

15 Apps für Smartphone und PC

# Sichere Passwort-Manager

Zugangsdaten komfortabel verwalten & synchronisieren

IM  
TEST

- PC-Netzteile mit 500 Watt
- Monitor-Halterungen
- OLED-TV mit 48 Zoll & 120 Hz
- MagentaTV-Stick

Guter Klang ohne viele Boxen

## Soundbars fürs Heimkino

7 schlanke Modelle im Test

## Premium-Notebooks

Erfahrungen mit Schul-Clouds

Setup-Stick für Windows 10 bauen

Medien-Download mit Shell-Tools

Nintendo-Klassiker auf dem iPad

Laufzeittarife für mobiles Internet



Test, Praxis, Kaufberatung

# Tablets für jeden Zweck

PC-Ersatz, Mini-TV, Fotoalbum, Spielkonsole, Klassenzimmer ...



€ 5,20

AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00

NL € 6,30 | IT, ES € 6,50

CHF 7.60 | DKK 57,00

# XPS

## AUF DIE DETAILS KOMMT ES AN.

Der neue XPS 13. Von der Handauflage aus Carbonfaser bis zu diamantgeschliffenen Kanten – mit einzigartiger Sorgfalt hergestellt.

[Dell.de/XPS](http://Dell.de/XPS)

Weitere Informationen erhalten  
Sie kostenlos unter 0800-000 42 30\*.

Intel® Core™ i7  
Prozessor der 10. Gen

© 2020 Dell Inc. oder Tochtergesellschaften. Alle Rechte vorbehalten. Dell GmbH, Main Airport Center, Unterschweinstiege 10, 60549 Frankfurt am Main. Geschäftsführer: Stéphane Paté, Anne Haschke, Robert Potts. Vorsitzender des Aufsichtsrates: Jörg Twelmeyer. Eingetragen beim AG Frankfurt am Main unter HRB 75453, USt-ID: DE 113541 138. WEEE-Reg.-Nr.: DE 49515708. Dell, EMC und andere Marken sind Marken von Dell Inc. oder Tochtergesellschaften. Es gelten die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Dell GmbH. Änderungen von Preisen, technischen Daten, Verfügbarkeit und Angebotskonditionen sind ohne Vorankündigung vorbehalten. Druckfehler und Irrtümer vorbehalten. \*Mo-Fr: 8:30-17:30 Uhr (zum Nulltarif aus dem dt. Fest- und Mobilfunknetz).

© Copyright by Heise Medien.





## Corona-Warn-App: Abwrackprämie für alte Handys

Liebe Bundesregierung,

mit der Corona-Warn-App ist Dir ja ein richtiger Husarenstreich gelungen. Zum Schnäppchenpreis von 20 Millionen Euro gibst du den Menschen im Land wieder Hoffnung. Nebenbei lenkst Du von Deinen jüngsten Pleiten wie dem BER und dem Zusammenbruch der Telematik-Infrastruktur für Arztpraxen ab. Dank Open Source jubeln Dir sogar Deine ehemals strengsten Kritiker vom CCC zu - echt clever.

Nur diesen ewigen Nörglern von den Grünen und den Grauen Panthern kannst Du mal wieder nichts recht machen. Die senilen Digitalverweigerer heulen, weil Ihr zwanzig Jahre altes Nokia 6310 sie nicht vor Corona warnt. Die glauben tatsächlich, sie würden den Planeten retten, wenn Sie nicht jede Saison das neueste Handy kaufen.

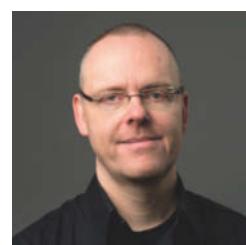
Aber Du kannst diese ewig Gestrigen schnell auf Deine Seite ziehen. Dazu musst Du nur Deine Abwrackprämie umwidmen. Alte Autos zu verschrotten ist ja so was von 2009. Jetzt in den Zwanzigern musst Du digital denken. Statt Straßenpanzer mit tonnenschweren Giftakkus zu subventionieren, solltest Du den Kauf neuer Smartphones pushen.

10 Euro staatliche Zulage pro Zentimeter Bildschirmdiagonale sollten als Kaufanreiz fürs Erste genügen. Wenn es 5G-fähig ist, gibts das Doppelte. Ausgenommen wird natürlich das Fair-

phone. Reparaturen vergiften schließlich das Konsumklima.

Denk nur mal an all die schicken digitalen Brücken, die Generationen wieder vereinen. Ein Videotelefonat auf einem iPhone 11 Pro Max bringt Oma und Enkel wesentlich sicherer zusammen als ein Tesla Cybertruck. Die Herzen von Alt und Jung werden Dir zufliegen. Und wenn erst mal die ganze Republik mit den neuesten Gadgets versorgt ist, kommen die Bürgerinitiativen für schnellere Datenautobahnen ganz von allein.

Die Gegenfinanzierung ist kein Problem: Schick einfach den Andi in den unbezahlten Ruhestand, damit er keine Milliarden mehr verpulvert. Weil künftig alle nur noch vor Bildschirmen hocken und sich real eh niemand mehr besucht, braucht auch keiner mehr so viele Straßen. Klima gerettet. Deutschland digitalisiert. Zwei Fliegen mit einer Klappe. Was willst Du mehr?



*Hartmut Gieseck*

Hartmut Gieselmann

# 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

IBN Gesellschaft für Systemtechnik mbH, **14478** Potsdam, Tel. 0331/888400 • Capeletti & Perl GmbH, **20097** Hamburg, Tel. 040/236220 • Computer-Service-Buchholz GmbH, **21244** Buchholz i.D.N., Tel. 04181/137373 • micro computer systemhaus Kiel GmbH, **24118** Kiel, Tel. 0431/661730 • Caligrafika, **26133** Oldenburg, Tel. 0441/9250095 • T&S Computech GmbH, **30175** Hannover, Tel. 0511/884817 • B.I.T. Datentechnik GmbH, **31675** Bückeburg, Tel. 05722/95040 • Systemhaus Przykopski, **31848** Bad Münder, Tel. 05042/933160 • MBörso-Computer GmbH, **33100** Paderborn, Tel. 05251/28818-0 • Microtec GmbH, **33649** Bielefeld, 0521/9455274 • bits+bytes Computer GmbH & Co. KG, **35745** Herborn, Tel. 02772/94990 • RODIAC EDV-Systemhaus GmbH, **42551** Velbert, Tel. 02051/989000 • ServeNet Computervertrieb, **42279** Wuppertal, Tel. 0202/266166 • Rose Computer GmbH, **46395** Bocholt, Tel. 02871/244400 • Kortenbrede Datentechnik GmbH, **48161** Münster, Tel. 02533/930802 • Großbecker & Nordt Bürotechnik-Handels-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** Vierneheim, Tel. 06204/607921 • Kai Müller GmbH, **72574** Bad Urach-Hengen, Tel. 07125/946880 • 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 • Schwarz Computer Systeme GmbH, **92318** Neumarkt, Tel. 09181/48550 • K&L electronics GmbH, **95466** Weidenberg, 09278/98610-0 •

WORTMANN AG empfiehlt Windows 10 Pro für Unternehmen.



#### 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 Dockingstation USB-C

Die USB-C Dockingstation ermöglicht den Anschluss von Peripheriegeräten wie z.B. bis zu zwei Bildschirme, Netzwerk, Lautsprecher, Maus, Tastatur.

Das TERRA MOBILE 1550 wird bei Anschluss automatisch geladen.

Anschlüsse: 3x USB 3.1, 1x USB Typ C, HDMI und Display Port, 1x LAN, Audio-in/out

Artikel-Nr.: 1480076

149,-\*

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.

© Copyright by Heise Medien.

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

**WORTMANN AG**

IT. MADE IN GERMANY.

# Inhalt c't 15/2020

## Titelthemen

### Sichere Passwort-Manager

- 18 **Passwörter** sicher speichern und verwalten
- 22 **Im Test** 15 Passwort-Manager für alle Plattformen
- 28 **Sicherheit** von Passwort-Managern

### Tablets für jeden Zweck

- 58 **Kaufberatung** Tablets 2020
- 62 **Tablets als Notebook** Beruflich und privat
- 66 **Multitalent-Tablets** mit 10,5 Zoll Diagonale

### Soundbars fürs Heimkino

- 116 **Kaufberatung** Soundbars von Stereo bis 3D

## Aktuell

- 16 **Meinungsfreiheit** Eingeschränkt per Gesetz
- 30 **Datenschutz** Steuer-IDs zu Bürgernummern
- 32 **Git-Repository** ungeschützt im Netz
- 33 **TAN-Lücke** bei Sparda-Banken
- 34 **Bit-Rauschen** Apple ohne x86, DRAM-Spionage
- 35 **Sensoren** Lidar für autonome Autos
- 36 **Prozessoren** Ryzen 3000 XT mit bis zu 12 Kernen
- 37 **Server & Storage** Xeon Scalable, 8-Byte-SSD
- 38 **Supercomputer** Die 55. Top500-Liste
- 40 **Apple** Künftige Macs nur noch mit ARM-CPU
- 42 **Anwendungen** Google Meet, Softmaker Office
- 43 **Abenteuerspiel** Among Trees
- 44 **Kreativ-Software** von Corel und Adobe
- 45 **5G** Telekom startet durch
- 46 **Quantenschlüssel** per Infrarot verteilen
- 47 **Forschung** Flache Linsen, Quantencomputer
- 48 **Mehrwertsteuersenkung** und ihre Folgen
- 54 **Web-Tipps** Memes, Datenzwiebel, Phrasen

## Test & Beratung

- 72 **OLED-TV mit 48 Zoll & 120 Hz**
- 74 **Netzwerkspeicher** von QNAP und Synology

- 76 **Supervectoring-Modem** Zyxel VMG3006-D70A
- 76 **USB-Mikroskop** Zoto 4,3-Inch-LCD Wireless
- 78 **Android-Smartphone** Realme 6 Pro
- 80 **MagentaTV-Stick**
- 82 **Mailverschlüsselung für iPhone** pEp V.1.1.011
- 82 **Overlays für Video-Streams** H2R Graphics
- 84 **Bildbearbeitung** Facelift für Photoshop CC
- 86 **Gesangskorrektur** Celemony Melodyne 5
- 88 **Spiele-Bibliothek für Linux** GameHub
- 88 **Musik-Plug-in** Fabfilter Saturn 2
- 90 **Premium-Notebooks**
- 98 **PC-Netzteile mit 500 Watt**
- 104 **Laufzeittarife für mobiles Internet**
- 110 **Monitor-Halterungen**
- 170 **Action-Adventure-Spiel** The Last Of Us 2
- 178 **Bücher** Digitaler Wandel, Digitale Gesellschaft

### 18 Sichere Passwort-Manager



Man könnte sich all seine Passwörter merken – das klappt aber nur in der Theorie. In der Praxis nimmt man besser Passwort-Manager, um sie sicher zu verwahren und über alle Geräte synchron zu halten. 15 Programme im Test.

# Wissen

- 124 **Zahlen, Daten, Fakten** Corona
- 126 **Erfahrungen mit Schul-Clouds**
- 132 **Heimarbeit** Remote-Work-Strategie bei GitLab
- 136 **Datenschutz** Wie Differential Privacy funktioniert
- 142 **Git** Praxistaugliche Branching-Konzepte
- 146 **Raspi, Arduino, ESP** Mehr GPIO-Pins per Extender
- 172 **Recht** Von Amazon bis Trusted Shops

# Praxis

- 152 **Linux-Desktop** im Raster mit Awesome
- 156 **Medien-Download mit Shell-Tools**
- 160 **Setup-Stick für Windows 10 bauen**
- 164 **Nintendo-Klassiker auf dem iPad**

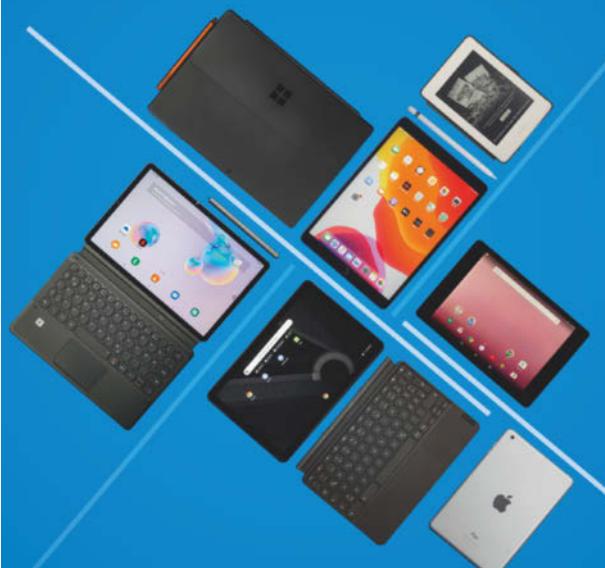
# Immer in ct

- 3 **Standpunkt** Abwrackprämie für alte Handys
- 10 **Leserforum**
- 15 **Schlagseite**
- 50 **Corona-Warn-App in der Praxis**
- 56 **Vorsicht, Kunde** Service-Panne bei Brother
- 174 **Tipps & Tricks**
- 180 **Story** Unbekannte Tiefen
- 189 **Stellenmarkt**
- 192 **Inserentenverzeichnis**
- 193 **Impressum**
- 194 **Vorschau 16/2020**



c't Hardcore kennzeichnet im Heft besonders anspruchsvolle Artikel.

## 58 Tablets für jeden Zweck



Für Homeschooling, Videotelefonie, Spiele, Bildbearbeitung, Mailen und Surfen macht ein Tablet Riesenspaß. Mit der richtigen Tastatur und dem passenden Stift eignet es sich dafür sogar besser als Notebook oder PC.

## 116 Soundbars fürs Heimkino



Soundbars verhelfen Ihrem Heimkino zu sattem Sound – ganz ohne Kabelwirrwarr und klobige Boxen. Von Stereo- bis 3D-Soundbar: Mit unserer Kaufberatung finden Sie sich leicht im riesigen Angebot zurecht.

VOICE-ENTSCHEIDERTALK am 16. September  
von 14 bis 18 Uhr als digitale Konferenz

# Digitales Europa – Daten, Infrastruktur und Wettbewerb

Unter dem Titel VOICE ENTSCHEIDERTALK organisieren VOICE und heise Events am 16. September von 14:00 bis 18:00 Uhr eine vierstündige digitale Konferenz. Sie setzt ihren Fokus auf die Digitalisierung Europas und steht unter dem Motto: „Digitales Europa – Daten, Infrastruktur und Wettbewerb“.



Die Welt und ihre großen Wirtschaftsräume stehen nicht zuletzt durch die Corona-Krise enorm unter Druck. Für Europa ist das zugleich Herausforderung und Chance. Der mehrmonatige Shutdown hat in den meisten europäischen Ländern einerseits einen kräftigen Digitalisierungsschub vor allem in Richtung Remote Work gebracht, andererseits aber auch die Schwächen aufgedeckt. So wurde überdeutlich, dass Europa weder in Sachen digitaler Infrastruktur (zum Beispiel Cloud) noch in punkto Collaboration-Software oder Videokonferenzsystemen Boden gut machen konnte. Die Gewinner hießen einmal mehr Amazon, Microsoft, Google und der Facebook-Konzern mit seinen Plattformen Facebook, Instagram und Whatsapp.

Deshalb ist es auch in Sachen digitaler Eigenständigkeit enorm wichtig, dass Europa seine Initiativen in den Bereichen

künstliche Intelligenz, Datenstrategie und digitale Souveränität weiterverfolgt und massiv ausbaut. Sie müssen nicht nur mit umsetzbaren Inhalten gefüllt, sondern auch im alltäglichen Umgang zum Beispiel mit Cybersecurity, Daten, Wettbewerb und den großen EU-Projekten wie GAIA-X zum Leben erweckt werden.

Deshalb planen wir für den VOICE ENTSCHEIDERTALK die vier Themenblöcke **Datenstrategie, Cybersecurity, Digitale Souveränität und GAIA-X sowie offener Wettbewerb**. Dazu laden wir zum Beispiel den EU-Kommissar Thierry Breton ein, damit er zu dem von ihm vorgestellten Datenstrategiepapier der EU Stellung nehmen kann. Außerdem bitten wir Juhan Lepassaar, seit Juli 2019 Direktor der EU-Cyber-Sicherheitsagentur ENISA, sich zu den aktuellen Security-Herausforderungen auf europäischer Ebene zu äußern.



Bild: Fiskes, Adobe Stock

Der offene und faire Wettbewerb im IT-Markt ist auch eines der Kernthemen von **Dr. Hans-Joachim Popp**, Vorsitzender des VOICE-Präsidiums. Er hat gemeinsam mit anderen VOICE-Mitgliedern ganz konkrete Vorschläge erarbeitet, wie man auf nationaler und europäischer Ebene wieder einen offeneren Markt erreichen könnte. Diese wird er in einem kurzen Vortrag erläutern.

Neben den Vorträgen der europäischen Schwergewichte wird der VOICE ENTSCHEIDERTALK entscheidend von Ihren Diskussionsbeiträgen und Fragen leben, die Sie hoffentlich in die sicher lebhaften Themenrunden einbringen werden. Mehr Infos und die Möglichkeit zur Anmeldung finden Sie unter dem angegebenen Link.

<http://vet.voice-ev.org>

# VOICE CIO

Bundesverband der  
IT-Anwender e.V.



Conferences, Seminars, Workshops

# Leserforum

## Screen aufnehmen bei macOS

Probleme mit PC, Smartphone, Tablet & Co. lösen, c't 14/2020, S. 14

Sie beschreiben recht ausführlich, wie man unter Windows eine Screen-Session aufnehmen kann. Das ist sicherlich eine sehr hilfreiche Funktion, die auch unter macOS seit vielen Jahren zur Verfügung steht, aber die wenigsten kennen. Man startet den Quicktime Player und klickt dann auf „Ablage“ und „Neue Bildschirmaufnahme“.

Thomas Nordwald

## Einfach nicht alles posten

Wie Sie sich vor Gesichtserkennung schützen, c't 14/2020, S. 62

Warum sollte man Personen fotografieren, um sie dann aufwendig wieder unkenntlich zu machen und die Fotos hochzuladen? Dann mache ich halt ein Foto mit Personen für mich und meine Freunde, und andere Bilder ohne Menschen, um online etwas zu posten. Verpixelte Bilder sind genauso Schrott wie Kinderbilder mit Riesensmileys. Total sinnlose Allesposter-Generation!

Pipes

## Alle Bilder ausgewertet

Man sollte sich keiner Illusion hingeben und es sollte klar sein, dass US-Dienste wie Facebook, Google & Co. alle hochgeladenen (Privat-)Bilder und Videos automatisch auswerten. Und sei es nur für Werbung oder zum Training ihrer „KIs“, die sie dann wieder als eigenen Dienst anbieten.

Hier hätte man wesentlich deutlicher warnen sollen, dass quasi jedes Bild/Video, das in die Cloud, also in fremde Hände gegeben wird, auch analysiert wird – und das passiert auch jetzt schon „live“.

M76

## Ominöse Liste

Überraschende Zusatzkosten für Telefonkonferenzen bei 1&1, c't 14/2020, S. 50

Auch ich bin schon mal durch eine Telefonnummer von dieser ominösen Liste

belastet worden. Nun hielt sich meine Belastung seinerzeit in Grenzen, aber ärgerlich war das schon.

In meinem Fall war es eine Hotline, die ich über eine normale deutsche Festnetznummer bemüht habe. Die meiste Zeit hängt man ja dort in einer Warteschleife, was dann zu der ärgerlichen Belastung führte. Vielleicht können Sie auch noch einmal darauf hinweisen, dass es neben den derzeitigen Tele-Konferenzen auch ganz normale Hotlines/Supports betrifft.

Rainer Milde

## Webcam-Halterung

Android- und iOS-Geräte als Webcam am PC unter Windows betreiben, c't 14/2020, S. 92

Die Rückwand meines Monitors ist so geformt, dass keine übliche Halterung am oberen Rand funktioniert. Gleichzeitig wollte ich mein iPhone nicht jedes Mal aus der Hülle pflücken, wenn ich es als Webcam benutzen möchte. Ich habe mir daher mit TinkerCad eine Halterung entworfen und diese im lokalen Makerspace über einen 3D-Drucker ausgedruckt.



Mit einer selbstgedruckten Halterung montiert man ein zur Webcam umfunktioniertes Smartphone an seinen Monitor.

## Fragen zu Artikeln

Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

Um Druckzeit und Material zu sparen, besteht sie aus zwei Teilen. Der Boden wurde nachträglich eingeklebt. Sie hat sich schon sehr bewährt. Die Druckqualität ist nicht besonders gut, aber man sieht ja nicht viel davon. Der Blickwinkel ist für Videokonferenzen optimal und die Qualität der Kamera natürlich super. Ich verwende die Kaufvariante von EpocCam.

Uwe Reisewitz

Die Druckdateien des Lesers stellen wir über den folgenden Link bereit.

3D-Druck-Dateien: [ct.de/y7j](http://ct.de/y7j)

## Vertrauenswürdig?

Unkomplizierte Verschlüsselung und Signierung von E-Mails mit S/MIME, c't 14/2020, S. 140

Ich hätte mir einen kritischen Satz zur Vertrauenswürdigkeit von CAs gewünscht. Auch eine CA ist gegen Hackerangriffe keineswegs immun, und Schindluder wurde auch schon mehrfach beobachtet. Damit ist aus meiner Sicht die manuelle Verifizierung in PGP sicherer. Oder man wendet die Eigen-CA-Methode an, wie beschrieben. Damit schrumpft aber der Abstand zu PGP auf „ist ohne Plug-ins nutzbar“: Die richtigen öffentlichen Schlüssel müssen in jedem Fall irgendwie bei der Gegenstelle landen.

Patrik Schindler

## Performance pro Watt

Ein Blick hinter die Kulissen beim Folding@home-Team von Heise, c't 14/2020, S. 166

Bitte fokussiert doch bei so einer Anwendung Performance pro Watt. Nehmt es für

# Volle Konzentration an jedem Arbeitsort

Mit Geräten der ADAPT-Linie von EPOS erleben Sie unabhängig von der Geräuschkulisse ein kristallklares Anruferlebnis. Möglich macht dies modernste Stimmerfassungstechnologie mit EPOS AI™, die die Sprache verbessert und unerwünschte Hintergrundgeräusche ausblendet. Diese UC-optimierten Headsets stellen auch beim Arbeiten in lauten Umgebungen abseits Ihres Büros sicher, dass Sie absolut klar und deutlich zu hören sind. Verringern Sie häusliche Ablenkungen bei der Arbeit von zuhause: Das adaptive Active Noise Cancelling (ANC) überwacht die Arbeitsumgebung und nimmt eine angemessene Reduzierung von Hintergrundgeräuschen vor. Nichts kann Ihre Konzentration beeinträchtigen. Das moderne, ergonomische Design der Premium-Headsets der ADAPT-Linie sieht überall elegant und professionell aus und bietet den ganzen Tag lang hohen Komfort.

Erfahren Sie mehr über die ADAPT-Linie unter [eposaudio.com/adapt](http://eposaudio.com/adapt)

## 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>

den Anfang zumindest in die Tabelle mit auf. Wie wäre es, das nächste Projekt im Hinblick auf energieeffizientes Rechnen anzusetzen (siehe z. B. [www.top500.org/lists/green500](http://www.top500.org/lists/green500))?

Idealerweise würde man sogar außer Betrieb und Abwärme auch Herstell- und Recyclingkosten betrachten (Life Cycle Analysis). Ein ausdrücklicher Hinweis darauf, dass man fürs Heimfalten besser nur ohnehin vorhandene Ausrüstung nehmen sollte, wie ihr es tut, könnte nicht schaden. Ein Hinweis auf Möglichkeiten, „echten“ (nicht umetikettierten) Öko-Strom zu abonnieren, ebenfalls nicht.

Dr. Karsten Seidel

## Benachrichtigungen bei /e/

Smartphones mit dem Google-freien Android-Ableger /e/, c't 14/2020, S. 84

Die Lösung für die fehlenden Benachrichtigungen bei WhatsApp, Threema, Signal & Co. ist sehr einfach. Man muss die Apps unter „Settings/Apps & Notifications/Advanced/Special app access/Battery optimization“ auf „not optimized“ umstellen. Dann erhält man wieder Benachrichtigungen.

Signal weist nach der Installation darauf hin, weil der Benachrichtigungsdienst von Google nicht mehr existiert. Solche und auch andere Bugs kann man deren GitHub melden und die werden sogar in der Regel beim monatlichen Update behoben. Oder man programmiert einen Fix selber und leistet einen Beitrag für freie Open-Source-Smartphone-Betriebssyste-

me. Kleiner Fakt am Rande: Die Corona-Warn-App funktioniert leider nicht auf /e/. Die Warn-App möchte auf die Google Play Services zugreifen, die ja auf der ROM nur abgespeckt als microG installiert sind.

Ruben T.

## Wechsel oft nicht möglich

Schnelle Internetanschlüsse für zu Hause, 14/2020, S. 106

Ihr Artikel ist blauäugig, denn den Anbieter zu wechseln, um an einen schnelleren Anschluss zu kommen, ist selbst im Jahr 2020 und mitten in einem der dichtbesiedeltesten Gegenden NRWs nicht möglich. Eine befreundete Familie wohnt in Essen-Rellinghausen. 16-MBit-Leitung, von denen vielleicht zwei MBit ankommen. Rings herum haben alle anderen Teilnehmer VDSL, nur eine Handvoll Häuser sind laut Telekom an einen weit entfernten DSLAM angebunden. Aufrüstkosten: für alle Anbieter inklusive Kabel-Provider zu teuer.

Auch die Telekom winkt ab, stellt den Anschluss dennoch trotz der bekannten technischen Probleme zwangsläufig auf VoIP um. Die Stadt verträgt seit Jahren, 2021 sollten dann endlich 50 MBit kommen, das wurde jetzt mit der Ausrede „Corona“ auf unbestimmt verschoben. Keine Chance, den Anbieter zu wechseln (die Leitungen gehören dem Quasi-Monopolisten Telekom), die Verantwortlichen bei der Stadt stellen sich dumm und tot. Keinerlei Perspektive, dass sich etwas ändern wird. LTE wird nur maßlos überteuert angeboten.

Das sind Realitäten im Jahr 2020, trotz aller Fördermittel, und das mitten in Essen, nicht etwa im tiefsten Sauerland. Homeschooling quasi unmöglich, eine Partei im Haushalt ist selbstständig und kämpft täglich mit der Leitung und der Ignoranz der Verantwortlichen. Game-Updates dauern Tage bis Wochen.

