umgekehrt ändert das Umbenennen eines Benutzer- oder Gruppenkontos nichts an den Rechten, die dieses Konto genießt – die SID bleibt dabei ja gleich.

Die SID des eigenen, gerade angemeldeten Benutzerkontos zeigt der Befehl

whoami /user an, einzugeben in eine Eingabeaufforderung oder ein PowerShell-Fenster. Zu welchen Gruppen dieses Konto gehört, finden Sie mit whoami /groups heraus. Die Ausgabe wird übersichtlicher, wenn Sie sie mit der zusätzlichen Option /fo list auf ein Listenformat umschalten.

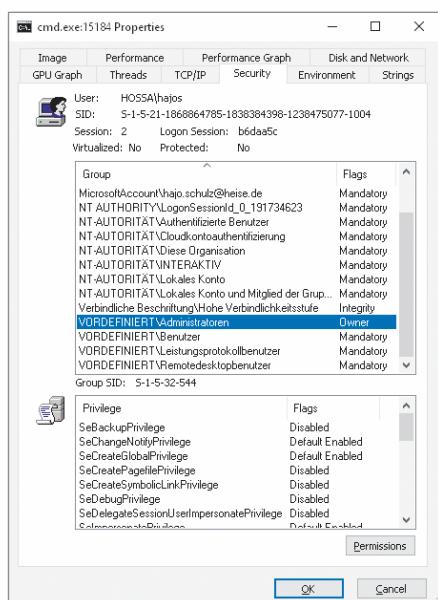
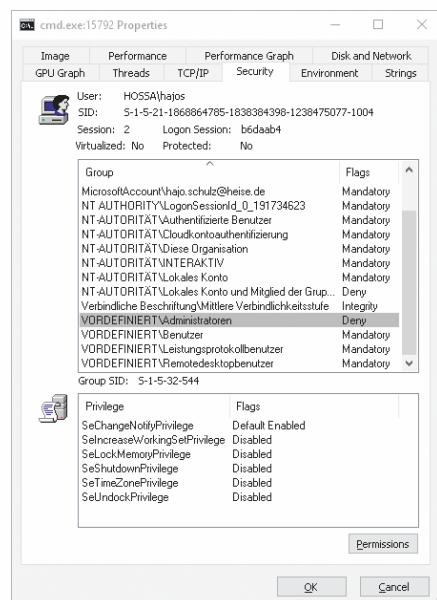
## Benutzerkontensteuerung

Genau genommen zeigt das Programm whoami gar nicht die Benutzer- und Gruppen-SIDs des angemeldeten Benutzers an, sondern die seines eigenen Prozesses. Deshalb unterscheidet sich die Ausgabe auch geringfügig, je nachdem, ob Sie den Befehl in eine normale oder eine mit Administratorrechten gestartete Eingabeaufforderung eingeben. Der whoami-Prozess erbt ja das Access Token seines Vaterprozesses, in diesem Fall der Eingabeaufforderung (cmd.exe). Dass dieses Token mit

Admin-Rechten ein bisschen anders aussieht als ohne, ist das Werk der Benutzerkontensteuerung (kurz UAC für User Account Control).

Normalerweise genießen Prozesse nur die Rechte eines eingeschränkten Benutzers, auch wenn sie unter einem Konto gestartet werden, das Mitglied der Gruppe „Administratoren“ ist. Benötigt ein Programm volle Rechte, muss der Benutzer das genehmigen, indem der die Sicherheitsabfrage der UAC bestätigt. Eine Ausnahme bilden nur einige Windows-eigene Werkzeuge zum Bearbeiten von Systemeinstellungen wie die Einstellungen-App oder die Systemsteuerung. Sie verschaffen sich die vollen Rechte ohne Rückfrage.

Das normalerweise verwendete Access Token und das für Prozesse mit vollen Rechten unterscheiden sich in mehreren Punkten. Der auffälligste ist wahrscheinlich, dass der Benutzer bei eingeschränkten Prozessen als Mitglied der Gruppe „Verbindliche Beschriftung\Mittlere Verbindlichkeitsstufe“ geführt wird, bei Admin-Prozessen dagegen als Mitglied von „Verbindliche Beschriftung\Hohe Verbindlichkeitsstufe“. Bei diesen Namen handelt es sich um ziemlich unglückliche Übersetzungen der englischen Bezeichnungen. Um zu verstehen, was damit gemeint ist, muss man wissen, dass Windows seit Vista beim Zugriff auf geschützte Objekte zusätzlich zu der oben beschriebenen benutzerbestimmten Zugriffskontrolle auch noch eine obligatorische Integritätsprüfung



Die Security Tokens von Prozessen ein und desselben Programms unterscheiden sich, je nachdem, ob sie mit eingeschränkten (links) oder Admin-Rechten laufen.

(Mandatory Integrity Check, MIC) durchführt, und zwar vor einer. Dazu steckt im Access Token eines jeden Prozesses eine spezielle SID, die seinen Integrity Level, also seine Vertrauensstufe kennzeichnet. Davon gibt es fünf Stück: Untrusted, Low, Medium, High und System. Normale Benutzerprozesse laufen auf dem Level Medium, Admin-Prozesse als High und Dienste als System. Die Stufen Untrusted und Low haben wir in freier Wildbahn bislang nur bei Browsern beobachtet. Zusätzlich gibt es noch die Stufe AppContainer, mit der Windows laufende UWP-Apps versieht, die aber auf derselben Stufe wie Low steht.

Jedes gesicherte Objekt trägt in seinem Security Descriptor ein Mandatory Label, also ein Kennzeichen seiner Vertrauensstufe. Ein Prozess kann schreibend grundsätzlich nur auf Objekte zugreifen, die zu derselben oder einer niedrigeren Stufe gehören als er selbst (No-Write-Up). Normale Dateien und Ordner besitzen die Integritätsstufe Medium; die gilt auch implizit für Objekte, die kein Mandatory Label tragen.

Eine Ausnahme bilden Prozesse: Sie sind ja nicht nur die handelnden Instanzen, die ein Access Token tragen, sondern auch ihrerseits geschützte Objekte, die der Zugriffskontrolle unterliegen. In dieser Eigenschaft tragen sie auch einen Security Descriptor, der zum Beispiel regelt, wer sie unterbrechen, fortsetzen oder beenden darf oder wer ihnen in den Speicher sehen kann. Hier greift der MIC auch schon beim Lesen: Hauptspeicherinhalte sind für Prozesse mit niedrigerem Integrity Level tabu (No-Read-Up). Die in der DACL festgelegten Rechte gelten natürlich trotzdem.

Benutzt wird der MIC wie erwähnt vor allem bei Browsern: Die gängigen Vertreter starten gleich mehrere Prozesse. Diejenigen davon, die für die Abarbeitung von aus dem Internet stammendem Code zuständig sind, laufen auf der Vertrauensstufe Low, bei Chrome sogar Untrusted. Damit ist ihnen der Schreibzugriff auf die allermeisten Dateien und Ordner verwehrt; unvertrauter Code aus dem Internet kann beispielsweise von vornherein keine lokalen Systemeinstellungen ändern und keine Benutzerdateien manipulieren oder löschen. Damit ein Browser trotzdem etwa einen Cache unterhalten oder Cookies speichern kann, gibt es im Ordner %UserProfile%\AppData den Ordner LocalLow: Er besitzt nur die Sicherheitsstufe Low und ist damit für die Browser-Prozesse beschreibbar, die auf dieser Stufe laufen.

Die Verbindlichkeitsstufe laufender Prozesse kann man sich zum Beispiel mit dem Microsoft-Sysinternals-Tool Process Explorer ansehen (Download via ct.de/yp8t). In der Prozessliste klickt man dazu mit der rechten Maustaste auf einen der Spaltenköpfe und wählt den Befehl „Select Columns“. Auf der Seite „Process Image“ des erscheinenden Dialogs findet sich unter anderem der Schalter „Integrity Level“.

Ein weiteres Tool aus der Sysinternals Suite ist in der Lage, die Integrity Labels von Dateien, Ordnern, Registry-Schlüsseln und einiger weiterer Objekte anzuzeigen, allerdings nicht grafisch, sondern nur in der Konsole. Gemeint ist das Programm accesschk. Eine Beschreibung seiner umfangreichen Optionen würde hier den Rahmen sprengen, sie erschließen sich mit accesschk -?.

## Hochgestuft

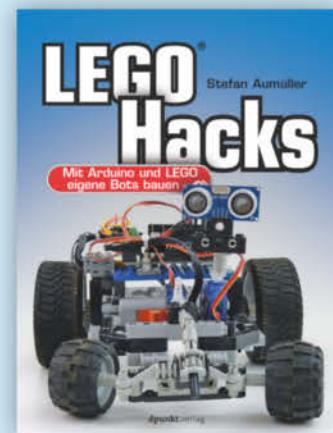
Auch wenn die Verbindlichkeitsstufe der augenfälligste Unterschied zwischen Prozessen mit eingeschränkten und solchen mit Administratorrechten sein mag, ist er im Alltag nicht der wich-



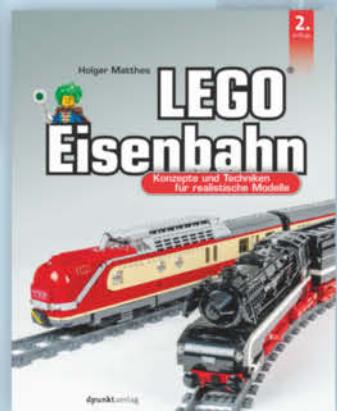
2019, 356 Seiten  
€ 32,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-687-9



2019, 272 Seiten  
€ 26,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-644-2



2019, 320 Seiten  
€ 29,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-643-5



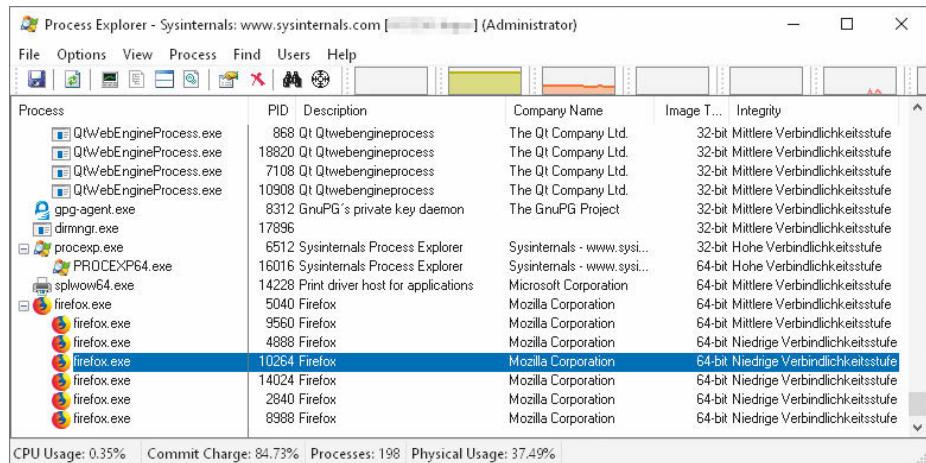
2. Auflage  
2019, 320 Seiten  
€ 26,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-641-1



2020, 202 Seiten  
€ 29,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-711-1



**dpunkt.verlag**  
www.dpunkt.de



Die „Niedrige Verbindlichkeitsstufe“ von Browser-Prozessen verhindert, dass unvertrauter Code Dateien auf der Festplatte überschreiben kann.

tigste. Dass etwa in Programme-Ordnern nur Admin-Prozesse Schreibzugriff haben, liegt an etwas anderem: Vergleicht man die Ausgabe von `whoami /groups` in beiden Fällen genauer, sieht man, dass beide Benutzerkontexte Mitglied der Gruppe „Vordefiniert\Administratoren“ sind. Allerdings steht bei den Attributen dieser Gruppe mit eingeschränkten Rechten „Gruppen, die nur zum Ablehnen verwendet wird“ (sic!), mit vollen Rechten „Verbindliche Gruppe, Standardmäßig aktiviert, Aktivierte Gruppe, Gruppenbesitzer“. Der Unterschied besagt, dass die Mitgliedschaft in der Gruppe der Administratoren im ersten Fall nur dazu verwendet wird, mögliche Deny-Regeln in DACL-Einträgen von Objekten zu prüfen, im zweiten Fall für alle Regeln. So kommt bei dem Versuch, als eingeschränkter Nutzer eine Datei im Programme-Ordner zu schreiben, die Regel, die Administratoren dort Schreibzugriff gewährt, gar nicht zum Zuge – der Zugriff scheitert.

Warum macht Windows es sich so kompliziert und löscht die Administratoren-Mitgliedschaft nicht einfach aus dem Security Token von Prozessen, die ein Mitglied dieser Gruppe mit eingeschränkten Rechten startet? Weil dann der kuriose Fall eintreten könnte, dass ein eingeschränkter Prozess mehr Rechte hat als ein heraufgestufter – nämlich dann, wenn es irgendwo eine Regel gibt, die der Gruppe der Administratoren explizit einen bestimmten Zugriff auf eine Ressource verbietet.

Wer sich für den Inhalt von Access Tokens fremder Prozesse interessiert, kann sie sich mit dem eben schon erwähnten Process Explorer ansehen: Ein Doppelklick auf einen Prozess öffnet dessen Eigenschaften; das Access Token wird auf der

Seite „Security“ angezeigt. Um die Flags wie „Mandatory“ oder „Deny only“ in der Liste der Gruppenmitgliedschaften zu sehen, muss man die nach links scrollen oder das Fenster etwas breiter aufziehen.

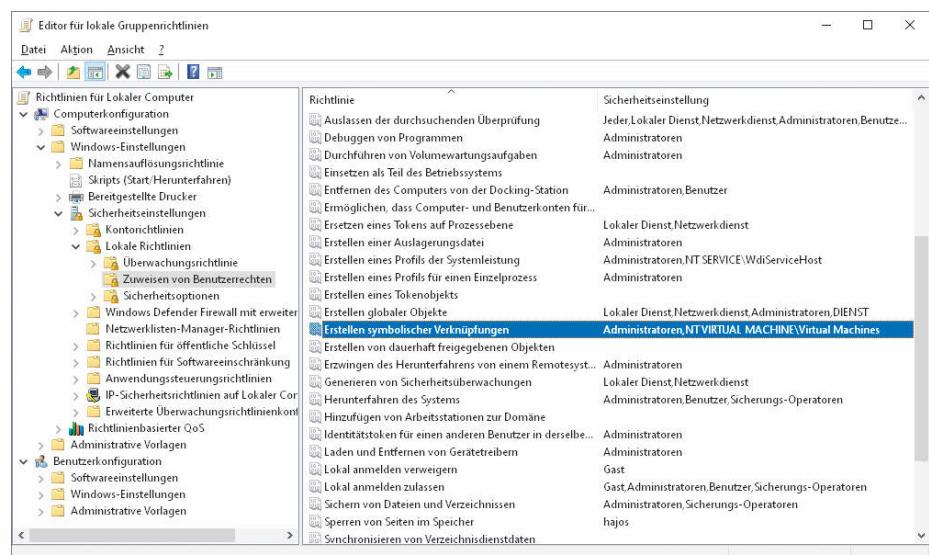
## Privilegien

Access Tokens enthalten neben den SIDs des zuständigen Benutzerkontos und den Gruppen, denen es angehört, noch sogenannte Privilegien: Darüber steuert Windows nicht den Zugriff auf einzelne geschützte Objekte, sondern legt fest, wer bestimmte Betriebssystemfunktionen ausführen darf, beispielsweise die Systemzeit ändern, laufende Programme debuggen oder den Rechner herunterfahren. Auch die Liste der Privilegien unterscheidet sich bei Prozessen, die Mitglieder der

Administratoren-Gruppe mit eingeschränkten Rechten ausführen, von solchen, die mit vollen Rechten laufen. Nachprüfen kann man das mit dem Konsolbefehl `whoami /all` oder auf der Security-Seite von Properties-Fenstern des Process Explorers.

Zu den Privilegien, die Administratoren genießen, gehört das Recht, den Besitz beliebiger geschützter Objekte zu übernehmen (`SeTakeOwnership`). So können sich Admins Zugriff auf Objekte verschaffen, die ihnen eigentlich verwehrt sind, zum Beispiel Schreibrechte auf Systemdateien im Windows-Ordner. Das ist nur in äußersten Ausnahmefällen sinnvoll, außerdem sollte man dabei mit größter Vorsicht zu Werke gehen, um keine Sicherheitslücken aufzurießen, die etwa Malware zum Eindringen in das System ausnutzen könnte! Mit dem Windows Explorer ist hier allerdings nichts zu gewinnen, denn der läuft stets mit eingeschränkten Rechten. Nötig ist ein alternativer Dateimanager, der mit Admin-Rechten laufen kann. Zur Not funktioniert auch ein mit vollen Rechten gestartetes Notepad: Dessen „Datei öffnen“-Dialog kann als Not-Explorer dienen, wenn man unten die angezeigten Dateien von „Textdateien (\*.txt)“ auf „Alle Dateien (\*.\*)“ umschaltet.

Den Besitz einer Datei oder eines Ordners übernimmt man, indem man deren Eigenschaften aufruft, zur Seite „Sicherheit“ wechselt, dort auf „Erweitert“ und oben hinter „Besitzer“ auf „Ändern“ klickt. Um Tippfehler zu vermeiden, sollte man den Namen des Kontos, das Eigen-



Die Privilegien von Konten lassen sich in den Gruppenrichtlinien bearbeiten. Mit einem Kniff funktioniert das sogar unter Windows 10 Home.

tümer werden soll, nicht eintippen, sondern stattdessen auf „Erweitert“ und „Jetzt suchen“ klicken, damit man den Benutzer oder die Gruppe aus einer Liste auswählen kann. Will man anschließend noch Rechte ändern, sollte man zunächst alle offenen Dialoge mit OK bestätigen und die Eigenschaften erneut öffnen.

Wer im System welche Privilegien genießt, lässt sich über die lokale Sicherheitsrichtlinie konfigurieren. An die kommt man normalerweise unter den Home-Editionen von Windows nicht heran; ihnen fehlt der dazu nötige Gruppenrichtlinieneditor. Findige Tüftler haben aber einen Weg gefunden, dieses Werkzeug in Windows 10 Home nachzuinstallieren. Bei dem via ct.de/yp8t herunterladbaren „GPEdit Enabler for Windows 10 Home Edition“ handelt es sich um eine winzige Batch-Datei, die einige eigentlich vorhandene, aber normalerweise nicht installierte Systemkomponenten in den Untiefen des Windows-Ordners aufspürt und mithilfe des Programms `dism` ins System einbaut [2]. Bei unseren Versuchen hat das gut funktioniert, eine Garantie können wir aber nicht übernehmen. Ob die Manipulation ein Funktions-Upgrade von Windows überlebt, muss sich erst noch zeigen – möglicherweise muss man die Batch-Datei danach erneut ausführen. Ein Risiko, sich womöglich Malware einzufangen, können wir aber ausschließen, denn das Tool lädt keinerlei ausführbare Dateien nach.

Starten lässt sich der Gruppenrichtlinieneditor mit der Eingabe `gpedit.msc` in eine Eingabeaufforderung oder den Windows+R-Dialog. Die Benutzerprivilegien finden sich dort unter „Computerkonfiguration/Windows-Einstellungen/Sicherheitseinstellungen/Lokale Richtlinien/Zuweisen von Benutzerrechten“; Änderungen erfordern Administratorrechte. Von Windows vorgegebene Berechtigungen zu löschen, können wir nicht empfehlen, denn damit handelt man sich womöglich unerwünschte Nebenwirkungen ein. Allzu großzügiges Hinzufügen ganzer Benutzergruppen zu Privilegien reißt womöglich Sicherheitslöcher auf. Wer aber beispielsweise gerne mit symbolischen Links im Dateisystem arbeitet, kann hier sein eigenes Benutzerkonto dem Recht „Erstellen symbolischer Verknüpfungen“ hinzufügen und spart sich künftig das Öffnen einer Admin-Konsole zum Anlegen von Symlinks. Änderungen wirken sich auf das oder die betroffenen Konten erst nach der nächsten Anmeldung aus.

### Nicht übertreiben!

Auch wenn es schon gesagt wurde: Bei den allermeisten Rechte-Einstellungen im System haben sich die Windows-Entwickler etwas gedacht. Jede Änderung an den Rechten von Systemdateien und anderen Komponenten will gründlich überlegt sein, denn sie kann unerwünschte Nebenwirkungen nach sich ziehen – von Sicherheitslücken bis zum Versagen von Funktionen. Mit dem Wissen um die Mechanismen der Sicherheitsinfrastruktur lassen sich solche Entscheidungen aber ein bisschen fundierter treffen.

(hos@ct.de) 

### Literatur

- [1] Harald Bögeholz, Rechte und Rechtschaffenheit, Die Sicherheitsarchitektur von Windows Vista, c't 10/2007, S. 180
- [2] Axel Vahldiek, Noch vor dem Startschuss, Windows-Installation im Voraus anpassen, c't 1/2019, S. 164
- [3] Pavel Yosifovich et al., Windows Internals Seventh Edition, Part 1, Microsoft Press, Redmond 2017, ISBN 978-0-7356-8418-8

**Tools zum Download:** [ct.de/yp8t](http://ct.de/yp8t)

## 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



Bild: Thorsten Hübler

# Und Actions!

## Erste Schritte mit GitHubs CI/CD-Werkzeug Actions

**Mit Actions nimmt GitHub Entwicklern nervige Fleißarbeit ab. Das Versionieren, Testen, Paketieren und Veröffentlichen von Software passiert damit auf einer einzigen Plattform.**

**Von Merlin Schumacher**

Ein automatisierter Entwicklungs-Workflow, der einem die Pflichtaufgaben abnimmt, ist nicht nur ein Segen, sondern gehört heutzutage zum guten Ton in der Softwareentwicklung. Dienste wie Travis, CircleCI oder GitLab bieten solche CI/CD-Lösungen (Continuous Integration/Continuous Delivery) in der Cloud

schon lange an. Mit GitHub Actions kommt nun eine mächtige in die Plattform integrierte CI/CD-Lösung hinzu.

Workflows werden in Actions durch YAML-Dateien definiert. Diese Dateien liegen zusammen mit dem Code im Repository. Die erste Version von Actions verwendete die Hashicorp Configuration Language (HCL), mit Version

2 hat GitHub zu YAML gewechselt. Deshalb finden sich allerhand Tipps im Netz, die HCL verwenden. All diese Hinweise sind überholt. Auch die Actions für Version 1 funktionieren nicht mehr. Actions, die mit Version 2 funktionieren, finden Sie zuhau im GitHub-Marketplace.

GitHub stellt für die Ausführung der Action-Workflows, also der vom Entwick-

ler festgelegten Abläufe, virtuelle Maschinen, sogenannte Runner, bereit. Windows- und Linux-Runner laufen in der Azure-Cloud des Mutterkonzerns Microsoft. macOS-Runner stellt der Anbieter MacStadium bereit. Unabhängig vom Betriebssystem ist jeder Runner mit zwei CPUs, 7 GByte Arbeitsspeicher und 14 GByte SSD-Speicherplatz ausgestattet. Das dürfte auch für aufwendige Projekte reichen. Sollte es doch knapp werden, kann man die Actions-Aufgaben auch auf eigenen Runnern starten.

Wer keinen kostenpflichtigen GitHub-Tarif gebucht hat, darf bis zu 20 Jobs parallel laufen lassen – davon höchstens fünf auf macOS. Letzteres ist wohl den höheren Hosting-Kosten von macOS geschuldet, da Apple keinerlei Serverhardware mehr liefert. Laufen die Jobs länger als sechs Stunden, bricht GitHub sie ab.

Wer zahlt, erhält größere Kontingente. Eine Übersicht finden Sie in der Tabelle auf Seite 165.

Viele Programme und Dienste sind auf den Runnern bereits installiert. Sie können diese direkt innerhalb eines Jobs starten. Welche Programme in welchen Versionen auf den verschiedenen Plattformen verfügbar sind, listet GitHub auf

**ct Hardcore**

```

name: CI
on: [push]
jobs:
  build:
    runs-on: ubuntu-latest
    steps:
      - uses: actions/checkout@v1
      - name: Run a one-line script
        run: echo Hello, world!
      - name: Run a multi-line script
        run: |
          echo Add other actions to build,
          echo test, and deploy your project.

```

### GitHubs Einstiegsbeispiel für Actions sagt „Hallo, Welt!“.

ten. Die Actions sind nicht nur auf Dienste von GitHub beschränkt. Sie finden Actions von anderen Entwicklern und Diensten in GitHubs Marketplace. Actions sind eigentlich nur Nodejs-Module oder Docker-Container, die innerhalb des Jobs laufen. So können Sie sich bei fehlgeschlagenen Builds per Chat benachrichtigen lassen, vor dem Veröffentlichen noch mal den Code formatieren oder den Code per Druck auf einen Bluetooth-Knopf übersetzen lassen.

Der erste Schritt im Beispiel ist hier das Klonen des Repositorys. Dafür kommt die von GitHub bereitgestellte Action `actions/checkout@v1` zum Einsatz. Sie klont immer den Zustand des Repositorys, bei dem der Job ausgelöst wurde. So ist sichergestellt, dass ein Commit ein paar Minuten später nicht Ihr Testergebnis verändert. Fehlt der Aufruf von `checkout`, steht der Code innerhalb des Jobs nicht bereit.

Anschließend kommen zwei `run`-Aufrufe. Der erste gibt nur „Hello, world!“ aus. Auch hier legt `name` den Titel des Vorgangs fest. Der zweite Schritt ist etwas spannender: Wer mehrere Befehle innerhalb eines Schritts verketten muss, kann dies mit dem Voranstellen des Pipe-Symbols (`|`) tun. Die Befehle landen dann jeweils in einer Zeile.

Um den Workflow zu speichern, klicken Sie oben rechts auf „Start commit“ und geben, wenn Sie möchten, eine Commit-Beschreibung ein. Ein Klick auf „Commit new file“ speichert die Datei in Ihrem Repository. Die Workflows landen immer im Master-Zweig, auch wenn Sie

einer sehr ausführlichen Dokumentationsseite auf. Diese Seite und alle weiteren Links finden Sie über ct.de/y7xf. Wenn in einem Runner Software fehlt, können Sie fehlende Abhängigkeiten nachinstallieren.

## Der erste Workflow

Um Ihren ersten Workflow zu erzeugen, klicken Sie in Ihrem Repository auf den Reiter „Actions“. Dort bekommen Sie allerhand Vorschläge für Workflows. Vermutlich ist bereits ein passender Vorschlag für Ihr Projekt dabei. Klicken Sie für den Nachbau der folgenden Schritte rechts oben auf „Set up a workflow yourself“, um einen simplen Beispiel-Workflow zu erzeugen.

Nun öffnet sich ein Editor mit der automatisch erzeugten Datei `main.yml`, die im Verzeichnis `.github/workflows` liegt. Der Editor besitzt eine integrierte Auto vervollständigung und hebt Fehler hervor. In `.github/workflows` liegen alle Beschreibungsdateien für die Actions-Workflows. Sie können dort beliebig viele Workflows hinterlegen. Die `main.yml` ist nicht leer. Sie enthält das Hello-World-Beispiel, das Sie im Kasten oben sehen können.

Das Schlüsselwort `name` definiert den im GitHub-Interface für den Workflow angezeigten Namen. Hier sollte man eindeutige Namen vergeben, um bei größeren Projekten den Überblick zu behalten.

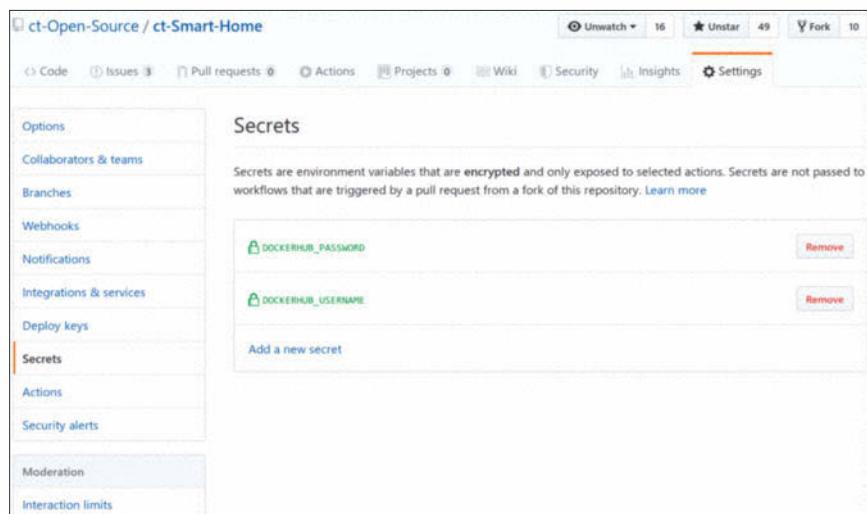
`on` bestimmt, was die Ausführung des Jobs anstößt. Hier ist das ein beliebiger Push in irgendeinen Zweig des Repositorys. Workflows können aber auch auf Pull-Requests, Issues, Forks und zahlreiche weitere Ereignisse reagieren. Die Ausführung zu einer bestimmten Zeit ist ebenfalls möglich. Eine komplette Übersicht findet sich in der Actions-Dokumentation (siehe ct.de/y7xf).

`jobs` definiert einen oder mehrere Aufgaben, die Teil des Workflows sind. Im Beispiel gibt es nur einen Job namens `build`. Jeder Job muss auf einer Betriebssystem-Plattform laufen (`runs-on`). Hier ist das die neueste Ubuntu-Version.

Ein Job umfasst wiederum mehrere Schritte (`steps`). Die Schritte können entweder durch `run` beliebige Kommandos innerhalb der Runner-Umgebung ausführen oder externe Actions starten, die `uses` definiert. Einigen Actions müssen Sie Parameter übergeben. Welche das sind, erklären deren Marketplace- oder GitHub-Sei-

## GitHub-Tarife und Action-Jobs

Tarif	maximale Jobs	davon macOS
Free	20	5
Pro	40	5
Team	60	5
Enterprise	180	15



Mittels Secrets können Sie Variablen und Zugriffsschlüssel, die im Code nichts verloren haben, an Workflows übergeben.

The screenshot shows the GitHub Workflows interface. On the left, there's a sidebar with 'Workflows' and 'New workflow' buttons. Below them are buttons for 'All workflows', 'Push', and 'Release'. The main area is titled 'All workflows' and lists four entries:

- Release**: master, triggered by merlinschumacher, 5 days ago, 15m 18.0s
- Push**: master, triggered by merlinschumacher, 5 days ago, 15m 14.0s
- Push**: master, triggered by merlinschumacher, 5 days ago, 15m 21.0s
- Push**: master, triggered by merlinschumacher, 5 days ago, 15m 14.0s

Ein Push und ein Release lösen unterschiedliche Actions-Workflows aus.

Jobs auslösen, die für andere Zweige gedacht sind.

## Variablen und Secrets

In den Workflows können Sie verschiedene Variablen nutzen, um deren Ablauf zu beeinflussen. So lassen sich Zugriffsschlüssel, Umgebungsvariablen oder Softwareversionen flexibel einbinden.

Einige Variablen werden von der Actions-Umgebung befüllt, andere können Sie mittels sogenannter Secrets für das Repository selbst definieren. Dabei muss man unterscheiden zwischen Umgebungsvariablen innerhalb des Jobs und Kontextvariablen, die vom Workflow bestimmt werden und den Aufbau des Jobs beeinflussen.

Umgebungsvariablen können Sie in `run`-Kommandos wie Shell-Variablen einsetzen, beispielsweise `$USER`. Eine Umgebungsvariable wie diese legen Sie mittels des Parameters `env` für einen Schritt fest:

```
- name: Say hello
  run: echo Hello, $USER
  env:
    USER: "cttest"
```

Die Variable steht dann innerhalb der Kommandozeilenumgebung des Jobs als Umgebungsvariable zur Verfügung oder `echo` gibt ihren Wert aus. Actions zeigt deren Wert innerhalb der Logs aus Sicherheitsgründen aber nicht an.

Kontextvariablen können Sie innerhalb der Workflow-Konfiguration einsetzen. Diese beginnen mit einem Dollar-Zeichen und werden in zwei geschweifte Klammern eingefasst. GitHub stellt diverse Kontextvariablen bereit, die zum Beispiel Informationen zum Repository und auch zum aktuellen Job liefern. Die Dokumentation aller vorbelegten Variablen finden Sie über [ct.de/y7xf](https://ct.de/y7xf).

Für eigene Kontextvariablen kommen Secrets zum Einsatz. Das sind Variablen, die innerhalb von Actions verfügbar sein müssen, aber nicht Teil des für Dritte ein-

sehbaren Codes auf GitHub sein dürfen. Festlegen können Sie die Secrets innerhalb eines Repositorys unter Settings/Secrets. Dort hinterlegen Sie zum Beispiel Zugriffsschlüssel für Paketregistries oder Datenbanken.

```
-name: Greet ${secrets.USER}
run: echo Hello, ${secrets.USER}
```

Die Kontextvariable wird hier nicht nur innerhalb der Umgebung gesetzt. GitHub ersetzt sie bereits vor der Ausführung des Jobs.

Sie können Kontextvariablen aber auch in Umgebungsvariablen überführen, um diese innerhalb von Diensten oder Skripten zu nutzen:

```
env:
  USER: ${secrets.USER}
```

Da die Umgebungsvariablen innerhalb des Jobs existieren, können Sie diese auch dort verändern. Die Kontextvariablen werden vor dem Ausführen des Jobs durch den passenden Wert ersetzt und sind dort statisch.

## Matrix-Builds

Actions kann mittels Matrix-Builds mehrere Jobs in verschiedenen Umgebungen oder auf unterschiedlichen Betriebssystemen durchführen. So kann man den Kompiliervorgang seines Codes auf Windows, Linux und macOS durchführen und schauen, ob die neusten Änderungen Probleme machen.

Aus eins machen  
neun: Mit Matrix-  
Builds lassen sich  
Jobs auf  
verschiedenen  
Plattformen  
ausführen.

Eine Matrix wird über das gleichnamige Schlüsselwort definiert und wie eine Kontextvariable innerhalb des Workflows verwendet. Will man etwa ein Nodejs-Modul auf Ubuntu, Windows und macOS mit den Nodejs-Versionen 8, 10 und 12 übersetzen, braucht man den Aufbau im Kasten unten.

GitHub erzeugt beim Start dieses Workflows neun Jobs: drei Betriebssysteme, auf denen drei Nodejs-Versionen laufen. Actions ersetzt die in doppelte geschweifte Klammern gesetzten Variablen durch die für den Vorgang notwendigen Werte. Bei `runs-on` fügt es die in `matrix.os` gelisteten Systeme ein. Bei `node-version` die Nodejs-Versionen 8, 10 und 12. Ein simples Beispiel zum Test eines Nodejs-Moduls mit Actions finden Sie über [ct.de/y7xf](https://ct.de/y7xf). Sie können mittels weiterer Schritte die Test- und Paketievorgänge anstoßen und bekommen Ergebnisse für neun Konstellationen.

## Weiterdrehen

Dieser Artikel bietet nur einen kleinen Einblick in die Welt von Actions. Die Workflows lassen sich beliebig komplex ausgestalten. Die von GitHub bereitgestellte Dokumentation ist glücklicherweise sehr ausführlich und die Arbeit mit Actions recht einfach, wenn man die Grundkonzepte verinnerlicht hat. Die Fleißarbeit besteht darin, einen Workflow zu entwickeln, der den eigenen Code zuverlässig so verarbeitet, wie man das erwartet, und die gewünschten Ergebnisse produziert. Eine gute Inspirationsquelle ist eine Sammlung namens „Awesome Actions“ auf GitHub, die allerlei Strategien und Tipps zu Actions sammelt. In Kombination mit GitHubs Paket-Registry muss man die Plattform zum Entwickeln fast nicht mehr verlassen. (mls@ct.de)

**Dokumentation:** [ct.de/y7xf](https://ct.de/y7xf)

```
strategy:
  matrix:
    os: [ubuntu-latest, windows-latest, macOS-latest]
    node: [8, 10, 12]
  runs-on: ${matrix.os}
  steps:
    - uses: actions/checkout@v1
    - name: Setup node ${matrix.node}
      uses: actions/setup-node@v1
      with:
        node-version: ${matrix.node}
```

Die neue Entwicklerkonferenz von Mac & i

3.– 5. Dezember 2019 Karlsruhe, Haus der Wirtschaft

## Workshops:

- Testgetriebene Entwicklung mit Swift
- Machine Learning und iOS
- Einführung in die Performance-Optimierung
- Cross-Plattform-Entwicklung

**JETZT ANMELDEN!**

## Vorträge u. a.:

- CryptoKit in der Praxis
- Sign In With Apple
- Plattformübergreifende UIs
- iPad-Apps auf den Mac portieren mit Catalyst
- Asynchron programmieren mit RxSwift
- Concurrency in iOS
- Zum Stand von Server-Side Swift

- Sicherheitsanalyse von iOS-Apps
- Willkommen NFC!
- Progressive Web Apps
- Innovative Design-Konzepte und Accessibility
- Was Vorstände als App haben wollen
- Augmented Reality Next Level: RealityKit
- Rezepte für erfolgreiches Augmented Reality

## Referenten u. a.:

- Phillip Shoemaker, ehemals Apple
- Max Seelemann, Ulysses
- Frank Illenberger, ProjectWizards
- Nelli Hergenröther, Evenly
- Peter Steinberger, PSPDFKit
- Gabriel Jourdan, goodnotes

- Andy Abgottspoon, Hazu
- Sabine Geithner, Mercedes-Benz.io
- Kai Brüning, ProjectWizards
- Peter Kolski, MauAR-App
- Marco Feltmann, Star Finanz
- Björn Lindner, EnBW

Vollständiges Programm und Tickets unter:

[www.heise-macdev.de](http://www.heise-macdev.de)



Goldsponsor



Veranstalter

**Mac & i** heise Developer

**dpunkt.verlag**



# Ein Mann und ein Baby

**Death Stranding: Sperrig und faszinierend**

**Embryos in Brutkisten-Rucksäcken, Handgranaten aus Urin: Death Stranding ist monoton – und sensationell außergewöhnlich.**

**Von Jan-Keno Janssen**

Die meisten Videospiele mit großem Budget sind konzeptionell langweilig – damit die Kassen sicher klingeln, soll die Kundschaft vorher möglichst genau wissen, was sie erwartet. Das von Metal-Gear-Solid-Erfänger Hideo Kojima entwickelte Death Stranding für PS4 (ab sofort) und PC (Sommer 2020) pfeift auf diese Videospiel-Sicherheitsregeln. Trotz etlicher vorab veröffentlichter Promotion-Videos war völlig unklar, was das nun eigentlich für ein Spiel sein soll. Irgendwas mit Norman Reedus (bekannt aus The Walking Dead) und Babys in transportablen Brutkästen – aber das wars dann auch mit den konkreten Infos.