Stefan Holzhauer

## Aufwand

Privacy-Checklisten 2020, c't 13/2020, S. 56

Sie schreiben, das Bild würde trügen, denn mit wenig Aufwand lasse sich schon viel erreichen. Aber genau da liegt doch das Problem! Wir, die Technikaffinen, wissen, wie man das macht. Zwar wird auch für

uns das Dickicht immer schwieriger zu durchschauen, und oft ist einmal schon einmal zu viel. Aber das Problem ist doch, dass es jemand, der sich nicht so sehr mit Computern beschäftigt und ein Gerät einfach nur verwenden will, in diese – ich nenne sie: Opt-out-Falle – tappt.

Das trifft auf Android und iOS genauso zu wie auf Windows und macOS. Viele unbedarfe Anwender wollen einfach nur, dass es funktioniert. Da wird dann schon einmal, ohne viel darüber nachzudenken, ein E-Mail-Konto eingerichtet, obwohl das eigentlich gar nicht notwendig wäre. Und bei dem anschließenden Technik-Blabla kennt sich dann sowieso keiner mehr aus. Was hängenbleibt: „Wenn Sie das abschalten, funktioniert Feature XY nicht mehr ...“ – und schon lässt man es lieber eingeschaltet. Wer will schon, dass etwas nicht funktioniert.

Andreas Thalhammer

## Umlage der Betriebskosten

Sechs Programme zur Abrechnung der Mietnebenkosten, c't 13/2020, S. 106

Die Aussage, die Umlage der Betriebskosten in Mehrfamilienhäusern werde durch das WEG (Wohnungseigentumsgesetz) geregelt, ist nicht richtig. Die WEG-interne Kostenverteilung (WEG-Jahresabrechnung) ist eine Sache, die Abrechnung der sogenannten Nebenkosten (Fachausdruck: Betriebskosten) vermietender Wohnungseigentümer mit ihren Mietern (Betriebskostenabrechnung) eine andere; das wird in dem Artikel fälschlicherweise gleichgesetzt.

RA Dr. Greiner

## Ergänzungen und Berichtigungen

### Google speichert verschlüsselt

Unerkannt surfen, Privacy-Checkliste Browser, c't 13/2020, S. 65

Chrome speichert die Passwörter bei der Synchronisierung in verschlüsselter Form. Für angemeldete Nutzer kann es diese entschlüsseln und unter [passwords.google.com](https://passwords.google.com) anzeigen. Der Benutzer kann bei der Synchronisierung aber auch eine eigene Passphrase auswählen, sodass Google die Passwörter nicht lesen kann.

# Summer Madness bei centron

Jetzt  
**20%\***  
sparen  
von 25.6.-16.8.2020

## Managed Server Dedicated & Virtual ▪ Domains ▪ SSL-Zertifikate

In der heißen Zeit des Jahres verschaffen wir Ihnen Abkühlung: Buchen Sie jetzt einen dedizierten oder virtuellen Managed Server, ein SSL-Zertifikat oder eine Domain bei centron und sichern Sie sich einen Preisvorteil von 20 Prozent.\* Zum Beispiel:

- ✓ 16 vCores mit 3,7-4,5 Ghz
- ✓ 128 GB ECC DDR4 RAM
- ✓ 1,6 TB SAS SSD RAID
- ✓ 340.000 IOPS
- ✓ 2 GB/s read/write



\*Rabatt gilt für die erste Hälfte der Vertragslaufzeit, danach Normalpreis.



**centron**  
www.centron.de

**NEU!**

Maker Faire®  
Workshops  
**online**

**7 TAGE**

**7 PROJEKTE**

DAS MAKER  
ONLINE CAMP

**27. Juli - 2. August 2020**

Online-Projektwoche für die Schulferien

Einsteigerfreundliche Live-Workshops

Chat-Funktion für eure Fragen

Jeden Nachmittag – eine Woche lang

**Eine Woche lang gibt es jeden Nachmittag ein neues Projekt zum Mitmachen.**

Baut gemeinsam mit Makern per Livestream ihre Projekte nach und werdet so selbst zum Nachwuchs-Maker!  
Jetzt den Wochenpass für 50€ sichern.

Bei Fragen erreicht ihr uns unter [info@maker-faire.de](mailto:info@maker-faire.de) oder telefonisch unter 0511/5352839.

Tickets und alle Infos im Überblick gibt es auf unserer Webseite unter:

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

© Copyright by Heise Medien



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

# Schlangenöl gegen den Hass

## Warum ein neues GroKo-Gesetz die Meinungsfreiheit einschränken wird

**Die Bundesregierung will „Hasskriminalität“ im Internet bekämpfen – und schränkt deshalb Grundrechte massiv ein. Dass der Zweck alle Mittel heiligt, stellen nicht nur freiheitsliebende Bürgerrechtler in Frage, sondern bezweifelt auch die EU-Kommission.**

Von Holger Bleich

**B**edenken Sie ironisch-kritische Postings auf Facebook öfter mal mit einem Like? Oder zanken Sie sich im Forum des Kleingartenvereins gerne deftig mit dem Nachbarn um den Heckenschnitt? Bald sollten Sie vorsichtiger werden: Wenn das „Gesetz zur Bekämpfung des Rechtsextremismus und der Hasskriminalität“ in Kraft tritt, drohen Strafverfolgung und harte Sanktionen auch bei leichteren Entgleisungen, die bislang noch unter die Meinungsfreiheit fallen.

Am 18. Juni hat der Bundestag dieses Gesetzespaket mit den Stimmen der Großen Koalition durchgewunken und damit neuerlichen Einschränkungen von Artikel 10 des Grundgesetzes („Fernmeldegeheimnis“) den Weg bereitet. „Die Flut menschenverachtender Volksverhetzungen und Bedrohungen im Netz lässt Hemmschwellen sinken. Die Spirale von Hass und Gewalt müssen wir stoppen.“ So rechtfertigt Bundesjustizministerin Christine Lambrecht (SPD) die in ihrem Haus entwickelten legislativen Maßnahmen. Das ist ein ehrenwertes Anliegen, doch viele Vertreter aus Zivilgesellschaft, Unternehmensverbänden und sogar der EU-Kommission bezweifeln, dass das Gesetz dazu beiträgt, und sie befürchten enorme Kollateralschäden für die Bürgerrechte.

Formal besteht das neue Paket aus diversen Änderungen an mehreren Gesetzen, insbesondere dem Telemediengesetz (TMG), dem Strafgesetzbuch (StGB), der Strafprozeßordnung (StPO) und dem Netzwerkdurchsetzungsgesetz (NetzDG). Letzteres ist seit 2017 in Kraft, die längst überfällige Evaluierung zur Wirksamkeit steht nach wie vor aus.

Dennoch verschärft es die Bundesregierung nun deutlich: Bislang müssen Plattformen mit mehr als zwei Millionen Nutzern – de facto also insbesondere Facebook, Twitter, Instagram, YouTube und TikTok – von Nutzern gemeldete, als rechtswidrig erkannte Inhalte binnen 24 Stunden entfernen. Nun müssen sie von sich aus die gesperrten Beiträge auch behördlich melden, samt zugehöriger IP-Adresse und Portnummer, und zwar über eine definierte Schnittstelle direkt ans Bundeskriminalamt (BKA), das dann die Eingaben prüfen und gegebenenfalls strafrechtliche



Bild: Kai Nielfeld/dpa

**Bundesjustizministerin Christine Lambrecht (SPD) im Bundestag: „Die Spirale von Hass und Gewalt müssen wir stoppen.“**

Ermittlungen aufnehmen soll. Nur unter bestimmten Umständen und frühestens vier Wochen nach Meldung soll der gemeldete Nutzer von der Übertragung seiner Daten ans BKA informiert werden.

### 150.000 zusätzliche Verfahren

Wenn das Gesetz in Kraft tritt, dürfte eine Flut derartiger Meldungen auf die oberste Polizeibehörde einprasseln. Die großen Netzwerkbetreiber müssen dann in jedem Einzelfall schnell entscheiden, ob sie in diesem Posting oder jenem Like eines volksverhetzenden Beitrags eine sperrwürdige Aktion sehen. Weil das NetzDG sanktioniert, wenn zu wenig strafbarer Inhalt gesperrt wird, werden sie voraussichtlich eher zu viel sperren und ans BKA melden.

Wie das BKA und die Gerichte dem begegnen, ist bislang völlig offen. Schon heute stößt die Strafverfolgung von Äußerungsvergehen deutlich an Kapazitätsgrenzen. Bundesjustizministerin Lambrecht rechnet mit mindestens 150.000 zusätzlichen Verfahren pro Jahr. Sie betonte, Polizei und Justiz müssten eben entsprechend ausgestattet werden: „Das BKA wird 252 neue Mitarbeiter bekommen. Und für die Justiz der Bundesländer haben wir einen Mehrbedarf von 265 Stellen bei Staatsanwaltschaften und Gerichten geschätzt.“

Verschärfend kommt hinzu, dass die GroKo neue Delikte in den Katalog aufgenommen und den Strafrahmen erhöht hat. Einige Beispiele: Bislang war nur die konkrete Bedrohung mit einem Verbrechen strafbar. Dies gilt bald auch für Drohungen mit Taten gegen die sexuelle Selbstbestimmung, die körperliche Unverehrtheit, die persönliche Freiheit oder gegen Sachen von bedeutendem Wert, die sich gegen die Betroffenen oder ihnen nahestehende Personen richten. Der Strafrahmen soll bei Drohungen im Netz statt bei bislang einem Jahr Freiheitsstrafe bei bis zu zwei Jahren liegen – und bei der Drohung mit einem Verbrechen, die öffentlich erfolgt, bei bis zu drei Jahren Freiheitsstrafe oder Geldstrafe. Auch der Strafrahmen für einfache Beleidigungen, üble Nachrede oder Verleumdungen wird im StGB spürbar erhöht.

Nach dem geänderten Paragraf 140 StGB wird künftig auch die Billigung künftiger schwerer Taten erfasst sein. Lambrecht zufolge richtet sich diese Maßnahme „gegen Versuche, ein Klima der Angst zu

schaffen. Das öffentliche Befürworten der Äußerung, jemand gehöre „an die Wand gestellt“ ist ein Beispiel für die künftige Strafbarkeit.“ Auch antisemitische Tatmotive nimmt das Paket als strafschärfende Beweggründe in das Strafgesetzbuch auf.

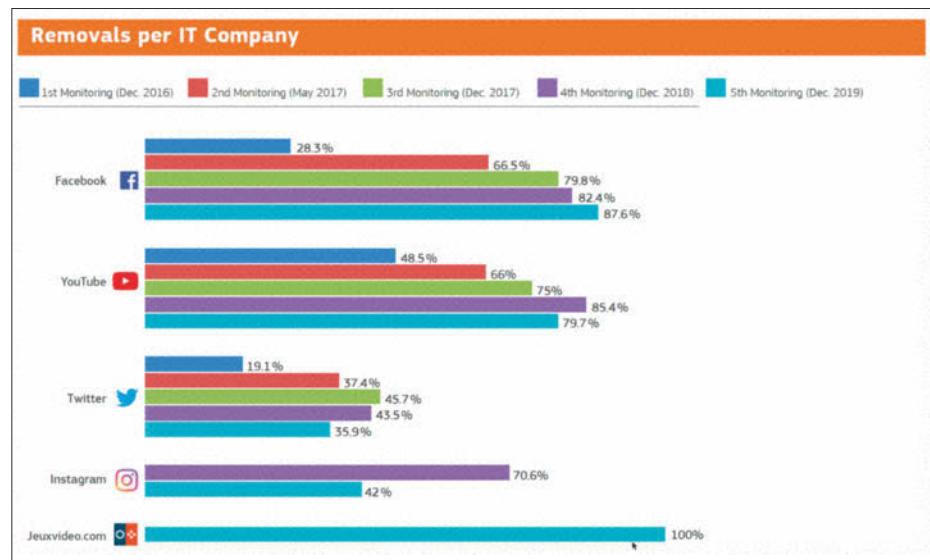
## Verschärfung unterm Radar

Während die NetzDG-Verschärfung lautstark kritisiert wurde, ließen andere, wohl gravierendere Änderungen weitgehend unter dem Radar der Öffentlichkeit mit. Eine Änderung des TMG in Verbindung mit einer Anpassung der StPO bewirkt, dass Strafverfolgungsbehörden beim Verdacht auf bestimmte, schwerwiegende Äußerungsdelikte die Herausgabe von Bestandsdaten, auch von Nutzer-Passwörtern, von jedem Teledienst verlangen können. Dies betrifft wohlgemerkt nicht nur die großen vom NetzDG umfassten Plattformen, sondern jedes Webforum und jede Website.

Zwar steht diese Regelung unter einem Richtervorbehalt. Doch der Richter entscheidet nicht, ob es sich um eine der Katalogstraftaten handelt, diese Prüfung obliegt dem Teledienst. Dieser entscheidet also faktisch, ob er sämtliche Daten seines Nutzers preisgibt. Der Bundesrat hatte diese Regelung kritisiert, doch seine Kritik wurde vom Bundestags-Rechtsausschuss und der GroKo abgeschmettert. Der Strafrichter und Vorsitzende der Gesellschaft für Freiheitsrechte Ulf Buermeye legte sich fest: „Das ist ein Skandal! Es ist das bewusste Spekulieren darauf, dass die Grenzen des TMG ausgereizt werden.“

Zwar speichern die meisten Dienste Passwörter nicht im Klartext, sondern als Hash, sodass sie sie selbst nicht einsehen können. Und es gibt keine Verpflichtung im Gesetz, die Daten entschlüsselt zu übertragen. Doch Buermeye sieht große Gefahren, weil die Behörden mit Brute-Force-Attacken auf Hashes von kurzen Passwörtern sicherlich viele Treffer landen könnten. Wer sich davor schützen möchte, sollte künftig folglich sehr lange Zufallsphrasen als Passwörter wählen.

Kritiker am „Gesetz zur Bekämpfung des Rechtsextremismus und der Hasskriminalität“ bemängeln, dass die GroKo zwei NetzDG-Änderungen parallel angegangen ist, die sich teilweise sogar in die Quere kommen: Die zweite anstehende Änderung soll dafür sorgen, dass unberechtigt gesperrte Beiträge von den Plattformen auf Beschwerde hin wieder online gebracht werden. Doch dann ist die Mel-



Aus der fünften Evaluierung des EU-Verhaltenskodex für Plattformen geht hervor, dass die Löschquote für illegale Inhalte insbesondere bei Facebook in den letzten Jahren deutlich anstieg.

dung ans BKA bereits passiert und die Daten sind weitergegeben. Die GroKo ficht das nicht an. Das Gesetz ist vom Bundestag beschlossen und nicht zustimmungspflichtig. Das heißt, es tritt im Herbst in Kraft, wenn der Bundesrat keinen Einspruch erhebt, wovon angesichts der Mehrheitsverhältnisse nicht ausgegangen werden kann.

## Suspektes NetzDG

Unterdessen verfolgt die EU-Kommission sehr genau das wilde gesetzgeberische Treiben in Deutschland. Schon das erste NetzDG war ihr suspekt, setzt die EU doch eher auf das Konzept der „regulierten Selbstregulierung“, um die Meinungsfreiheit auf den Plattformen möglichst wenig anzutasten. Bereits 2016 vereinbarte die EU-Kommission mit Facebook, Microsoft, Twitter und YouTube einen Verhaltenskodex, dem sich seither noch weitere Unternehmen wie TikTok anschlossen.

In der fünften Evaluierung dieses Kodex bescheinigte die Kommission Ende Juni den Plattformen, vernünftig mitzumachen: Die Plattformen überprüften dem Bericht nach europaweit zuletzt im Durchschnitt 90 Prozent der gemeldeten Hasskommentare innerhalb von 24 Stunden – 2016 waren es nur 40 Prozent gewesen. „Der Verhaltenskodex ist eine Erfolgsgeschichte“ kommentierte die zuständige EU-Kommissarin Vera Jourova.

Die Kritik am deutschen Sonderweg wächst. Aus hochrangigen Kommissions-

kreisen erfuhr c't, dass man der „unkoordinierten Regulierungswut einiger Staaten“ entgegenwirken wolle. Gemeint sind Deutschland und Frankreich mit ihrer drakonischen Gesetzgebung gegen Hate Speech. Konkret setzt die EU-Kommission ihr Mammutprojekt „Digital Services Act“ dagegen. Dieses Vorhaben soll die Haftung von Telediensten und sozialen Plattformen neu regeln und damit die überalterte E-Commerce-Richtlinie aus dem Jahr 2001 ablösen.

Momentan ruft die zuständige Exekutiv-Vizepräsidentin Margrethe Vestager jedermann zu Stellungnahmen auf. Diese Konsultation läuft bis zum 8. September. Im Herbst geht es dann ans Eingemachte, und noch in diesem Jahr soll ein Gesetzentwurf zum Digital Services Act vorliegen. Ob es sich um eine Richtlinie oder eine Verordnung handeln wird, ist bislang offen.

## Zurückhaltende EU

Eines steht nach Informationen von c't fest: Das Haftungsregime für Teledienste will die EU-Kommission beibehalten. Plattformen sollen weiterhin erst nach Kenntnis rechtswidriger Inhalte aktiv werden; eine proaktive Suche, wie sie etwa die Urheberrechtsrichtlinie vorsieht, ist nicht vorgesehen. Als Vorbild zur Regulierung gilt intern die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO). Es gelte, vernünftigere Notice-and-Takedown-Verfahren zu etablieren, als es das NetzDG tut. (hob@ct.de) ct

# Unliebsame Schatztruhen

Passwortmanager gegen die Vergesslichkeit



Warum Passwortmanager? .....	Seite 18
Passwortmanager im Test .....	Seite 22
Sicherheitsanalyse .....	Seite 28

# Groß- und Kleinbuchstaben, Zahlen, Sonderzeichen und mindestens zwölf Zeichen? Die Kennwortvorgaben von Webdiensten und die schiere Vielzahl von Angeboten machen es fast unmöglich, alle Kennwörter im Kopf zu behalten. Passwortmanager machen das Leben leichter, dürfen dabei aber nicht zum Sicherheitsdesaster werden.

Von Jan Mahn

**R**egelmäßige c't-Leser mag es überraschen, wieder einen Artikel über Passwortmanager in Händen zu halten. Schon mehrmals haben wir an dieser Stelle versucht, das Kennwort für tot zu erklären [1, 2]. Eine würdige Alternative, so beschrieben wir zuletzt Ende 2019, stehe bereits in den Startlöchern: Mit FIDO2 seien Kennwörter überflüssig und alle damit verbundenen Sicherheitsprobleme Geschichte. Statt mit Kennwörtern solle man sich zukünftig per asymmetrischer Kryptografie anmelden. In einem Hardwaremodul im PC oder Smartphone oder auf einem separaten Sicherheits-Stick liegt ein geheimer Schlüssel, mit dem Sie sich zukünftig bei den von Ihnen benutzten Diensten ausweisen. Die Idee ist ausgereift, die Sicherheitsvorteile liegen auf der Hand, die Standards sind geschrieben, es gibt nur eine schlechte Nachricht: Bis her ist das kennwortlose Anmelden mit FIDO2 nur bei sehr wenigen Diensten möglich. Microsoft ist der einzige große Anbieter, der das Verfahren als Passwortalternative anbietet. Bei vielen anderen Anbietern kommen FIDO und FIDO2 langsam als zweiter Faktor hinzu – von flächendeckender Unterstützung im Internet sind wir noch weit entfernt.

## Widerspenstige Brückentechnik

Kennwörter werden Sie als Internetnutzer also noch länger begleiten und sind weiter der Standard. Mit allen Tücken, die mit dieser Jahrzehnte alten Technik verbun-

den sind. Kennwörter, und das ist das große Problem, sind ein gemeinsames Geheimnis zwischen Ihnen als Nutzer und dem Dienst, an dem Sie sich anmelden möchten. Bei der Registrierung haben Sie das Kennwort festgelegt und der Anbieter hat es bestenfalls als Hash, schlimmstenfalls im Klartext gespeichert. Einem Onlinedienst darf man nicht bedingungslos vertrauen. Schließlich wissen Sie nicht, wie gut er mit Ihrem gemeinsamen Geheimnis umgehen wird. Dass Dienstanbieter ihre Kennwortdatenbanken im Klartext verschlampen, dass diese dann in öffentlichen Sammlungen landen und in dunklen Kanälen verkauft werden, kommt leider regelmäßig vor.

Zu den Sicherheitsratschlägen für alle Anwender gehört daher an erster Stelle: Verwenden Sie für jeden Dienst ein anderes Kennwort. Kommt es abhanden (Ihnen oder dem Anbieter), ist der Schaden auf einen Dienst begrenzt. Besonders sensibel ist das Kennwort zum Mail-Postfach. Weil die meisten Dienste eine Funktion zum Zurücksetzen des Kennworts anbieten

und dafür eine Mail mit einem Rücksetzlink verschicken, ist der Mail-Account oft der Generalschlüssel zur digitalen Identität. Dessen Kennwort sollten Sie auf keinen Fall anderswo einsetzen.

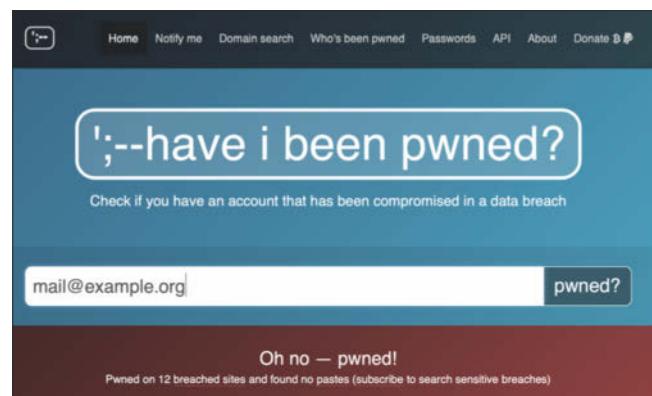
Ein weiterer Tipp bezieht sich auf die Länge des Kennworts: Um Brute-Force-Angriffe, also das systematische Ausprobieren von Kennwörtern, zu verhindern, sollten diese eine angemessene Länge haben. Sechs Zeichen sind zu wenig, ab zwölf Zeichen sind solche Attacken sehr unwahrscheinlich. Über die Länge kann man die Sicherheit des eigenen Kennworts deutlich erhöhen.

## Überall anders

Aber auch ein Anwender, der alle Sicherheitsratschläge ignorieren möchte, weil er davon überzeugt ist, dass er ein sicheres Kennwort für alle Dienste erfunden hat, wird scheitern – an den Kennwortrichtlinien der Anbieter. Die können nämlich erstaunlich unterschiedlich sein. Die einen fordern Sonderzeichen, Zahlen und Großbuchstaben, andere schließen diese ausdrücklich aus oder setzen ein Limit für die Länge des Kennworts. Wie es bei solchen Diensten hinter den Kulissen aussieht, lässt sich nur erahnen. Eine Längenbegrenzung ist immer ein gutes Indiz dafür, dass der Anbieter das Kennwort im Klartext in seiner Datenbank ablegt. Ein Datenbankfeld kann nämlich eine maximale Zeichenlänge haben. Würde der Dienst, wie es sich gehört, einen Hash erzeugen und diesen abspeichern, wäre die maximale Länge unerheblich. Eine Hashfunktion erzeugt immer Hashes von gleicher Länge.

Dass dieser Dschungel aus Kennwortvorgaben nervt, haben viele Anwender und Entwickler bereits erkannt. Vor wenigen Monaten ist das auch einem Team bei Apple aufgefallen und daher hat es – für

Regelmäßig kommen Passwortdatenbanken abhanden. Einer der Gründe, warum Sie auf jeder Seite ein anderes Passwort verwenden sollten. Auf der Seite haveibeenpwned.com kann man überprüfen, ob der eigene Account betroffen ist.



```

1   {
2     "163.com": {
3       "password-rules": "minlength: 6; maxlength: 16;"
4     },
5     "aetna.com": {
6       "password-rules": "minlength: 8; maxlength: 20; required: upper; required: digit; max-consecutive: 2; allowed: lower, ["
7     },
8     "airasia.com": {
9       "password-rules": "minlength: 8; maxlength: 15; required: lower; required: upper; required: digit;"
10    },
11    "aliexpress.com": {
12      "password-rules": "minlength: 6; maxlength: 20;"
13    },
14    "alliantcreditunion.com": {
15      "password-rules": "minlength: 8; maxlength: 20; required: lower, upper; required: digit; allowed: [!#$%&@]{"
16    },
17    "americanexpress.com": {
18      "password-rules": "minlength: 8; maxlength: 20;"
19    },
20    "ancestry.com": {
21      "password-rules": "minlength: 8; required: lower; required: upper; required: digit; required: [-!\\#$%&(')*+,.:/=>?@{"
22    },

```

In einem GitHub-Repository sammelt Apple die Kennwortrichtlinien von Websites. An dem Wissen dürfen sich Entwickler von Passwortmanagern bedienen. Beiträge von Anwendern sind willkommen.

Apple eher ungewöhnlich – ein Open-Source-Projekt gestartet. In einem GitHub-Repository sammelt man jetzt die Anforderungen von Websites als JSON-Objekt. Diese Daten können später von jedem in Anwendungen eingebaut werden – zum Beispiel in Kennwortmanager. Das Projekt finden Sie über ct.de/yvr6. Lesenswert ist die bisher erstellte Liste nicht nur für Entwickler, sondern auch für neugierige Anwender: Sie bekommen einen guten Eindruck, für wie wichtig die Kennwortsicherheit bei unterschiedlichen Anbietern erachtet wird. Wer selbst beitragen möchte, ist von den Apple-Mitarbeitern herzlich eingeladen, die eigenen Beobachtungen als Pull-Request einzureichen.

Mit diesen Ratschlägen und unterschiedlichen Anforderungen der Dienste wird das Leben aber leider kompliziert. Nirgends ist der Spagat zwischen Komfort und Sicherheit so offensichtlich wie bei der Wahl von Kennwörtern. Als gewöhnlicher Nutzer hat man mindestens fünf Dienste, bei denen man sich regelmäßig anmelden möchte, und mindestens 10 bis 20 weitere, die man seltener braucht – heutzutage aber nicht nur auf dem eigenen PC, sondern auch auf dem Laptop, Tablet, Mobiltelefon und vielleicht auch mal am Computer im Büro. Nur wahre Gedächtniskräbten vollbringen das Kunststück, sich

alle unterschiedlichen und möglichst langen Kennwörter einzuprägen und dann wieder abzurufen, wenn es drauf kommt.