Was Death Stranding erzählen will, passt jedoch auch in keinen Drei-Minuten-Trailer: Das Spiel gibt sich nicht mit der schnöden „Einsamer Held rettet die Welt“-Formel zufrieden, sondern will ganz viel über die Gegenwart erzählen. Über das politische Klima in den USA, über die Spaltung der Gesellschaft, über Social-Media-Wahnsinn, über das Unver-

mögeln, mit Emotionen umzugehen, über die Verbindung von Leben und Tod. Obendrauf gibt es unzählige Referenzen auf Spiele, Filme, Bücher und Konsumprodukte.

Diese seltsame Kombination funktioniert zumindest auf erzählerischer Ebene erstaunlich gut. Die surreale Geschichte von Death Stranding ist fesselnd, faszinierend, berührend und manchmal sogar richtig lustig. Obendrein sieht das Spiel fantastisch aus, und auch das Sound-Design ist ohne Zweifel erhaben.

## Paketzustelltechniker

Death Stranding spielt in einer von einer rätselhaften Katastrophe fast komplett dezimierten USA. Man verkörpert Sam Bridges, der beruflich sowohl als Paketzusteller als auch als Telekommunikations-techniker tätig ist: Er liefert Dinge aus und schließt die Empfänger dann auf Wunsch an das sogenannte chirale Netzwerk an. Seine Auftraggeber sind die United Cities of America, die sich zum Ziel gesetzt haben, das zerrüttete Land wieder zusammenzuführen. Das Problem: Nicht nur die lebendige Bevölkerung hat sich in den Haaren, sondern obendrein macht das Totenreich Stress – und zwar nicht mit läppischen Zombies, sondern mit furchteinflößenden Erscheinungen in jeglichen Formen und Farben.

Als eine Art Frühwarngerät für diese Totenreich-Bewohner nutzt der Protagonist einen Fötus, der in einer künstlichen Fruchtblase schwimmt. Und das ist lediglich einer der bodenständigeren Teile der Geschichte, es wird noch viel, viel, viel abgedreht. Unter anderem darf man aus seiner Notdurft Waffen herstellen, die (je nach Körperöffnung) „Granate Nummer 1“ und „Granate Nummer 2“ heißen. Der Late-Show-Moderator Conan O’Brien tritt im Spiel als Cosplayer mit einer Seeotter-Mütze auf. Als Energielieferant dienen ausschließlich seltsame Insekten („Cryptobionen“) und Monster-Energy-Drinks.

Die Spielmechanik fordert die Leidensfähigkeit des Publikums, offenbar bewusst: Hideo Kojima selbst gab in einem Interview zu Protokoll, dass das Spiel erst in der zweiten Hälfte beginnt, Spaß zu machen. Tatsächlich bestehen die ersten 30 Stunden der rund 50 Stunden langen Hauptstory zu 90 Prozent daraus, irgend etwas von A nach B (und oft auch wieder zurück nach A) zu bringen. Die einzige Herausforderung ist es, das Gepäck am Körper der Spielfigur auszubalancieren sowie den sichersten und/oder schnellsten Weg zu finden. Nach etwa zehn Spielstunden gibt einem das Spiel erstmals die Möglichkeit, Konflikte gewaltsam zu bestreiten. Aber das will man gar nicht, weil es mit Stealth und Ausweichen viel besser klappt.

## Ist es ein gutes Spiel?

Die erste Hälfte von Death Stranding ist mechanisch langweilig und frustrierend. Dennoch gelingt dem Spiel das Kunststück, dass man trotzdem weiterspielen will. Weil man wissen will, wie es weitergeht. Am Ende liefert das Spiel so viele überraschende Wendungen und emotionale Aufwühlungen wie vermutlich noch kein Titel zuvor. Death Stranding ist visuell und erzählerisch so besonders, dass es ziemlich sicher viele Jahre einen Ehrenplatz im kollektiven Gamingkulturdächtnis haben wird – dank der hervorragenden Synchronisation auch in Deutschland. (jkj@ct.de) **ct**

## Death Stranding

Action-Adventure	
Vertrieb	Sony
Systeme	PS4 (ab sofort), PC (Sommer 2020)
Preis	70 €

# DEVELOPER-KONFERENZEN + -WORKSHOPS 2020



**Java für  
die Community  
von der  
Community**

Termin: 17. – 19.03.2020

Ort: Phantasialand, Brühl

**Machine  
Learning &  
Künstliche  
Intelligenz**

Termin: 16. – 18.06.2020

Ort: Darmstatium,  
Darmstadt

**Internet  
of Things &  
Industrie 4.0**

Termin: 02. – 04.03.2020

Ort: Haus der Technik,  
Essen

**DevOps,  
Continuous  
Delivery &  
Container-  
isierung**

Termin: 16. – 18.06.2020

Ort: Darmstatium,  
Darmstadt

**Deep-Dive-  
Trainings für  
Machine Learning  
und KI**

Termin: 17. – 19.02.2020

Ort: Print Media Academy,  
Heidelberg

DevOps  
Essentials 2019

Industrial IoT  
CONFERENCE

**Die  
Entwickler-  
konferenz zur  
automatica**

Termin: 16.06.2020

Ort: Messe München

Veranstalter:



Weitere Informationen unter:

[www.heise.de/developer/](http://www.heise.de/developer/)

# Ein Bot zum Verlieben

## Künstliche Sexpartner in rechtlicher Sicht

**Sexroboter – schon der Begriff löst beim einen spontan ein schiefs Grinsen aus, beim anderen weckt er neugieriges Interesse. Die rasch fortschreitende technische Entwicklung lässt am Horizont spannende Rechtsfragen auftauchen.**

Von Niklas Mühleis

Künstliche Sexpartner sind ein beliebtes Motiv in Science-Fiction-Filmen und Videospielen. Unter den Replikanten im Filmklassiker „Blade Runner“ von 1982 gab es bereits das „basic pleasure model“. Im Kult-B-Movie „Cherry 2000“ von 1987 passten Charakter und Erfahrungen der robotischen Liebesgefährtin auf einen Datenträger, der sich in ein seriengleiches Modell einsetzen ließ. Maeve, eine der Hauptfiguren des aktuellen TV-Serienhits „Westworld“, ist eine Cyborg-Prostituierte, die sich langsam, aber sicher an vergangene Gräuel zurückinnert. Im PlayStation-4-Spiel „Detroit: Become Human“ sind fortgeschrittene Androiden mit weitgehend menschlichen Fähigkeiten allgegenwärtig; die Handlung führt den Ermittler dort unter anderem in ein Roboter-Bordell.

Von derlei Visionen ist die technische Realität weit entfernt. Bereits jetzt werden aber menschenähnliche Sexpuppen mit robotischem Innenleben und rudimentär KI-gestützter Dialogfähigkeit ausgestattet [1].

### Unvorbereitetes Recht

Keines der heute bestehenden Rechtssysteme kann bereits befriedigende Antworten auf Rechtsprobleme liefern, die im Zusammenhang mit menschenähnlichen, intelligenten Robotern entstehen werden. Robotiker, Ethiker und Juristen werfen in Gedankenspielen grundlegende, derzeit noch spekulative Fragen auf: Wo ist die Grenze dessen, was man mit Androiden

tun darf? Können Roboter mit tiefer KI Straftäter oder gar Opfer einer Straftat sein? Welchen Grad an Intelligenz muss eine Maschine erreichen, um Rechte zu besprochen zu bekommen?

Bereits heute gibt es einfache KI, die Gespräche mit künstlichen Partnern ermöglicht. Auch künstliche Eigenschaftsprofile lassen sich dabei in Grenzen verwirklichen – von lüstern über schüchtern oder intellektuell bis hin zu frigide [1]. Es ist also möglich, einen Bot bewusst so zu gestalten, dass dieser grundsätzlich keine Lust auf Verkehr hat, sodass sexuelle Annäherung nur gegen seinen geäußerten Willen möglich ist. Wäre erzwungener Sex dann eine Vergewaltigung der KI? Die sexuelle Nötigung wird in § 177 des deutschen Strafgesetzbuchs (StGB) mit Strafe belegt. Opfer einer Vergewaltigung kann hiernach nur eine Person sein, also ein Mensch. Darf jedoch eine Handlung, die am Menschen ausgeübt unter Strafe gestellt ist, an künstlicher Intelligenz erlaubt sein?

Und weiter gedacht: Wenn ein Mensch an seinem künstlichen Lebens-

partner so hängt, dass dessen Missbrauch durch jemand anderen ihn selbst zutiefst verletzt, ist dann die Kategorie „Sachbeschädigung“ noch angemessen? Ähnliche Fragen werden in Bezug aufs Töten von Haustieren schon seit längerer Zeit laut. Die Episode „Lydia“ aus der Filmserie „Schuld“ nach Ferdinand von Schirach führt einen Rechtskonflikt vor, der zu denken gibt: Jemand versucht, das Leben eines anderen zu zerstören, indem er dessen über alles geliebte menschenähnliche Puppe vergewaltigt und beschmiert, und wird dafür von deren entsetztem Besitzer schwer verprügelt.

Straf- und Zivilrecht sind gleichermaßen schlecht gerüstet für kommende Entwicklungen in KI und Robotik [2]. Im allgemeinen Verständnis und auch nach geltender Rechtslage können nur Menschen Opfer einer Straftat sein. Wie aber sieht es auf der Täterseite aus? Wer steht für etwas gerade, was eine selbsttätig agierende, intelligente Maschine tut? Hier beschäftigt etwa die Frage nach der Verantwortung für das Verhalten autonomer Fahrzeuge schon heute etliche Rechtswissenschaftler [3].



Bild: Sony / Interactive Entertainment

Im Spiel „Detroit: Become Human“ gilt es unter anderem, einen Mordfall im Androiden-Bordell „Eden Club“ aufzuklären: Eines der elektronischen Mädchen dort hat einen Freier erwürgt, nachdem dieser eine Kollegin zerstört respektive getötet hatte.

Für eine Strafbarkeit jedenfalls bedarf es stets eines Individuums, das individuell schuldfähig ist. Schon das schließt eine Strafbarkeit für Maschinen aus [4].

## Maschinenbewusstsein und Menschenwürde

Der Stand der Technik kann jedoch vieles infrage stellen. Derzeit bewegen sich alle Entwicklungen innerhalb der Grenzen „schwacher“, zweckbestimmter KI, die kein eigenständiges Denken erreichen kann und sich auf fest umrissene Bereiche beschränken muss [5]. Eine „starke“ oder tiefe KI, die zu so etwas wie eigenständigem Denken und gar Bewusstsein fähig sein könnte, existiert bislang ausschließlich in der Theorie.

Sobald eine KI ein eigenes Bewusstsein hätte, selbstständig agieren und eigenständige, unabhängige Entscheidungen treffen könnte, würde unweigerlich die Frage auftreten, ob dieser Intelligenz nicht die gleichen Rechte und Pflichten zuzusprechen wären wie einem Menschen [2]. Erst dann müsste sich das Strafrecht dem Umstand stellen, dass eine KI Täter sein oder zum Opfer etwa einer Vergewaltigung werden könnte.

Die KI, die derzeit in anspruchsvollen Liebesrobotern verbaut ist, kann selbst bei raffinierter Programmierung menschenähnliches Verhalten nur simulieren und suggerieren. Eine Tat an diesen künstlichen Lustobjekten spielt sich somit primär im Kopf des menschlichen Täters ab. Selbst einem für Vergewaltigungsspiele konzipierten Bot, dessen „Persönlichkeit“ auf sexuelle Unlust programmiert ist, fehlt es am entscheidenden Merkmal, aus dem das Recht auf sexuelle Selbstbestimmung erwächst: der Menschenwürde. Einem solchen Bot sexuelle Gewalt anzutun mag abstoßend und moralisch neben der Spur sein – strafrechtlich bleibt es irrelevant.

Weniger weit hergeholt ist die strafrechtliche Bedeutung eines anderen Trends im Zusammenhang mit künstlichen Lustobjekten. So gibt es auf dem japanischen Markt Sexbot-Modelle, die sich explizit an Pädophile richten. Es geht also um simulierte Kinderkörper. Die Bestellung solcher Bots kann in anderen Ländern durchaus zu einem Strafprozess führen: Ein Mann aus Kanada hatte sich eine Sexpuppe mit dem Körper eines präpubertären Mädchens bestellt, die nach seiner Aussage seinen verstorbenen Sohn ersetzen sollte. Die kanadische Justiz klagte ihn wegen des Besitzes von Kinderpornogra-

**Lebensgroße Sexpuppen für Anspruchsvolle können heute bereits ein sehr menschenähnliches Äußeres aufweisen und werden vorliebengerecht gefertigt. Viele haben ein Aluminiumskelett; Spitzenmodelle sind mit elektronischen Dialogfunktionen ausgestattet.**

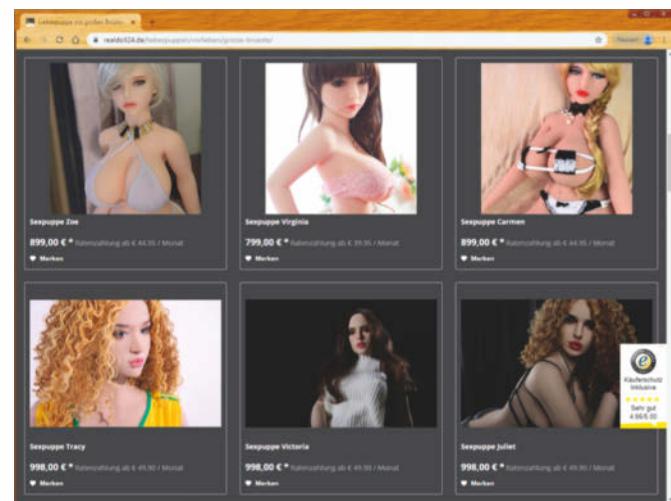


Bild: realdoll24.de

fie an; letztlich wurde er jedoch freigesprochen [6].

Könnte der Besitz eines Kinder-Sexbots in Deutschland strafbar sein? Die dafür in Betracht kommende Bestimmung findet sich in § 184b StGB: Er stellt Verbreitung und Erwerb kinderpornografischer Schriften unter Strafe. Gemäß § 11 Abs. 3 StGB fallen auch Ton- und Bildträger, Datenspeicher und andere Darstellungen unter den strafrechtlichen Begriff von „Schriften“. Die „anderen Darstellungen“ fassen verschiedene Formen der Vergegenständlichung und vor allem der Wiedergabe von Gedanken und Geschehnissen, etwa Plastiken oder auch Handstickereien [7]. Ein lediglich nach kindlichen Merkmalen gestalteter Sexbot würde selbst bei einer weiten Auslegung des Schriftenbegriffs nicht reichen, damit sein Besitz von § 184b StGB erfasst würde. Es ist auch nicht damit zu rechnen, dass ein Gerichtsurteil den erfassten Tatbestand erweitert. Solche Erweiterungen durch die Rechtsprechung geschehen oft im Zivilrecht. Zum Schutz der Bürger vor unerwarteter Strafe gilt im deutschen Strafrecht aber das Bestimmtheitsgebot. Es besagt, dass nur diejenige Handlung bestraft werden darf, die auch explizit durch ein Gesetz verboten wurde [8].

## Der Bedarf ruft – Gesetze kommen

Insgesamt ist aber eine bestehende Rechtslage nicht in Stein gemeißelt. Auch in Deutschland können angesichts von Fällen, die die Allgemeinheit bewegen, Gesetze schnell verschärft und neue Straftatbestände geschaffen werden. Das zeigt etwa der Fall des ehemaligen Bundestagsabgeordneten Sebastian Edathy. Edathy

machte sich 2012–2013 einen Namen als Vorsitzender des ersten NSU-Untersuchungsausschusses des Bundestags. Er stürzte über eine Affäre, im Zuge derer Material im Grenzbereich zur Kinderpornografie bei ihm sichergestellt wurde. Nach damaliger Rechtslage verstieß das Material nicht gegen das Strafrecht, weshalb sich die Politik dazu genötigt sah, umgehend nachzubessern. Die bestehenden Gesetze wurden verschärft. Zwar blieb Sebastian Edathy straffrei, das Verfahren gegen ihn wurde gegen eine Geldzahlung nach § 153a der Strafprozessordnung (StPO) eingestellt. Seine viel versprechende politische Karriere war jedoch beendet. Letztlich bestimmte – und bestimmt – ein breiter Konsens des Moralempfindens, was erlaubt und was verboten sein soll.

(psz@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Tracy Moore, How to Choose a Personality for your Sex Robot, Mel Magazine von 2017 (alle Online-Fundstellen siehe ct.de/yvzw)
- [2] Karsten Gaede, Vorsorge zwischen Verheißung und Horror, Regulierung starker Künstlicher Intelligenz, Legal Tribune Online vom 28.10.2019
- [3] Günther Sander, Jörg Hollering, Strafrechtliche Verantwortlichkeit im Zusammenhang mit automatisiertem Fahren, in NStZ 2017, S. 193–206
- [4] Carsten Hoefer, Maschinen ins Gefängnis? Künstliche Intelligenz und das Recht, beck-aktuell vom 18.4.2019
- [5] Eldar Sultanow, Gut mitgedacht, iX 12/2018, S. 46
- [6] Holly McKenzie-Sutter, N.L. man not guilty of possessing child porn – Crown fails to prove he knew sex doll he bought was child-sized, National Post vom 23.5.2019
- [7] Eric Hilgendorf in Leipziger Kommentar StGB, 12. Aufl., § 11 Rn 125
- [8] Alfred Dierlamm in Münchener Kommentar StGB, 3. Aufl., § 266 Rn 4

Online-Fundstellen: [ct.de/yvzw](http://ct.de/yvzw)

## Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

### Zigbee-Gerät reagiert nicht

❓ Ich habe ein neues Zigbee-Gerät an den Zigbee2Mqtt-Dienst von c't-Smart-Home gekoppelt. Der Dienst listet es zwar auf, aber es kommen keine Daten vom Gerät zurück und es reagiert nicht auf Kommandos. Was muss ich tun?

❗ Wenn Sie ein neues Gerät koppeln, scheint es mitunter, als ob es tot sei. Meist reicht es zur Fehlerbehebung, den Dienst neu zu starten. Führen Sie dazu den Befehl docker-compose restart zigbee aus. Anschließend sollte das Gerät Zigbee-Pakete senden und empfangen.  
(mls@ct.de)

### 32-Bit-Anwendungen unter Windows 10 identifizieren

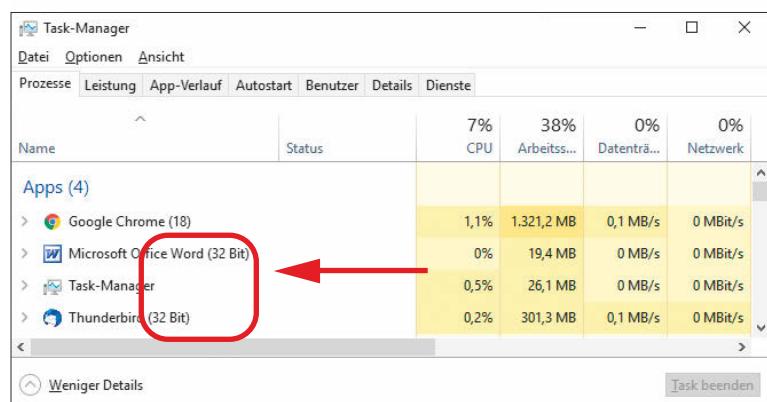
❗ In c't 23/2019 auf Seite 150 berichteten wir über das 32-Bit-Subsystem in 64-Bit-Windows. Der Artikel enthielt den Hinweis, dass man im Taskmanager bereits laufende 32-Bit-Anwendungen im Reiter „Details“ identifizieren kann, wenn man die Spalte „Plattform“ einblendet. Was uns leider entgangen war: Auch im ersten Reiter „Prozesse“ kann man 32-Bit-Anwendungen erkennen, denn Windows schreibt bei denen einfach „(32 Bit)“ dahinter.  
(axv@ct.de)

### Leerzeichen am Absatzanfang entfernen

❓ Ich bekomme immer wieder Texte, in denen Absätze durch eine unterschiedliche Anzahl von führenden Leerzeichen eingerückt sind. Wie bekomme ich die in MS Word am einfachsten weg?