### Das Beste draus machen

Aus der Misere sollen Passwortmanager helfen, also Anwendungen, die möglichst auf allen eingesetzten Plattformen laufen und die Denksportaufgabe überflüssig machen. Ab Seite 22 finden Sie unseren Test von 15 Managern. Nicht jeder passt zum eigenen Anwendungsprofil, denn der Umgang mit Kennwörtern kann sehr individuell sein. Wir haben daher in die Auswahl nicht nur Software aufgenommen, für die sich der Anbieter einen Synchronisationsmechanismus über eigene Server ausgedacht hat – denn eine solche Synchronisation setzt immer einiges an Vertrauen an den Anbieter voraus. Mit im Testfeld ist daher die Open-Source-Lösung KeePass. Sie speichert die Kennwörter in einer verschlüsselten Datenbankdatei, die man nur mit dem Master-Passwort entschlüsseln kann. Wie Sie diese Datei mit anderen Geräten abgleichen, ist Ihre Entscheidung. Wer einem Anbieter vertrauen möchte und damit leben kann, dass die Software Closed-Source ist, bekommt bei einem Dienstleister mit Cloud-Synchronisation mehr Komfort.

Passwortmanager fallen in die Kategorie von Anwendungen, mit denen man am liebsten nichts zu tun haben möchte – etwa so wie mit Virenschutzsoftware. Je seltener man sie bewusst wahrnimmt, desto besser ist sie. Am besten integrieren die Manager sich in den Lieblingsbrowser, speichern im Hintergrund die Geheimnisse und synchronisieren sie auf Wunsch stumm mit allen Endgeräten.

### Schweinereien im Speicher

Von den Entwicklern solcher Manager darf man als Anwender besondere Sorgfalt erwarten. Dazu sollte gehören, dass sie beim Speichermanagement alles dafür getan haben, dass das Master-Kennwort und die gesicherten Kennwörter nur möglichst kurze Zeit im Arbeitsspeicher liegen. Wer die Datenbank sperrt, darf erwarten, dass Kennwörter schlagartig aus dem Speicher entfernt werden. Wie gut die Anwendungen aus dem Test diese Erwartungen erfüllen und wie man den Datenverkehr mit den Synchronisierungs-Clouds einschätzen kann, erfahren Sie ab Seite 28.

### Nicht ohne zweiten Faktor

Das Leben mit Passwortmanagern, so gut sie auch sein mögen, bleibt immer unvollkommen. Auch der sicherste Helfer nützt Ihnen nichts, wenn ein Dienstanbieter ein Leck hat. Daher gilt in jedem Fall: Nutzen Sie zweite Faktoren, wo dies möglich ist. Eine Bestätigung der Anmeldung per Einmalpasswort, das per SMS kommt oder in einer App wie dem Google Authenticator erzeugt wird, oder per FIDO2-Stick, ist für den Nutzer ein wenig unbequem, für einen Angreifer aus der Ferne aber ein wirkliches Hindernis. Wie Sie eine Zwei-Faktor-Strategie für alle wichtigen Accounts erarbeiten und dabei auch den Passwortmanager und FIDO2-Hardware einbeziehen, haben wir bereits vorgestellt [3]. Absolute Bequemlichkeit und Sicherheit wird es nicht geben, solange Kennwörter der Standard im Internet bleiben.

(jam@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Ronald Eikenberg, Vergessen Sie Passwörter!, Neue Empfehlungen für den Umgang mit Passwörtern, c't 7/2018, S. 62
- [2] Ronald Eikenberg, Online-Schlüssel, FIDO2-Sicherheitsschlüssel zum Einloggen mit und ohne Passwort, c't 25/2019, S. 66
- [3] Jan Mahn, Zweifach abgesichert, FIDO2-Hardware einrichten und ausreizen, c't 25/2019, S. 74

**Apples Kennwort-Projekt:** [ct.de/yvr6](http://ct.de/yvr6)



**WOW!  
12 DE-DOMAINS  
INKLUSIVE!**

Nur im Juli 2020!

Bestellungen nach dem  
31.07.2020 können leider nicht  
mehr berücksichtigt werden.

## Kaum zu glauben, aber wahr: **1blu Homepage 12**

**12 .de-Domains inklusive**

**Kostenlose SSL-Zertifikate**

- > SSL-Zertifikate von Let's Encrypt für alle Domains per Mausklick
- > 80 GB Webspace
- > 4 externe Domains
- > 500 E-Mail-Adressen
- > 80 GB E-Mail-Speicher
- > 100 aktuelle 1-Klick-Applikationen
- > 80 SSD MySQL-5-Datenbanken

Viele 1-Klick-Apps inklusive, z.B.



Komfortable Online-Lernplattform  
Datenaustausch & Videokonferenzen

**2,29**  
€/Monat\*

**Preis gilt dauerhaft!**

\* Preis/Monat inkl. 16% MwSt. Angebot verfügbar ab dem 01.07.2020. 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**



Bild: Andreas Martini

# Schatzkästen

## 15 Passwortmanager im Vergleich

**Passwörter sind ein bisschen wie die Steuererklärung: Niemand liebt sie, man vergisst sie gern und wirklich gut sind sie nur, wenn sie richtig — kompliziert sind. Passwortmanager versprechen, den Stress zu lindern.**

**Von Jan Schüßler**

Wer nicht gerade ein eidetisches Gedächtnis hat, wird irgendwann Passwörter vergessen – vor allem, wenn man sie nicht täglich benutzt und sie auch noch einigermaßen komplex sind. Zum Beispiel das für den Account bei der Bahn, den man aber genau dann dringend braucht, wenn man am Bahnsteig steht und es eilig ist.

Abhilfe versprechen Passwortmanager, also Programme, die sich alles merken,

was man im Laufe der Zeit so an Benutzernamen und Passwörtern in den Browser eingetippt hat, und das Ganze möglichst sicher auf dem Rechner speichern.

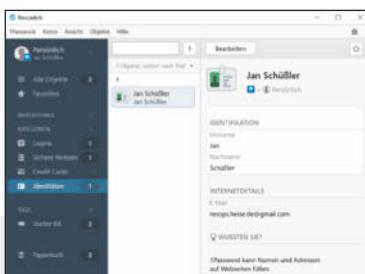
### Warum überhaupt?

Eine naheliegende Frage ist, warum man dafür überhaupt extra einen Passwortmanager installieren sollte: So gut wie jeder Browser hat eine eigene Funktion zum Ablegen von Passwörtern, und viele können die Daten auch über ein Cloud-gestütztes Benutzerkonto mit anderen Geräten abgleichen. Das mag zwar stimmen, doch kompliziert wird es, wenn Passwörter plattform- und browserübergreifend bereitgestellt werden sollen: auf dem Windows-PC mit Firefox, auf dem Android-Smartphone mit Chrome und bitteschön auch auf dem iPad. Hier kommen Passwortmanager ins Spiel.

Die Auswahl ist riesig und kaum zu überschauen, deswegen haben wir Produkte herausgesucht, die ein paar Grundvoraus-

setzungen erfüllen. Die Software sollte auf Deutsch verfügbar sein, es muss mobile Apps für Android und iOS geben, und auch die Fähigkeit muss vorhanden sein, die Passwörter über verschiedene Geräte hinweg zu synchronisieren, ohne dafür Datensätze von Hand auf ein einem Gerät ex- und auf dem anderen importieren zu müssen.

Im Unterschied zu unserem letzten Test von Passwortmanagern [1] haben wir eine weitere Voraussetzung hinzugenommen. Es muss möglich sein, den Zugang zum Passwortspeicher einem zweiten Authentifizierungsfaktor zu schützen, für den Fall, dass es Kriminellen irgendwie gelingt, das Masterpasswort zu stehlen, also den Hauptschlüssel, der den Zugang zu allen anderen gespeicherten Passwörtern freigibt. Im Regelfall lösen die Hersteller das mit zeitlich veränderlichen Einmal-codes (Time-based one time Passwords, TOTP), die aus einer App wie Google Authenticator, Microsoft Authenticator



## 1Password

Die Einrichtung eines vorhandenen 1Password-Benutzerkontos auf einem neuen Gerät erfordert neben dem Masterpasswort auch den 32-stelligen Secret Key, der beim Eröffnen des Kontos ausgewürfelt wird. Das erschwert manche Angriffe, wenngleich es streng genommen kein zweiter Authentifizierungsfaktor ist. Apps und Plug-ins lassen sich komfortabel bedienen.

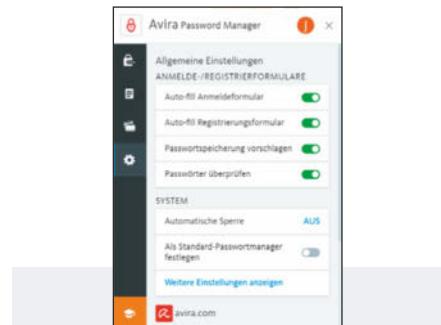
Statt im 1Password-Konto kann man seinen Passwort-Tresor auch lokal oder in Dropbox ablegen. Eine Gratisnutzung wird damit aber nicht sinnvoll möglich: Tresore bleiben schreibgeschützt, bis sich der Anwender entweder mit einem 1Password-Konto mit Abo einloggt oder aber eine dauerhaft gültige Single-User-Softwarelizenz für rund 70 Euro pro Stück erwirbt.

- ▲ komfortabel
- ▲ Dauerlizenz erhältlich

oder Authy kommen. Aber auch Codes per Mail oder SMS kommen infrage.

Der zweite Faktor wird bei Passwortmanagern vor allem beim Login auf unbekannten Geräten abgefragt und schützt die Authentifizierung am Synchronisierungsserver. So werden manche Angriffsmethoden deutlich erschwert, etwa solche, bei denen ein Angreifer das Masterpasswort per Phishing oder Keylogger erbeutet, als Man in the Middle aus dem Netzwerkverkehr zieht oder Ihnen schlicht über die Schulter schaut, während Sie das Masterpasswort auf Ihrem Notebook eintippen. Ohne den zweiten Faktor könnte er sich bequem von einem anderen Gerät aus in Ihren Passworttresor einloggen – und alle gespeicherten Daten im Klartext auslesen.

Wir haben 15 Produkte zusammengetragen, auf die diese Anforderungen zutreffen. Diese redaktionelle Auswahl ist nicht als endgültig zu verstehen; es mag durchaus weitere Passwortmanager



## Avira Password Manager

Aviras Passwort-Manager ist im Funktionsumfang eher einfach, davon abgesehen aber komfortabel bedienbar. Es gibt Browsererweiterungen und Mobil-Apps, aber keine Desktop-Software – die Verwaltung der Passwörter, Notizen und Kreditkartendaten erfolgt über eine Web-Oberfläche.

Als zweiter Authentifizierungsfaktor werden SMS verschickt, allerdings kann die Mobil-App selbst auch als Authenticator-App genutzt werden. Zahlende Kunden bekommen einen Check auf Datenlecks und unsichere Seiten, Einschätzung der Passwortqualität sowie Telefon- und Mailsupport; Passwort-Sharing gibts allerdings nicht. Der Cloud-Sync ist abschaltbar, ein Avira-Konto ist aber trotzdem für die Nutzung erforderlich.

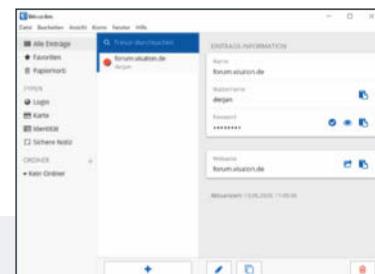
- ▲ Gratis-Funktionsumfang
- ▼ kein Sharing

geben, die die Kriterien erfüllen. Dass sie hier nicht mitgetestet sind, lässt keinen Rückschluss auf ihre Qualitäten zu.

## Pflicht ...

Die meisten Anbieter gehen davon aus, dass der Anwender seine Passwörter überall seine Geräte hinweg synchronisiert haben möchte und legt die Daten deshalb auch in einer eigenen Cloud ab. Das dient quasi automatisch als Backup: Geht der Rechner kaputt oder verloren, muss sich der Anwender den Passwortmanager nur auf einem neuen Gerät installieren und sich darin einloggen, und schon sind alle abgelegten Passwörter wieder verfügbar. Einen Betrieb ausdrücklich ohne Synchronisierung haben manche Anbieter gar nicht vorgesehen; in diesem Testfeld waren das Bitwarden, Blur, Keeper, LastPass, Avanquest und McAfee.

KeePass und Steganos wählen einen anderen Ansatz: Sie kommen ohne



## Bitwarden

Bitwarden erweist sich als ausgesprochen komfortabel und ist auch gratis mit großem Funktionsumfang nutzbar. In der Summe haben wir nur Kleinigkeiten vermisst, wie das Deautorisieren von Mobilgeräten aus der Ferne und die Option, komplett auf Synchronisierung zu verzichten.

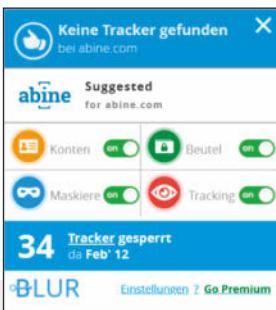
Passwort-Sharing ist in einem Zwei-Personen-Team gratis, Familien und größere Teams müssen zahlen. Die kostenpflichtigen Tarife bieten je nach Preismodell Funktionen wie Zwei-Faktor-Authentifizierung per Sicherheits-Key, 1 GByte Cloud-Speicher und Priorisierung beim Kundenservice sowie die Option, den Bitwarden-Server selber zu hosten. Für letzteres bietet der Hersteller fertige Docker-Images zum Download an.

- ▲ Bedienfreundlichkeit
- ▲ Selfhosting-Option

Cloud-Ablage vom Entwickler. Wer eine Synchronisierung auf mehrere Geräte braucht, muss das selber bewerkstelligen. Deshalb gibt es für diese Produkte auch keine Abos: KeePass ist Open Source und ohnehin sehr flexibel einstellbar; Steganos verkauft seine Software als dauerhaft gültige Lizenz.

Die gängige Methode für die Zwei-Faktor-Authentifizierung ist die Verwendung einer Authenticator-App auf einem Mobilgerät; Ausnahmen davon bilden Avira, Cyclonis und McAfee, die auf per SMS oder per Mail zugestellte Codes setzen. Auch KeePass unterstützt in seiner Standardkonfiguration keine Authenticator-Apps. Daneben unterstützen einige Anbieter auch weitere Methoden wie Sicherheitsschlüssel, Fingerabdruckleser oder Business-Lösungen wie Cisco Duo – mitunter abhängig vom gewählten Preismodell.

Als mehr oder weniger selbstverständlich kann man auch eine grobe Si-

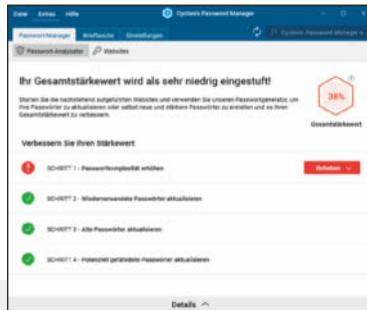


## Blur

Nach der Einrichtung fällt unmittelbar die unvollständige und fehlerhafte Übersetzung auf („Versuchen Premium!“). Das Chrome-Plug-in reagiert aufs Anklicken mitunter zäh oder gar nicht. Die Funktion zum Ausfüllen von Identitäten zeigt teils unsinnig beschriftete Felder; das Layout der Web-Oberfläche ist hier und dort kaputt.

Neben dem Passwort-Management versteht sich die Bezahlversion vor allem als ein Mittel zur Verbesserung von Zahlungssicherheit und Datenschutz. Abokunden bekommen Wegwerf-Mailadressen und virtuelle Einmal-Kreditkarten. Letztere stehen bislang nur US-Kunden zur Verfügung, sollen aber „ab 2016“ auch international verfügbar sein – noch Fragen?

- ➡ grottige Übersetzung
- ➡ unseriöser Gesamteindruck



## Cyclonis

Der Passwort-Manager von Cyclonis verzählt sich im Test im positiven Sinne unauffällig. Er ist recht flexibel einstellbar und als einer von wenigen Testkandidaten bringt er eine Möglichkeit mit, kommerzielle Cloud-Speicher wie Dropbox und Google Drive direkt als Ablageort für den Passworttresor einzubinden. Etwas lästig sind Werbeschaltflächen für Backup-Software und Registry-Cleaner in der klassischen Windows-Software.

Ein Gratisbetrieb ist möglich, aber nicht sinnvoll. Ohne Abo deaktiviert die Software nach Ablauf des Vier-Wochen-Testzeitraums jegliche Synchronisierung und ein paar Komfortfunktionen und erlaubt auch kein Ändern des Masterpassworts und keine Mobil-Apps mehr.

- ➡ Funktionen und Komfort
- ➡ Cloudspeicher-Anbindung

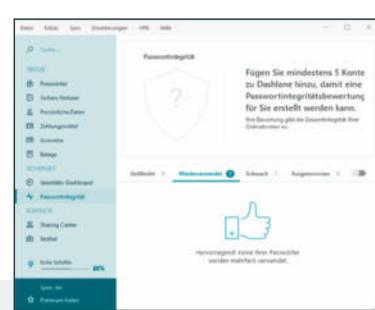
cherheitseinschätzung der gespeicherten Passwörter erachten, die nur Blur und Steganos vermissen lassen, sowie einen Generator, der sichere Passwörter in einstellbarer Länge und Komplexität auswürtelt: Einen solchen bieten alle 15 Testkandidaten. Eine Erwähnung wert ist der Passwortgenerator von 1Password, der nicht nur Buchstaben, Zahlen und Sonderzeichen zusammenwürfeln kann, sondern auch zufällige Aneinanderreihungen von Wörtern – leider nur auf Englisch.

## ... und Kür

Die meisten Programme verwalten nicht nur Passwörter, sondern auch Daten für andere Eingabefelder, zum Beispiel für persönliche Daten wie Name, Adresse und Telefonnummer, aber auch Kreditkarten-daten. Eine Anforderung an unsere Test-kandidaten war das nicht; dass die meisten es trotzdem können, ist aber naheliegend, denn auch hierbei geht es darum, persön-lische Daten zu speichern und auf Wunsch

in Eingabefelder auf Webseiten einzutra- gen. So können alle hier getesteten Pass-wortmanager auch Zahlungsinfos spei-chern, und alle bis auf Avira und Avanquest auch Felder für Adressdaten erfassen. Eine fast genauso weit verbreitete Funktion ist ein Ablagebereich für persönliche Notizen. Manche Produkte kommen mit weiteren Kategorien, so kann etwa Dashlane auch digitale Kaufbelege sammeln.

Eine insgesamt wenig verbreitete Funktion ist die Einbindung kommerziel- ler Online-Speicherdiene wie Dropbox und Google Drive, um die Passwortdaten-bank dort statt in der herstellereigenen Cloud abzulegen. Eine direkte Einbindung über die APIs der jeweiligen Anbieter unterstützen nur Cyclonis und Steganos; für KeePass lässt sich eine solche Funktion über Plug-ins nachrüsten, die von einer sehr aktiven Open-Source-Community beigesteuert werden. 1Password bringt ebenfalls offizielle Unterstützung für die Synchronisierung via Dropbox mit, löst



## Dashlane

Dashlane präsentiert sich mit klarer Be-dienoberfläche und ist an vielen Ecken und Enden fein einstellbar. So lässt sich etwa festlegen, für welche Aktionen das Masterpasswort nötig ist und ob die Zwei-Faktor-Authentifizierung nur beim Einloggen unbekannter Geräte oder bei jedem Login einspringt. Zudem gibts einen speziellen Ablage- bereich für Online-Kaufbelege.

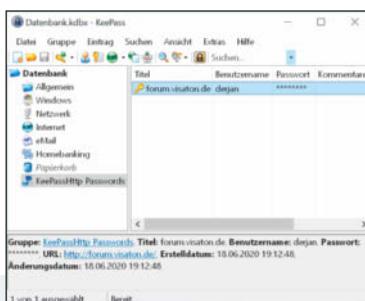
Wer das Programm dauerhaft gratis nutzen will, muss mit einer Limitie- rung auf 50 Passwörter und 1 Gerät klarkommen; zudem lassen sich fünf Login-Datensätze mit anderen Dash- lane-Usern teilen. Den Service, Dash- lane im Dark Web nach gestohlenen Logins suchen zu lassen, bekommen ebenfalls nur zahlende Kunden.

- ➡ Komfort und Funktionsumfang
- ➡ Konfigurierbarkeit

das allerdings nicht per API-Zugriff, son- dern setzt schlicht einen installierten Dropbox-Client voraus und legt die Pass- worddatenbanken im lokalen Dropbox- Ordner ab.

Ein interessantes Feature ist daneben die Möglichkeit, einzelne Passwörter mit anderen Benutzern des jeweiligen Pass- wortmanagers zu teilen. Rund die Hälfte der getesteten Produkte unterstützt das. So lassen sich etwa Passwörter für bestimmte Streaming-Dienste oder Online-Shops an Freunde, Familie oder Partner weitergeben – wer das macht, braucht natürlich nicht nur das nötige Vertrauen, sondern sollte auch sicherstellen, dass die betreffenden Dien- ste Account-Sharing erlauben.

Preislich variieren die Anbieter. Die meisten sind auch gratis nutzbar – manche aber mitunter mit extrem stark beschränkten Funktionen: Während einige Anbieter ihren Gratisnutzern lediglich die Menge der speicherbaren Einträge begrenzen, schalten andere jegliche Synchronisie-



## KeePass

KeePass ist ein Phänomen: Auf der einen Seite ist es ein irre beliebtes Open-Source-Projekt, für viele Plattformen verfügbar und kann mit Plug-ins, die eine rege Community beisteuert, nahezu beliebig erweitert und angepasst werden. Auf der anderen Seite ist die Software aus Usability-Sicht die reinste Katastrophe. Assistenzfunktionen gibts nicht; schon das Umstellen der Sprache erfordert den Download einer Sprachpaketdatei, die von Hand in einen bestimmten Programmordner kopiert werden muss.

Wer bereit ist, sich einzuarbeiten, und keine Angst vorm 90er-Jahre-Look der Software hat, wird mit einem Passwort-Manager belohnt, der exakt das tut, was man von ihm erwartet.

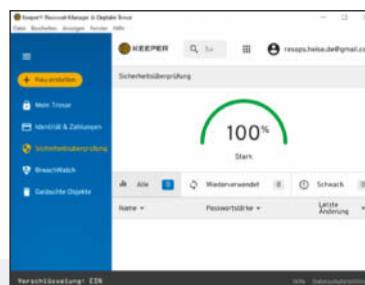
- ⬆️ **höchste Flexibilität**
- ⬇️ „intuitiv“ ist hier ein Fremdwort

rungsfunktionen ab. Komplett gratis ist nur das quelloffene KeePass, wenngleich man durchaus argumentieren kann, dass man es zwar nicht mit Geld, wohl aber mit einer gewissen Einarbeitung und etwas Aufwand für die Konfiguration bezahlt.

Alle Produkte aus diesem Test lassen sich auch gratis ein paar Wochen lang ausprobieren. Wir empfehlen, das mit den für Sie interessantesten Kandidaten auch zu tun: Unsere Testergebnisse sind eine Richtschnur, aber sie helfen auch nicht weiter, wenn das auserkorene Produkt ausgerechnet mit Ihrem Browser oder Smartphone nicht rund laufen will. Hilfreich ist es dann, wenn sich der Testzugang danach auch wieder komfortabel löschen lässt – leider unterstützt das nicht alle Anbieter. In solchen Fällen wird eine Kontaktaufnahme mit dem jeweiligen Support-Team nötig.

## Fazit

Die Kandidaten, die sowohl in Sachen Komfort als auch beim Funktionsumfang am



## Keeper

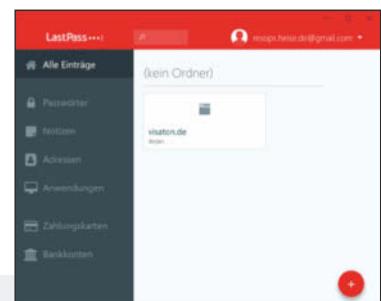
Keeper kann auch gratis genutzt werden, allerdings nur auf einem Gerät. Insgesamt ist die Oberfläche gespickt mit kostenpflichtigen Zusatzfunktionen wie Chat, BreachWatch (Dark-Web-Überwachung auf gestohlene Logins) und Papierkorb.

Für die happigen Preise – ein Familienabo mit BreachWatch kommt auf knapp 120 Euro im Jahr – ist der Funktionsumfang ziemlich unspektakulär. Eine erwähnenswerte Funktion ist allenfalls die „Selbstzerstörung“, die nach fünf fehlerhaften Login-Versuchen die auf dem Gerät lokal gespeicherten Daten löscht. Verwirrenderweise bewirbt Keeper auch einige Endkundenpreise ohne Mehrwertsteuer; eine in Deutschland zumindest fragwürdige Praxis.

- ⬇️ **teuer**
- ⬇️ **Funktionsumfang eher mau**

meisten überzeugen, haben die Namen 1Password, Bitwarden, Cyclonis, Dashlane und StickyPassword. Welcher davon im Detail der passendere ist, hängt ein wenig von den Vorlieben ab: Will man auf einen Cloud-Zugang beim Anbieter verzichten, bieten sich 1Password und Bitwarden an; Dashlane glänzt sogar mit einer Ablagefunktion für digitale Kaufbelege, Cyclonis kann gängige Cloudspeicher direkt einbinden – und StickyPassword hinterlässt einen sehr runden Gesamteindruck und bietet lebenslange Lizenzen.

Eine überzeugende Software ist auch KeePass, doch in diesem Test nimmt es eine Sonderrolle ein: Es ist in mancher Hinsicht ein Gegenentwurf zu den meisten anderen Produkten und spricht eine völlig andere Zielgruppe an. Es bietet die größte Flexibilität und richtet sich in erster Linie an Nutzer, denen Quelloffenheit, maximale Transparenz und Verzicht auf Cloud über alles gehen – im Sinne von „Vertrauen ist gut, Open Source ist besser“ – und dafür



## LastPass

LastPass erweist sich als komfortabel und zeigte im Test einen durchaus vorzeigbaren Funktionsumfang. Beim Sharing von Passwörtern kann man etwa festlegen, ob der Empfänger das Passwort nur verwenden oder auch im Klartext lesen darf.

In der Gratisversion bleiben der Software erweiterte Funktionen vorenthalten, wie etwa Freigaben für mehrere Nutzer, Autofill auch in Windows-Anwendungen und 1 GByte Cloud-Speicherplatz.

Nachteilig kann man finden, dass LastPass in der Vergangenheit schon des Öfteren wegen teils haarsträubender Sicherheitslücken in den Schlagzeilen war – auf den derzeitigen Sicherheitszustand der Software erlaubt das freilich keinen Rückschluss.