❗ Eine eingängige, aber zeitraubende Methode sind mehrere Durchläufe von Suchen und Ersetzen, indem Sie so lange doppelte Leerzeichen durch einfache ersetzen, bis keine mehr gefunden werden, anschließend müssen Sie nur noch Absatzmarke + Leerzeichen durch eine Absatzmarke ersetzen. Die Absatzmarke geben Sie als ^p ein.

Wenn alle betroffenen Absätze linksbündig formatiert sind oder sein sollen, gibt es aber noch eine schnellere Methode: Markieren Sie alle infrage kommenden Absätze oder mit Strg+A den gesamten Text. Es macht nichts, wenn dabei auch Absätze ohne führende Leerzeichen in die Markierung eingeschlossen werden. Zentrieren Sie nun den markierten Text durch Anklicken der entsprechenden Schaltfläche oder mit dem Tastenkürzel Strg+E. Beim Zentrieren werden alle führenden Leerzeichen automatisch entfernt. Wiederholen Sie den Zentrieren-Befehl oder wählen Sie die linksbündige Ausrichtung mit Strg+L.  
(swi@ct.de)



Der Taskmanager kennzeichnet 32-Bit-Programme bereits in der Übersicht.

### Wecker bleibt seit Android 10 stumm

❓ Vor Kurzem hat mein Smartphone ein Update auf Android 10 bekommen. Seitdem springt die aus dem Play-Store installierte Wecker-App nicht mehr an. Wie kann ich das reparieren?

❗ Mit Android 10 ändert sich der Umgang des Betriebssystems mit Apps, die aus dem Hintergrund heraus Töne abspielen oder sich auf dem Sperrbildschirm einblenden möchten. Bei nachinstallierten Wecker-Apps führt das dazu, dass der Alarm ausbleibt, wenn das Telefon – wie üblicherweise beim Schlafen – gesperrt ist. Die vorinstallierte Uhr ist davon nicht betroffen, sie weckt ohne Beeinträchtigung.

Der Nutzer kann dieses Verhalten nicht beeinflussen, es hilft nur ein Update der App. Von vielen Wecker-Apps gibt es schon Updates, in deren Beschreibung dann auch von „Android 10“ die Rede ist. Ist das aktuelle Update vom Frühjahr 2019 oder älter, unterstützt es Android 10 noch nicht. Wenigstens eine länger nicht aktualisierte Wecker-App ist in diesem Zuge sogar aus dem Play Store verschwunden. Wenn Ihr Lieblings-Wecker noch kein Update erhalten hat, sollten Sie den Wecker wechseln.

Sollte der Wecker trotz expliziter Unterstützung von Android 10 nicht losklingen, könnte ein allzu aggressives Stromsparen des Handys die Ursache sein. Gehen Sie in Einstellungen/Apps, dort auf „Spezieller Zugriff“ (bei manchen Geräten oben rechts im Dreipunktemenü) und „Akkuverbrauch optimieren“. Stellen Sie die Anzeige oben von „Apps nicht optimiert“ auf „Alle“ um und schalten Sie das Optimieren für Ihre Wecker-App aus – ist hier das Akkuoptimieren eingeschaltet, verschläft möglicherweise der Wecker seinen eigenen Alarm. Einige Handy-Hersteller implementieren noch schärfere Stromsparmodi, schauen Sie daher auch in den Einstellungen zum

Akku, ob Sie dort weitere ähnlich lauten-  
de Optionen finden.

Falls Sie Ihr Handy vor dem Schlafen  
in den Nicht-Stören-Modus schalten, soll-  
ten Sie die „Nicht-Stören-Berechtigung“  
(ebenfalls beim „Speziellen Zugriff“ zu  
finden) überprüfen: Hier muss der Schal-  
ter Ihrer Wecker-App eingeschaltet sein,  
damit er funktioniert. (jow@ct.de)

## Unerwünschtes Besetztzeichen

**?** Ich betreibe eine Fritzbox mit einem VoIP-Anschluss. Laut Angaben des Telefonanbieters habe ich zwei Leitungen. Beim Hinaustelefonieren funktioniert das auch wunderbar, bei ankommenden Anrufen ertönt aber ein Besetztzeichen, sobald bereits ein Gespräch geführt wird. Der Telefonanbieter beteuert, dass der Grund nicht bei ihm liege. In den Routereinstellungen des VoIP-Anschlusses habe ich nichts gefunden. Wo muss ich suchen?

**!** Die VoIP-Einstellungen unter „Eige-  
ne Rufnummern“ dienen nur dazu,  
eine Verbindung zum SIP-Server herzu-  
stellen. Das Verhalten bei weiteren einge-  
henden Anrufen finden Sie unter „Telefo-  
niegeräte“. Dort müssen Sie die aktiven  
Telefone nacheinander zum Editieren auf-  
rufen und die Registerkarte „Merkmale  
des Telefoniegeräts“ öffnen.

Dort legen zwei Einstellungen fest, wie  
sich das Telefon bei einem weiteren einge-  
henden Anruf verhält. Einen Haken bei  
„Anruf abweisen bei besetzt (Busy on  
Busy)“ müssen Sie entfernen. Der führt  
dazu, dass die Anlage den eingehenden

Anruf ablehnt und dem Anrufer ein Besetzt  
signalisiert, falls an dem Gerät bereits ein  
Anruf geführt wird. Über „Anklopfen“  
legen Sie fest, ob ein weiterer Anruf einen  
Signalton im bestehenden Gespräch aus-  
löst. Über die R-Taste können Sie dann zwi-  
schen den Anrufern wechseln. Sie können  
also selbst dann weitere eingehende Ge-  
spräche entgegennehmen, wenn Sie nur  
ein Telefon mit der Fritzbox verbunden  
haben. Das Abweisen von Rufen funkto-  
niert jedoch nicht mit VoIP-Telefonen oder  
der Smartphone-Anwendung Fritz!App  
Fon von AVM. (uma@ct.de)

## Rufnummer übernehmen

**?** Meine Mutter zieht in ein Altersheim  
und kann dort keinen eigenen Tele-  
fonanschluss erhalten. Ich möchte ihre  
Rufnummer deshalb gerne zu einem  
VoIP-Provider mitnehmen, um diese  
künftig beispielsweise von einem  
Smartphone oder einem VoIP-Telefon  
nutzen zu können. Wie stelle ich sicher,  
dass das klappt?

**!** Im Festnetz ist eine Mitnahme (Por-  
tierung) einer oder mehrerer Ruf-  
nummern nur zusammen mit der Kündi-  
gung des dazugehörigen Anschlusses  
möglich. Diesen sollten Sie aber keines-  
falls selbst kündigen. Das kann dazu füh-  
ren, dass die Übertragung der Rufnum-  
mer erschwert wird oder gar scheitert.  
Stellen Sie stattdessen einen Auftrag  
beim neuen Anbieter und klären Sie mit  
diesem ab, wer die Kündigung ausspre-  
chen und wann sie wirksam werden soll.  
In der Regel übernimmt der neue Tele-

fonanbieter die Kündigung des bestehen-  
den Anschlusses – unabhängig davon, ob  
er dann tatsächlich einen neuen An-  
schluss schaltet oder nur einen SIP-Dienst  
für die Telefonnummer bereitstellt. Mit  
der Kündigung werden dann auch alle  
Modalitäten für die Rufnummernüber-  
nahme festgelegt.

Anders sieht es bei Mobilfunknum-  
mern aus: Hier hat der Kunde einen An-  
spruch darauf, die Rufnummer jederzeit  
zu einem anderen Anbieter mitzuneh-  
men, unabhängig vom Ende der Laufzeit.  
Für einen weiterlaufenden Vertrag, des-  
sen Nummer auf Wunsch des Kunden zu  
einem anderen Anbieter portiert wurde,  
vergibt der Provider standardmäßig eine  
neue Rufnummer aus seinem Bestand.  
(uma@ct.de)

## SSL oder TLS

**?** Was ist der Unterschied zwischen SSL  
und TLS?

**!** Bei beidem handelt es sich um Proto-  
kole zum Verschlüsseln von Daten-  
übertragungen; beispielsweise für Web,  
Mail oder Chat. Entwickelt wurde es als  
Secure Sockets Layer (SSL) von Netscape.  
Bei der Standardisierung benannte die  
IETF das Protokoll in Transport Layer Se-  
curity (TLS) um. SSL 3.1 und TLS 1.0 sind  
praktisch identisch. SSL ist heute nicht  
mehr Stand der Technik, da in älteren Ver-  
sionen Sicherheitslücken gefunden wur-  
den. Der Datenverkehr wird mit TLS ab-  
gesichert und lediglich aus Gewohnheit  
werden die Begriffe SSL und TLS syno-  
nym verwendet. (ktn@ct.de)

## Gedrosseltes DSL

**?** Ein lokaler Internetprovider bietet  
mir DSL-Anschlüsse mit 250 MBit/s  
an. Andere Anbieter, darunter die Tele-  
kom, schaffen nach eigenen Angaben nur  
16 MBit/s. Woher kommt diese krasse  
Diskrepanz, wo doch alle ein und dieselbe  
Telefonleitung nutzen?

**!** DSL-Anbieter nutzen zwar alle die  
selbe Telefonleitung, aber seit der  
Einführung von Vectoring kann nur noch  
ein Anbieter Ihren Anschluss mit dem  
schnellen VDSL versorgen.

Nun kommt es darauf an, wer bei  
Ihnen Vectoring anbietet. Ist es die Tele-

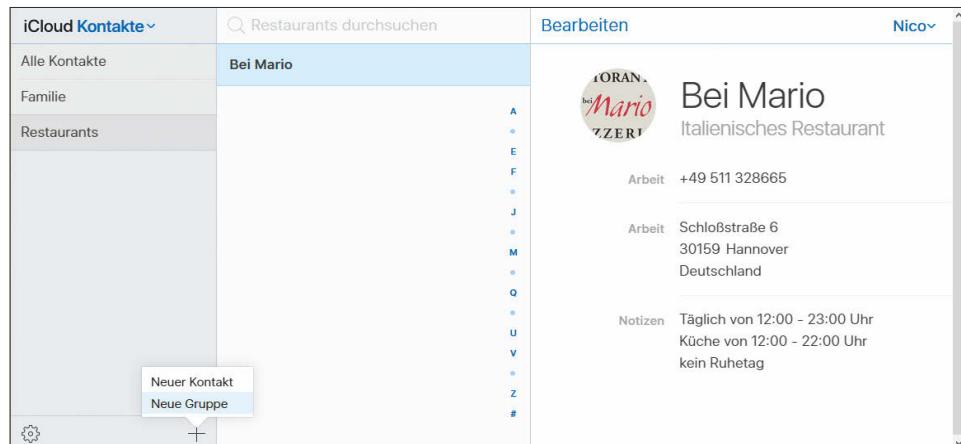
**Schnurlose Telefon Profil von Fritz!Fon 1**

Komfort- und Leistungsmerkmale

- Laut mithören beim Anrufbeantworter.
- Erleichterte Telefonbuchsuche (Vanity).
- Eigene Rufnummer unterdrücken (CLIR).  
Die eigene Rufnummer erscheint nicht im Display des Angerufenen.
- Anklopfen  
Wenn während eines Telefonats ein weiterer Anrufer versucht, Sie zu erreichen, dann hören Sie einen Signalton.
- Anruf abweisen bei besetzt (Busy on Busy).  
Ankommende Anrufe werden abgelehnt, wenn die angerufene Rufnummer am Telefoniegerät eingerichtet ist und über das Telefoniegerät bereits ein Gespräch geführt wird.
- Anruf abweisen bei besetzt durch das Endgerät bestimmen.

Merkmale des Telefoniegerätes

Wenn die Funktion „Busy on Busy“ aktiv ist, wird ein zweiter eingehender Anruf mit „besetzt“ abgewiesen.



Hat man über die iCloud eine eigene Gruppe von Kontakten angelegt, kann man diese am iPhone im Bereich „Nicht stören“ auswählen.

kom, haben Sie eine große Auswahl an verschiedenen Anbietern. Die Telekom ist dazu verpflichtet, einen VDSL-Anschluss als Vorleistung zu festgelegten Preisen für ihre Mitbewerber bereitzustellen.

In Ihrem Fall hat den Ausbau aber ein Lokalanbieter vorgenommen. In den meisten Fällen möchte er das Geschäft lieber selbst machen und wird Mitbewerber nicht auf sein Netz lassen. Die Telekom kann daher kein VDSL anbieten, sondern nur ADSL aus der nächstgelegenen Vermittlungsstelle heraus. Je nach Qualität der Telefonleitung dorthin liegt die damit erreichbare Datenrate zwischen 0,4 und 16 MBit/s – der VDSL-Anbieter hingegen kann Ihnen an Ihrem Anschluss mit Vectoring bis zu 100 und mit Supervectoring sogar bis zu 250 MBit/s anbieten.  
(uma@ct.de)

Extremfall schaltet sich die CPU zum Selbstschutz ab.

An den Kühler sollten Sie allerdings auf keinen Fall ohne Weiteres mit Druckluft oder einem Staubsauger herangehen – damit können Sie Ihre Hardware beschädigen! Durch den Luftzug wird der Lüftermotor zum Generator; die erzeugte Spannung kann das Mainboard in den Tod reißen. Zum Reinigen müssen Sie das Notebook öffnen, was je nach Modell mehr oder weniger aufwendig ist und möglicherweise ein wenig bastlerisches Geschick erfordert. Egal ob Sie den Lüfter ausgebaut bekommen oder nur die Bodenplatte abgenommen haben: Bevor Sie mit Sauger oder Druckluft zu Werke gehen, muss der Lüfter für die Dauer der Reinigung blockiert werden, etwa mit einem Zahnstocher.

Möglicherweise ist Ihr in die Jahre gekommener Prozessor aber auch schlicht mit aktuellen Apps oder Videoformaten überfordert, die mehr Leistung verlangen, als er bereitstellt. Eine Aufrüstung ist bei Notebooks nicht möglich; in diesem Fall kommen Sie nicht um eine komplette Neubeschaffung herum. (mue@ct.de)

## Mein Notebook wird laut

Ich habe ein acht Jahre altes Notebook in Gebrauch, das immer klaglos seinen Dienst verrichtet hat. In letzter Zeit wird das Gerät allerdings immer lauter, weil der Lüfter hochdreht. Außerdem ist es sehr langsam geworden; manchmal stürzt es ab. Was kann ich tun, um das Notebook wieder flott zu machen?

Das Hochdrehen des Lüfters kann unterschiedliche Ursachen haben. Ein gängiges Problem ist, dass im Laufe der Zeit Staub den Lüfter und die Kühllamellen zugesetzt hat. Der Prozessor wird dadurch so heiß, dass das System zum Ausgleich die Lüfterdrehzahl hochsetzt. Je nach Ausprägung wird bei zu hohen Temperaturen die CPU-Leistung reduziert; im

vorinen nicht löschen möchte, um sie mit wenig Aufwand schnell anrufen zu können.

Genau für diesen Zweck stellt iOS die Möglichkeit bereit, im „Nicht stören“-Modus ausschließlich Anrufe von Kontakten einer Gruppe zuzulassen, die man zuvor selbst erstellt hat.

Leider kann man diese Gruppe aber nicht direkt am iPhone anlegen, sondern nur über den Kontakte-Bereich der iCloud. Zu diesem Zweck meldet man sich über einen Browser unter <https://www.icloud.com/> mit seiner Apple-ID und seinem Passwort an und wechselt auf „Kontakte“ (auch „iCloud-Kontakte“ genannt). Über das Plus-Symbol unten links lässt sich nun eine Gruppe mit beliebigem Namen anlegen, der man nachfolgend beliebige Kontakte zuordnet. Die Gruppe kann auch aus einem einzigen Eintrag bestehen.

Navigiert man auf seinem iPhone danach in den Einstellungen zum Bereich „Nicht stören“, lässt sich unter „Anrufe zulassen von“ die neu angelegte Gruppe unter dem gewählten Namen nun auswählen.  
(nij@ct.de)

## Ruhe vor dem iPhone

Ich möchte an meinem iPhone die „Nicht stören“-Funktion nutzen, wichtige Anrufe dabei aber nicht verpassen. Leider ist die von iOS bereitgestellte Möglichkeit, als Favoriten gespeicherte Kontakte durchzulassen, für mich keine Lösung. Darin befinden sich nämlich auch Kontakte, die mich im „Nicht stören“-Modus nicht erreichen sollen, die ich aber aus den Fa-

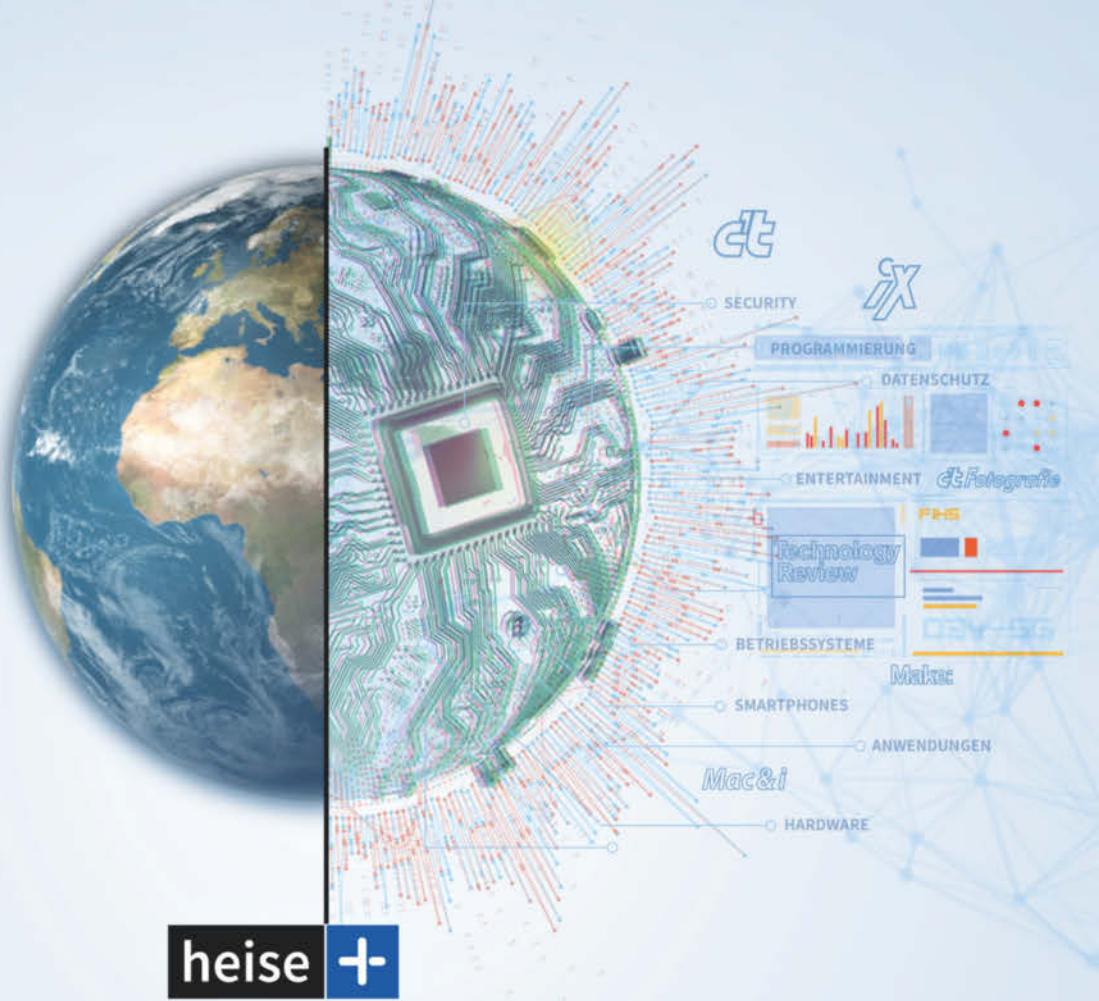
Fragen richten Sie bitte an

**hotline@ct.de**

**c't magazin**

**@ctmagazin**

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).