- ⬆️ **Gratis-Funktionsumfang**
- ⬇️ **fragwürdige Sicherheitsbilanz**

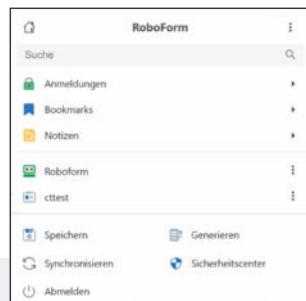
gerne in Kauf nehmen, das Tool von Grund auf selber zu konfigurieren. Aber es eignet sich durchaus auch für geschäftliche Umgebungen, in denen Admins die Garantie brauchen, dass ihre Software sich exakt so verhält, wie es erforderlich ist.

Die meisten anderen Passwortmanager machen ihren Job einigermaßen gut. Ausdrücklich abraten können wir nur von zwei Produkten: Blur, das gleich in vielfacher Hinsicht einen schlampigen Eindruck hinterlässt, sowie Safe Passwords, dessen App für Android sich als das reinste Ärgernis erweist.

Ausdrücklich ausgeklammert haben wir in diesem Artikel das Thema Sicherheit – sowohl beim Schutz des lokalen Masterpassworts als auch in Sachen Datensynchronisierung. Wie es darum bestellt ist, lesen Sie im folgenden Artikel. (jss@ct.de) ↗

## Literatur

- [1] Anke Poimann, Eins für alle, Fünfzehn Passwortmanager im Test, c't 7/2018, S. 68

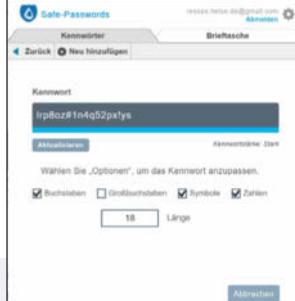


## RoboForm

Eigentlich hat RoboForm einen tollen Funktionsumfang. In der Praxis kommt aber wenig Freude auf: Die Übersetzung ist zuweilen unstimmig; zudem gibt es zwei Web-Oberflächen. Eine davon sieht moderner aus, kann aber kein Deutsch. Ins RoboForm-Konto eingeloggte Geräte kann man zwar in der Web-Oberfläche deautorisieren, ausgerechnet das Smartphone ist aber nicht dabei – obwohl es durchaus mit dem Zeitpunkt des letzten Zugriffs aufgelistet ist.

RoboForm ist auch gratis nutzbar, allerdings fehlen dann nicht nur diverse Komfortfunktionen (Cloud-Synchronisierung, Web-Zugriff, Support ...), sondern auch die Zwei-Faktor-Authentifizierung.

- ➔ **Funktionsumfang**
- ➡ **Oberfläche wirkt unfertig**

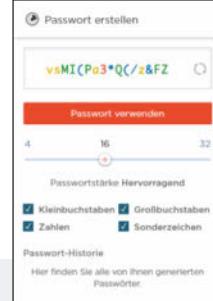


## OneSafe Safe Passwords

Safe Passwords von der Avanquest-Marke OneSafe Software kommt auf dem Desktop als reine Browsererweiterung; eine Desktop-App gibts nicht. Der Entwicklungsstand der Android-App ist bemitleidenswert: Sie will bei jedem Öffnen Masterpasswort oder PIN haben, Fingerabdruck unterstützt sie nicht. Im Test ließ sie sich zudem weder als Auto-fill-Dienst noch als Bedienungshilfe einrichten und kann daher in gängigen Browsern nichts ausfüllen.

Die Gratisnutzung ist auf 20 Passwörter und zwei Kreditkarten beschränkt. Auch die Verwendung eines zweiten Authentifizierungsfaktors bleibt zahlenden Kunden vorbehalten.

- ➡ **schmaler Funktionsumfang**
- ➡ **magere Android-App**



## SaferPass

SaferPass kann auch ohne Benutzerkontakt verwendet werden. Es funktioniert dann als rein lokaler Speicher, Logins müssen dann aber händisch in die Browsererweiterung eingetragen werden. Die Bedienung ist angenehm, der Funktionsumfang eher gewöhnlich.

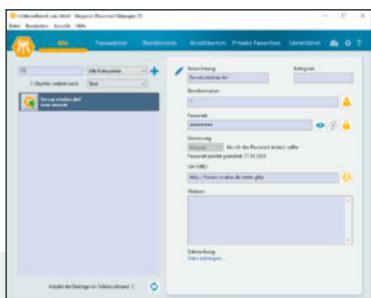
Die Gratisversion speichert nur 7 Logins. Wer 20 US-Dollar im Jahr für die Premium-Ausgabe hinlegt, hat dieses Limit nicht und bekommt zudem etwa Zwei-Faktor-Authentifizierung, Sicherheitsberichte und die Fähigkeit, aus der Ferne den Browserverlauf zu löschen und offene Tabs zu schließen. Das Sharing von Passwörtern ist als Feature für zahlende Kunden in Entwicklung.

- ➔ **Funktionsumfang okay ...**
- ➡ **... aber noch kein Sharing**

## Passwortmanager

Name	1Password	Avira Password Manager	Bitwarden	Blur	Cyclonis Passw. Manager	Dashlane	KeePass
Hersteller	1Password	Avira	Bitwarden	Abine	Cyclonis	Dashlane	Dominik Reichl
<b>Kompatibilität laut Hersteller</b>							
Windows / macOS / Linux	✓ / ✓ / ✓	- / - / -	✓ / ✓ / ✓	- / - / -	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓
Mobil-App für Android / iOS	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓ (Community)
Browser-Add-ons für ...	Chrome, Firefox, Edge neu, Brave	Chrome, Firefox, Edge neu, Opera	Chrome, Firefox, Opera, Edge neu, Safari, Vivaldi, Brave, Tor	Chrome, Firefox, Opera, Safari, IE	Chrome, Firefox, Edge neu	Chrome, Firefox, Opera, Safari, IE, Edge neu	diverse (Community)
<b>Synchronisierung</b>							
Anbieter-Cloud	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-
via kommerzieller Cloud	Dropbox	-	-	-	Dropbox, Google Drive, iCloud, OneDrive	-	✓ <sup>4</sup>
eigener Server möglich	Netzwerkordner	-	✓ <sup>1</sup>	-	-	-	✓
Betrieb ohne Sync	✓	✓	-	-	✓	✓	✓
<b>Funktionen</b>							
Zahlungsdaten / Ident. / Notizen	✓ / ✓ / ✓	✓ / - / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / -
Passwortgenerator / Einschätzung	✓ / ✓	✓ / ✓ <sup>1</sup>	✓ / ✓ <sup>1</sup>	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Passwort-Sharing	✓ <sup>1</sup>	-	✓ <sup>1</sup>	-	-	✓	-
Exportformat	TXT	CSV	CSV, JSON	CSV, TXT	cpm_vault <sup>2</sup> , CSV	CSV, dash <sup>2</sup> , JSON, XLS	diverse
Konto bequem löschen	✓	✓	✓	✓	✓	-	(n. z.)
<b>Bewertung</b>							
Funktionsumfang	⊕⊕	○	⊕⊕	○	⊕	⊕⊕	⊕⊕ <sup>4</sup>
Bedienkomfort	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊖	⊕⊕	⊕⊕	⊖⊖
dauerhaft gratis nutzbar	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Jahrespreisbeispiele	36 US-\$ (Einzelnutzer) 60 US-\$ (Familie)	25 €	10 US-\$ (Einzelnutzer) 12 US-\$ (Familie)	39 US-\$	42 €	40 € (Einzelnutzer) 60 € (Familie)	-

<sup>1</sup> tarifabhängig    <sup>2</sup> proprietäres verschlüsseltes Format    <sup>3</sup> in Arbeit für Premium-Tarif    <sup>4</sup> mit Plug-ins

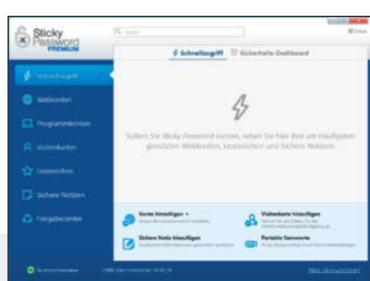


## Steganos Passwort-Manager

Die Steganos-Software kommt ohne Cloud-Dienst; zum Preis von 17,50 Euro gibts kein Abo, sondern eine dauerhaft gültige 5er-Lizenz. Wer synchronisieren will, kann das mit Dropbox, Google Drive, OneDrive oder MagentaCloud tun.

In der Praxis ist die Bedienung oft sperrig und etwas zäh. Logins auf Webseiten werden nicht automatisch zum Speichern angeboten, sondern müssen gezielt über das Plug-in-Icon und „Formular in Schlüsselbund speichern“ abgelegt werden. Zudem wurde bei einem Test-Login reproduzierbar „1“ anstelle des korrekten Benutzernamens erfasst. Sieben Scanner bei VirusTotal erkannten im Setup-Paket eine Malware.

- ⬆ Dauerlizenz ohne Abo
- ⬇ sperrige Bedienung

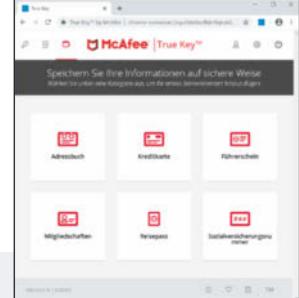


## StickyPassword

StickyPassword ist klar strukturiert und einfach zu bedienen und verhält sich im positiven Sinne unauffällig. Dennoch ist es recht detailliert einstellbar. Die Software kann eine portable Version des Passwort-Managers inklusive Datenbank auf einem USB-Stick ablegen.

Der Funktionsumfang ist auch in der Gratisversion klasse. Premium-Käufer bekommen zum Beispiel die Synchronisierung auf alle Geräte – die kann wahlweise nur über lokale Netzwerk oder auch per Cloud erfolgen – sowie eine Passwort-Sharing-Funktion und helfen außerdem beim Schutz von Seekühen. Alternativ zum jährlichen Abo gibts auch eine lebenslange Lizenz für rund 160 Euro.

- ⬆ Funktionsumfang und Bedienung
- ⬆ Sync im lokalen Netz



## TrueKey

McAfee TrueKey legt Wert auf eine möglichst einfache Bedienung und hohen Komfort. So meldet es den Nutzer zum Beispiel serienmäßig automatisch an Webseiten an, sofern Anmelde-daten hinterlegt sind. Eine Desktop-Software gibts nicht; die Benutzung erfolgt ausschließlich die über Plug-in-Funktionen und die Mobil-Apps.

Fehler sind uns kaum aufgefallen – etwa Uhrzeitangaben zur letzten Aktivität eines eingeloggten Geräts, die partout nur in UTC angezeigt werden. Die einzige Einschränkung der Gratisversion ist eine Begrenzung des Speicherplatzes auf 15 Einträge; wer mehr will, zahlt 20 Euro im Jahr.

- ⬆ sehr einfache Bedienung
- ⬆ Gratis-Funktionsumfang

Keeper	LastPass	OneSafe Safe Passwords	RoboForm	SaferPass	Steganos Passw.-Manager	StickyPassword	TrueKey
Keeper Security	LogMeIn	Avanquest	Siber Systems	SaferPass	Steganos Software	Lamantine Software	McAfee
✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	- / - / -	✓ / ✓ / -	- / - / -	✓ / - / -	✓ / ✓ / -	- / - / -
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Chrome, Firefox, Opera, Safari, IE, Edge Classic	Chrome, Firefox, Opera, Safari, IE, Edge Classic, Edge neu	Chrome, Firefox, IE	Chrome, Firefox, Edge neu, IE, Maxthon	Chrome, Firefox, Safari, Edge Classic	Chrome, Firefox	Chrome, Chromium, Firefox, Safari, IE, Edge neu, Opera, div. weitere	Chrome, Firefox, Edge neu
✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
-	-	-	-	-	Dropbox, Google Drive, OneDrive, MagentaCloud	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	✓	✓	✓	✓	-
✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / - / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / -	✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓
✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / -	✓ / ✓	✓ / ✓
✓	✓	✓	✓	- <sup>3</sup>	-	✓	-
CSV, JSON, PDF	CSV (auch verschlüsselt)	CSV, TXT (verschlüsselt)	CSV	CSV	CSV	HTML, SPDB <sup>2</sup> , TXT, XML	CSV
-	✓	-	✓	✓	(n.z.)	✓	-
○	⊕	⊖	⊕⊕	○	⊖	⊕⊕	⊕
○	⊕⊕	⊖⊖	⊖	⊕	⊖⊖	⊕⊕	⊕
✓	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓
36 € (Einzelnutzer) 71 € (Familie)	32 € (Einzelnutzer) 43 € (Familie)	10 €	19 € (Einzelnutzer) 38 € (Familie)	20 US-\$	17 € (5er-Dauerlizenz)	27 € (jährlich) 160 € (lebenslange Liz.)	20 €

⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    - nicht vorhanden    (n. z.) nicht zutreffend

# Dichtheitsprüfung

## Passwortmanagern auf Speicher und Netzwerkverkehr geschaut

**Wer einem Passwortmanager Zugangsdaten anvertraut, will sicher sein, dass dieser sie nicht leichtfertig aus der Hand gibt. Deswegen lohnt es sich zu prüfen, ob sich den Produkten Geheimnisse auf unvorgesehenen Wegen entlocken lassen.**

**Von Ronald Eikenberg  
und Peter Siering**

**O**b es gelingt, die Speicherinhalte von Passwortmanagern auszulesen und darin Passwörter oder sogar den Generalschlüssel – das Masterpasswort – zu finden, hatten wir bereits in unserem letzten Test probiert. Solche Experimente haben wir mit den aktuell ab Seite 22 getesteten Produkten in ähnlicher Weise wiederholt. Zusätzlich haben wir überprüft, ob sich die Programme beim Datenaustausch mit ihren Standard-Cloud-Diensten eine Blöße geben – ob also Dritte dem Netzwerkverkehr Daten entnehmen können.

Unsere Herangehensweise kann unter gewissen Voraussetzungen von jedermann nachgestellt werden. Das heißt, selbst wenn wir Ihren favorisierten Passwortmanager nicht untersucht haben, sollten Sie mit den folgenden Tipps in der Lage sein, sich selbst Gewissheit zu verschaffen, ob Ihr Helfer zu leicht zu viel verrät. Für Ihre eigene Interpretation der Ergebnisse sollten unsere aus den folgenden Experimenten abgeleiteten Aussagen hinreichend Inspiration liefern.

### Speicheranalyse

In einem standardmäßig konfigurierten Windows 10 kann jeder Nutzer die Speicherinhalte der von ihm gestarteten Prozesse als Abbilddatei speichern. Dazu sind keine gesonderten Rechte nötig. Somit kann das auch jedes Programm, das mit den Rechten des angemeldeten Benutzers

ausgeführt wird, beispielsweise ein Schädling. Wenn man das zu Fuß tun will, geht es am einfachsten über den Aufruf des Task-Managers und einen Rechtsklick auf den Prozess, für dessen Speicherinhalte man sich interessiert. Die Datei landet im Benutzerprofilverzeichnis unter AppData\Local\Temp und hat die Endung „.dmp“.

Windows bringt kein Programm mit, das ein solches Abbild selbst öffnen kann. Es gibt aber zahlreiche Möglichkeiten. Wir verwenden gern HxD, den von Maël Hörz entwickelten Hex-Editor. Das schmale Programm öffnet die Abbilddateien und kann darin suchen. Die Suche kann wahlweise Unicode- oder ISO-Kodierung verwenden. Das Programm zeigt die Speicherinhalte als Hex- und dekodierten Text an. Wählt man als Masterpasswort einen möglichst eindeutigen Begriff, so lässt sich recht schnell feststellen, ob ein Programm den Begriff für alle anderen Prozesse im Speicher sichtbar aufbewahrt. Ungeeignet sind generische Wörter wie „Passwort“ oder der Name des Nutzers – die kommen so schon zuhauf in Abbilddateien vor.

Manche Passwortmanager verwenden mehrere Prozesse. Dann müssen Sie mehrere Abbilder erstellen und durchsuchen. Theoretisch kann HxD auch direkt die Speicherinhalte laufender Prozesse anzeigen. Für eine Analyse, wie sich ein Passwortmanager verhält, ist das aber nicht allzu gut geeignet, weil HxD immer nur zeigt, was gerade im Speicher liegt – und das kann sich von Sekunde zu Sekunde verändern. Insofern sind Abbilder der

Inhalte aus den typischen verschiedenen Nutzungsmomenten besser geeignet.

Wir haben Abbilder für folgende drei Zeitpunkte betrachtet: wenn der Manager frisch gestartet war, ohne dass das Masterpasswort eingegeben war; noch einmal, sobald das Masterpasswort eingegeben und die Software fürs Abrufen von Passwörtern bereit war; und ein letztes Mal, wenn wir die Software angewiesen hatten, den Passwortspeicher wieder zu sperren – sofern eine entsprechende Funktion im Angebot war (was nicht für alle Produkte gilt). Unsere Erwartung war, dass in keinem Fall das Masterpasswort dauerhaft im Speicher zu sehen sein sollte.

Dieser Wunsch blieb unerfüllt: Lediglich vor der Eingabe des Masterpassworts konnten wir bei keinem Produkt die Existenz dieses Generalschlüssels im Speicher nachweisen. Sobald aber das Masterpasswort eingegeben war, konnte man es bei fast allen Programmen im Klartext im Speicher vorfinden. Manche vervielfältigten es sogar im Speicher. Es taucht an bis zu 20 verschiedenen Adressen auf. Dass das auch anders geht, zeigen Keepass und Sticky Password. Bei denen gelang es uns nicht, das Masterpasswort im Speicher zu finden.

Nur einem Teil der Programme gelang es, beim Verriegeln auch das Masterpasswort wieder aus dem Speicher zu entfernen: 1Password, Bitwarden, Keepass, Keeper und Sticky Password. Bei den anderen blieb es weiter zugänglich. Trauriger Rekordhalter war Blur: Es verdoppelte die Anzahl der Fundstellen des Masterpassworts von der Anmeldung mit rund 20 auf fast 40 nach der Abmeldung. Ebenso vervielfachten sich bei Avira die Fundstellen auf immerhin zwölf.

Damit erübrigts sich auch jeder zusätzliche Anlauf, den Programmen anvertraute Passwörter über eine Suche zu entlocken – mit dem Masterpasswort geht das schließlich viel komfortabler auf dem vorgesehenen Weg. Lediglich bei Keepass und Sticky Password haben wir uns die Mühe gemacht, mangels Masterpasswort

### Sicherheitscheck Passwortmanager

	1Password	Avira	Bitwarden	Blur	Cyclonis	Dashlane
<b>Speicheranalyse unter Windows: Sichtbarkeit Musterpasswort</b>						
Programmstart	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
nach Eingabe	⊖	⊖	⊖⊖	⊖⊖	⊖⊖	⊖
abgemeldet	⊕	⊖⊖	⊕	⊖⊖	⊖	⊖
<b>Netzwerkanalyse mit Android und PCAP remote</b>						
Pinning gegen MITM	✓	✓	✓	–	–	✓
angesprochene Hosts	6	8	3	8	4	5
⊕ nicht sichtbar	⊖ sichtbar	⊖⊖ mehrfach sichtbar	– Funktion nicht vorhanden	✓ vorhanden		

im Speicher die Passwörter zu finden – ohne Erfolg.

## Netzwerkanalyse

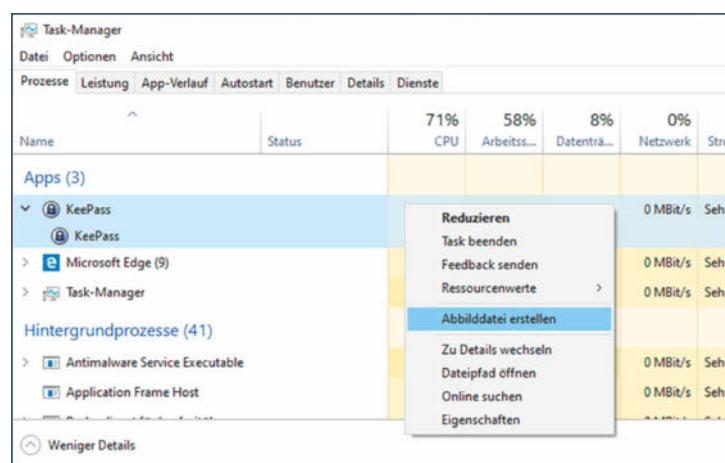
So einfach, wie der Zugriff auf die Speicherinhalte unter Windows gelingt, fällt das Beobachten des Netzwerkverkehrs der Android-Apps nicht. Aber auch dabei kann man mit vertretbarem Aufwand erhöhlende Einblicke erhalten. Wir haben uns dazu der Software „PCAP remote“ bedient, die es für Android-Geräte im Play Store gibt. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, den Netzwerkverkehr einzelner Apps als Mitschnitt im Paketsniffer Wireshark auf einem Rechner aufzuzeichnen. Wireshark stellt dazu eine SSH-Verbindung zur App her.

Auf Android-Seite klinkt sich „PCAP remote“ als VPN-Software ein. Auf diese Weise kann es allen Netzwerkverkehr einer App mitschneiden. Zusätzlich zum Mitschneiden kann „PCAP remote“ verschlüsselten Verkehr lesbar machen. Dazu setzt es sich als „Man in the middle“ (MITM) zwischen die beobachtete App und die von ihr angesteuerten Server. Ein spezielles Zertifikat, das man auf dem Gerät als vertrauenswürdig installieren muss, gaukelt den beobachteten Apps vor, dass sie über einen sicheren TLS-Kanal kommunizieren.

Solange niemand prüft, dass die Gegenseite wirklich die erwartete Instanz ist, indem sie dort ein vorgegebenes Zertifikat voraussetzt (Pinning), kann „PCAP remote“ mit einer aktuellen Wireshark-Version den verschlüsselten Verkehr im Klartext sichtbar machen. Das gelingt für Browser auch heute noch mit aktuellen Android-Versionen, für andere Apps aber nur bis Android 6. Wir haben deswegen die Passwortmanager unter Android 6 belauscht.

Die erfreuliche Nachricht: Alle bis auf drei Programme nutzen Pinning und ließen sich also nicht in den Datenverkehr schauen. War der MITM aktiv, hagelte es Fehlermeldungen bei der Nutzung. Mitlesen ließen uns Blur, Cyclonis und Saferpass: Dem Augenschein nach flossen dabei

Die Speicherinhalte eines Prozess kann Windows mit Bordmitteln als Abbild in eine Datei sichern. Sie lässt sich beispielsweise mit einem Hex-Editor nach Passwörtern durchsuchen.



aber keine im Klartext mitlesbaren Daten. Bei Blur waren Metadaten wie Änderungs- und Erstellungszeitstempel erkennbar. Bei Steganos fielen per MITM entschlüsselbare Verbindungen zu google.com auf, die wir für einen Verbindungstest halten. Saferpass übertrug zumindest die gespeicherten Nutzernamen in einer für den Anbieter lesbaren Form in die Cloud.

Was aber sehr deutlich wurde, war etwas anderes: Viele der Apps kommunizieren mehr, als das der Arbeitsauftrag vermuten lässt. Für das Abrufen und Ablegen von Passwörtern bei einem Cloud-Dienst sollten wenige HTTPS-Zugriffe auf ein oder zwei Server genügen. Manche App redet aber mit einem Dutzend Servern. Zum Teil dürfte das dem Umstand geschuldet sein, dass es sich um kostenlose Probe-Apps handelt, die zum Teil sogar Werbung einspielen. Da es aber andere Apps ganz ohne bewerkstelligen, halten wir das für erwähnenswert.

## Folgenabschätzung

Von der Existenz des Masterpassworts im Speicher zu wissen, ist eines. Viel schwerer ist es, aus diesem Wissen eine unter regulären Umständen reproduzierbare Methode zu entwickeln, um beliebige Passwörter auszulesen. Das müssten Angreifer aller-

dings tun, um in großem Umfang von diesem Wissen zu profitieren. Trotzdem ist es aus unserer Sicht von der Masse der Softwarehersteller enorm fahrlässig, auf die Masterpasswörter so wenig zu achten. Deshalb ist ein zweiter Faktor zum Entsperren des Passwort-Safes so wichtig.

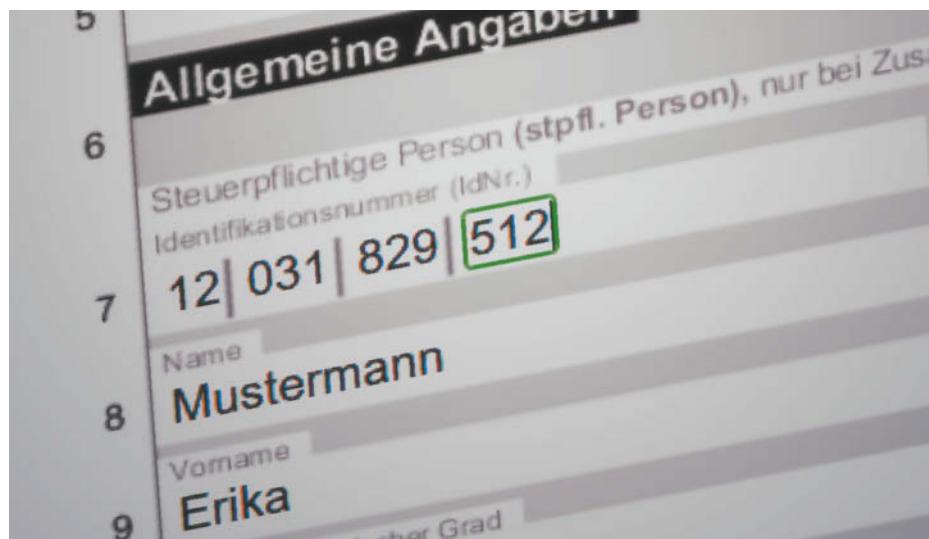
Bei der Netzwerkkommunikation geben sich weniger Hersteller eine Blöße. Drei haben aber versäumt, die TLS-Kommunikation ihrer Apps mit Pinning zu sichern. Kritik müssen sich auch die plappernden Apps gefallen lassen: Dass dabei (Miet-)Cloud-Server zum Beispiel von Amazon genutzt werden, ist ein Phänomen der Zeit. Warum aber Avira und Roboform Server von Facebook oder Google ansteuern, bleibt wohl das Geheimnis der Hersteller. Keepass haben wir wegen fehlender eigener Synchronisationstechnik nicht betrachtet.

Weil die meisten Hersteller Ihre Zertifikatshausaufgaben im Netzwerk so gut gemacht haben, lässt sich allerdings auch kaum überprüfen, in welcher Form die Passwortdaten beim Betreiber der Cloud-Dienste landen. Hierbei kann man sich nur auf die Aussagen der Hersteller verlassen und gegebenenfalls weitere Maßnahmen ergreifen, sprich einen zweiten Faktor bemühen oder eben nicht den ganzen Teil seiner Passwörter der Software anvertrauen. (ps@ct.de) ct

Keepass	Keeper	Lastpass	Onesafe	Roboform	Saferpass	Steganos	Sticky Password	TrueKey
⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕	⊕
⊕	⊖⊖	⊖	⊖⊖	⊖	⊖	⊖	⊕	⊖⊖
⊕	⊕	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖	⊕	⊖
- <sup>1</sup>	✓	✓	✓ <sup>2</sup>	✓	-	✓	✓	✓
- <sup>1</sup>	1	9	1 <sup>2</sup>	25	3	4	6	4

<sup>1</sup> kein eigener Synchronisationsdienst

<sup>2</sup> nur Versionscheck in getester Ausgabe



# Die Idee mit der ID

## Steuer-ID soll Bürgernummer werden – Datenschützer sind alarmiert

**Die Bundesregierung will das E-Government vorantreiben und greift dabei zu einem heiklen Mittel: Sie plant, die Steuer-ID in eine allgemeine Bürgernummer für alle möglichen Ämter zu verwandeln.**

**Von Christian Wölbert**

Rund 130 Milliarden Euro verteilt die Bundesregierung mit ihrem Corona-Konjunkturpaket. Allerdings hat die Große Koalition in dem Paket auch eine Entscheidung versteckt, die mit Corona und der Konjunktur wenig zu tun hat: Die Steuer-ID werde in eine „verwaltungsübergreifende ID-Nummer“ verwandelt, heißt es im „Eckpunkte-Papier“. Noch im Sommer soll das Innenministerium einen entsprechenden Gesetzentwurf vorlegen.

Das Vorhaben führt nun zu Ärger. Der Bundesbeauftragte für den Datenschutz, Ulrich Kelber, lehnt es „aus verfassungsrechtlichen und aus datenschutzrechtlichen Gründen“ ab. Es bestehe die Gefahr einer „vollständigen Registrierung und

Katalogisierung der Persönlichkeit“, sagte Kelbers Sprecher Ende Juni gegenüber c't.

### Vernetzung geplant

In dem Streit geht es um viel. Auf der einen Seite will die Politik endlich den Durchbruch beim E-Government schaffen. Wer verheiratet ist oder schon mal Bafög beantragt hat, kennt das Problem: Anders als etwa in Skandinavien müssen Bürger hierzulande immer noch Dokumente wie Geburtsurkunden von einer Behörde zur anderen tragen. Jedes Amt pflegt schließlich seine eigenen Datenbanken.

Künftig sollen die Daten laufen, nicht die Bürger. Die Bundesregierung will, dass Behörden Infos austauschen, wenn ein Gesetz oder der betroffene Bürger selbst das erlaubt. Allerdings müssten die Beamten dann den gewünschten Datensatz anhand von Informationen wie Name und Anschrift finden, die in zig Formaten vorliegen und sich im Lauf der Zeit ändern können. Für automatisiertes E-Government ist das zu fehleranfällig.

Deshalb die Idee mit der Steuer-ID: Sie soll künftig auch von anderen Behörden als den Finanzämtern verwendet werden und so den reibungslosen Datenaus-

tausch ermöglichen, wie das Bundesinnenministerium mitteilte.

Auf der anderen Seite befürchten Kritiker, dass die Einheitsnummer aus den vielen kleinen Silos eine Super-Datenbank macht. Sie berufen sich auf das Volkszählungsurteil des Bundesverfassungsgerichts von 1983, das zwar eine übergreifende Bürgernummer nicht explizit verbietet, staatlicher Datensammler aber enge Grenzen setzt, speziell „unter den modernen Bedingungen der Datenverarbeitung“.

Datenschützer Kelber hat allerdings nicht grundsätzlich etwas gegen E-Government und Datenaustausch zwischen Ämtern. Aus seiner Sicht gibt es nämlich datenschutzfreundlichere Alternativen zur übergreifenden Kennzahl, „etwa bereichsspezifische Identitätskennzeichen“.

### Krypto-Lösung

Gemeint ist ein Modell, das in Österreich bereits angewendet wird. Die Alpenrepublik hat für E-Government eine „Stammzahl“ eingeführt, aus der eine Zentralstelle mit kryptografischen Verfahren bereichsspezifische Nummern für unterschiedliche Behörden ermittelt. Aus diesen Nummern kann die Stammzahl nicht zurück errechnet werden. Benötigt ein Amt fremde Daten, erhält es von der Zentralstelle die verschlüsselte Spezialnummer des Bürgers bei der Zielbehörde und kann damit die gewünschten Daten anfordern.

Aus Sicht von Kelber ist das sicherer, als einfach überall die Steuer-ID zu speichern. Im Fall eines Missbrauchs könnten Daten „nicht so leicht zusammengeführt werden wie bei der Verwendung eines registerübergreifenden Identitätskennzeichens“, sagte der Sprecher. Und laut einer Gruppe von E-Government-Experten aus der deutschen Verwaltung wäre das österreichische Modell auch für Deutschland praktikabel. Die Details der Umsetzung hat die Gruppe in einem 20-seitigen Papier, das c't vorliegt, für die Politik skizziert.

Die GroKo hat sich trotzdem für die Steuer-ID entschieden. Für Datenschutz beim Austausch soll nun lediglich eine nicht näher benannte „dritte Stelle“ sorgen, die prüft, „ob Sender und Empfänger die Daten rechtmäßig übermitteln dürfen“, wie das Innenministerium mitteilte. Aus Sicht von Kelber reicht das jedoch nicht aus. Experten aus Wissenschaft und Verwaltung rechnen deshalb damit, dass der Streit vom Bundesverfassungsgericht entschieden werden muss. (cwo@ct.de) **ct**



**WIR MACHEN  
KEINE WERBUNG.  
WIR MACHEN EUCH  
EIN ANGEBOT.**



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

Jetzt gleich bestellen:

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

+49 541/80 009 120

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

**ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABBONNIER SIE.**

Ich möchte c't 3 Monate lang mit 35 % Neukunden-Rabatt testen.  
Ich lese 6 Ausgaben als Heft oder digital in der App, als PDF oder direkt im Browser.

**Als Willkommensgeschenk erhalte ich eine Prämie nach Wahl,  
z. B. einen RC-Quadrocopter.**

© Copyright by Heise Medien.



# Open Source wider Willen

## Massive Sicherheitsprobleme durch offene Git-Repositories

**In Deutschland sind Git-Repositories auf zehntausenden Servern unschützbar per Webbrowser zugänglich. Angreifer haben ein leichtes Spiel und können neben Code auch Zugangs- und Nutzerdaten abgreifen.**

Von Sylvester Tremmel

Zehntausende von Webservern in Deutschland machen Repositorys des Versionskontrollsystems Git per Browser zugänglich. Die Server veröffentlichen dadurch nicht nur aktuellen und überholten Quellcode, sondern publizieren oft auch Konfigurations- und Zugangsdaten. Zu diesem erschreckenden Befund kommen Sicherheitsexperten der „Deutschen Gesellschaft für Cybersicherheit“ aus Flensburg. Die IT-Fachleute suchten deutsche Internetadressen nach öffentlichen Git-Repositorys ab. Unter 6.927.416 gescannten.de-Domains und -Subdomains fanden sie 41.252 betroffene Systeme, in deren Wurzelverzeichnis ein Repository zugänglich ist.

Die wahre Zahl betroffener Server liegt wahrscheinlich deutlich höher, weil die Flensburger keine Repositorys in Unterverzeichnissen erfassten. Aufgrund der schieren Zahl von Treffern sah sich die Sicherheitsfirma außer Stande, sämtliche Betroffenen zu kontaktieren. Sie wandte sich stattdessen an c't, die Wochenzeitung Die Zeit und den Norddeutschen Rundfunk, um öffentlich auf die Gefahr hinzuweisen.

In der Tat ist die Liste beeindruckend. Darin finden sich politische Lokalverbände, ebenso wie namhafte IT-Firmen bis hin zu DAX-Konzernen. Betroffen waren beispielsweise Systeme des Versicherungskonzerns Allianz, des Triebwerksherstellers MTU und des Hosting-Anbieters Host Europe. Das Gros sind allerdings private Homepages sowie Webpräsenzen kleinerer Unternehmen. Wie

problematisch die Lücke jeweils ist, hängt vom Einzelfall ab. Stichproben ergaben, dass immer wieder auch Konfigurationsdaten in den Archiven sind, die nicht öffentlich bekannt sein sollten. Sogar Zugangsdaten lassen sich oft finden, darunter Passwörter für Datenbankserver. Spätestens in solchen Fällen können Kundendaten bedroht sein. Das ist umso schlimmer, weil sich betroffene Server weitgehend automatisch erfassen und nach Zugangsdaten durchsuchen lassen. Es gibt sogar spezialisierte Browser-Plug-ins, die vor dem Problem warnen und betroffene Repositorys direkt herunterladen.

**Kleiner Fehler, große Wirkung**  
Verantwortlich ist weder eine Sicherheitslücke von Git, noch eine der Webserver-Software. Stattdessen handelt es sich um klassische Fehlkonfigurationen: Git-Repositorys, genauso wie die Archive anderer Versionskontrollsysteme, sollten sich nicht im Web-Root eines Webservers befinden. Wer sie dennoch dort platziert, muss den Webserver entsprechend konfigurieren, um die Archive zu schützen – was die genannten Firmen inzwischen getan haben.

Eigentlich sollte all das hinlänglich bekannt sein. Schon 2015 warnte das Pro-

jekt Internetwache.org vor derart fehlkonfigurierten Servern (siehe ct.de/yuqe). Offenbar hat sich deren Warnung bei vielen deutschen Systemadministratoren noch nicht herumgesprochen.

## Gegenmaßnahmen

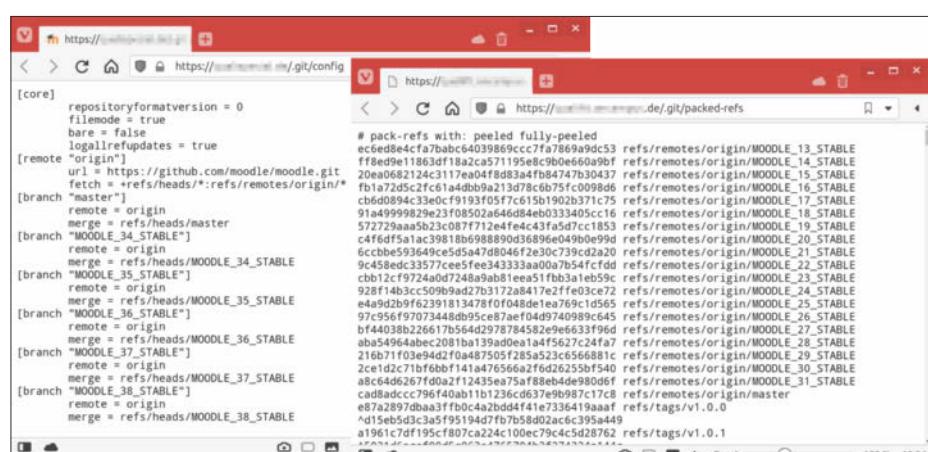
Betroffene sollen den Mangel in jedem Fall schleunigst beheben. Wer sich nicht sicher ist, kann einfach http://meine-domain.de/.git/config im Browser aufrufen. Zeigt der Browser eine Konfigurationsdatei an, ist der Server von dem Problem betroffen. Sie sollten dann entweder das Git-Repository verschieben, sodass es nicht mehr im Web-Root des Servers liegt. Oder Sie konfigurieren den Webserver so, dass Zugriffe auf das Verzeichnis „.git“ unterbunden werden. Ein Artikel der Deutschen Gesellschaft für Cybersicherheit erklärt das Vorgehen für verbreitete Server (siehe ct.de/yuqe).

Directory-Listings zu deaktivieren, ist kein Schutz. Der Webserver liefert dann zwar keine Dateilisten mehr aus, aber gültige URLs lassen sich auch über die interne Struktur von Git-Repositorys konstruieren. Es gibt Tools, die das vollautomatisch erledigen und so ein Repository vollständig herunterladen, ohne auf Dateilisten vom Server angewiesen zu sein.

Die Fälle zeigen, dass Sicherheitsprobleme häufig nicht in technischen Finesse begründet liegen, sondern in Konfigurationsfehlern. Unentschuldbar wird es, wenn die Fehler auch noch seit Jahren bekannt und einfach zu beheben sind.

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

**Weiterführende Informationen:**  
[ct.de/yuqe](http://ct.de/yuqe)



Git-Repositorys per Browser abrufen zu können ist bestenfalls unnötig und schlimmstenfalls eine gravierende Sicherheitslücke.



## Mangelhafte TAN-Prüfung bei Sparda-Banken

**Sparda-Banken haben beim Anpassen von Daueraufträgen eine etwaige Änderung der Ziel-IBAN nicht in das chipTAN-Verfahren einfließen lassen. Malware hätte das ausnutzen können, um Aufträge umzuleiten.**

Dauerauftrag anlegen, IBAN und Betrag im TAN-Generator bestätigen, TAN eingeben: So soll es sein und nur so hat man auch die Garantie, dass keine Malware IBAN oder Betrag verändert hat. Die manipulierten Daten würden dann nämlich vom TAN-Generator angezeigt. Umso erstaunter war ein Sparda-Kunde, dass er beim nachträglichen Ändern eines solchen Auftrags keine IBAN von seinem chipTAN-Generator präsentierte bekam. Etwas konsterniert wandte er sich an c't.

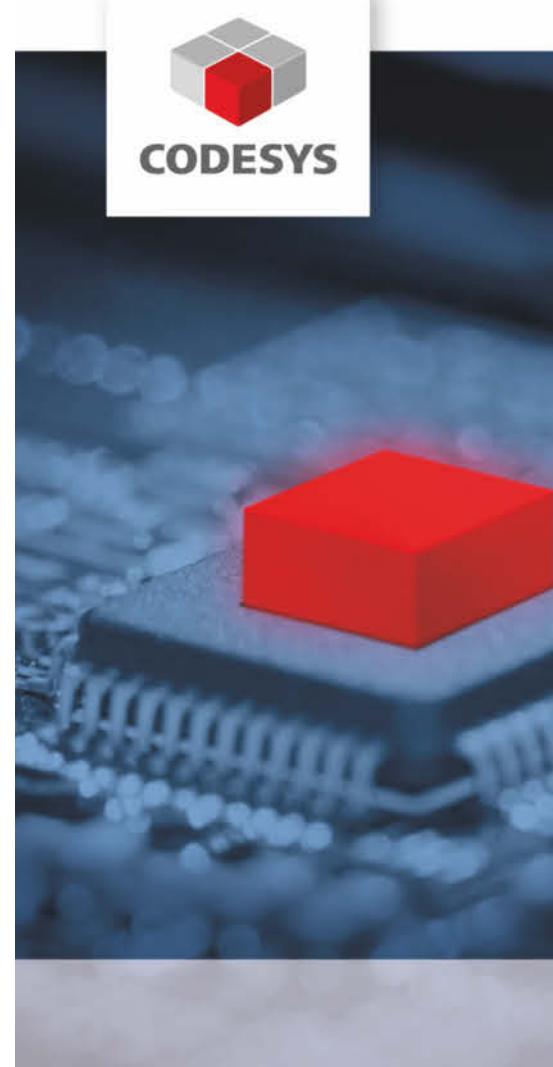
Wir konnten das Problem bei der Sparda-Bank München reproduzieren: Änderte man im Webbanking einen Dauerauftrag, dann wurde vom chipTAN-Generator nur der neue Betrag angezeigt. Ein geänderter Empfänger war am Generator nicht zu erkennen. Malware auf dem Rechner des Nutzers hätte dadurch die IBAN verdeckt manipulieren und Daueraufträge umleiten können. Wenn die Malware geschickt vorgeht, sieht man das auch später im Webbanking nicht, sondern nur, wenn man auf einem alternativen Weg sein Konto in Augenschein nimmt – etwa über einen anderen Computer oder am Bankautomaten.

Um eine grundsätzliche Sicherheitslücke auszuschließen, testeten wir stichprobenartig auch einige andere Banken. Dort konnten wir das Problem aber nicht reproduzieren, alle Testkandidaten zeigten

ten eine geänderte IBAN ganz oder zumindest in relevanten Teilen an. Von c't mit dem Problem konfrontiert, reagierte der Verband der Sparda-Banken schnell und bereits eine gute Woche später war das Verhalten durch den IT-Dienstleister Sopra Financial Technology (SFT) abgestellt. Das geschehe im Zuge eines regelmäßigen Einspielens von Updates. Die Banken seien dazu verpflichtet, alle gesetzlichen Auflagen zu erfüllen. Gleichzeitig betonte die Sprecherin aber, dass sich das Online-Banking auch vor dem Update hinsichtlich der Änderung von Zahlungsaufträgen korrekt zur Chip-TAN-Spezifikation verhalten habe.

Unabhängig von solchen technischen Spezifikationen müssen Banken aber auch die Vorgaben des Zahlungsdienstaufsichtsgesetzes (ZAG) einhalten. Ob dessen Vorschriften das alte Verhalten zulassen, ist nicht leicht zu beantworten: Grundsätzlich müsse beim „Auslösen eines elektronischen Zahlungsvorganges“ der Empfänger identifiziert werden, erklärte Dr. Susanne Grohé von der auf die Finanzbranche spezialisierten Kanzlei Anner-ton gegenüber c't. „Allerdings geht es hier nicht um die Erteilung, sondern um die Änderung eines bereits erteilten Auftrags, das ist also ein Grenzfall.“

Wie auch immer man das ZAG auslegt: Aus Security-Sicht war das Weglassen der IBAN definitiv schlecht. Umso besser, dass die betroffenen Sparda-Banken das Problem so schnell behoben haben. (syt@ct.de)



### CODESYS® für Raspberry Pi & Co: Industrie-IDE für SBC/PC

- **CODESYS Development System (IDE):** Einfache Programmierung in grafischen/textuellen Sprachen

⇒ [codesys.store/IDE](https://codesys.store/IDE)

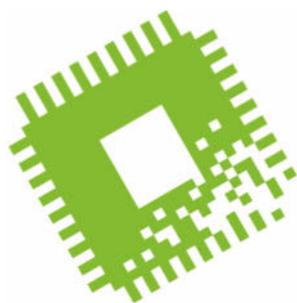
- **CODESYS Control:** Kompatibles Laufzeitsystems u. a. mit Debugging, Online-Änderungen, Trace

⇒ [codesys.store/Control](https://codesys.store/Control)

- Sofort verfügbar u. a. für Raspberry Pi, Beaglebone Black, Linux- und Windows SBC/PC

- Viele integrierte Technologien, wie Modbus, CANopen, OPC UA, MQTT, REST-API, grafische Benutzeroberflächen für HTML5-Browser

- Kostenloser Download im **CODESYS Store**



# Bit-Rauschen

**Apple lässt Intel fallen, ARM-Supercomputer, DRAM-Spionage**

**ARM erringt einen Doppelsieg im Supercomputer Fugaku sowie in Apples kommenden Macs. Micron setzt sich vor Gericht gegen taiwanische und chinesische Firmen durch und ein Virenscanner prüft auch das BIOS.**

**Von Christof Windeck**

Der 22. Juni 2020 war ein großer Tag für die britisch-japanische Prozessorfirma ARM: Erst eroberten die 48-Kerner Fujitsu A64FX die Spitze der Top500-Liste der schnellsten Supercomputer, dann verkündete Apple den ARM-Umstieg. Da werden am ARM-Firmensitz nahe Cambridge die Korken geknallt haben; der Schampus wird in England nach der Trennung von der EU ja vielleicht auch deutlich teurer.

Im vergangenen Bit-Rauschen schrieb ich, dass Apples Wechsel von x86 zu ARM nun schon der zweite nach dem Abschied von PowerPC 2005 sei. Es ist aber schon der dritte, worauf mehrere Leser freundlich hinwiesen: Bis 1994 kamen im Macintosh Motorola-68000-Prozessoren zum Einsatz. Das hätte ich eigentlich wissen müssen, tippte ich doch meine Diplomarbeit 1991 auf einem Macintosh IIxi (oder IIcx, ich weiß es nicht mehr genau) und 1990 eine Studienarbeit auf einer Apollo-Workstation, ebenfalls mit 68000er-CPU.

Intels Aktienkurs zeigte sich vom Verlust des renommierten Kunden Apple wenig beeindruckt. Wie im letzten Bit-Rauschen aufgeschlüsselt, trägt Apple auch nicht sonderlich viel zum Intel-Absatz bei. Doch wenn nun auch mehr Windows-Notebooks – und Chromebooks – mit ARM-Technik kommen, dann müssen sich Intel und AMD warm anziehen.

Als ARM-Gegengift für flache Notebooks und Tablets hat Intel kürzlich den aus mehreren Chips zusammengefügten Lakefield-Prozessor angekündigt, der als Core i5-L16G7 und Core i3-L13G4 bald in Geräten von Lenovo, Samsung und später Microsoft auftauchen soll. Technische Besonderheit ist die Kombination eines starken „Core“-Kerns mit vier sparsameren Atom-Kernen – die aber nur für die x86-Welt neu ist und bei ARM schon lange als big.LITTLE läuft.

Wenige Wochen vor Apples x86-Ausstieg nahm der für einen Prozessorexper-ten ziemlich berühmte Jim Keller seinen Abschied von Intel. Er war von 2004 bis 2008 bei der Firma P. A. Semi, die nach der Übernahme durch Apple zum Kern der dortigen, sehr erfolgreichen ARM-Chipentwicklung wurde. Bei Intel blieb Keller kaum mehr als zwei Jahre; dort hatte man seinen Einstieg 2018 nach Stationen bei AMD und Tesla an eine ziemlich große Glocke gehängt. Es bleibt stets ein biss-

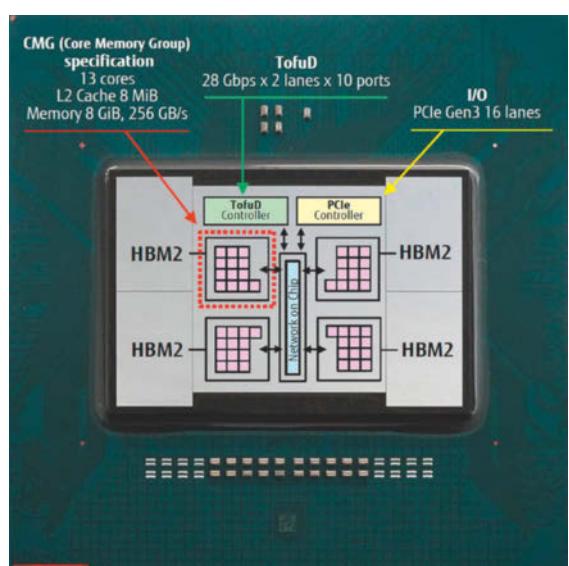
chen unklar, was derartige Star-Ingenieure genau bewirken, das die anderen zigtausend Entwickler nicht können.

Ob der ARM-Erfolg bei Supercomputern und kommenden Macs auch ARM-Server befähigt, bleibt abzuwarten. Ampere stellte jedenfalls nach dem 80-Kerner Altra für Ende 2020 erste Muster des 128-Kerners Altra Max in Aussicht. Später soll der Siryn mit 5-Nanometer-Technik folgen. Amazon bietet mittlerweile M6g-, C6g- und R6g-Instanzen auf den hauseigenen Graviton2-Maschinen an mit bis zu 64 Kernen und 512 GByte verschlüsseltem RAM.

## Micron vs. China

Ein Gerichtsverfahren in Taiwan belegt, dass sich China auch unlauterer Mittel bedient, um eine eigene Chip-Industrie aufzubauen. Das Gericht verhängte eine Geldstrafe gegen den taiwanischen Auftragsfertiger UMC und schickte zwei seiner ehemaligen Manager ins Gefängnis. Ge-klagt hatte das US-Unternehmen Micron, der weltweit drittgrößte Speicherchip-hersteller: Man warf UMC vor, Know-how zur DRAM-Fertigung gestohlen und an das chinesische Unternehmen Fujian Jinhua Integrated Circuit (JICC) weitergegeben zu haben. US-Behörden hatten deshalb schon Anfang 2019 die Belieferung von JICC durch US-Firmen untersagt, woraufhin dort der Betrieb zumindest zeitweise stillstand. UMC konnte an die Micron-Geschäftsgeheimnisse gelangen, weil sowohl UMC als auch Micron Teile der Firma Rexchip kauften – das war der taiwanische Fertigungspartner der japanischen Firma Elpida, die wiederum von Micron geschluckt wurde. Der ehemalige Rexchip-Manager Stephen Chen, selbst nicht von diesem Verfahren betroffen, leitete zwischenzeitlich Micron Memory Taiwan und wechselte dann zu JICC aufs chinesische Festland. Wie es nun mit einer nationalen DRAM-Produktion in China weitergeht, scheint offen.

Microsoft unternimmt seit einiger Zeit Anstrengungen, um die Sicherheit des UEFI-BIOS zu verbessern. Sogenannte „Secured-Core PCs“ versprechen dank Intel-Funktionen wie Dynamic Root of Trust Measurement (DRTM) – auch Hardware Shield genannt – weniger Angriffsfläche für Firmware-Attacken. Microsofts Windows Defender Advanced Threat Protection (ATP) für größere Firmen untersucht nun auch bestimmte Teile des UEFI-BIOS und prüft etwa das sogenannte NVRAM auf Manipulationen. (ciw@ct.de)



Fujitsus ARM-Superchip A64FX mit 48 Kernen, Vektor-Erweiterung und HBM2-RAM rechnet bald auch am Garching Leibniz-Rechenzentrum in einer Cray CS500.

# Bewegungsloses Lenken

## Autonome Autos: Lidar ohne rotierenden Spiegel

**In herkömmlichen Lidar-Systemen zur Abstands- und Geschwindigkeitsmessung rotieren Spiegel, um Laserstrahlen zu lenken und so die Umgebung abzutasten. Ein US-Start-up kündigt einen Lidar an, der den Laserstrahl allein mittels eines elektrisch empfindlichen Meta-Materials führt.**

Von Dušan Živadinović

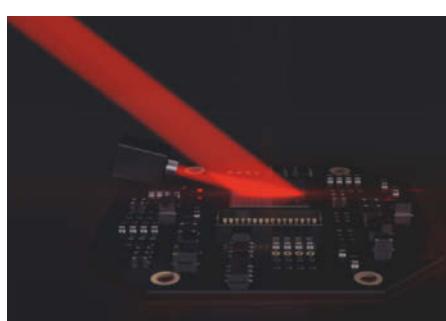
Die in Seattle, Washington, ansässige Firma Lumotive kündigt erste 3D-Sensoren an, die ihre selbstentwickelte Flüssigkristall-Meta-Oberfläche für Lidar-Systeme nutzen (light detection and ranging). Bereits Ende Mai gab Lumotive an, das Liquid Crystal Metasurface (LCM) kostengünstig per CMOS-Prozess herstellen zu können. Lumotive verspricht gegenüber herkömmlichen, MEMS-basierten Systemen (Micro-Electro-Mechanical Systems) größere Öffnungswinkel und höhere Reichweiten. Von beidem hängt die Auflösungsgüte wesentlich ab. Auch sei sein LCM-basierter Lidar „kompakter und zuverlässiger“ als Systeme mit rotierenden Spiegeln.