## 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)

# FAQ

# PSD2 und Banking

**Seit dem 14. September 2019 schreibt die PSD2 beim Online-Banking eine Zwei-Faktor-Authentifizierung vor, die zwei Elemente aus zwei der drei Bereiche Wissen, Besitz und Inhärenz (Biometrie) verlangt. c't beantwortet die wichtigsten Fragen rund um deren Umsetzung.**

**Von Markus Montz**

## Home- und Multibanking

**?** Ich kann mit meiner Homebanking-Software/Multibanking-App keine Kontodaten von Kreditinstitut XY mehr abrufen, geschweige denn Überweisungen tätigen. Was ist das Problem?

**!** Wir wissen, dass Nutzer von Home- und Multibanking-Anwendungen insbesondere in den ersten Wochen nach der Umstellung auf die Starke Kundenaufentifizierung mit größeren Problemen kämpften, als es zunächst den Anschein hatte. Bei einigen Banken waren die Schnittstellen überhaupt nicht erreichbar, anderswo traten Probleme bei der Authentifizierung auf oder die Durchführung gestaltete sich sehr umständlich.

Die Probleme kommen wenig überraschend: Bereits für die Entwickler einer Banking-Anwendung gestaltet es sich schwierig, die Schnittstellen hunderter Kreditinstitute unter den neuen Regeln auf Anhieb reibungsfrei anzubinden. c't geht deshalb davon aus, dass es sich um Umstellungsprobleme handelt, die die Hersteller und Banken erst allmählich in den Griff bekommen. Auch c't kann Fehler und ihre Ursachen nur selten eindeutig identifizieren: Zum einen können wir nicht tausende Kombinationen von Anwendungen und Banken permanent beobachten, zum anderen technische Fehler häufig nicht zweifelsfrei einer Partei zuordnen – so gerne wir Ihnen als Leser auch weiterhelfen würden.

Neben technischen Schmerzen hat an vielen Stellen zudem der Komfort gelitten. Die Kreditinstitute handhaben die Ausnahmen unterschiedlich, die die Europäische Bankenaufsicht in den „technischen Regulierungsstandards für eine starke Kundenaufentifizierung und für sichere offene Standards für die Kommunikation“, kurz RTS, festgelegt hat (sie bilden eine Art Durchführungsbestimmung für die Sicherheitsanforderungen der PSD2). Daher kann ein Kontenrundruf bei mehreren Banken

auch zu mehreren TAN-Abfragen führen – eine Bank lässt die 90-Tage-Ausnahme beim Login zu, die andere nicht. Hier bleibt nur zu hoffen, dass die Banken den Kunden auf Dauer entgegenkommen, etwa durch individuelle Konfigurationsmöglichkeiten.

## Android-Smartphones unsicher?

**?** Ich habe gelesen, dass vor allem Android-Smartphones keine gute Wahl für eine TAN-App sind, weil sie nach relativ kurzer Zeit keine Betriebssystem-Updates mehr erhalten. PSD2 scheint aber dazu zu führen, dass die Kreditinstitute ihre Kunden zur Nutzung solcher Apps drängen. Wie sieht Ihr das bei c't?

**!** Zunächst einmal haben Sie meist die Wahl zwischen TAN-Generator und Smartphone – was wir gut finden. Für sich genommen stellt aber auch ein Smartphone mit veraltetem Android noch kein Problem dar. Die Bank bindet eine TAN-App bei der Einrichtung an das jeweilige Handy oder Tablet – und sie kontrolliert, dass das Gerät dem rechtmäßigen Konto-inhaber tatsächlich gehört. Die TAN-App prüft das Smartphone beim Start auf (auch unbemerkt) Rooting und andere Unregelmäßigkeiten. Im Normalfall muss der Nutzer die App außerdem per Passwort oder Fingerabdruck/Gesichtserkennung aufsperrn. Die TAN selbst wird verschlüsselt übermittelt. Geht trotzdem etwas schief, darf eine Bank ihre Kunden bei einfacher Fahrlässigkeit nur bis maximal 50 Euro für Schäden haftbar machen. Das zwingt sie dazu, ihre Apps auch für ältere Android-Handys so sicher wie möglich zu halten.

Direkte Angriffe auf Smartphones, etwa durch eine Sicherheitslücke im Browser („Drive-by“), sind zwar möglich, geschehen aber relativ selten. Betrüger setzen vor allem auf indirekte, einfachere

Wege, um sich Zugriff auf das Onlinebanking Dritter zu verschaffen: Trojaner in Mailanhängen, Textnachrichten oder Werbebanner, Schadcode auf Websites, die Lücken im Browser ausnutzen. Infizierte PCs mit persönlichen Daten des Nutzers liefern ebenfalls Angriffsmöglichkeiten. Unter anderem erleichtern sie eine gezielte Verhaltensmanipulation des Nutzers („Social Engineering“). Zu letzterer gehören Phishing-Mails oder auch gefälschte Rechnungen oder Mahnungen, gegen die keine Zwei-Faktor-Authentifizierung hilft. Eine weitere Gefahrenquelle sind Apps aus nicht vertrauenswürdigen Quellen.

## Sichere TAN-Verfahren

**?** Was ist das sicherste TAN-Verfahren? Warum soll die SMS-TAN ein unsicheres Verfahren sein? Und warum darf ich mein gerootetes Smartphone nicht nutzen, ich kenne mich doch aus?

**!** Bei den technisch gesehen sichersten Verfahren holen Sie die TAN über einen dedizierten TAN-Generator mit eingeschickter Bankkarte ohne Verbindung zum Internet ab. Dazu zählen chipTAN, photoTAN und QR-TAN. Um diese Verfahren auszutricksen, müsste man Ihnen einen manipulierten Kartenleser unterjubeln, uns ist aber kein solcher Fall bekannt. Verfahren, die mit schreib- und kopiergeschützten HBCI-Schlüsseldateien oder Lesegerät-Chipkarten-Kombinationen arbeiten, gelten als vergleichbar sicher.

Smartphones mit speziellen TAN-Apps sind nach derzeitigem Stand fast genauso sicher, solange man das Gerät vor unbefugtem Zugriff schützt (siehe dazu auch die nächste Frage). Wichtig ist hier wie bei allen TAN-Verfahren, dass man die Überweisungsdaten vor der Bestätigung abgleicht. Am besten geschieht dies mit den Daten auf der Rechnung, da sich Bildschirmanzeigen manipulieren lassen.

Die SMS-TAN ist ein Streitfall. Die Europäische Bankenaufsicht hat sie in einer Stellungnahme als zulässiges Authentifikations-Verfahren bezeichnet. Gegen die SMS-TAN spricht, dass sie unverschlüsselt verschickt wird – von einem per Trojaner gekaperten Smartphone lässt sie sich mühevlos auslesen. Wenn Kriminelle an persönliche Daten eines Onlinebanking-Nutzers gelangt sind, können sie sich beim Mobilfunkprovider unter Umständen auch eine Zweit- oder Ersatz-SIM-Karte verschaffen und so an die TANs gelangen.

Beim Rooting sind die Banken aus guten Gründen strikt. Auf gerooteten (oder bei Apple gefailbreakten) Smartphones sind wichtige Schutzfunktionen deaktiviert. Angreifer können leicht schädliche Apps installieren oder Code ausführen. Wir raten deshalb vom Rooting ab und kennen auch keine Bank, die vertraglich und technisch ein Onlinebanking, geschweige denn die Aktivierung von TAN-Apps auf gerooteten Handys zulässt.

## Ausnahmen ja oder nein?

**?** Konterkariert die 90-Tage-Ausnahme nicht das Sicherheitsversprechen der PSD2? Mein Kreditinstitut fordert nicht einmal dann erneut eine TAN an, wenn ich mich von einem neuen Gerät anmelden!

**!** Grundsätzlich erhöht jede Zwei-Faktor-Authentifizierung auch die Sicherheit. Insofern stellen die Vorschriften der PSD2 verglichen mit der zuvor üblichen Praxis „Nutzerkennung plus PIN/Passwort“ auch mit Ausnahmen bereits einen Fortschritt dar. Saldo- und Umsatzdaten werden etwas besser geschützt, zumal ja Abfragen jenseits der vorangegangenen 90 Tage trotzdem eine TAN erfordern. Eine TAN-Abfrage bei einem Login von neuen Geräten halten wir zur Verbesserung der Sicherheit ebenfalls für geboten, um Betrügern selbst den lesenden Zugang zu fremden Konten zu erschweren – die PSD2 und ihre technischen Regulierungsstandards schreiben solch ein Vorgehen allerdings nicht vor.

Das gilt auch für den umgekehrten Fall. Entscheidet sich ein Kreditinstitut, bei jedem Login obligatorisch eine TAN-Abfrage durchzuführen, handelt es juristisch korrekt. Ein Zwang zur Implementierung der Ausnahmen besteht nicht. Die

damit einhergehenden Probleme für die Benutzerfreundlichkeit insbesondere von Home- und Multibankinganwendungen kennen wir ebenfalls; die technischen Regulierungsstandards lassen den Banken und Sparkassen aber die Wahl.

Wünschenswert wäre vor diesem Hintergrund aus unserer Sicht, dass die Banken und Sparkassen ihren Kunden in Zukunft möglichst weitreichende Autonomie geben, anstatt ihnen statische Vorgaben zu machen. Die Voreinstellungen sollten maximale Sicherheit liefern, Kunden in den Einstellungsoptionen ihres Kontos aber die Wahl zwischen einer Zwei-Faktor-Authentifizierung bei jedem Login und Ausnahmen haben. Zu den Ausnahmen zählen neben der 90-Tage-Regel beispielsweise auch eine vom Kunden gepflegte Liste vertrauenswürdiger Empfänger sowie die Kleinbetragsregelung, nach der Überweisungen bis 30 Euro TAN-frei sein dürfen.

Auf mittlere Sicht erreicht die PSD2 aber vielleicht eines der Ziele ihrer Schöpfer: Banken, die Sicherheit und Komfort am besten verknüpfen, werden im Wettbewerb einen Vorteil genießen.

**!** Wenn Sie auf Nummer sicher gehen wollen oder müssen, aktivieren Sie als Backup ein zweites Gerät. Die meisten Kreditinstitute erlauben parallel eingerichtete TAN-Verfahren. Beispielsweise können Sie bei der Postbank sowie vielen Genossenschaftsbanken und Sparkassen zusätzlich zur TAN-App auf dem Smartphone ein chipTAN-Verfahren mit dem sogenannten Flickercode freischalten. Entsprechende Geräte sind untereinander kompatibel und für unter 10 Euro zu haben. Die proprietären photo- und QR-TAN-Generatoren anderer Banken erfüllen den gleichen Zweck, sind aber zum Teil deutlich teurer. Ebenso ist ein billiges Handy für SMS-TANs denkbar; hier müssen Sie allerdings darauf achten, dass die SIM-Karte aktiviert bleibt. Für die SMS können Gebühren anfallen.

Da die Bank die TAN-App fix an das nicht mehr verfügbare Smartphone gebunden hat, können Sie Ihren Onlinebanking-Zugang je nach Bank ansonsten nicht oder nur lesend nutzen, bis Ihnen die Bank die neu installierte App auf einem neuen Smartphone freigeschaltet hat. Bei einigen Kreditinstituten hat ein Backup jedoch den Vorteil, dass Sie mit dem Backup-Gerät eine neu installierte TAN-App direkt aktivieren dürfen. Damit vermeiden Sie etwaiges Warten auf Freischaltcodes per Briefpost.

Bei mutmaßlichem Diebstahl oder Missbrauch des Gerätes müssen Sie außerdem den Zugang zu Ihrem Onlinebanking sperren, etwa über die Notfallnummer 116 116. In solchen Fällen werden Sie zusätzlich zur App auch um den Aufwand einer erneuten Freischaltung des Bankings nicht herumkommen. (mon@ct.de)

## Verlorenes Smartphone

**?** Auf Empfehlung meiner Bank habe ich im Zuge der PSD2-Umstellung auf ein TAN-App-Verfahren gewechselt. Nun frage ich mich natürlich, was passiert, wenn ich das Smartphone verliere, es mir gestohlen wird oder es den Geist aufgibt. Wie komme ich in solch einem Fall schnell wieder in vollem Umfang an mein Bankkonto?

**Hat Ihre Bank Ihnen ein erstes Endgerät für die TAN-Übermittlung freigeschaltet, können Sie in der TAN-Verwaltung oft weitere Endgeräte aktivieren – natürlich mit vorheriger Bestätigung per TAN. Bei Bedarf lassen sich Geräte einzeln deaktivieren oder sperren. Bei der TAN-Eingabeaufforderung während des Bankings wählen Sie das Ihnen gerade genehme Zielgerät aus.**

Art	Vom	Status	Aktionen
Sm@rt-TAN plus Kartennummer: XXXXXXXX Verfalljahr: 20XX	01.10.2019	verfügbar	<input type="checkbox"/> Ändern <input type="checkbox"/> Synchronisieren <input type="checkbox"/> Sperren

App-Name Art	App ID	Vom	Status	Aktionen
SecureGo-App	XXXXXXXXXX	09.05.2019	aktiv	<input type="checkbox"/> Ändern <input type="checkbox"/> Sperren
SecureGo-App	XXXXXXXXXX	12.06.2019	inaktiv	



Randall Munroe  
**How to - Wie man's hinkriegt**

Absurde, wirklich wissenschaftliche Empfehlungen für alle Lebenslagen

Penguin Verlag, München 2019  
ISBN: 978-3-3286-0091-6  
384 Seiten, 16 €  
(Epub-/Kindle-E-Book: 13 €)

## Absurder Alltagsratgeber

**Haben Sie schon mal daran gedacht, Ihr Haus mit einem Lavagraben zu schützen anstatt mit Alarmanlagen und Kameras? Für dieses Szenario und viele mehr gibt Ihnen Randall Munroe, der Schöpfer von xkcd.com, skurrile Lösungen an die Hand.**

Es ist nicht besonders wahrscheinlich, dass sich jemand schon mal Fragen dieser Art gestellt hat: „Wie verschicke ich ein Paket aus dem All?“ oder „Wie hindere ich mein Haus am Umziehen?“ Wen höchst intelligente Antworten darauf dennoch interessieren, für den ist „How to – Wie man's hinkriegt“ von Munroe, dem ehemaligen NASA-Robotiker, genau das Richtige. Es taugt aber auch als witzige Lektüre für Wintermelancholiker, die ihre Stimmung aufhellen wollen. Bei lebensnahen Problemstellungen à la „Wie finde ich Freunde?“ oder „Wie schmeiße ich eine Pool-Party?“ werden selbst Wissenschaftsmuffel neugierig.

Munroe hat bereits mit seinen viral gegangenen xkcd-Comics und ersten gedruckten Büchern bewiesen, dass er mit wenigen Strichen und lakonisch-treffsicheren Texten anspruchsvolle Themen aus Physik, IT und anderen Bereichen reizvoll verarbeiten kann. In 28 Kapiteln beantwortet er auf absurd-witzige Art auf die Spitze getriebene Alltagsfragen mithilfe der Wissenschaft.

Neben Formeln und humorvollen Erklärungen finden die typischen Strichmännchen-Comics auf fast jeder Seite ihren Platz. Sie helfen dem Leser, die Zusammenhänge zu verstehen, und zaubern ihm immer wieder ein Schmunzeln ins Gesicht.

Für die Fragen, auf die er selbst keine Antwort fand, holte er sich fachkundige Hilfe, beispielsweise von Testpilot und Astronaut Colonel Chris Hadfield. „Wie landet man auf einem U-Boot?“ war nur eines der bizarren Probleme, für die er Lösungen finden musste.

Darüber hinaus versäumte Randall Munroe es nicht, zwischen den Zeilen die eine oder andere Gesellschaftskritik zu äußern. Das gibt „How to“ einen Funken Tiefgründigkeit und macht es noch sympathischer.

Wer Munroes erstes Buch „What if“ und die xkcd-Webcomics mag, wird auch mit dem spekulativen Ratgeber viel Freude haben. Er setzt keine Vorkenntnisse voraus. Als vorzüliche Lektüre für zwischendurch eignet er sich für Vollblut-Nerds ebenso gut wie für Leute, die sich eher gelegentlich für Naturwissenschaften interessieren. (Anna Eichler/psz@ct.de)

## Nur für Einsteiger

**Das mit Windows 10 automatisch installierte Notiz- und Informationsspeicherprogramm OneNote kann ausgesprochen nützlich sein. Viele Nutzer wissen jedoch zunächst nichts damit anzufangen. Das Buch von Jürgen Wolf leistet Einstiegshilfe für Unkundige.**

Den Vielzweck-Informationsmanager OneNote gibt es in unterschiedlichen Zuschnitten bereits seit 2003, vorwiegend als Anhängsel von Microsoft-Office-Paketen. Eine UWP-App-Version gehört seit einiger Zeit zur Standardinstallation von Windows 10, allerdings ohne Anleitung. Jürgen Wolf will diese Lücke mit seinem Buch füllen.

Wer das Programm überhaupt nicht kennt, wird sich zuerst die Frage nach dem Wozu stellen. Die Antwort gibt der Autor anhand erfreulich vieler anschaulicher Anwendungsbeispiele, aber leider erst im achten Kapitel.

In einfacher Sprache gehaltene Anweisungen bringen Einsteiger sehr gut an OneNote heran. Das großzügige Layout mit vielen Screenshots führt dazu, dass die immerhin 300 Seiten weniger Information bieten, als das Buch von außen vermuten lässt. Der Autor geht auf die meisten Funktionen des Programms ein, hält seine Ausführungen aber sehr knapp und bleibt oft vage. Einige wichtige Themen umgeht er komplett. So befasst sich das Buch nicht mit dem eigenwilligen Speicherformat und Synchronisationsprotokoll – damit erfährt der Leser nichts über die damit verbundenen Risiken. Ebenso schweigt sich Wolf über die wichtige Option aus, per Webbrowser Backups vorzunehmen. Auch die Besonderheiten des Einsatzes in Unternehmen oder Schule mit OneDrive for Business und SharePoint Online kommen nicht vor.

Zwangsumsteiger etwa von OneNote 2016 erhalten nur eine Kurzanleitung zum Hochladen der in der App nicht unterstützten lokalen Notizbücher auf OneDrive, aber keine weitere Hilfen. Anders als es der Buchdeckel verspricht, sagt Wolf zu den OneNote-Versionen für macOS, iOS und Android fast nichts. Der Autor erwähnt, dass es durchaus Unterschiede gibt, geht aber nur vereinzelt und zu knapp darauf ein.