### Oberfläche lenkt Licht

Besonders spannend am Lumotive-Lidar erscheint die Methode zur Führung des

Laserstrahls: Das Meta-Material besteht aus zwei extrem dünnen Schichten, nämlich einer Resonator-Ebene, die Flüssigkristalle bedecken. Diese strahlt ein Laser in einem festen Winkel an. Legt man an die Flüssigkristallschicht modulierte elektrische Signale an, ändert sich der Brechungsindex und damit die Dauer, bis aufgetroffene Photonen einen Resonator verlassen. So entspricht jeder Resonator einem programmierbaren Phase-Delay-Element. Lumotive steuert die LCM-Oberfläche mit unterschiedlichen Spannungsmustern an, um „beliebige Phasenprofile“ zu erzeugen, sodass Wellenfronten entstehen, die die Meta-Oberfläche in die erwünschte Richtung verlassen – ähnlich einem Phased-Array-Radar.

Erste Lidar-Muster will die Firma ab dem vierten Quartal 2020 ausliefern. Das X20 genannte Modell hat Lumotive für Fahrerassistenzsysteme ausgelegt, den Z20 für die Industrieautomation (etwa Hinderniserkennung in der Robotik). Der X20-Lidar tastet die Umgebung auf bis zu 120 Meter selbst in „hellem Sonnenlicht“ ab. Der Öffnungswinkel beträgt  $120^\circ \times 30^\circ$ . Der Z20 reicht etwa 50 Meter weit bei einem vertikalen Öffnungswinkel von  $70^\circ$ . Mit dem M20 will Lumotive ab 2021 „Verbraucher im mobilen Umfeld“ ansprechen. Gemeint ist ein Entfernungsmesser für Handwerk, Bau- und das Vermessungswesen. (dz@ct.de) **ct**



Das von Lumotive entwickelte Meta-Material lenkt Laserstrahlen je nach angelegter Spannung gleitend in erwünschte Richtungen.

**Wiederaufbau:  
jetzt!**



**Endlich neue Informationsmanagement-Lösungen**

yuuvis<sup>®</sup> Momentum unterstützt die verschiedensten Einsatzmöglichkeiten: von On-Premises über die private oder öffentliche Cloud bis hin zu hybriden Szenarien. Dabei wird überall die gleiche cloud-native Technologie verwendet.

**Pack es an!**

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

## Schnellere Ryzen 3000 mit „XT“

AMD bringt drei neue Ryzen-3000-Prozessoren für Mainboards mit der Fassung AM4: den **Ryzen 5 3600XT**, den **Ryzen 7 3800XT** und den **Ryzen 9 3900XT** mit sechs, acht und zwölf Kernen. Sie sollen mehr Geschwindigkeit pro Euro erreichen, weil sie ohne Aufpreis gegenüber den jeweiligen Modellen ohne „T“ auf den Markt kommen. Nimmt der Handel keinen Zuschlag für die Neulinge, dürfte der 3600XT also bei rund 200 Euro landen, der 3800XT bei knapp über 300 Euro und der 3900XT bei rund 410 Euro.

Die neuen Ryzen 3000 werden mit derselben 7-Nanometer-Technik im Chiplet-Design produziert wie die restlichen CPUs mit Zen-2-Architektur. Da die Thermal Design Power (TDP) identisch zu den T-losen Modellen bleibt, ist der Geschwindigkeitszuwachs überschaubar. Die Basis-Taktraten bleiben gleich, nur den maximalen Boost-Takt kann AMD ein wenig hochschrauben. Er legt beim Ryzen 5 3600XT und Ryzen 9 3900XT um 100 MHz auf 4,5 respektive 4,7 GHz zu und beim Ryzen 7 3800XT um 200 MHz auf ebenfalls 4,7 GHz.



AMD spart bei den Ryzen-7- und -9-CPU den in dieser Klasse ansonsten beigelegten Boxed-Kühler Wraith Prism mit RGB-Beleuchtung ein und empfiehlt stattdessen, die 105 Watt Abwärme mit einem High-End-Luftkühler abzuführen. In den Handel kommen die XT-CPUs ein Jahr nach Ryzen 3000 am 7. Juli. Im August will AMD mit dem A520 zudem einen erneuerten Chipsatz für billigere AM4-Mainboards auf den Markt bringen.

(csp@ct.de)

## Auswahl: Ryzen-3000-Prozessoren

Prozessor	Kerne / Threads	Basis- / Boost-Takt	L3-Cache	TDP
Ryzen 9 3950X	16 / 32	3,5 / 4,7 GHz	64 MByte	105 Watt
Ryzen 9 3900XT	12 / 24	3,8 / 4,7 GHz	64 MByte	105 Watt
Ryzen 9 3900X	12 / 24	3,8 / 4,6 GHz	64 MByte	105 Watt
Ryzen 7 3800XT	8 / 16	3,9 / 4,7 GHz	32 MByte	105 Watt
Ryzen 7 3800X	8 / 16	3,9 / 4,5 GHz	32 MByte	105 Watt
Ryzen 7 3700X	8 / 16	3,6 / 4,4 GHz	32 MByte	65 Watt
Ryzen 5 3600XT	6 / 12	3,8 / 4,5 GHz	32 MByte	95 Watt
Ryzen 5 3600X	6 / 12	3,8 / 4,4 GHz	32 MByte	95 Watt
Ryzen 5 3600	6 / 12	3,6 / 4,2 GHz	32 MByte	65 Watt

## Windows mit ATP scannt PC-BIOS

Microsofts kostenpflichtige **Windows-Defender-Erweiterung** ATP (Advanced Threat Protection) für Windows 10 Enterprise soll dank eines UEFI-Scanners Malware-Angriffe auf das BIOS erkennen. Grund für Microsofts Sicherheitsoffensive, für die man sich auch AMD und Intel wegen des nötigen Hardware-Zugriffs auf das Serial Peripheral Interface (SPI) ins Boot holte: Die Angriffe auf BIOS-Ebene nahmen laut dem Software-Giganten immer mehr zu. Und wenn erst einmal das BIOS kompromittiert ist, stehen dem Angreifer

Tür und Tor offen. Der ATP-Defender soll das ausgeführte BIOS periodisch oder bei auffälligen Aktivitäten scannen und Unregelmäßigkeiten über das Windows-10-eigene Sicherheitscenter melden.

Neben anfälliger Hardware, sprich Sicherheitslücken, erwähnt Microsoft dabei auch ausdrücklich falsch konfigurierte Maschinen, von denen es selbst im geschäftlichen Umfeld offenbar noch viele gibt, als Angriffsziel. Auch Microsofts Initiative für den „Secured-core PC“ nutzt den UEFI-Scanner. (csp@ct.de)

## Sonderheft c't Raspi jetzt erhältlich

Nach acht Jahren ist der Raspi erwachsen geworden. Die Platine, die einst als kleiner und inspirierender Bastelcomputer für Kinder entwickelt wurde, ist heute ein universelles, leistungsfähiges Werkzeug. Was man mit dem Raspberry Pi an Projekten umsetzen kann und wo man am besten anfängt, zeigt das neue Sonderheft c't Raspi.

Wer noch keinen Kontakt zum Raspi hatte, findet im Heft einen einfachen Einstieg, der zeigt, was man tun muss, um die ersten Projekte umzusetzen. Das können Raspi-Klassiker wie der Media-Player Kodi sein, aber auch digitale Anzeigetafeln oder der c't-Raspion. Für

alle, die ihren Raspberry Pi noch weiter aufmotzen möchten, gibt es zahlreiche Tipps. Etwa wie man den Raspi am besten kühl: Reicht ein kleiner Ventilator oder sollte es für Übertaktungsversuche doch lieber ein Mineralöl-Bassin sein? Welche Micro-SD-Karte ist die richtige für welchen Job?

Auch als kleiner Server macht der Raspi eine gute Figur: Sei es als Netzwerkspeicher, VPN-Host, Smart-Home-Zentrale oder kleiner Webserver. Wer komplexe Dienste auf dem Raspi starten möchte, findet im Sonderheft einen Einstieg in die Container-Orchestrierungslösung Kubernetes.

Das Sonderheft c't Raspi ist im heise shop und am Kiosk für 14,90 Euro erhältlich. Die digitale Ausgabe für 12,99 Euro finden Sie im heise shop, in unseren Android- und iOS-Apps oder bei Amazon. (mls@ct.de)

## Intel stellt dritte Xeon-Scalable-Generation vor

Unter der Bezeichnung 3rd Generation Xeon Scalable Processors bringt Intel Serverprozessoren mit 16 bis 28 Kernen auf den Markt. Wichtigste Neuerung ist die **Verarbeitung des effizienten Datenformats BFloat16 (BF16)**, das in KI-Algorithmen erhebliche Vorteile bringen kann.

Die neuen „Cooper Lake“-Versionen des Xeon-SP unterscheiden sich sonst nur wenig von ihren Vorgängern Cascade Lake (2. Generation) und Skylake. Allerdings passen sie nicht auf vorhandene LGA3647-Mainboards, sondern in neue mit der Fassung LGA4189. Außerdem geht Intel dem bis zu 64-kernigen AMD-Konkurrenten Epyc 7002 aus dem Weg, der in Server mit einer oder zwei Fassungen (Single/Dual Socket, 1S/2S) passt: Die Cooper-Lake-Xeons zielen laut Intel auf Maschinen mit vier oder acht Fassungen (4S/8S), die nur eine kleine Marktnische füllen. Die meisten Server haben zwei Prozessoren oder nur einen.

Eigentlich wollte Intel längst schon die Ice-Lake-Xeons aus der 10-Nanometer-Fertigung verkaufen, die kommen nun an-

geblich noch 2020 für 1S- und 2S-Server und bringen vor allem PCIe (PCIe) 4.0. Cooper Lake entstammt weiterhin der 14-Nanometer-Fertigung und hängt bei PCIe 3.0 sowie sechs Speicherkanälen pro Fassung fest. Unter anderem Inspur, Gigabyte, Lenovo und Supermicro haben bereits Server mit vier LGA4189-Fassungen angekündigt. (ciw@ct.de)



Bild: Lenovo

Lenovos ThinkSystem SR860V2 nimmt vier „Cooper Lake“-Xeons mit insgesamt 112 Kernen und 48 Speichermodulen für bis zu 12 TByte RAM auf. Die Abbildung zeigt nur das untere Mainboard.

## SATA-SSD: 8 TByte für 900 Euro

Bisher gab es nur wenige SSDs für Desktop-PCs mit mehr als 4 TByte Kapazität. Nun bringt Samsung die **SATA-SSD 870 QVO mit 1,2, 4 oder 8 TByte** auf den Markt. Sie löst die 860 QVO mit höchstens 4 TByte Kapazität ab. Samsung baut weiterhin Speicherchips mit Quad-Level-Cell-(QLC)-NAND-Flash-Technik ein.

Die QVO 870 soll etwas schneller arbeiten als ihre Vorgängerin.

Samsung gewährt drei Jahre Garantie und sichert zu, dass man mindestens 2,88 Petabyte Daten auf die 8-TByte-SSD schreiben kann. Die 8-TByte-SSD soll 900 US-Dollar kosten, hierzulande also zirka 900 Euro. (ciw@ct.de)

## Server-SSD mit 30,72 TByte

Sowohl Intel als auch Kioxia kündigen neue Server-SSDs an. Die Kioxia PM6 vereint zwei Besonderheiten: Eine **SAS-24G-Schnittstelle und über 30 TByte Kapazität** in 2,5-Zoll-Bauform. An einem SAS-24G-Hostadapter soll die PM6 rund 4,3 GByte/s beim Lesen liefern. Der Haken daran: Bisher kann man noch keine SAS-24G-(SAS-4-)Hostadapter kaufen. Microchip liefert die dafür nötigen PCIe-4.0-Controller bisher erst in Musterstückzahlen an Pilotkunden.

Intel hat die Server-SSDs D7-P5600 und D7-P5500 angekündigt, in denen Controller mit **PCIe-4.0-Schnittstelle** stecken – obwohl Intels Serverprozessoren erst PCIe 3.0 haben. Die neuen Intel-SSDs speichern bis zu 7,68 TByte und sollen beim Lesen bis zu 7 GByte/s liefern. (ciw@ct.de)



Bild: Kioxia

Die Kioxia-SSD PM6 speichert bis zu 30,72 TByte und hat ein SAS-24G-Interface, für das es aber noch keine Hostadapter gibt.

## Jetzt auch für Microsoft Teams: Verschlüsselung von Boxcryptor

Schützen Sie Dateien mit Zero-Knowledge-Verschlüsselung. Direkt in Microsoft Teams – dank unserer neuen Integration.

Jetzt informieren und kostenlosen Test starten:  
[www.boxcryptor.info/msteams](http://www.boxcryptor.info/msteams)

© Copyright by Heise Medien.





Bild: Riken

# Japan an der Spitze

## Supercomputer: Die 55. Top500-Liste mit neuem Spitzenspieler

**Der ARM-Prozessor Fujitsu A64FX verdrängt IBMs Power-Prozessor und Nvidias Tesla vom Top500-Spitzenplatz. Nvidia kann aber schon mit dem A100 „Ampere“ punkten und bei der Effizienz liegt ein KI-Chip vorne.**

Von Christof Windeck

Der „Fugaku“ des japanischen Forschungsinstituts Riken ist die neue Nummer 1 der Supercomputer. Er steht an der Spitze der am 22. Juni veröffentlichten Top500-Liste der 500 weltweit schnellsten Systeme und deklassiert den seit 2018 führenden „Summit“ aus den USA um den Faktor 2,8. Das ist ein Triumph für die britische CPU-Entwicklerfirma ARM, die seit 2016 zum japanischen Unternehmen SoftBank gehört: Im Fugaku – benannt nach dem höchsten japanischen Berg Fuji – rechnen fast 160.000 ARM-Prozessoren mit je 48 Kernen. Es handelt sich um den

7-Nanometer-Chip Fujitsu A64FX mit skalierbaren Vektor-Recheneinheiten (SVE) und eingebautem TOFU-D-Interconnect zur Verknüpfung der Knoten. Außerdem sitzen direkt neben jedem A64FX-Chip 32 GByte superschnelles HMB2E-RAM.

Dank seiner mehr als 7 Millionen ARM-Kerne mit SVE und schnellem RAM kommt Fugaku ohne andere Rechenbeschleuniger aus und setzt sich nicht nur im Linpack-Benchmark für die Top500-Liste an die Spitze, sondern auch im High Performance Conjugate Gradients Benchmark (HPCG). Der Fugaku wurde als „Post-K“-Computer entwickelt – das verweist auf den „K Computer“, der 2011 die Top500-Spitze erklimmte. Fugaku rückt außer Summit auch den amerikanischen Rechner Sierra sowie die nun schon seit 2013 und 2016 in den Top 5 rangierenden chinesischen Systeme um je einen Top500-Platz nach unten.

Dahinter gibt es weitere spannende Neuzugänge. Auf Rang 6 hat es der nun schnellste europäische Supercomputer HPC5 beim italienischen Öl- und Gas-

konzern Eni gebracht, in dem die gängige Kombination aus Intel Xeon und Nvidia Tesla V100 (Volta) rechnet. Auf Platz 7 schaffte es Nvidias hauseigener „Selene“ mit neuen A100-Chips (Ampere). Sie stecken in Nvidia-Servern vom Typ DGX A100 und sind via PCI Express 4.0 mit je zwei AMD Epyc 7742 gekoppelt. So schafft es auch AMD wieder in die Top 10.

Der zweitschnellste europäische Supercomputer steht ebenfalls in Italien, nämlich am Institut Cineca, und erreichte Platz 9. Im Marconi100 steckt ähnliche Technik wie in den amerikanischen Summit- und Sierra-Systemen: IBM Power9 im Verbund mit Nvidia Tesla V100. Mit 21,6 PFlops landet er denkbar knapp vor dem bisherigen europäischen Spitzenspieler Piz Daint in der Schweiz (21,2 PFlops), der Rang 10 belegt.

Deutscher Supercomputer Nummer eins bleibt der SuperMUC-NG mit 19,6 PFlops am Leibniz-Rechenzentrum in Garching (Rang 13). Eigentlich wollte das Forschungszentrum Jülich mit dem Booster-Zusatzmodul für Juwels mit Nvidia

A100 überholen, aber das wird wohl erst zu 56. Top500-Liste im November klappen. Und obwohl man am HLRS Stuttgart schon im Februar den von HP aufgebauten Hawk mit AMD Epyc einweichte, taucht er nicht in der Top500-Liste auf.

Es fällt auf, dass sich China mit großen Top500-Systemen weiter zurückhält. Die drei chinesischen Server-Riesen Lenovo, Sugon und Inspur haben zusammen aber bei Weitem die meisten Top500-Meldungen. Die Mehrzahl dieser Systeme ist mit Intel-Xeons bestückt und steht bei nicht genauer bezeichneten Kunden.

Auch in den meisten der 58 neuen Systemen in den Top500 rechnen Xeons, nur fünf nutzen AMD-Epycs, wenn man den Nvidia Selene nicht mitzählt. Drei der Epyc-Systeme hat Atos an europäische Kunden geliefert (Bull Sequana XH2000 für Météo France, Norwegen und Finnland), zwei gingen von Cray an US-Käufer. Fujitsu konnte zudem eine weitere Primehpc-FX1000-Maschine mit A64FX verkaufen, der Flow an der Uni Nagoya erreicht immerhin Platz 37.

### Effizienz-Rennen

Gleichzeitig mit der Top500-Liste wird auch die Green500-Liste mit den effizientesten Systemen veröffentlicht, die am meisten Rechenleistung pro Watt liefern. Darin hat es ein KI-Beschleuniger mit 21,1 GFlops/Watt ganz nach oben geschafft, nämlich der „MN-Core“ der japanischen Firma Preferred Networks. Der damit (und mit Xeons) bestückte Superrechner MN-3 belegt mit 1,6 PFlops aber nur Platz 394 der Top500-Liste. Nvidias Selene mit A100 erklimmt Platz 2 der Green500 mit 20,5

GFlops/Watt, danach folgt mit 18,4 GFlops/W ein weiteres japanisches Spezialsystem, der ZettaScaler mit Pezy-Beschleunigern (Top500-Platz 469). Ein Fugaku-Testsystem liegt mit 16,9 GFlops/W auf Platz 4, der „echte“ Fugaku mit 14,7 GFlops/W dann aber erst auf Platz 9.

Anders als bei den letzten Top500-Listen ist diesmal die aggregierte Gesamtleistung aller Superrechner auf der neuen Liste wieder deutlich angestiegen, nämlich um 35 Prozent auf nun 2,22 Exaflops (EFlops). Zwar sind nur 58 Systeme neu hinzugekommen, darunter allerdings eben das an der Spitze mit satten 415 PFlops. Um überhaupt auf die Liste zu kommen, muss ein Supercomputer mittlerweile 1,23 PFlops erreichen.

### Exascale-Wettrüsten

2021 dürfte das Jahr der Exascale-Systeme werden, aber 2020 sollen auch noch einige große Rechner für High Performance Computing (HPC) in Betrieb gehen. Cray baut derzeit am National Energy Research Scientific Computing Center (NERSC) den NERSC-9 alias Perlmutter auf, mit AMD-Epyc-Prozessoren der dritten Generation (Milan, Zen-3) und Nvidia A100. Im Endausbau soll es NERSC-9 dann 2021 auf rund 100 PFlops bringen. Für Intel wird es 2021 sehr spannend mit dem 500 Millionen US-Dollar teuren Aurora-Projekt am Argonne National Laboratory (ANL): Intel steht im Wort, dass dieses System mindestens 1 EFlops liefert. Es verknüpft 10-Nanometer-Xeons der übernächsten Generation Sapphire Rapids mit „Ponte Vecchio“-Rechenbeschleunigern. (ciw@ct.de) **ct**

## Die schnellsten Supercomputer (Top500 Juni 2020)

Rang	Superrechner	Standort	Prozessor	Beschleuniger	Petaflops/s
1	Fugaku	Japan, Riken	Fujitsu A64FX (ARM)	-	415,5
2	Summit	USA, Oak Ridge	IBM Power9	Nvidia Tesla V100	148,6
3	Sierra	USA, Lawrence Livermore	IBM Power9	Nvidia Tesla V100	94,6
4	Sunway TaihuLight	China, Wuxi	Sunway SW26010	-	93
5	Tianhe-2A	China, Guangzhou	Intel Xeon E5-2000	Matrix-2000	61,4
6	HPC5	Italien, Eni	Intel Xeon Gold 6252	Nvidia Tesla V100	35,5
7	Selene	USA, Nvidia	AMD Epyc 7742	Nvidia A100	27,6
8	Frontier	USA, TACC	Intel Xeon Platinum	-	23,5
9	Marconi100	Italien, Cineca	IBM Power9	Nvidia Tesla V100	21,6
10	Piz Daint	Schweiz, CSCS	Intel Xeon E5-2000	Nvidia Tesla P100	21,3
<b>Die schnellsten deutschen Supercomputer</b>					
13	SuperMUC-NG	Deutschland, Leibniz-RZ	Intel Xeon Platinum	-	19,5
39	Juwels Mod. 1	Deutschland, FZ Jülich	Intel Xeon Platinum	-	16,2
44	Hazel Hen	Deutschland, HLRS	Intel Xeon E5-2000	-	15,6



**Suchen Sie  
einen IT-Partner  
auf Augenhöhe?**



We advise  
on your data strategy



We store  
your data



We connect  
your data



We protect & secure  
your data



We help you use  
your data

Mehr Informationen auf

**full-service.proact.de**

**PROACT**

NetApp®

# Der Mac als Über-iPhone

## WWDC: Warum Apple auf ARM-basierte Macs setzt

**„Der einzige Weg für Apple, sich von anderen abzusetzen und etwas Einzigartiges zu erschaffen, besteht darin, eigene Chips zu besitzen.“ Diese Leitlinie gab Firmengründer Steve Jobs schon 2007 vor. Den bisherigen Höhepunkt bildet der Plan, als letztes Element der Geräteriege auch den Mac mit einem eigenem Prozessor zu bestücken. Die übrigen WWDC-Ankündigungen rund um macOS, iOS und iPadOS hängen eng damit zusammen.**

Von Dušan Živadinović

Als das erste iPhone 2007 auf den Markt kam, revolutionierte es zwar den Mobilfunkmarkt, galt aber nach Apples interner Einschätzung als unzureichend, weil es aus Dutzenden fremder Bausteine bestand, die Innovationen blockierten. So stellte Apple bereits 2008 Johny Srouji ein und schluckte den Chip-Spezialisten P. A. Semi (Palo Alto Semiconductors). Srouji galt als aufstrebender Star unter Prozessorenentwicklern. Es entstand eine schlagkräftige Entwicklungsabteilung für Systems-on-Chip (SoCs) mit ARM-Rechenkernen für iPhone, iPod, iPad, Apple-TV und die Apple Watch. Auf der World Wide Developers Conference 2020 kündigte die Firma schließlich auch den ARM-Umstieg für Macs an.

Entwickler können erste Gehversuche mit dem leihweise erhältlichen Developer Transition Kit (DTK) unternehmen. Für rund 540 Euro erhalten sie einen modifizierten Mac Mini mit dem iPad-Chip A12Z, 16 GByte RAM und 512 GByte SSD und Zugang zum Entwicklerprogramm. Apple versichert, dass sich die meisten An-

wendungen „innerhalb von Tagen“ an ihre ARM-Architektur anpassen lassen. Das erste Mac-Modell mit eigener ARM-CPU soll schon Ende 2020 erscheinen. Einige neue Intel-basierte Macs will Apple zwar noch folgen lassen, innerhalb von zwei Jahren will Apple aber die gesamte Mac-Linie umstellen.

### Intel und AMD outside

Apple ist nicht das erste Unternehmen, das zu den weit effizienteren ARM-Chips greift. Microsoft setzt ARM-Windows auf Tablets und leichten Notebooks ein. Auch einige Chromebooks arbeiten mit ARM-SoCs. Setzt sich der Trend fort, droht der Markt für AMD- und Intel-Prozessoren zu schrumpfen.

Die Motivation für Apples Wechsel ist vielschichtig: Die Firma will Abhängigkeiten von Zulieferern reduzieren, die Investitionen in die eigene Chip-Entwicklung ausschöpfen und zusätzlich die Prozessorleistung bei Absenkung der Stromaufnahme erhöhen. Apple glaubt, dass haus-eigenes „Silicon“ mit Hardware-Beschleunigern für maschinelles Lernen, KI, Verschlüsselung und 3D-Grafik für High-End-Spiele die Kunden überzeugen wird.

Srouji, inzwischen Senior Vice President bei Apple, erklärte anlässlich der Ankündigung, dass der Konzern nun eine skalierbare Prozessorarchitektur entwickelt habe, maßgeschneidert für die eigenen Produkte. „Apple-Produkte sollen mit der ARM-Architektur mehr Leistung pro Watt liefern“, so Srouji. Denn die Stromaufnahme beeinflusst nicht nur die Akkulaufzeit, sondern auch die Hitzeentwicklung und damit die Kühlung und letztlich alle physikalischen Rahmenbedingungen einer Maschine. Freilich werden erst Messungen und praktische Erfahrungen zeigen, ob Apple die hohen Ziele erreichen kann.

Zumindest innerhalb von Apples Geräteriege dürften Macs wieder umstritten die Spitzenposition einnehmen, denn man kann von Mobil- und Desktop-Rechnern höchste potenzielle CPU- und GPU-Leistung, größte Flexibilität und auch größtes Software-Angebot erwarten; beim letzten Punkt führt ja das iPhone bisher.

### Verschmelzung der Ökosysteme

Das soll sich mit dem Start des kommenden macOS 11 alias „Big Sur“ ändern, mit dem Apple auch die 20 Jahre alte 10er Nomenklatur beendet. Macs mit Apple-Chips sollen ab Big Sur iPhone- und iPad-Apps ohne Weiteres ausführen können. Intel-basierte Apps setzen ab Big Sur auf der Rosetta 2 genannten Abstraktionsschicht auf; sie werden während der Installation für den Betrieb auf ARM-Cpus übersetzt. So wie schon beim Umstieg vom Power-PC- auf Intel-Cpus, wird es wieder Apps mit zwei ausführbaren Binärdateien geben (Universal 2 application binaries), eine für Intel-Macs, eine für ARM-Macs.

In der streng komponierten und eng getakteten WWDC-Eröffnungspräsentation ging Apple indirekt auch auf Sorgen von Kunden ein, denen die x86-Kompatibilität wichtig ist, etwa wegen der effizienten Virtualisierung gängiger anderer Betriebssysteme. Als Beispiel führte Apple aber nur Linux in einer Demo mit dem Virtualisierer Parallels vor, von Windows kein Wort.

Linux-Distributionen für ARM gibt es schon etliche und deshalb kann man erwarten, dass sich zumindest diese auf ARM-Macs leicht virtualisieren lassen. Auch die Entwickler der unabhängigen macOS-Paketmanager MacPorts und Homebrew arbeiten bereits an Anpassungen für ARM, sodass der Zustrom an Linux-Bibliotheken, -Werkzeugen und -Servern weiter fließen dürfte.

Bei der Windows-Virtualisierung wird man vermutlich Abstriche hinnehmen müssen. Microsoft hat Windows zwar auch für ARM angepasst, aber bisher folgten nur wenige Hersteller von Anwendungen.

### Vom iPhone lernen, heißt ...

Die wichtigsten weiteren Ankündigungen im Schweinsgalopp: macOS 11 folgt mit seinem modernisierten Benutzer-Interface dem iPadOS, und umgekehrt greift iPadOS die Seitenleiste von macOS auf und lässt mehr als eine Anwendung im Vordergrund auf dem Display laufen.

Apple allüberall: im Ohr (Ohrhörer), am Handgelenk (Smartwatch), in der Hosentasche (Smartphone), auf dem Fernseher (Set-Top-Box), dem Sofa (Tablet) und dem Schreibtisch (Desktop-PC, Laptop). Auf der weltweiten Entwicklerkonferenz kündigt der Konzern für all das eine gemeinsame Hard- und Software-Plattform an.



Bild: Apple

„App Clips“ sind neue Mini-Apps für das kommende iOS 14, deren Installation man etwa per QR-Code anstoßen kann. Damit soll man Einzelanwendungen leichter einrichten können, etwa Bezahlfunktionen im Laden oder Mieten von eBikes. „Translate“ soll als persönlicher Übersetzer offline arbeiten und so die Privatsphäre wahren, also keine Server im Internet befragen. Der neue BMW 580i wird als weltweit erstes, per iPhone aufschließbares Auto zum teuersten Apple-Zubehör.

Der Stift Apple Pencil lernt die Handschrift des Nutzers zu entziffern, vorerst nur für englisches und spanisches Gekritzel. Die Apple Watch schaut sich bei Gou-

vernanten ab, wie man Erwachsene rechtzeitig ins Bett schickt, wie man sie zum hygienischen Händewaschen anhält und sie lernt im Rahmen von Sportanalysen, Tanzschritte zu zählen.

### ARM-Bewegung

Alle Neuerungen zusammengenommen, rücken macOS, iOS und iPadOS näher zusammen und die Firma verspricht Entwicklern geringeren Aufwand zur Herstellung von Programmen für die gesamte Apple-Linie. Zugleich verstärkt die Firma mit der ARM-Bewegung die Kontrolle über ihr Ökosystem. Mehr Apple-Kontrolle heißt umgekehrt weniger Kontrolle für

User: Der Konzern beschneidet seit Jahren Konfigurations- oder Erweiterungsmöglichkeiten, schränkt Installation und Betrieb fremder Software ein und dichtet macOS immer mehr ab. Lebensverlängernde RAM- und SSD-Aufrüstungen hat Apple bei vielen Macs inzwischen blockiert, schon gar die CPU-Aufrüstung. Es ist leicht vorstellbar, dass ein derart versiegeltes Hard- und Software-System nach Ablauf einer Apple-gesetzten Mindesthaltbarkeit zu nichts Zeitgemäßem mehr taugt, sollte auch die Wandlung zum Linux-Wiedergänger verwehrt bleiben – der Mac als Tresor und Wegwerf-Computer.

(dz@ct.de) ct



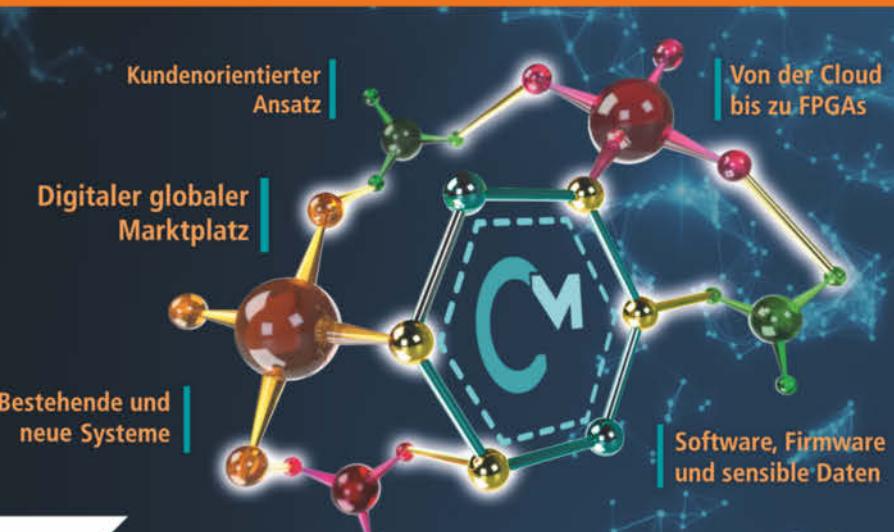
## CodeMeter – Katalysator der IoT-getriebenen Wirtschaft

**Profitieren Sie von einer ausgereiften Technologie.**

- Schützen Sie Ihre Software vor Piraterie und Reverse Engineering.
- Sichern Sie die Integrität Ihrer Produkte vor Manipulation.
- Implementieren Sie lizenzbasierte, leicht anpassbare Geschäftsmodelle.



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



© Copyright by Heise Medien.

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



SECURITY  
LICENSING  
PERFECTION IN PROTECTION

# Google verbessert Videokonferenzdienst Meet

**Google arbeitet intensiv an der Wettbewerbsfähigkeit seines Videokonferenzdienstes Meet. Es hat den Dienst kostenlos freigegeben und legt kontinuierlich Features nach.**

Google will Meet ab sofort sukzessive in die Android- und iOS-Apps für Gmail integrieren. Anschließend können Anwender aus Gmail heraus Meetings einrichten, Partner dazu einladen und den Termin in ihren Kalender eintragen.

Ende April hatte Google angekündigt, den jetzt kostenlos nutzbaren Dienst mit künstlicher Intelligenz aufzupeppen und setzt das nun allmählich um. Auf diese Weise sollen schlecht ausgeleuchtete Videobilder verbessert und Audioübertragungen von Hintergrundgeräuschen befreit werden. Der Webdienst unterdrückt Geräusche durch Spracherkennung: Die Software dämpft im Daten-

strom alles, was sie nicht als gesprochene Sprache identifiziert. Das soll etwa Hundebellen ebenso wie das Klappern einer Tastatur wirksam ausblenden; für die Reduktion andauernder Hintergrundgeräusche wie Verkehrslärm erscheint dieses Verfahren weniger geeignet. Android-Smartphones schaffen das, indem sie von dem Mikrofonsignal für den Sprecher das Signal eines zusätzlich eingebauten Mikrofons für Umgebungsgeräusche abziehen.

Eine Besonderheit von Google Meet ist auch die Option, in einem Chat nicht nur ein ganzes Programmfenster, sondern nur einen einzelnen Tab des Webrowsers Chrome zu teilen – hilfreich gegen versehentliche Indiskretionen und sparsam beim Bandbreitenbedarf. Außerdem beherrscht der Dienst jetzt Konferenzen mit bis zu 16 statt bisher vier Teilnehmern. (hps@ct.de)

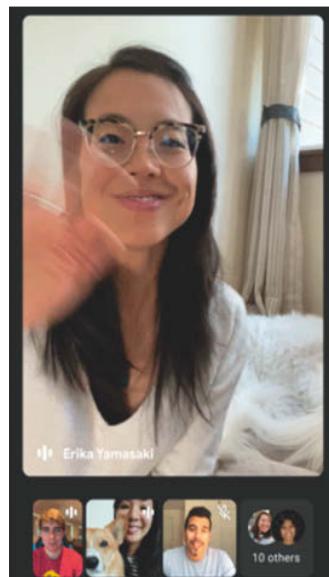


Bild: Google

Die Gmail-Mobil-App zeigt nun auch Meet-Videotelefonate und -konferenzen an.

## Softmaker Office mit 2 Suchleisten

Die für Windows, macOS und Linux verfügbare **Bürosuite** des Herstellers Softmaker ist in neuen Versionen als SoftMaker Office 2021 zum Kauf und als Abo-Ausgabe SoftMaker Office NX erschienen. Nach wie vor berechtigt die Lizenz zum Einsatz der Programme TextMaker, PlanMaker und Presentations auf bis zu fünf privaten Rechnern des Nutzerhaushalts – neuerdings auch in den Ausführungen für unterschiedliche Betriebssysteme. Kommerzielle Anwender dürfen die Suite auf einem Rechner für beliebig viele Nutzer und zusätzlich auf einem zweiten Rechner für den Lizenzinhaber installieren.

Die Textbearbeitung TextMaker wartet mit zwei individuell einstellbaren Suchleisten auf, mit denen man nicht nur

Zeichenfolgen im Dokument ansteuern, sondern auch Web-Nachschlagewerke danach befragen kann. Der integrierte Duden Korrektor prüft deutsche Texte auf Rechtschreibung und Stil, darüber hinaus bietet TextMaker eine Echtzeit-Rechtschreibprüfung in 75 Sprachen und einen zehnsprachigen Thesaurus.

Mit Presentations erstellte Präsentationen kann man als selbsttragende Dokumente auf einem USB-Stick speichern und dann ohne Softmaker-Installation auf jedem Windows-PC abspielen. Die Tabellenkalkulation PlanMaker hat bei den Funktionen für Pivottabellen nachgelegt. Der Kaufpreis für TextMaker Office 2021 beträgt 99,95 € (Update: 79,95 €). (hps@ct.de)

## Dropbox-Neuerungen

Kunden des **Cloudspeicherdienstes** Dropbox Plus können mit dem neu vorgestellten Abomodell „Family“ die Konten von bis zu sechs Familienmitgliedern miteinander verbinden, sodass sich darin gemeinsame Daten verwalten lassen. Konditionen für die gemeinsame Abrechnung dieser Konten will der Anbieter im Lauf des Jahres bekanntgeben.

Außerdem enthält Dropbox Plus – vorerst in einer Betaversion – neue Funktionen für die Heimarbeit. Dazu gehört das Feature „Computer-Backup“, für Mac und PC. Der Speicherbereich „Dropbox Vault“ wird zusätzlich zum Login-Passwort durch eine sechsstellige PIN abgesichert; über einen speziellen Link können Nutzer den Vault-Inhalt für ausgewählte Freunde zugänglich machen. „Dropbox Passwords“ erweitert den Speicherdiensst zum „zero-knowledge“-Passwortmanager für Webseiten, also ohne jede Zugriffsmöglichkeit für Dienst-Admins.

Die neuerdings in Dropbox integrierten, rechtlich bindenden eSignatures von HelloSign ergänzen Schriftstücke an beliebigen Positionen um gesicherte Unterschriftenzeichen, Initialen oder Zeitstempel. (hps@ct.de)

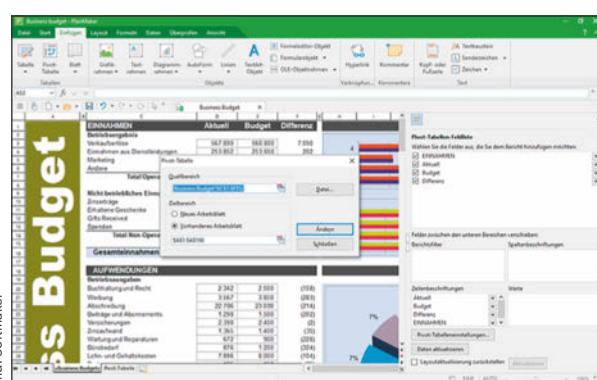


Bild: SoftMaker

Die SoftMaker-Tabellenkalkulation PlanMaker 2021 hat beim Umgang mit Pivottabellen dazugelernt.

# Among Trees: Survival im Wald

Mitte Juni ist das Survival-Adventure **Among Trees** als Early-Access-Titel im Epic Games Store gestartet. Mit farbenfroher Grafik hat das kleine schwedische Entwicklerstudio FJRD Interactive im Spiel eine Wald-Atmosphäre geschaffen, die an Firewatch oder The Long Dark erinnert.

Zentrales Element des Spiels ist das eigene Zuhause im Wald: Zunächst baut man eine zerfallene Hütte mit Brettern und Zweigen wieder auf. Dinge wie Holz, Moos, Pilze und Kräuter sammelt man aus der Ego-Perspektive auf, Baumaterial liefern Ruinen im Wald sowie die dort zurückgelassenen Kisten. Die kleine Hütte lässt sich nach und nach um eine Werkstatt, eine Küche, einen Dachboden, ein Gewächshaus und anderes erweitern. Gefundene Baupläne vermitteln neue Fähigkeiten, etwa zum Bau von Werkzeugen. Das Survival-Spiel wäre keins, wären da außerdem nicht Hunger, wilde Tiere und die Kälte, die das eigene Überleben gefährden.

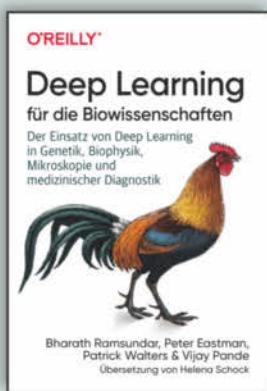
Seit dem 13. Juni 2020 ist das Survival-Adventure **Among Trees** (Windows, 16 Euro) exklusiv für rund 15 Monate im Epic Games Store erhältlich. Danach soll es auch auf Steam zu erwerben sein. Bislang gibt es nur die Survival-Sandbox mit einer

offenen Welt, eine Story steht erst später auf der Roadmap. Für die nächste Zeit sind zunächst Fehlerkorrekturen geplant, neue Inhalte wie eine Brauerei, neue Pflanzen und Durst als neuer Überlebensfaktor sollen im Herbst folgen. (lmd@ct.de)

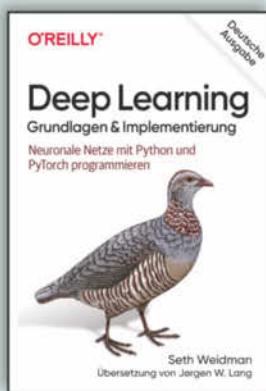


## O'REILLY® Know-how für Praktiker

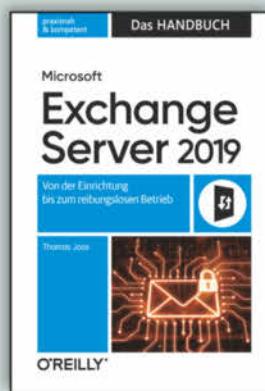
Noch mehr Auswahl:  
[www.oreilly.de](http://www.oreilly.de)



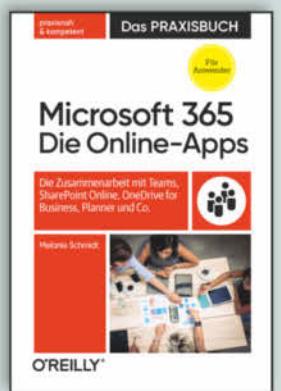
ISBN 978-3-96009-130-1  
Print: 36,90 €, E-Book: 29,99 €



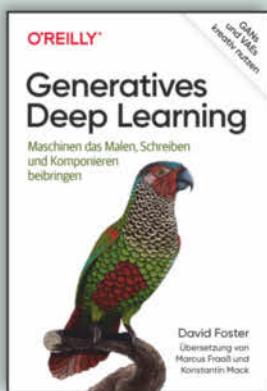
ISBN 978-3-96009-136-3  
Print: 32,90 €, E-Book: 25,99 €



ISBN 978-3-96009-101-1  
Print: 59,90 €, E-Book: 47,99 €



ISBN 978-3-96009-102-8  
Print: 39,90 €, E-Book: 31,99 €



ISBN 978-3-96009-128-8  
Print: 39,90 €, E-Book: 31,99 €



ISBN 978-3-96009-127-1  
Print: 39,90 €, E-Book: 31,99 €



ISBN 978-3-96009-129-5  
Print: 39,90 €, E-Book: 31,99 €



ISBN 978-3-96009-121-9  
Print: 39,90 €, E-Book: 31,99 €

# CorelDraw Technical Suite 2020

**Mit der CorelDraw Technical Suite 2020 entstehen aus CAD-Zeichnungen technische Illustrationen. Die neue Version erleichtert die Zusammenarbeit und bringt neue Zeichenwerkzeuge.**

Die Technical Suite umfasst die Programme Corel Designer und XVL Studio Corel Edition sowie alle Anwendungen der CorelDraw Graphics Suite: CorelDraw, Corel Photo-Paint, AfterShot, PowerTrace, Corel Capture und Corel Font Manager.

XVL Studio 3D CAD ist in einer Basisversion enthalten. Es erstellt zweidimensionale Ansichten aus 3D-Modellen und gibt diese an den Corel Designer weiter. Für den 3D-Import hat Corel die Datenstruktur aufgeräumt, damit sich Objekte besser separieren lassen. Außerdem werden Metadaten der 3D-Komponenten im Designer übernommen.

Corel Designer hat einen Zeichenmodus erhalten, mit dem sich Teile von Gra-

Beschriftungen brauchen im Corel Designer 2020 jetzt keine Führungslinien mehr. Außerdem kann man die Weite von Lichthöfen einstellen.

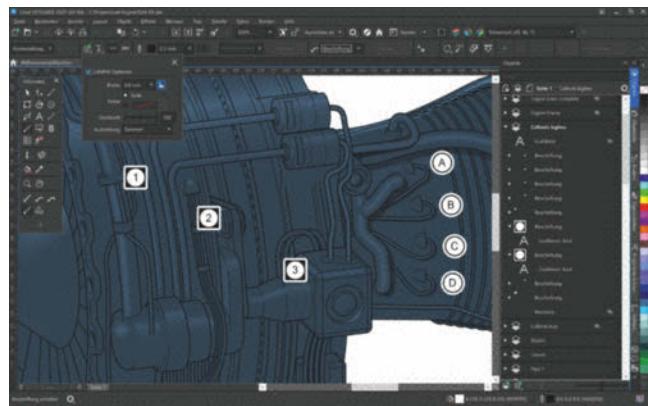


Bild: Corel

fiken durch dickere Striche hervorheben lassen. Die neue Funktion „Zylinder/Ellipse umhüllen“ nimmt eine zweidimensionale Form als Ausgangspunkt und erstellt daraus ein Objekt. So entsteht beispielsweise aus einem einfachen abgeflachten Ring ein Rotorblatt.

Das Beschriftungswerkzeug kennt jetzt den Typ „Beschriftungen ohne Führungslinie“, mit dem sich Text beliebig

platzieren lässt. Die Laufweite von Lichtköpfen zur Hervorhebung kann man variieren. Die Technical Suite bringt alle Funktionen zur Zusammenarbeit mit, die auch mit der CorelDraw Graphics Suite im Februar 2020 veröffentlicht wurden.

Die CorelDraw Technical Suite 2020 läuft unter Windows und kostet im Abo 499 Euro pro Jahr. Die Kauflizenz ist für 999 Euro zu haben. (akr@ct.de)

## Kamera-App Adobe Photoshop Camera

Adobe hat die App Photoshop Camera veröffentlicht. Deren „Linsen“ sollen Photoshop-Funktionen mit einer einfach zu bedienenden **Kamera-App** kombinieren. Mithilfe künstlicher Intelligenz analysiert die App das Kamerabild. Wenn ein Gesicht zu sehen ist, lädt sie beispielsweise automatisch die Linse „Portrait“. Über Wischgesten lassen sich anschließend verschiedene Farbeinstellungen für Selfies auswählen. Bei Linsen wie Scenery, Blue Skies oder Night Shift erkennt die KI den Himmel und tauscht ihn mit einem Wisch aus.

Adobe arbeitet mit Künstlern und Influencern wie Billie Eilish zusammen, um deren Stile in Photoshop Camera umzusetzen. Das Spektrum der Linsen reicht von Farbverfremdungen über Textüberlagerung bis hin zu Partikeleffekten. Die Linsen bringen verschiedene Einstellungen mit. Beispielsweise kann man die Bokehgröße wählen oder bei Doppelbelichtungen und Fotomontagen auf die Komposition Einfluss nehmen. Über eine integrierte Bibliotheksfunktion lassen sich Linsen verwalten und herunterla-

den. Die Kompositionen kann man an Photoshop Express weitergeben.

Photoshop Camera steht ab sofort für das iPhone ab 6S (iOS ab 12.0) und für ausgewählte Android-Smartphones zur Verfügung, unter anderem für das Google Pixel ab 3, das Samsung Galaxy ab 9 und das OnePlus 6. (akr@ct.de)



Die Kamera-App Adobe Photoshop Camera stellt verschiedene Bearbeitungsfilter als Linsen zur Verfügung.  
Bild: Adobe

## Kurz & knapp

Direkt in der **DTP-Software** InDesign CC lassen sich Dokumente nun mit anderen Nutzern teilen, um beispielsweise von Art-Direktion oder Kunden Kommentare einzuholen. Links lassen sich öffentlich, kennwortgeschützt oder auf eine spezifische Adobe-ID begrenzt versenden. Empfänger vergeben ihr Feedback im Browser.

Das **Zeichenprogramm** Adobe Illustrator 24.2 legt Dokumente nun auf Wunsch direkt in der Cloud ab. Dabei speichert Adobe automatisch eine Dateihistorie, die es ermöglicht, Vorversionen wiederherzustellen. Verbesserte GPU-Unterstützung erlaubt eine Live-Vorschau von Effekten.

Steinberg stellt seine **mobile Digital Audio Workstation** Cubasis 3 nun auch für Android zur Verfügung. Bisher war sie ausschließlich für iPad- und iPhone-Nutzer zu haben. Die App kostet 54,99 Euro.

## Telekom startet mit 5G durch

**Die Telekom hat ihr 5G-Netz in weiten Teilen Deutschlands in Betrieb genommen und erreicht damit 16 Millionen Einwohner. In den kommenden Wochen und Monaten soll die Versorgung weiter ausgebaut werden.**

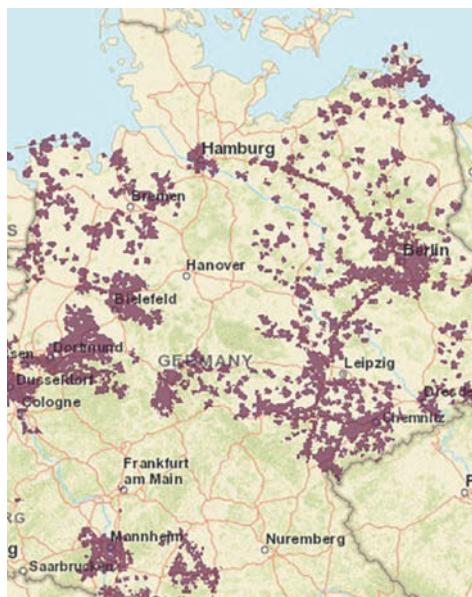
Die Telekom hat Mitte Juni ihr 5G-Netz in Betrieb genommen – rund ein Jahr nach der Frequenzauktion, bei der 3,6- und 2,1-GHz-Frequenzen für die 5G-Nutzung versteigert wurden. Die Zahl von derzeit 12.000 Antennen, also Sektoren von Basisstationen, soll bis Ende des Jahres auf 40.000 anwachsen, wie der Konzern mitteilte. Mit der ersten Ausbaustufe leben nun 16 Millionen Menschen in 5G-versorgten Gebieten, bereits Ende Juli soll diese Zahl bei 40 Millionen liegen.

Zum Einsatz kommen neu ersteigerte Frequenzen bei 2,1 und 3,6 GHz. Eigentlich sollten die 2,1-GHz-Frequenzen erst 2021 auf die Telekom überschrieben werden, das Unternehmen einigte sich aber mit dem bisherigen Nutzer Telefónica und übernahm einen Block von 10 MHz bereits jetzt. Weitere 5 MHz und damit rund die Hälfte der bestehenden Zuweisung zweigte der Netzbetreiber vom 3G-Netz ab, das dadurch spürbar langsamer werden dürfte.

Für die Telekom ist das 2,1-GHz-Band wichtig für eher kleinstädtische oder ländliche Gebiete, wo eine geringe Zahl von Basisstationen hohe Reichweiten erzielen sollen. Das 3,6-GHz-Band eignet sich eher für städtische Gebiete, wo die Versorgungsgebiete kleiner, aber die Nutzerzahlen pro Zelle höher sind.

Neu im Netz der Telekom ist der Einsatz von Dynamic Spectrum Sharing (DSS). Bei dieser Technik werden 4G und 5G im selben Frequenzbereich verwendet. Die Anpassung, bei der der Frequenzraum je nach Bedarf der einen oder anderen Technik zugewiesen wird, erfolgt innerhalb von Millisekunden. So profitieren auch LTE-Nutzer vom 5G-Ausbau. Die Telekom verspricht 4G- und 5G-Nutzern in ländlichen Gebieten 225 Mbit/s, wo bisher in LTE-Zellen auf 800 MHz günstigstensfalls 75 Mbit/s möglich waren. In den Städten soll die maximale Datenrate von bislang 300 auf künftig 600 bis 800 Mbit/s ansteigen. 5G-Nutzer in mit 3,6 GHz versorgten Gebieten können Datenraten bis zu 1 GBit/s und mehr erwarten.

(uma@ct.de)



Das 5G-Netz der Telekom soll bald dichter werden. Bis zur vollständigen Abdeckung werden aber noch viele Jahre ins Land gehen.