Davon abgesehen wird das Buch dem Credo der Verlagsreihe „Die verständliche Anleitung“ gerecht, aber eben nur für absolute OneNote-Neulinge. Wer sich auf das Programm einlässt, stößt unweigerlich auf Fragen, nach deren Antwort er sich woanders umsehen muss. (Martin Ernst/psz@ct.de)



Jürgen Wolf  
**OneNote**  
Die verständliche Anleitung

Vierfarben (Rheinwerk), Bonn 2019  
ISBN: 978-3-8421-0680-2  
304 Seiten, 20 €  
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 17 €)

# Tauchen Sie ein – in die Welt der Science Fiction



## Die letzte Crew des Wandersterns

Die Begegnung mit dem Fremden steht im Mittelpunkt des ersten Science-Fiction-Romans in der Reihe heise online: Welten. Wie viel Respekt verdienen außerirdische Mikroben? Wo verläuft die Grenze zwischen Leben und Nichtleben? Können sich Bewohner verschiedener Welten überhaupt miteinander verständigen? In seinem Romandebüt findet Hans-Arthur Marsiske überraschende Antworten. Eine spannende Reise ins Weltall – die mit einer Überraschung endet.

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

16,00 € >



## Ausblendung

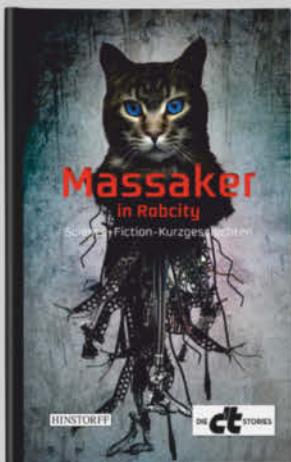
Wege in die virtuelle Welt  
Science-Fiction-Kurzgeschichten

## Ausblendung

Wir reisen in die virtuelle Realität bzw. das, was bald Realität werden könnte. Dabei geht es immer um die Menschen in sich rasant verwandelnden Welten. In spannungsreichen, bewegenden Geschichten wird die Vielfalt der virtuellen Möglichkeiten ausgelotet und ein visionärer Blick auf die Auswirkungen der Digitalisierung geworfen.

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

16,00 € >



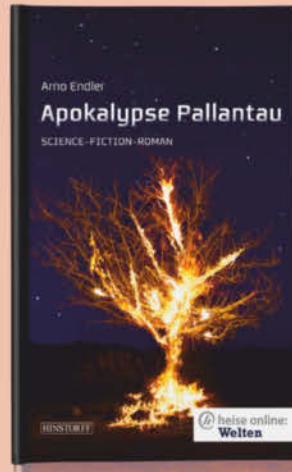
## Massaker in Robcity

Roboter, die in einer Stadt wohnen, die keine Cafés kennt, dafür jedoch mit einem Massaker aufwartet, bei dem keine Panzerung hilft. Welten von morgen – sie sind in diesen Erzählungen nah. Bedrängend nah. Wer sie gelesen hat, wird wissen, wie stark der Sog des Vakuums sein kann, wie unüberwindbar eine Fahrstuhltür, wie verräterisch eine laute Herzfrequenz.

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

16,00 € >

## Jetzt neu:



## Apokalypse Pallantau

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

16,00 € >



## Hell Fever

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

16,00 € >

Weitere Bücher finden Sie unter: [shop.heise.de/ct-buecher](http://shop.heise.de/ct-buecher)

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/ct-buecher](http://shop.heise.de/ct-buecher) >





# DIE FREIHEIT DES FORTSCHRITTS

VON LARS OLIVER BORDA

**S**chon einmal hatte ich in dieser Praxis im Wartezimmer gesessen; ich erinnerte mich genau. Sie war die erste dieser Art. Eine hell leuchtende Anzeigetafel bewarb die Angebote. Bei meinem ersten Besuch waren mir keine anderen Patienten begegnet. Die Straße, in der sich die Praxis befand, hatte Läden für allen möglichen Kram beherbergt. Aber jetzt war das anders. Die Straße und die Praxis sahen aus wie verwandelt. Nur das Schild war gleich geblieben, eine Erinnerung an weniger technische Tage.

Alles war heller, aufgeräumter und viel voller als früher. Jetzt war ich nicht mehr allein in dem Gebäude, das mir größer erschien als bei meinem ersten Besuch. Heute stand eine ganze Menschenmasse vor der Praxis und allein bis ins Wartezimmer zu kommen, hatte mich Stunden gekostet. Wir warteten alle auf das Gleiche: eine kybernetische Augmentierung.

Ein Lächeln breitete sich auf meinem Gesicht aus. Wie wenig ich damals gewusst hatte! Meine erste Erweiterung bestand lediglich aus besseren Kontaktlinsen, die sich auf meine Sehschwäche einstellen konnten, sodass Besuche bei einem Optiker überflüssig wurden. Natürlich konnten sie Gesehenes auch digital vergrößern und ließen sich bei Bedarf zu einer Art Sonnenbrille umfunktionieren. Aber all diese kleinen Spielereien waren nichts gegen das, weswegen ich jetzt hier war.

Das Wartezimmerdisplay schaltete um und zeigte den Grund dafür, dass die Leute nun vor dieser Praxis Schlange standen. Er war winzig, nicht spektakulär anzusehen. Allerdings war das, was dieser Nanochip konnte, der mir direkt ins Gehirn eingesetzt werden würde, umso erstaunlicher: Einmal in Position gebracht, würde die Augmentierung dem Besitzer erlauben, sämtliche Informationen, die er je aufgenommen hatte, sofort abrufbar zu machen. Kein ewiges Nachschlagen mehr, kein Gedächtnistraining mehr. Fotografisches Gedächtnis nach Altväter-Art? Nein, danke. Mit diesem Chip waren wir komplett vom Vergessen befreit.

Endlich verließ die junge Frau, die vor mir an der Reihe gewesen war, den Behandlungsräum. Wer nicht wusste, worauf er zu achten hatte, dem würde die leicht veränderte Struktur ihrer Augen gar nicht auffallen. Sie besaß die gleichen Kontaktlinsen wie ich.

Mit leuchtenden Augen sah mich die Frau an und sagte:  
 „Frag mich was! Einfach irgendwas.“  
 „Ähm ... – die Wurzel aus 756,73?“

„Gerundet 27,51!“, strahlte sie und ging weiter. Überglücklich hatte sie die zweite Funktion des Chips vorgeführt. Man würde nie wieder einen Rechner brauchen, denn jede Aufgabe, die man sich für ihn vorzustellen vermochte, konnte auch das Implantat lösen.

Doch jetzt war ich an der Reihe. Mit klopfendem Herzen betrat ich den Operationssaal. Seit meinem letzten Besuch hatte sich wirklich einiges verändert. Auch hier wirkte alles heller, sauberer und auch irgendwie größer als zuvor. Früher glich das Innere dieses Gebäudes eher einem Tattoo-Studio, das jemand in einem alten Schuppen eingerichtet hatte. Kaum zu glauben, dass ich an so einem Ort meine Augen hatte operieren lassen. Nur die Krankenschwester, die noch einmal alle nötigen Vitalwerte überprüfte, war dieselbe, auch wenn sie mittlerweile hinter einer modern gestalteten weißen Theke stand. Darauf befanden sich neben dem Bildschirm zum Einsehen der Kundendaten Halter für die Broschüren, die für die modernsten und besten Augmentierungen warben.

Die Krankenschwester lächelte mich professionell an.  
 „Guten Tag, der Herr! Was kann ich für Sie tun?“

„Ich möchte mir den neuen Melius-Chip einsetzen lassen. Hier meine Daten.“ Ich legte die rechte Hand auf den Sensor, der meine Vitalwerte und alle eingekreichten kybernetischen Erweiterungen meines Körpers auslesen konnte.

„Vielen Dank“, erwiderte die Frau. Von meiner Position aus konnte ich nur erkennen, wie sich das Licht veränderte, welches ihr Gesicht beleuchtete, als das Bild auf dem Display vor ihr wechselte. „Ah ja“, murmelte sie. „Nur eine Augen-Augmentierung? Da waren Sie aber sparsam!“

Ich erwiderte nichts darauf. Es war auch gar nicht nötig.

„Körperlich und geistig ist alles in Ordnung, Sie können jetzt zum OP am Ende des Ganges dort weitergehen.“

„Danke“, erwiderte ich und ging in die gewiesene Richtung.

Auf dem Weg durch den hell erleuchteten Gang kam ich an den üblichen Bildern vorbei, die in solchen Einrichtungen hingen. Naturbilder von hellen Landschaften oder glücklichen Menschen. Dabei sollten hier doch eigentlich elektronische Bilder zu sehen sein – die würden schließlich viel besser zum Geschäft passen.

Im Operationssaal wies man mir einen Platz zu; ich wurde über die Vorgehensweise belehrt. Der Sitz war noch warm

von der Hitzereinigung, die man vorgenommen hatte, um ihn steril zu halten. Der Arzt selbst würde nur noch den Start-Knopf drücken und im Falle von Komplikationen eingreifen. Den Rest erledigte der Chip selbst, der seitlich am Auge vorbei über die Nervenbahnen bis in mein Gehirn vordringen würde. Dort angekommen, würde er sich komplett selbstständig mit der richtigen Stelle verbinden. Eine Betäubung gab es nur, damit die Patienten nicht in Panik Probleme verursachen konnten.

Kurz bevor die Spritze in meine Haut eindrang, sah mich der Mann über seinen Mundschutz hinweg noch einmal an. „Sind Sie auch wirklich bereit für diese Wandlung?“, fragte er.

„Natürlich bin ich das. Fangen Sie schon an!“, kam meine Antwort. Danach umfing mich die Finsternis der Bewusstlosigkeit.

\* \* \*

Gelangweilt suchte ich im Internet nach den neuesten Postings meiner Freunde. Am Anfang war ich, was die neuen Möglichkeiten der Erweiterung ainging, noch euphorisch gewesen. Als Anwalt konnte ich die Suchfunktion des Chips ideal nutzen – ob es nun um Gesetzesetexte oder um die entscheidende Beweis-Mail ging, die ich sonst vergessen hätte. Doch jetzt hatte praktisch jeder diesen Chip und der graue Alltag war wieder eingekehrt.

Mein Blick fiel auf die Keulen, die auf einer Kommode in meinem Wohnzimmer standen. Aus einem Impuls heraus griff ich nach ihnen und wog sie in den Händen. Früher einmal war ich gut darin gewesen, mit ihnen zu jonglieren, doch irgendwie war das Ganze in Vergessenheit geraten.

Probeweise warf ich eine der Keulen in die Luft und fing sie wieder auf. Ein Hauch alter Freude regte sich in mir und bald schon, ohne dass ich es wirklich beabsichtigt hatte, flog die Keule nur so durch die Luft.

In meinem Übermut nahm ich noch eine und dann noch eine dazu. Schillernd blinkten sie im Licht der Lampen meines Wohnzimmers. Doch dann, ganz ohne Vorwarnung, ertönte ein Geräusch in meinem Kopf und eine Nachricht tauchte vor meinem Sichtfeld auf. Erschrocken zuckte ich zurück und achtete nicht mehr auf die Keulen. Mich durchfuhr ein plötzlicher Schmerz und ich fiel.

Einige Augenblicke später klärte sich mein Blickfeld wieder. Die Anzeige sagte mir, dass ein stumpfer Gegenstand mich am Kopf getroffen hatte, es aber keinen Schaden geben würde. Wie es hieß, könnte ein Kühlbeutel hilfreich sein, den der Kühlschrank auf meine Anweisung hin vorbereiten würde.

Eigentlich hätte ich mich über die unnütze Meldung ärgern müssen, aber stattdessen war mein Blick von dem gefangen, was gleich darauf an derselben Stelle auftauchte: eine Werbung für eine Kleidermarke, die ich mir nie auch nur näher anschauen würde. Warum wurde mir so etwas empfohlen? Schnell ließ ich mir den Ursprung der Nachricht anzeigen und stellte fest, dass ich dieser Marke online folgte. Generell war alles, was ich das letzte halbe Jahr online getan hatte, irgendwie von dieser Marke geprägt.

Ein kalter Schauer lief mir über den Rücken. Schnell rappelte ich mich auf und eilte in meine Abstellkammer. Ich

erinnerte mich an etwas, das ich in meiner Jugend über Chips und ihre Schwächen gelernt hatte.

Schnell durchwühlte ich meine Regale. Es war nicht klar, wie viel Zeit mir noch blieb, bis der Chip wieder Einfluss auf mich nehmen würde, also musste ich mich beeilen. Endlich fand ich, wonach ich gesucht hatte: eine kleine Kamera, die aus einer Zeit stammte, als Mobiltelefone noch keine hochauflösenden Bilder aufnehmen konnten. Was ich ansonsten noch brauchte, war schnell gefunden: ein alter Lötkolben und eine Spule, aus mehreren Drahtwicklungen bestehend, lagen in der hintersten Ecke des Regals.

Während der Lötkolben warm wurde, brach ich das Gehäuse der Kamera auf. In meiner Jugend hatte ich viel über das Ausschalten von RFID-Systemen gelesen, die auf drahtlose Ansprache hin allerlei Rückmeldung geben konnten. Früher war diese Technik auf einige Meter begrenzt, heute war es problemlos möglich, die ganze Welt mit Hilfe passiver Funktechnik zu vernetzen. Das grundlegende Prinzip war die ganze Zeit hindurch gleich geblieben. Ich wusste, was zu tun war.

## ALS DIE LÖTSPITZE HEISS GENUG WAR, VERBAND ICH DIE SPULE VORSICHTIG MIT DER BATTERIE DER KAMERA.

Als die Lötpitze heiß genug war, verband ich die Spule vorsichtig mit der Batterie der Kamera. Dann hielt ich die Stelle meiner Stirn, an der mir der Chip eingesetzt worden war, ganz nahe an den aufgewickelten Draht und drückte den Auslöser. Strom floss in die Spule, das elektromagnetische Feld baute sich auf und wurde immer stärker. Wenn ich mit der Spule in Berührung käme, würde ich mir mindestens mittelschwere Verbrennungen einhandeln. Plötzlich hörte ich eine Stimme in meinem Kopf, vor meinem inneren Auge erschien eine Fehlermeldung: „Kommunikationssystem beschädigt! Bitte begeben Sie sich umgehend zur nächsten Augmentierungswerkstatt!“

„Ja, ja, werde ich machen“, erwiderte ich und die Warn töne in meinem Kopf verschwanden ebenso wie die nervig blinkende Fehlermeldung. Zufrieden ließ ich den Auslöser der Kamera los. Es hatte tatsächlich funktioniert. Ich war wieder frei. Und da ich nur die Kommunikation zwischen Chip und Server zerstört hatte, konnte ich immer noch all meine Vitalfunktionen abrufen.

Das Klingeln der Warntöne immer noch im Kopf, suchte ich mir den nächsten Gegenstand aus meiner Kammer. Es war ein Laptop, wie man ihn früher benutzt hatte. Heute völlig veraltet, aber vielleicht würde er mir noch nützlich werden.

Ich wollte dem Hersteller die Möglichkeit nehmen, irgend etwas in den Chips aus der Entfernung zu steuern.

Dazu, so meine Überzeugung, brauchte ich nur in die Unternehmenszentrale von Melius-Corp einzudringen. Wie ich das anstellen könnte, würde mir hoffentlich noch einfallen.

Zum Glück fuhr ich trotz der stetig wachsenden Technologisierung immer noch ab und an mit dem Fahrrad. Sonst wären meine Oberschenkel der weiten Strecke bis zum Industriegebiet nicht gewachsen gewesen. Während der Fahrt musste ich immer wieder dagegen ankämpfen, laut loszulachen. Bevor ich aufgebrochen war, hatte ich mit dem Laptop den Online-Fußabdruck genauer ausgewertet, den meine Aktivitäten im Netz hinterlassen hatten. Innerhalb gewisser Zeitabstände hatte ich immer wieder meine Einkaufsgewohnheiten radikal geändert. Von einer Fast-Food-Kette zur anderen, erst eine Kleidermarke und dann plötzlich eine komplett andere. Manchmal hatte ich mich wie eine regelrechte Werbemarionette verhalten. Das ließ nur einen logischen Schluss zu: Die Manipulation musste verschiedenen Interessenten zur Verfügung stehen. Wer den Zugang erwarb, konnte zeitweise Kontrolle über die Chips ausüben.

Mir wurde übel. Zugleich spürte ich, wie Zorn in mir hochkochte: Das konnte ich nicht zulassen. Ich wollte kein willenloser Spielball gefunkter Konsumzwänge sein. Konzentriert trat ich in die Pedale meines Fahrrads.

Plötzlich stand eine Gestalt vor mir – ich musste stark bremsen, um nicht direkt in sie hineinzufahren. Als ich mich von dem Schreck erholt hatte, fand ich mich Auge in Auge mit einem Polizisten wieder.

„Entschuldigen Sie, aber Sie haben doch einen defekten Chip, oder? In dem Fall müssen wir Sie bitten, mitzukommen.“

„Wie bitte?“, fragte ich etwas verdutzt.

„Ihren Chip. Wir müssen Sie zur nächsten Werkstatt begleiten. Wenn weitere Fehlfunktionen auftreten sollten, könnte das eine Gefahr für Sie und andere bedeuten.“

Da dämmerte es mir. Natürlich würde Melius-Corp nicht zulassen wollen, dass ich frei herumlief und Leuten erzählte, was der Chip mit ihnen machte. Sie wollten mich zur Reparatur zwingen.

Mein ganzer Körper spannte sich an. Ich besah mir den Polizisten genauer. Zum Glück funktionierte der Link zwischen meinen verbesserten Augen und dem Chip noch. Kaum hatte ich den Gedanken gefasst, sah ich die Einschätzung der Vitalwerte des Beamten. Ich verglich sie mit meinen und ließ mir eine Karte anzeigen, die in meinem Gedächtnis eingelagert hatte. Ich ging alle Daten durch und in meinem Kopf formte sich ein Plan.

Ich trat einige Schritte zurück.



# C++11 / 14 / 17



## iX-Workshop C++11 / C++14 / C++17

(4-tägiger iX-Workshop)

Die letzten Versionen des C++-Standards von 2011, 2014 und 2017 haben eine Vielzahl von Neuerungen gebracht, die klarer strukturierte und performantere Programme ermöglichen und die C++-Entwicklung effizienter machen. An vier Tagen lernen Sie in praktischen Übungen alle wichtigen Neuerungen und ihre Verwendung im Detail kennen.

C++-Trainer Detlev Vollmann, seit 2000 Schweizer Vertreter bei der ISO für die Standardisierung von C++, gibt zudem einen Ausblick auf das kommende C++20 und auf relevante technische Spezifikationen, die in spätere C++-Standards einfließen werden.

Der Workshop richtet sich an C++ Programmierer, Library-Entwickler und System-Designer mit Erfahrung in C++-Programmierung.



Detlef Vollmann

**Termin: 09. – 12. Dezember 2019, Nürnberg**

**Standardpreis: 2.835,00 Euro (inkl. MwSt.)**



Weitere Infos unter:

[www.heise-events.de/workshops/cplusplus](http://www.heise-events.de/workshops/cplusplus)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)

Eine Veranstaltung von:



Organisiert von:



„Tun Sie das nicht“, meinte der Polizist. „Sie können ohnehin nicht entkommen.“

Als Antwort lächelte ich nur entschuldigend, dann warf ich mein Fahrrad mit voller Kraft nach dem Polizisten. Er musste zurückweichen, um nicht getroffen zu werden. Bevor er sich wieder sammeln konnte, hatte ich mich schon umgedreht und sprintete in Richtung der Seitengasse, die ich zuvor auf der Karte gesehen hatte. Gehetzt rannte ich dort weiter. Auf einem Auge wurde mir immer leicht transparent die Karte eingebendet, sodass ich sah, wohin ich floh. Hinter mir hörte ich das schwere Atmen des Polizisten. Ich hatte seine Vitalwerte richtig eingeschätzt: Er war Verfolgungs-jagden einfach nicht mehr gewachsen. Infolge der Chips gab es auch kaum noch Kriminalität. Wer immer auch gerade die Menschen manipulierte, niemand wollte Kriminelle. Wenigstens ein erfreulicher Aspekt der Sache.

Die grauen Fassaden der Gebäude rasten an mir vorbei. Obwohl in diesen Gassen normalerweise niemand umherlief, putzten die Reinigungsdrohnen auch hier. Mir stand nichts im Weg, was meine Flucht hätte erschweren können. Das Keuchen des Polizisten hinter mir wurde immer leiser; er blieb immer weiter zurück. Wahrscheinlich würde er gleich Verstärkung rufen, um die Gegend abzuriegeln. Wenn er das nicht schon getan hatte.

## JETZT HATTE ICH WENIGSTENS EIN ZIEL: DEN COMPUTER DES CHEFS.

Als ich sicher war, dass ich nicht mehr direkt verfolgt wurde, verlangsamte ich meine Schritte. Ich hatte es geschafft, ich war einem Polizisten entkommen! Doch meine Euphorie hielt nur kurz an, ich war weiter von meinem Ziel entfernt als je zuvor. Ich wurde offiziell gesucht und Melius-Corp würde mich garantiert nicht durch die Vordertür einlassen. Trotzdem musste ich es weiter probieren.

Wieder ging ich in Richtung des Hauptsitzes im Geschäftsviertel. Nur diesmal sehr viel vorsichtiger. Wann immer es möglich war, nahm ich Seitengassen und enge Straßen, um meinem Ziel näher zu kommen. Jedes Mal, wenn ich eine Sirene hörte, schreckte ich auf; meine Nerven lagen blank.

Es gelang mir, immer weiter ins Geschäftsviertel vorzudringen, auch wenn meine Chancen, Deckung zu finden, dort immer spärlicher wurden. Zwischen den großen Wolkenkratzern, die Unternehmen aus dem Boden gestampft hatten, versteckten sich nur wenige Gassen, in denen man verschwinden konnte. Immer wieder sah ich Polizisten durch die Straßen patrouillieren. Sie waren zu beschäftigt, um in der Menschenmenge nach mir zu suchen und mich zu entdecken.

Trotz meiner Anspannung musste ich feststellen, wie neu mir das Geschäftsviertel vorkam. Es nicht von den großen, sauberen Straßenzügen aus zu betrachten, sondern in engen Gassen an riesigen Wänden aus Glas und Beton hochzuschauen, war beunruhigend. Es ließ mich klein wirken, als wäre ich ein völlig unbedeutendes Nichts im Angesicht solcher Größe.

Dieses Gefühl wurde am stärksten, als ich den Hauptsitz von Melius-Corp erreichte. Ein gigantischer Turm aus Stahlbeton und blinkenden Glasflächen. Auf der Spitze prangte groß das Logo des Unternehmens: MC. Man könnte es als Melius-Corp, aber auch als „Melius-Chip“ lesen. Denn das war das Produkt, welches das Unternehmen über Nacht an die Spitze der Weltwirtschaft katapultiert hatte. Nur wegen MC war dieses Geschäftsviertel aus dem Boden gestampft worden. Denn jeder, der etwas auf sich hielt, wollte seinen Firmensitz in der Nähe des Anführers der wirtschaftlichen Nahrungskette haben. Und jetzt standen ohnehin alle anderen Unternehmen unter dessen Kontrolle.

Gerade als ich zu Ende gedacht hatte, schoss mir ein neuer Gedanke durch den Kopf: Der CEO hatte die Kontrolle! Und welcher Manipulator würde sich seiner eigenen Waffe aussetzen? Jetzt hatte ich wenigstens ein Ziel: den Computer des Chefs. Es musste irgendeine Möglichkeit geben, den Besitzern der Chips eine Nachricht zukommen zu lassen. Ich musste nur erst einmal dorthin gelangen.

Ich stand in einem düsteren, im Schatten des Hochhauses liegenden Bereich, in dem ich ziemlich sicher nicht sein sollte. Gerade als ich das Gebäude genauer in Augenschein nahm, traf mich die Erkenntnis: Wie konnte ich nur so naiv gewesen sein? Hier gab es keine versteckten Eingänge, keine Fenster oder sonst einen Weg, über den ich ins Gebäude, zum Büro des Chefs und an seinen PC kommen könnte. Das aber wäre nötig, um diesen PC mithilfe einer speziellen Anwaltssoftware hacken und manipulieren zu können.

Gerade als ich mich von dem Gebäude abwandte, sah ich etwas aus den Augenwinkeln. Aus dem Ausgang marschierte eine Person im Anzug, dicht gefolgt von bulligen Bodyguards. Selbst aus dieser Entfernung erkannte ich den CEO von Melius-Corp. Ich hatte diesen Mann über Jahre für seine Forschung am Melius-Chip angehimmelt – diesen Menschen würde ich überall erkennen. Aber als ich ihn in sein Auto einsteigen sah, keimte in mir eine neue Idee. Es gab noch eine Chance: Auf seinem Anwesen musste der Mann einfach noch einen Computer haben, der mit dem im Unternehmen verbunden war.

Ich klammerte mich an diesen letzten Strohhalm. Durch einen Fall, der an meine Anwaltskanzlei gegangen war, kannte ich die Adresse. Eilig, aber immer noch vorsichtig, machte ich mich auf den Weg dorthin.

Wider alle Erwartungen war der CEO von Melius-Corp ein altmodischer Mann, was seinen Geschmack für Häuser anging. Von meinem leicht erhöhten Ausguck aus konnte ich sein Anwesen, das von einer schlanken weißen Mauer umgeben war, gut überblicken. Es gab keine Wachen und während ich auf die Nacht gewartet hatte, hatte ich mir das Bewegungsmuster der Überwachungskameras eingeprägt. Mittlerweile konnte ich die toten Winkel ausnutzen und unentdeckt über die Mauer klettern. Sogar dem Netz aus In-

frarotsensoren konnte ich dank meiner augmentierten Augen ausweichen.

Vorsichtig, Meter für Meter, kam ich näher an das Haus heran. Hier gab es Fenster im Überfluss, augenscheinlich nicht speziell überwacht. Ansonsten würde jedes Mal, wenn sich jemand hinauslehnte, ein Alarm ausgelöst. An der Hauswand angekommen, zog ich mich so leise wie möglich an der Fassade nach oben. Die vielen Rillen und Verzierungen machten es mir leicht, bis zum einzigen offenen Fenster vorzudringen. Ohne weitere Probleme konnte ich hindurchklettern und so ins Haus gelangen.

Ich fand mich in einem dunklen Raum wieder; die Schatten von Gegenständen ließen ein Kinderzimmer erahnen. Wie ich vermutet hatte, schliefen bereits alle im Haus. So leise wie nur irgend möglich schlich ich mich am Kinderbett vorbei und zur Tür, die zum Glück nur angelehnt war. Ich schlüpfte hindurch und zog die Tür hinter mir ebenso lautlos wieder zu, wie ich sie aufgeschoben hatte.

Das Arbeitszimmer war schnell gefunden. Die erweiterten Fähigkeiten meiner Augen hatten es mir erlaubt, von außen durch ein Fenster hindurch einen Schreibtisch mit einem Bildschirm darauf zu erkennen. Im Haus musste ich nur den Flur bis zu diesem Zimmer folgen.

Kurz bevor ich das Arbeitszimmer erreichte, hörte ich plötzlich Schritte auf dem Gang. Innerlich fluchend eilte ich rasch ins Zimmer. Erst als ich die Tür hinter mir zugezogen hatte, wagte ich es wieder, zu atmen. Ich beeilte mich, meinen Laptop an den Computer anzuschließen, der vor mir auf dem Schreibtisch stand. Doch gerade als ich das Verbindungskabel in den Port stecken wollte, packte mich etwas in einem eisernen Griff. Völlig unfähig, mich zu wehren, konnte ich nur den Kopf drehen und blickte in das ausdruckslose Gesicht eines Androiden. Dieser starrte mich aus leeren künstlichen Augen an.

Gerade als mir schwarz vor Augen wurde, ertönte ein melodischer Dreiklang. Vor meinem inneren Auge erschien ein Meldungsfenster: „Prüfungssituation abgebrochen. Immersion verlassen in: 10 Sekunden.“ Schnell verwandelte sich die 10 in eine 9, dann setzte der Countdown sich fort bis zur 0.

\* \* \*

Ich erwachte völlig verdattert. Eine Assistentin mit professioneller Miene nahm mir den Immersionshelm ab, hielt meine Schultern einen Moment fest und sagte: „Bitte bleiben Sie noch einige Minuten liegen, bis Ihr Raumgefühl sich wieder normalisiert hat. Anschließend möchten die Damen und Herren des Recruiting-Teams gern im Nebenraum mit Ihnen sprechen.“

Sie waren zu fünf und saßen auf schlichten, aber teuer aussehenden Polsterstühlen in einer lockeren Runde. Eine Frau mit kurzen grauen Haaren, die sich als Dr. Inga Weylandt vorstellte, lud mich ein, den einzigen verbliebenen leeren Platz einzunehmen. „Nun, wie fühlen Sie sich?“, fragte der Mitteldreißiger, der mir direkt gegenüber saß. Ich erinnerte mich dunkel, ihn zu kennen – Falk ... Tegtmeyer oder so. „Die meisten Bewerber, die unsere virtuelle Testrealität durchlaufen, haben anschließend vorübergehende Orientierungsschwierigkeiten.“ – „Nein, alles gut,“ erwiderte ich unsicher.

„Wissen Sie“, begann der wohlwollend dreinblickende Senior mit dem grauen Haarkranz zwei Plätze neben ihm – bei seinem Anblick blitzte der Name Hans-Peter Beyer durch meine Gedanken. „Sie haben ja eine ausgesprochen blühende Fantasie.“ Er hielt einen Moment inne und meinte dann: „Unsere Prüfungssituation passt sich dem, was ein Bewerber zur Problemlösung unternehmen möchte, sehr weitgehend an. Wer es logisch liebt, der kommt mit Logik sehr weit. Wer auf Recherche setzt, findet Entscheidendes heraus. Und wer lieber intuitiv vorgeht, dem vermitteln emotionale Begegnungen wichtige Impulse.“

## ALLMÄHLICH DÄMMERTE MIR WIEDER, WER ICH WAR UND WAS ICH HIER EIGENTLICH GEWOLLT HATTE.

„Aber in jedem Fall“, fuhr Dr. Weylandt fort, „geht es darum, früher oder später ein Team zu finden. Andere, die einem weiterhelfen können und mit denen man gemeinsam zur Lösung des Problems vordringen kann. Das ist der eigentliche Sinn dieser Form von Eignungstest. Sie hingegen haben uns verblüfft: Sie haben sehr früh verstanden, dass quasi alle Bewohner der Testrealität über Funktechnik verbunden waren. Anstatt diese Vernetzung auszunutzen und sich mit anderen zusammenzutun, haben Sie einen Alleingang unternommen. Mit dem Fahrrad. Und dabei so dick aufgetragen, dass Sie jeden James Bond stolz gemacht hätten.“

Ich sah etwas pikiert zu Boden. Allmählich dämmerte mir wieder, wer ich war und was ich hier eigentlich gewollt hatte.

„In dem Geschäft, für das Sie sich interessieren“, setzte eine jüngere Frau namens Anja Olsson ein, „sind keine einsamen Superhelden gefragt. Als solcher mussten Sie scheitern. Die Zukunft gehört Teamplayern – Leuten, die in der Lage sind, ihre eigenen Erkenntnisse und Stärken mit denen anderer zu verbinden und gemeinsam Probleme zu lösen.“

„Aber nehmen Sie's nicht zu schwer“, sagte nun Falk Tegtmeyer mit einem leichten Lächeln. „Es ist eine ungewöhnliche Erfahrung ...“

„... obwohl immer mehr Unternehmen dazu übergehen, ihre Mitarbeiter mit Hilfe solcher Deep-Immersion-Systeme auszusuchen“, unterbrach Beyer.

„... eine ungewöhnliche, aber wertvolle Erfahrung, die Ihnen auf Ihrem weiteren beruflichen Weg nur helfen kann“, setzte Tegtmeyer unbeirrt fort. „Unsere Frau Ribbentrop hat Ihre Daten – falls Sie einen neuen Versuch unternehmen möchten, melden Sie sich. Ansonsten wünschen wir Ihnen erst einmal ein schönes Wochenende! Und schauen Sie nicht so zerknirscht: Sie haben sich nicht blamiert! Wenn Sie wüssten, auf welch blöde Weise die meisten von uns bei den ersten Versuchen gescheitert sind!“

(psz@ct.de) ct

# Das DIY-Kompendium!

## Richtig loslegen mit Raspi, ESP & Co.

**Raspberry Pi 4-Starterset für 72,- €** (statt 79,90 €)  
Raspberry Pi 4 B, 2 GB RAM • Original-Netzteil • Original-Gehäuse  
Original-Micro-HDMI-Kabel • 16 GB microSDHC inkl. NOOBS • inkl. Versand

**mit Test Raspi 4**

**Jetzt für nur 12,90 € bestellen.**

**JETZT NEU! c't Projekte 2019**

c't Projekte 2019 führt in die Welt der Einplatinencomputer ein, stellt Plattformen vor und vermittelt Know-How für anspruchsvollere Projekte. In zahlreichen Bau- und Programmervorschlägen finden Einsteiger wie Fortgeschrittene Anleitungen zum Nachbau und Anregungen für eigene Ideen.

Auch komplett digital erhältlich!  
[shop.heise.de/ct-projekte19](http://shop.heise.de/ct-projekte19)

**NEU** **Raspberry Pi-Projekte für Zuhause**  
Drucken & scannen • Raspi als digitaler Bilderrahmen  
Erste Projekte mit Docker • Netzwerktester

**Basteln für Einsteiger**  
Diese Grundausstattung brauchen Sie  
Projekte für Arduino, Micro:Bit, Calliope

**Smarthome mit dem Raspi**  
Open Source ersetzt China-Cloud  
Gadgets mit Apple HomeKit verbinden

**Kaufberatung 3D-Drucker**  
Welches Gerät passt zu mir?  
Eigene 3D-Objekte entwickeln

**Nützliche Gadgets im Eigenbau**  
WLAN-Klingel • Briefkastensensor • Sprach-Assistent ohne Cloud  
Lampen steuern mit Zigbee-Bridge • Feinstaubmessung • Raspi-USV



Auch als  
Bundle  
erhältlich

### Mit 2GBYTE Raspberry Pi 4-Starterset Classic Edition

- Inkl. c't Projekte Sonderheft
- Raspberry Pi 4 Model B 2GB RAM
- Offizielles Netzteil USB-C
- Offizielles Gehäuse (rot/weiss)
- Sandisk microSDHC 16GB inkl. NOOBS
- Micro HDMI - HDMI Kabel

[shop.heise.de/raspi4-bundle](http://shop.heise.de/raspi4-bundle)



84,90 € >

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/ct-projekte19](http://shop.heise.de/ct-projekte19) >



**NACH UNS DIE  
SYN-FLOOD**

iX MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

**Fernstudium Robotik**

Ihre Chance in einem schnell wachsenden Zukunftsmarkt. Aus- und Weiterbildung zum Roboter-Techniker und -Programmierer. Kosten-günstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Beginn jederzeit.

NEU: Umweltschutz-Techniker, Netzwerk-Techniker, SPS-Techniker

Teststudium ohne Risiko. GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERN SCHULE WEBER - seit 1959  
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten - Abt. F14  
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

[www.fernenschule-weber.de](http://www.fernenschule-weber.de)

Inkl. Roboterbausätze und -Modelle

c't magazin für computer technik

Ich träume in C#

**Neue Features in SUSE Linux Enterprise Server 12 & 15**

heise Events

### iX-Workshop Neue Features in SUSE Linux Enterprise Server 12 & 15

(2-tägiger iX-Workshop)

Mit SLES 12 beziehungsweise SLES 15 ist SUSEs Enterprise Server in zwei Etappen signifikant verändert worden, vom Dateisystem über den Boot-Mechanismus bis zur Firewall. Was davon für eine erfolgreiche Administration wichtig ist, fasst ein Trainer von B1 Systems in einem zweitägigen Workshop zusammen.

Voraussetzungen:

Als Teilnehmer des Workshops sollten Sie ein grundlegendes Verständnis für die System- und Netzwerkadministration von Linux mitbringen.

**Termin: 04. – 05. Dezember 2019, Hannover**

**Standardpreis: 1.810,00 Euro (inkl. MwSt.)**



Weitere Infos unter:

[www.heise-events.de/workshops/sles](http://www.heise-events.de/workshops/sles)  
[www.ix-konferenz.de](http://www.ix-konferenz.de)

Ihr Referent wird gestellt von:



Eine Veranstaltung von:



Organisiert von:



**ORACLE Feuerwehr** www.oraservices.de [G](#)

nginx-Webhosting: **timmehosting.de** [G](#)

**DATENRETTUNG** v. HDD, RAID, SSD – **Erfolg >99%**  
www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 [G](#)

**EDELSTAHL LED SCHILDER:** www.3D-buchstabe.com  
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de [G](#)

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,  
Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,  
Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-  
rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.  
Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,  
Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@soft-  
aktiv.de, Internet: www.softaktiv.de [G](#)

**Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE** [G](#)

**www.patchkabel.de** - LWL und Netzwerk Kabel [G](#)

**WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – schneeweiss.de** [G](#)

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt  
EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) ins-  
besondere Texte aus den Bereichen Telekommu-  
nikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. +  
Fax: 05130/37085 [G](#)

**xxs-kurze Daten- & Netzkabel:** kurze-kabel.de [G](#)

**Anzeigenschluss  
für die nächsten  
erreichbaren Ausgaben:**

**01/2020: 03.12.2019**

**02/2020: 10.12.2019**

**03/2020: 02.01.2020**

## c't – Kleinanzeigen

**Private Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 10,-; jede weitere Zeile € 8,-

**Gewerbliche Kleinanzeige:**  
erste Druckzeile € 20,-; jede weitere Zeile € 16,-

**Chiffre-Anzeige:** € 5,- Gebühr

**Hinweis:** Die Rechnungsstellung erfolgt nach  
Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der  
nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

○ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.  
Sparkasse Hannover,  
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den  
angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

**Faxnummer: 05 11 / 53 52-200**

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im  
Fließsatz  privat  gewerblich\* (werden in c't mit [G](#) gekennzeichnet)  Chiffre

€ 10,- (20,-)

€ 18,- (36,-)

€ 26,- (52,-)

€ 34,- (68,-)

€ 42,- (84,-)

€ 50,- (100,-)

€ 58,- (116,-)

€ 66,- (132,-)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die  
**fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen  
Preis können Sie so selbst ablesen. \*Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben.  
Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,- Chiffre-Ge-  
bühr.

**Ausfüllen und einsenden an:**  **Heise Medien GmbH & Co. KG**  
c't-Magazin, Anzeigenabteilung  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.





# JAVA IST KEIN KAFFEE

Für dich ist Java auch kein Kaffee?

Dann gestalte mit uns die **IT für Deutschland** und **tu was du liebst**. Wir sind der **IT-Dienstleister für Bundeswehr und Bund** und gehören zu den **Top-10-IT-Unternehmen** in Deutschland. **IT-Liebhaber/in** aufgepasst: Wir suchen dich!

-

Jetzt bewerben!

[www.bwi-karriere.de](http://www.bwi-karriere.de)

Für Mensch & Umwelt



Das Umweltbundesamt (UBA) sucht für das **Fachgebiet IV 2.1 „Informationssysteme Chemikaliensicherheit“** mit Arbeitsort in Dessau-Roßlau – Bauhausstadt im Dessau-Wörlitzer Gartenreich – eine\*n

## Informatiker\*in

Das Arbeitsverhältnis beginnt so bald wie möglich und ist unbefristet.

### Ihre Aufgaben:

- Übernahme der Koordinierung von internen IT-Angelegenheiten und wesentlichen Aufgaben in der zentralen strategischen IT-Planung für den Fachbereich
- Unterstützung der Leitungsebene des Fachbereiches durch fachliches und wissenschaftlich-technisches Wissen im Rahmen der IT-Konsolidierung des Bundes
- aktive Mitwirkung in der IT-Koordinierungsgruppe des UBA, Vertretung der Interessen des Fachbereiches
- Begleitung und Koordinierung von Prozessen in Gremien für die Optimierung der Vollzugsaufgaben in verschiedenen regulativen Kontexten
- Unterstützung und Beratung der Mitarbeitenden im Fachbereich zu IT-spezifischen Themen sowie Ansprechpartner\*in für vollzugsrelevante Themen
- enge Zusammenarbeit mit dem Vor-Ort-Service des Fachbereiches
- Planung des IT-bezogenen Haushaltstitels für den Fachbereich unter intensiver Abstimmung mit dem Controlling

### Ihr Profil:

- abgeschlossenes wissenschaftliches Hochschulstudium (Master, Uni-Diplom), vorzugsweise in den Fachrichtungen Informatik, Umwelt-, Wirtschafts-, Chemieinformatik oder vergleichbarer Fachrichtung
- fundierte Kenntnisse zur IT-Konsolidierung des Bundes
- fundierte Kenntnisse im Aufbau von technischen Infrastrukturen in und außerhalb von Behörden
- Vertrautheit mit den aktuellen Standards in der IT
- eigenverantwortliches Arbeiten in projektbezogenen Arbeitsgruppen und Arbeitsumgebungen
- nachgewiesene Erfahrungen mit IT-Prozessen in der öffentlichen Verwaltung
- gute Kenntnisse über komplexe Informationssysteme zu Chemikalien und vollzugsbezogenen Aufgaben im Kontext der Pflanzenschutzmittelzulassung sind von Vorteil
- sehr gute Kooperations- und Kommunikationsfähigkeiten, offenes und teamorientiertes Arbeiten
- Fähigkeit, sich auf andere Anforderungen und Bedingungen einzustellen
- Bereitschaft zur präzisen, termingesetzten Arbeitsweise

### Unser Angebot:

Wir bieten Ihnen im Rahmen flexibler Arbeitszeiten und Arbeitsformen einen verantwortungsvollen und abwechslungsreichen Arbeitsplatz in einer wissenschaftlichen Behörde.

Fortbildung ist ein wichtiger Bestandteil unserer Personalentwicklung. Wir unterstützen die Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben.

**Dotierung: Entgeltgruppe 13 TVÖD (Tarifgebiet Ost)**  
**Bewerbungen von Beamtinnen\*Beamten werden im Einzelfall geprüft.**

**Kenn.-Nr.: 23/IV/19 • Bewerbungsfrist: 10.12.2019**

Wir würden uns freuen, wenn wir Ihr Interesse geweckt haben. Nähere Informationen und den Volltext zu dieser und anderen Stellen-ausschreibungen des Umweltbundesamtes finden Sie unter [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)



Umweltbundesamt | Postfach 1406 | 06813 Dessau-Roßlau



## Web-Developer (m/w/d)



## Web-Developer (m/w/d)

Als kommunikative Persönlichkeit stellen Sie sich den Herausforderungen des stetigen Wandels, sind lernbegierig und vertiefen mit Begeisterung Ihre Kenntnisse als Web-Developer (m/w/d)? Ein agil arbeitendes Team freut sich auf Sie!

### Ihre Talente

- Sie haben ein Hochschulstudium im Bereich Informatik, eine Ausbildung zum Fachinformatiker oder verfügen über vergleichbare Kenntnisse und bringen mindestens ein bis zwei Jahre einschlägige Berufserfahrung mit.
- Eine Programmiersprache im Backend zu beherrschen, ist für Sie selbstverständlich, idealerweise haben Sie bereits mit einer weiteren Programmiersprache (z. B. Node.js, Ruby, Python, Perl oder Java) experimentiert.
- Erfahrungen mit Schnittstellen mittels REST (HTTP) setzen wir voraus.
- Kenntnisse grundlegender Entwurfsmuster des Softwaredesigns, z. B. aus GoF, bringen Sie mit.
- Von Vorteil sind Git-Kenntnisse, Kenntnisse in Bereich Continuous Delivery (GitLab-CI) und bei DevOps Praktiken.

### Wir bieten Ihnen

- Die eigenständige Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre, flachen Hierarchien, agiler Arbeitsweise und tariflicher Bezahlung
- Profitieren Sie von flexiblen Arbeitszeiten und der Möglichkeit, auch im Homeoffice arbeiten zu können
- Sie arbeiten in einem engagierten und qualifizierten Team – die Entwicklung jedes Einzelnen ist uns dabei sehr wichtig

Bitte bewerben Sie sich online:

[www.heise-gruppe.de/karriere](http://www.heise-gruppe.de/karriere)

Bewerbungen von Menschen mit Behinderungen sind erwünscht.

**Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!**

### Haben Sie noch Fragen?

Schicken Sie uns eine WhatsApp mit Ihren Fragen an Tel.: 0160 90203627

### Ihre Ansprechpartner

Georg Nold, CTO  
Tel.: 0511 5352-341



HOCHSCHULE  
FÜR ANGEWANDTE  
WISSENSCHAFTEN  
MÜNCHEN

Die Hochschule München ist eine der größten Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Deutschland. Wir sehen unsere Herausforderung und Verpflichtung in einer aktiven und innovativen Zukunftsgestaltung durch Lehre, Forschung und Transfer. Die Zusammenarbeit mit Partnern aus Wirtschaft und Gesellschaft ist für uns von zentraler Bedeutung.

Für die nachstehend aufgeführte Professur in der **Fakultät für Angewandte Naturwissenschaften und Mechatronik**, die zum **Wintersemester 2020/21** oder später zu besetzen ist, wird eine wissenschaftlich ausgewiesene Persönlichkeit gesucht, die umfassende praktische Erfahrungen in verantwortlicher Position außerhalb einer Hochschule erworben hat und diese nun in Lehre und angewandter Forschung an unsere Studierenden weitergeben möchte.



#### W2-Professur für Industrie 4.0/IoT/Cyber-Physische Systeme (m/w/d)

Kennziffer: 0688

Erfahren Sie mehr in der detaillierten Stellenausschreibung:

<https://stellen.hm.edu/8pp1o>

Bewerben Sie sich über unser Online-Portal bis zum **24.12.2019**.

**Wir freuen uns darauf, Sie kennenzulernen!**



# Finde Deinen IT-Job bei **HORNBACH**.

Bei HORNBACH heißt es Do-it-yourself!  
Auch in unserer IT.  
Denn in HORNBACH steckt mehr Technologie,  
als man denkt! Neugierig?

Jetzt entdecken und online bewerben!  
[jobs.hornbach.de](http://jobs.hornbach.de)

**HORNBACH**

Es gibt immer was zu tun.

# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur .....	<b>8, 9</b>	Pocketbook Readers GmbH, Radebeul .....	<b>141</b>
1blu AG, Berlin .....	<b>13</b>	Polarise - Imprint der dpunkt verlag GmbH, Heidelberg .....	<b>87</b>
A-Trust Ges. für Sicherheitssysteme im elektronischen Datenverkehr Deutschland GmbH, Berlin .....	<b>123</b>	Save.TV Limited, Leipzig .....	<b>71</b>
aikux.com GmbH, Berlin .....	<b>85</b>	SEH Computertechnik GmbH, Bielefeld .....	<b>47</b>
AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin .....	<b>2</b>	Strato AG, Berlin .....	<b>43</b>
Cameron Sino Technology Limited, CN-Tsuen Wan, Hong Kong .....	<b>57</b>	Thomas Krenn.com, Freyung .....	<b>55, 69</b>
Conrad Electronic SE, Hirschau .....	<b>61</b>	UseNeXT, München .....	<b>81</b>
CRONON AG, Berlin .....	<b>53</b>	WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe .....	<b>51</b>
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg .....	<b>161</b>	WORTMANN AG, Hüllhorst .....	<b>4, 5</b>
DZ BANK AG, Frankfurt .....	<b>31</b>		
eQ-3 AG, Leer .....	<b>59</b>		
facebook Germany GmbH, Hamburg .....	<b>25</b>		
Fernschule Weber, Großenkneten .....	<b>187</b>		
Hetzner Online GmbH, Gunzenhausen .....	<b>196</b>		
Kaspersky Labs GmbH, Ingolstadt .....	<b>37</b>		
KYOCERA Document Solutions Deutschland GmbH, Meerbusch / Osterath .....	<b>41</b>		
Lenovo Global Technology Germany GmbH, Stuttgart .....	<b>23</b>		
LinguaTV GmbH, Berlin .....	<b>119</b>		
Mazda Motors GmbH, Leverkusen .....	<b>11</b>		
MC Technologies GmbH, Hannover .....	<b>49</b>		
Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp .....	<b>93</b>		
myLoc managed IT AG, Düsseldorf .....	<b>65</b>		
mymuesli GmbH, Berlin .....	<b>45</b>		
NFON AG, München .....	<b>29</b>		
Nilk, Berlin .....	<b>145</b>		
Platinion GmbH, Köln .....	<b>195</b>		

## Stellenanzeigen

BWI Informationstechnik GmbH, Bonn .....	<b>189</b>
Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover .....	<b>190</b>
Hochschule für angewandte Wissenschaften München, München .....	<b>191</b>
Hornbach Baumarkt AG, Bornheim bei Landau .....	<b>191</b>
Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau .....	<b>190</b>

## Veranstaltungen

c't heise dev	c't, heise Events .....	<b>14</b>
Javaland	DOAG, Heise Medien .....	<b>101</b>
secIT by Heise	heisec Events .....	<b>130, 131</b>
MacDev	Mac & i, heise developer, dpunkt.verlag .....	<b>167</b>
Developer Konferenz	iX, heise developer, dpunkt.verlag .....	<b>169</b>
C++	iX, heise developer, dpunkt.verlag .....	<b>183</b>
SLES 12	iX, heise developer, dpunkt.verlag .....	<b>187</b>

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.

## 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!





**Desinfec't**  
Das Rettungssystem bei Virenbefall  
NEUE VERSION 2019/20

Windows-PCs untersuchen und säubern  
Trojaner und Viren beseitigen  
Daten retten und sofort wiederherstellen  
Auf DVD & als Download  
für USB-Sticks



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/desinfect2019](http://shop.heise.de/desinfect2019)



# Impressum

## Redaktion

Heise Medien GmbH & Co. KG, Redaktion c't  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-300  
Telefax: 05 11/53 52-417  
Internet: [www.ct.de](http://www.ct.de), E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Fake News entlarven“:  
Jo Bager ([jo@ct.de](mailto:jo@ct.de)), „FIDO2-Sticks in der Praxis“: Jan Mahn ([jam@ct.de](mailto:jam@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 Müßig ([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 Josifov ([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 ([df@ct.de](mailto:df@ct.de)), Christoph Hoppe ([cho@ct.de](mailto:cho@ct.de)), Stefan Labusga ([sla@ct.de](mailto:sla@ct.de)), Arne Mertins ([ame@ct.de](mailto:ame@ct.de)), Jens Nohl ([jno@ct.de](mailto:jno@ct.de)), Wolfram Tege ([te@ct.de](mailto:te@ct.de))

**Dokumentation:** Thomas Masur ([tm@ct.de](mailto:tm@ct.de))  
**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 Gonnermann, 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](mailto:pgpCA@heise.de)>  
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A  
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>  
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000  
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C  
ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](mailto:pgpCA@ct.heise.de)>  
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C

**heise Investigativ:** Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.  
Anonymer Briefkasten: <https://heise.de/investigativ>  
via Tor: [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 Mühlé

**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 Verfügungsberecht 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 26/2019

Ab 7. Dezember 2019 im Handel und auf ct.de



## Support-Ende für Windows 7

Jetzt ist es so weit: Drei Wochen nach Weihnachten will Microsoft zum letzten Mal kostenlose Sicherheitsupdates für Windows 7 spendieren – das zwingt Nutzer zum Handeln. Wir erläutern, was Sie, Ihre Freunde und Verwandten und nicht zuletzt Ihr Chef unternehmen können.



## Raspberry Pi 4 kühlen

Der Raspi 4 ist schnell. Wer ihm reichlich Rechenarbeit aufbürdet oder gar ihn übertaktet, muss ihn aber kühlen – sonst ist die ganze Rechenpower nur Theorie. Sechs Lösungen zeigen, wie weit Passivkühlung reicht, wie man trotz Lüfter leise kühlt und ob das WLAN im Ölbad noch funktioniert.

## Actioncams: Spielzeug oder Vielzweck-Kamera

Sie sollen schnell reagieren, einfach zu bedienen sein und auch dort vorzeigbare Videos aufnehmen, wo es dreckig, nass und holprig hergeht. Was aktuelle Actioncams zwischen 80 und 800 Euro bieten, verrät unser Test.

## Verteilte Datenbanken mit CockroachDB

Eine SQL-Datenbank mit MySQL oder MariaDB ist schnell aufgesetzt – wesentlich aufwendiger ist es dagegen, eine solche Datenbank auf vielen Servern synchron zu halten. Mit CockroachDB bauen Sie ein Datenbank-Cluster mit wenigen Handgriffen und sorgen für Ausfallsicherheit.

## Günstige Smart-TVs mit 55"

1,40 m Diagonale und für 400 bis 900 Euro zu haben – das ist heute die LCD-TV-Mittelklasse. Im c't-Labor zeigt sich, ob Bildqualität und smarte Fähigkeiten eher „mittel“ oder doch „klasse“ sind. Außerdem helfen wir bei der Auswahl und der Konfiguration und liefern Tipps zum Sparen beim Kauf.

Noch mehr  
Heise-Know-how:



c't 12/2019 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



c't Spezial Windows-Problemlöser jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



Make Sonderheft Robotik  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de

# TAKE CTRL OF YOUR CAREER.

**Willkommen im Team von BCG Platinion.**

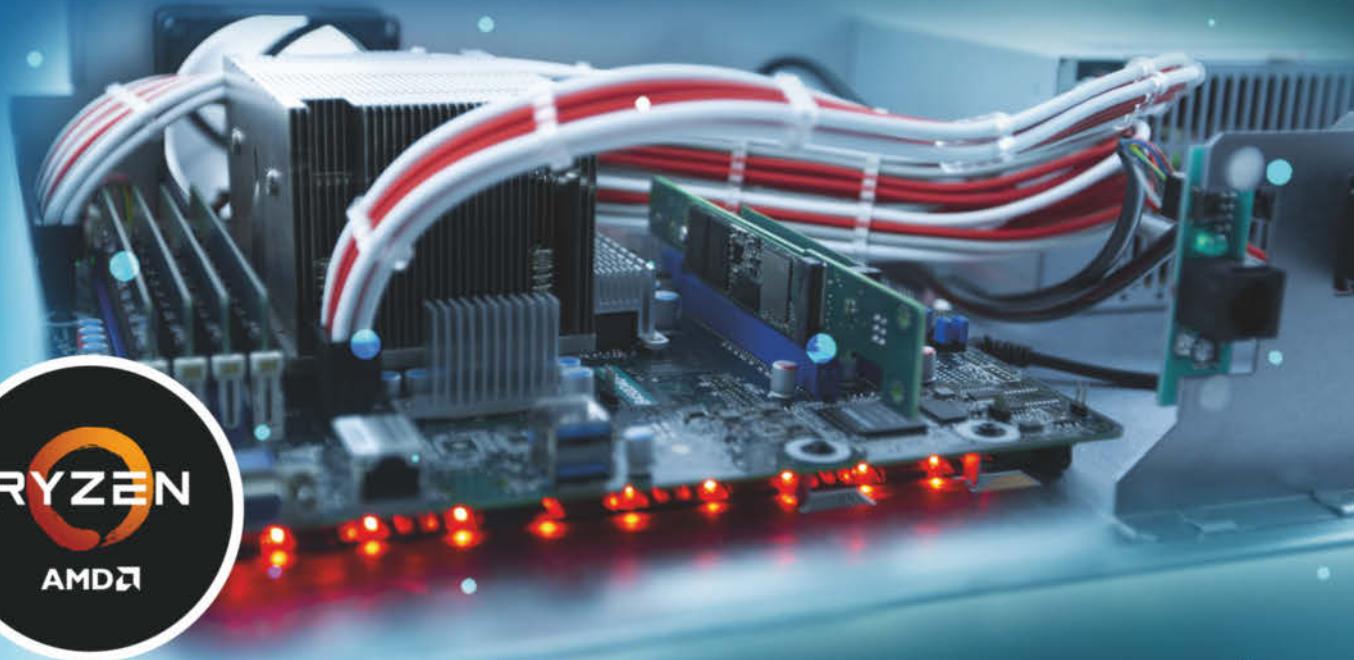
Bei BCG Platinion fragen wir uns nicht, wie die digitale Welt ist – sondern wie sie sein sollte. Bei uns arbeiten kleine, hochmotivierte Teams an der Umsetzung geschäftskritischer IT-Themen renommierter Industrie- und Dienstleistungsunternehmen. Dabei ist uns eine enge Zusammenarbeit mit dem Kunden genauso wichtig wie die persönlichen Aufstiegs- und Entwicklungschancen unserer Mitarbeiter. Sie haben Interesse an einer führenden IT-Beratung und wollen von den Chancen des globalen BCG-Netzwerks profitieren? Dann freuen wir uns auf Ihre Bewerbung.

Mehr Infos auf [karriere.bcgplatinion.de](http://karriere.bcgplatinion.de)





RYZEN  
AMD



### Dedicated Root Server AX41-NVMe

- ✓ AMD Ryzen 5 3600 Hexa-Core "Matisse" (Zen2)  
Simultaneous Multithreading
- ✓ 64 GB DDR4 RAM
- ✓ 2 x 512 GB NVMe SSD
- ✓ 100 GB Backup Space
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Standort Deutschland
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Setupgebühr 46,41 €

monatlich **46,41 €**

### Dedicated Root Server AX51-NVMe

- ✓ AMD Ryzen 7 3700X Octa-Core "Matisse" (Zen2)  
Simultaneous Multithreading
- ✓ 64 GB DDR4 ECC RAM
- ✓ 2 x 1 TB NVMe SSD
- ✓ 100 GB Backup Space
- ✓ Unbegrenzter Traffic
- ✓ Standort Deutschland
- ✓ Keine Mindestvertragslaufzeit
- ✓ Setupgebühr 70,21 €

monatlich **70,21 €**