**Es gibt 10 Arten von Menschen.**

**iX-Leser und die anderen.**

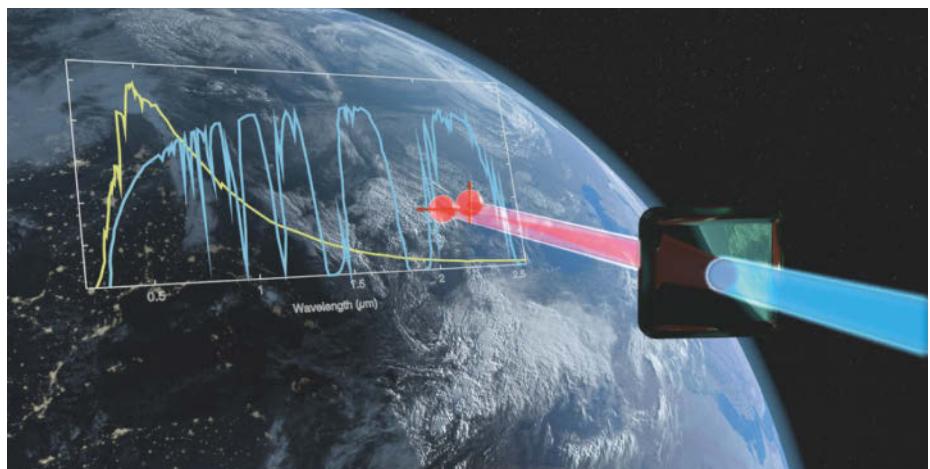


**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 digitale Ausgaben + Bluetooth-Tastatur nur **16,50 €**

**[www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)**

**iX**  
MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

🌐 [www.iX.de/digital-testen](http://www.iX.de/digital-testen)  
✉️ [leserservice@heise.de](mailto:leserservice@heise.de)  
☎️ 49 (0)541 800 09 120



ung geringer. „In diesem Wellenlängenbereich haben wir etwa dreimal weniger störende Hintergrundstrahlung als beim sichtbaren Licht“, betont Kues. Hinzu kommt, dass die Atmosphäre natürliche Transmissionsfenster bietet. Denn die vorherrschenden Gase absorbieren Photonen bestimmter Wellenlängen, während sie andere ungestört durchlassen. Innerhalb eines Transmissionsfensters lassen sich verschränkte Photonen entweder über längere Strecken übertragen oder eben höhere Bandbreiten erzielen.

Für ein solches Transmissionsfenster haben nun die Hannoveraner gemeinsam mit Forschern der University of Glasgow und des japanischen NICT (National Institute of Information and Communications Technology) eine Lösung gefunden. Mit einem Kristall aus Lithiumniobat spalten sie ultrakurze Lichtpulse einer Laserquelle in polarisationsverschränkte Photonenpaare auf. Hierzu nutzte das Team erstmals einen Einzeldetektor für Photonen mit der Wellenlänge von 2,1 Mikrometer.

# Schlüsseltausch trotz Sonnenschein

**Infrarot-Photonen verteilen Quantenschlüssel am Tage**

**Mit quantenverschränkten Photonen, per Satellit übertragen, können Kommunikationspartner auf der Erde sichere Schlüssel erzeugen. Eine Neuentdeckung ermöglicht dieses bislang nur bei Dunkelheit nutzbare Verfahren künftig auch am Tage.**

**Von Arne Grävemeyer**

Mit dem Satelliten Micius brach China im Dezember 2016 gleich mehrere Rekorde: Zwei 1200 Kilometer voneinander entfernte Bodenstationen empfingen ein von Micius verschicktes, aufgeteiltes Paar quantenverschränkter Photonen. Und obwohl der erdnahen Satellit binnen weniger Minuten von Horizont zu Horizont rast, gelang es zwei Bodenstationen bereits 2017, genügend verschränkte Photonen aufzufangen, um einen gemeinsamen Schlüssel zu vereinbaren (Quantenschlüsselaustausch, Quantum Key Distribution QKD) [1]. Verschränkte Photonen teilen sich gewissermaßen einen quantenmechanischen Zustand, unabhängig von ihrer Entfernung zueinander. Es ist nicht möglich, eines auf seinem Weg vom Satel-

liten zur Bodenstation unbemerkt abzufangen und auszulesen, ohne gleichzeitig den Zustand des anderen zu verändern.

Im Juni 2020 hat das chinesische Forscherteam um Professor Jian-Wei Pan Optimierungen gemeldet: Mit größeren Teleskopen am Boden und verbesserten Algorithmen, die die Spiegel des Satelliten während des Überflugs nachführen, gelang der Schlüsselaustausch über verschränkte Photonen mit 1120 Kilometer Distanz auf der Erde. Dabei betrug die Bitrate allerdings kümmerliche 0,12 Bit pro Sekunde, und das auch nur nachts

## Hannover setzt auf Infrarot

Ein Durchbruch, der diese Form der Quantenkommunikation noch sehr viel interessanter macht, wird nun aus Hannover gemeldet: Selbst im Sonnenschein können Photonenpaare den weiten Weg aus dem Orbit zum Boden überstehen – mit einem Verfahren, das ein Team um Professor Michael Kues an der Leibniz-Universität entdeckt hat. Der Trick: Die Sonne strahlt am stärksten im sichtbaren Spektrum und liefert damit auch eine große Menge störender Photonen, die die Detektion an einer Bodenstation behindern. Im Infrarottbereich, zum Beispiel bei einer Wellenlänge von 2,1 Mikrometern, ist diese Stö-

## Schwachpunkt Detektion

Die Detektion ist derzeit allerdings ein Schwachpunkt des neuen Ansatzes. Andere Forschergruppen setzen Einzeldetektoren für Wellenlängen zwischen 700 und 1550 Nanometer ein und erkennen damit bis zu 90 Prozent der Photonen. Der neue Detektor für die Wellenlänge von 2,1 Mikrometer erreicht dagegen lediglich zwei Prozent. Das schmälert den Vorteil der neuen Technik.

Damit sind die künftigen Forschungsvorhaben klar, wie Kues skizziert: Auf der einen Seite wollen die Forscher die Quanteneffizienz ihrer Einzelphotonendetektoren erhöhen und auf der anderen Seite eine kleinere Photonenquelle konstruieren. In Hannover etwa konzipieren sie photonische Chips mit Siliziumwellenleiter bei Kantenlängen von jeweils etwa 0,5 Zentimeter. „Wir denken an ein System, das samt Laserquelle mit einem kleinen Standardsatelliten wie etwa Cubesat im Orbit platziert werden kann“, berichtet Kues. Gemeinsam mit Herstellern von Satellitensystemen stellt er derzeit ein Projekt zusammen, an dessen Ende in etwa vier Jahren eine derart kompakte Photonenquelle stehen soll. (agr@ct.de) **ct**

## Literatur

[1] Arne Grävemeyer, Quantensicher verschlüsselt, Verschränkte Photonen sollen Kommunikation in Europa schützen, c't 17/2018, S. 66

## Flexible Flachlinsen in Serie

**Ultradünne, flache, biegsame Linsen: Schnell produzierte Metaoberflächen eröffnen der Optotechnik ungeahnte neue Einsatzgebiete.**

Optische Linsen ohne sichtbare Wölbung sind im Prinzip nichts Neues. Aus vielerlei Gründen konnten sie sich aber für anspruchsvolle Anwendungen etwa in Kameras und Smartphones bislang nicht durchsetzen. Forscher an der Technischen Hochschule Chalmers in Göteborg haben nun ein schnelles Herstellungsverfahren entwickelt. Sie beziehen dünne Glasscheiben mit einer flachen Kunststoffschicht und schneiden daraus die gewünschten lichtbrechenden Nanostrukturen mit einem Elektronenstrahl

frei. Die Elektronenstrahlolithografie ist eine etablierte Technik in der Mikroelektronik, um Strukturen im Nanometerbereich zu erzeugen. Das Auflösungsvermögen ist noch feiner als bei der Fotolithografie.

„Mit unserem Verfahren erzeugen wir flache Linsen mit den gleichen Brechungseigenschaften wie herkömmliche Kameraobjektive, aber nur einem Tausendstel der Materialstärke“, berichtet Entwickler Daniel Andrén. Glas- und Kunststoffschicht lassen sich so dünn herstellen, dass die fertige Linse biegsam ist. Bereits die im Labor erzeugten Testlinsen mit Beschichtung aus PET (Polyethylenterephthalat) erwiesen sich über Monate als stabil, bei Temperaturen bis zu 100 Grad Celsius. (agr@ct.de)

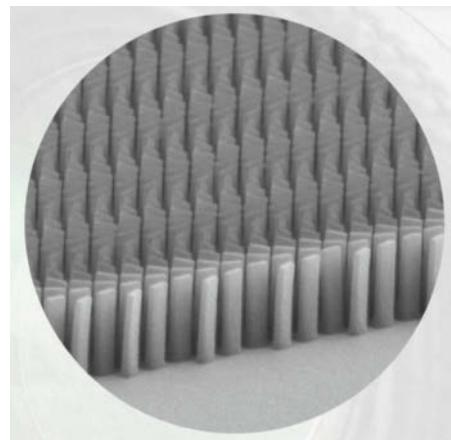


Bild: Daniel Andrén

**Die Metaoberfläche unter dem Mikroskop: Nanosäulen bündeln gemeinsam die Lichtstrahlen.**

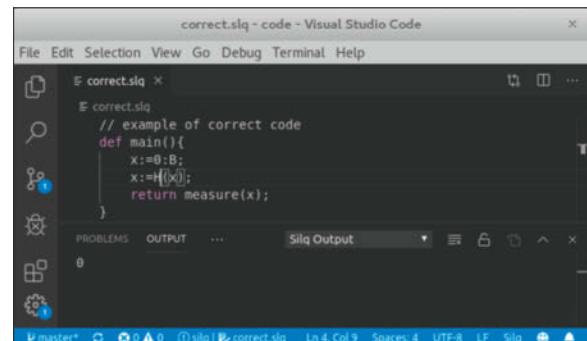
## Quantencomputer intuitiver

Neben den technischen Schwierigkeiten, einen Quantencomputer zu entwickeln, gibt es auch das Problem, Algorithmen zu finden, die Quantenzustände sinnvoll nutzen. Physiker, Mathematiker und Programmierer müssen lernen, was Quantencomputer können und wie sie sich programmieren lassen. Ein Team um Professor Martin Vechev an der ETH Zürich hat nun die Quantenprogrammiersprache Silq vorgestellt (<https://silq.ethz.ch>).

Tatsächlich haben alle Pioniere, die an Quantenrechnerarchitekturen forschen, bereits eigene Programmiersprachen entwickelt, darunter Q# von Microsoft, Qiskit von IBM und Cirq von Google.

Programmierumgebungen bieten über die Cloud **Zugriff auf simulierte und reale Quantencomputer**. Silq ist dagegen nicht in Zusammenarbeit mit einem dieser Hersteller entstanden und unabhängig von konkreten Quantenrechnerarchitekturen. Für den Einsatz auf einer konkreten Architektur sei jeder Code zunächst zu kompilieren, wie

Doktorand Benjamin Bichsel erläutert. „Wir erwarten, dass Programmierern der Einstieg in die Quantenprogrammierung mit Silq leichter fällt im Vergleich zur häu-



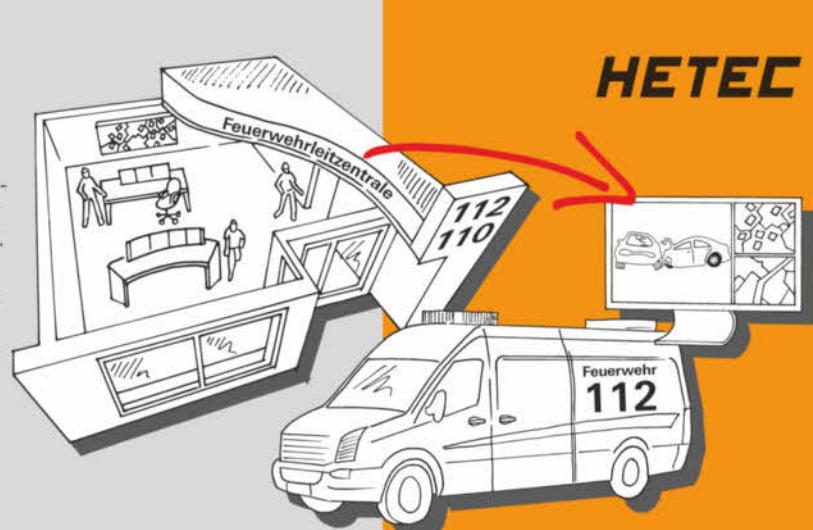
Um Silq auszuprobieren, kann man sich ein quelloffenes Plug-in für Visual Studio Code installieren.

fig sehr hardwarenahen Ausdrucksweise existierender Sprachen.“ Ohne ein Verständnis von Quantenberechnungen gehe es aber nicht. (agr@ct.de)

## Wir bringen alles zusammen. MultiViewer V-Switch quad XP

**Einsatzszenario:** Die gesammelten Informationen über einen Einsatzfall (z.B. Massenkarambolage auf Autobahn) werden von der integrierten Leitstelle an die Einsatzfahrzeuge per Funk übermittelt. In den alarmierten Fahrzeugen werden die Daten auf Rechner gesammelt und über Multiviewer auf einen Monitor dargestellt.

**Vorteil:** Alle aktuellen Informationen sind für alle sofort verfügbar und werden platzsparend auf einem Monitor übersichtlich präsentiert.



Tel. +49 (0) 89 89 43 67 0  
[info@hetec.de](mailto:info@hetec.de) – [www.hetec.de](http://www.hetec.de)

# Eilige Konjunkturspritze

## Extrem kurzfristiges Corona-Gesetzespaket

**Anfang Juni hat der Koalitionsausschuss vorübergehende Änderungen der Mehrwertsteuer ab dem 1. Juli beschlossen. Da die Verabschiedung aber erst zwei Tage vorher vorgesehen war, haben sich die wichtigsten Maßnahmen kaum pünktlich umsetzen lassen.**

**Von Torsten Kleinz und Peter Schüler**

Von Juli bis Dezember 2020 sollen die Mehrwertsteuersätze von 19 und 7 Prozent auf 16 und 5 Prozent sinken. Das Gesetzespaket mit diesen und weiteren Maßnahmen wurde am 16. Juni als Entwurf in den Bundestag eingebracht. Zum Redaktionsschluss (25. 6.) war vorgesehen, es am 29. Juni zuerst abschließend im Bundestag zu beraten und noch am selben Tag durch Bundestag und Bundesrat zu beschließen [1]. Nach der Konsolidierung um womöglich in letzter Minute angenommene Änderungsanträge könnte es vom Bundespräsidenten bestätigt werden und am 1. Juli in Kraft treten. Soweit die Theorie.

### Auswirkungen auf Verbraucherpreise

Hoffnungen auf eine drei-beziehungsweise zweiprozentige allgemeine Preissenkung beruhen auf einer Milchmädchenrechnung. Erstens reduziert sich der Bruttopreis eines Artikels, der netto 100 Euro kostet, nur von 119 auf 116 oder von 107 auf 105 Euro. Das macht nur 2,52 beziehungsweise 1,87 Prozent aus.

Zweitens muss der Anbieter die Steuersenkung gar nicht an seine Kunden weitergeben. Er hat die Wahl unter drei Vorgehensweisen: Er kann jeden Artikel neu kalkulieren und mit einem neuen (Brutto-) Verbraucherpreis etikettieren. Das verursacht nicht nur Rundungsfehler und teuren Arbeitsaufwand, sondern hebt auch bisherige Optimierungen auf Schwellenpreise von X,98 Euro aus.

Betriebe können die Steuersenkung auch ohne neue Preisangaben weitergeben, indem sie die Rechnungssumme für alle Posten mit demselben Steuersatz nachträglich um einen Rabatt in Höhe der Steuerersparnis reduzieren.

Solche Regelungen laufen streng genommen konträr zum deutschen Verbraucherrecht: Die Preisangaben-Verordnung sieht vor, dass Gewerbetreibende die Endpreise für Kunden transparent und vergleichbar präsentieren müssen. Doch das Bundeswirtschaftsministerium hat signalisiert, dass die Behörden in dieser Situation großzügig sein werden. So soll es möglich sein, dass Gewerbetreibende Waren weiterhin zu den alten Steuersätzen auszeichnen, aber an der Kasse dann einen sogenannten „Kassenrabatt“ ausweisen, mit dem die Steuerersparnis an die Endkunden weitergegeben wird.

Alternativ kann ein Händler seine Verbraucherpreise beibehalten und einfach den Anteil des Nettopreises erhöhen. Kunden merken das bei einem Blick auf Rechnung oder Kassenbon, wo ja die jeweiligen Steueranteile ausgewiesen sein müssen.

Einen Sonderfall bilden Tabakwaren: Für sie bleibt der Steuersatz unverändert – süffisantweise nicht etwa aus gesellschaftlichen Erwägungen, sondern auf Wunsch der Zigarettenindustrie, die vor den Kosten zurückschreckt, allen Zigarettenpackungen jetzt und zum Jahresende noch einmal neue Steuerbanderolen anzuheften.

### Unternehmensaufgaben

Geschäftsleute agieren quasi als Eintreiber der Mehrwertsteuer für den Staat und müssen diese Funktion ab 1. Juli mit den neuen Steuersätzen wahrnehmen. Daraufhin schulden sie dem Finanzamt dann nicht mehr 19 oder 7, sondern nur 16 oder 5 Prozent des Nettopreises als Steuern und können ihrerseits die verringerten Sätze als Vorsteuer geltend machen. Mehrwertsteuer und Vorsteuer werden für jeden Steuersatz in ein eigenes Buchhaltungskonto gebucht, deshalb muss jede Buchhaltungssoftware ab dem 1. Juli zusätzliche Konten

**Bundesfinanzminister Olaf Scholz ist auch dafür zuständig, wie die geänderten Steuern gebucht werden müssen.**



für die neuen Steuersätze enthalten. Die Konten für 19 und 7 Prozent werden trotzdem auch weiterhin benötigt. Über zahlreiche Feinheiten, etwa in der ersten Jahreshälfte erhaltene Abschlagszahlungen auf Leistungen in der zweiten Jahreshälfte 2020, informiert ein aktuelles Schreiben des Bundesfinanzministeriums [2].

Hersteller von Buchhaltungssoftware bescheinigten uns auf Anfrage, sie würden pünktlich zum 1. Juli mit passend erweiterten Anwendungen aufwarten, oder sie müssten das nicht einmal, weil Anwender die nötigen Änderungen bei manchen Systemen selbst vornehmen könnten.

Dagegen erscheinen die Anforderungen an Kassensysteme aus terminlicher Sicht problematisch: Dafür werden viele Händler den Support ihres Kassenlieferanten in Anspruch nehmen, und bei einem der großen Kassenproduzenten erhielten wir die sarkastische Einschätzung: „Um die nötigen Anpassungen bei allen Kassenbesitzern einzurichten, brauchen unsere Fachhändler vermutlich bis Mitte Dezember“ – wenig erstaunlich: Deren Personaldecke ist nicht auf den plötzlichen gleichzeitigen Handlungsbedarf in allen Wirtschaftsbereichen ausgelegt und zudem damit beschäftigt, die bis Oktober fälligen Umstellungen auf die neue Bonifizierung umzusetzen. Dazu kommen grundlegende Schwierigkeiten, weil etwa ein Gastwirt, der bei einem Gericht seiner Speisekarte bislang mit zwei Steuersätzen für den Verkauf inner- und außerhäuslich auskam, nun zwei zusätzliche Steuersätze berücksichtigen muss. Nach unseren Re-

cherchen kann man aber durchaus nicht bei jedem Kassensystem vier Steuersätze für ein Produkt wählen.

## Wer gewinnt?

Der Aufwand, die vorübergehenden Steuersenkungen umzusetzen, unterscheidet sich von Branche zu Branche extrem. Supermarktketten müssen in einem Markt mit geringen Gewinnmargen, drückender Konkurrenz und wöchentlichen Sonderangeboten sowieso Preise regelmäßig neu kalkulieren und verfügen über Kassen mit Cloudanbindung. Einige Ketten wie Lidl haben deshalb schon vor dem Stichtag zur Mehrwertsteuersenkung angefangen, niedrigere Preise auszuzeichnen.

Für Elektronikhändler ist die Lage schwieriger. So erklärt die Handelskette Conrad Electronic, dass ihr die Umstellung erheblichen Aufwand verursacht. „Dabei fokussieren wir uns im ersten Step auf Sortimente, die von unseren Filialkunden am meisten nachgefragt werden.“ Die Medimax-Märkte von Electronic Partner haben sich für einen Kompromiss entschieden: Bei Artikeln mit einem Endpreis von unter 100 Euro bleiben die alten Preise an den Regalen und der Steuerrabatt wird an der Kasse ausgewiesen. Bei Einzelwaren über 100 Euro wird der niedrigere Preis direkt an der Ware ausgewiesen.

Im Einzelhandel achten die Konkurrenten meist mit Argusaugen auf die Politik ausgesuchter Richtungsweiser. Bei

Lebensmitteln hat sich das Schlagwort des Aldi-Preises eingebürgert, und bei anderen Konsumgütern dominiert Amazon das Marktgeschehen. Der Marktriese kann Preise leicht online ändern und Steuerermäßigungen offensiver weitergeben als viele kleine Händler. Nicht von ungefähr ist uns das Konjunkturpaket verschiedentlich als „Amazon-Rabatt“ tituliert worden. Amazon selbst wollte sich auf Anfrage nicht zur Umsetzung der Mehrwertsteuersenkung äußern.

Bei monatlichen Abrechnungen können sich Verbraucher auf automatische Senkungen freuen. So erklärt die Deutsche Telekom, die Mehrwertsteuersenkung werde voll an die Kunden weitergereicht. Um Verwirrung zu vermeiden, verzichtet das Unternehmen auch darauf, Gutschriften gemäß dem alten Steuersatz an die neuen Preise anzupassen. Somit können die Kunden mehr Leistung für den gleichen Gutschein bekommen.

Gaststättenbesucher sollten sich vorsichtshalber keine Preissenkungen ausmalen. Die Betriebe versuchen, trotz monatelanger Umsatzausfälle zu überleben. Der auf Restaurants spezialisierte Kassenanbieter Orderfox wählte deshalb eine einfache Lösung: In dem cloudbasierten Kassensystem bleiben die Endpreise gleich, stattdessen werden einfach höhere Nettopreise ausgewiesen.

Von Volkswirtschaftlern ist vielfach zu vernehmen, der Konjunktureffekt des

**Wirtschaftsminister Peter Altmaier verspricht sich vom Corona-Paket eine Ankurbelung der Konjunktur.**



Corona-Pakets sei weniger darin zu erwarten, dass die vergleichsweise kleinen Preisminderungen den Konsum stark beflügeln, als vielmehr darin, dass größere Anschaffungen, die vielleicht vage für das nächste Jahr eingeplant waren, unter Mitnahme der reduzierten Mehrwertsteuer doch noch vor dem Jahresende stattfinden.

Dem gegenüber stehen für viele Branchen erhebliche Umsetzungskosten für das Maßnahmenpaket, auch für Korrekturbuchungen wegen verspäteter Kassen-updates.

(hps@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Gesetzentwurf: Zweites Corona-Steuerhilfegesetz: <https://heise.de/s/ZwQJ>
- [2] BMF-Schreiben, Dokument 2020/0610691: <https://heise.de/s/Mw1r>

# Homematic IP – der ideale Einstieg in Ihr Smart Home



Smart Home  
Zentrale CCU3

VS.



## Welcher Smart-Home-Typ sind Sie?

Finden Sie es in unseren kostenlosen Fach-Webinaren heraus:

[homematic-ip.com/smart-home/fach-webinare.html](http://homematic-ip.com/smart-home/fach-webinare.html)

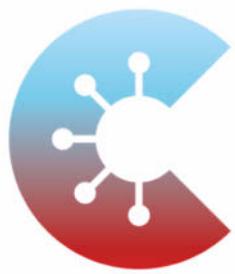
- ✓ Lokale Steuerung
- ✓ Komplexe Programmierung
- ✓ Mehr als 220 Geräte anlernbar

- ✓ Besonders einfache Einrichtung
- ✓ Kostenlose Smartphone-App
- ✓ Bis zu 80 Geräte anlernbar

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

# FAQ

# Corona-Warn-App



**Über 12 Millionen Nutzer in nur einer Woche: Die Corona-Warn-App ist simpel zu bedienen, aber schwer zu durchschauen. Ein Blick hinter die Kulissen erklärt Möglichkeiten und Grenzen der App.**

**Von Hartmut Gieselmann, Jo Bager**

## Allgemeines

❓ Wo finde ich die App und allgemeine Antworten zu deren Gebrauch?

❗ Sie finden die App im Android Play Store sowie im iOS App Store unter dem Namen „Corona-Warn-App“ mit dem Herausgeber „Robert Koch-Institut“. Die offizielle Webseite erreichen Sie über [www.coronawarn.app](http://www.coronawarn.app). Die App setzt iOS 13.5 oder neuer beziehungsweise Android ab Version 6 voraus, das auf Smartphones der vergangenen fünf Jahre läuft. Auf Android-Geräten müssen zusätzlich die Google-Play-Dienste installiert sein. Auf manchen Android-Smartphones funktionieren die ersten Versionen der Corona-Warn-App jedoch nicht richtig, wie Entwickler im GitHub-Forum der App mitteilten. Links sowie offizielle Hinweise zur Funktionsweise und Fehlermeldungen der Entwickler finden Sie unter [ct.de/ykv8](https://github.com/corona-warn-app/cwa-app-android/issues/100). Dort finden Sie auch Updates, sollten sich wichtige Änderungen nach unserem Redaktionsschluss am 25. Juni ergeben.

❓ Wie soll die App die Ausbreitung von Covid-19 bremsen?

❗ Die App erfüllt drei Aufgaben: Erstens automatisiert und beschleunigt Sie die Übermittlung von Laborergebnissen, wenn Sie sich auf Covid-19 testen lassen. Angeschlossene Labors geben ihre Tests mit einem QR-Code aus, den die App scannen kann. Sobald das Ergebnis vorliegt, ruft es die App verschlüsselt und anonym ab. Dadurch erfahren Sie das Ergebnis im Idealfall einige Tage früher als über herkömmliche Benachrichtigungsketten über Ihren Arzt oder das Gesundheitsamt.

Zweitens speichert Ihr Smartphone anonymisierte Kontaktkennungen der vergangenen 14 Tage. Bei einem positiven Covid-19-Test kann der Infizierte diese

Kontakte über die App schneller und anonymer warnen, als es über Telefoninterviews des Gesundheitsamts möglich wäre.

Drittens kann Sie die App vor dem erhöhten Risiko einer Infektion warnen, noch bevor Sie Symptome spüren. So können Sie sich frühzeitig isolieren und über Ihren Arzt oder den Bereitschaftsdienst unter der Rufnummer 116117 einem Test unterziehen lassen.

Alle drei Funktionen sollen die Benachrichtigung von potenziell Infizierten beschleunigen, um Infektionsketten schneller aufzuspüren und zu unterbrechen. Das ist wichtig, weil Infizierte das Virus bereits drei Tage vor dem Auftritt von Krankheitssymptomen übertragen.

❓ Kann ich die App auch im Ausland einsetzen?

❗ International sind Corona-Apps noch großes Stückwerk. Die deutsche App funktioniert zwar grundsätzlich auch im Ausland, dürfte Ihnen dort aber in den meisten Fällen wenig bringen.

Wenn die einheimischen Apps ebenfalls die offizielle Schnittstelle von Apple und Google zum dezentralen Tracing nutzen, tauscht Ihr Smartphone zwar seine Kennungen mit ihnen aus. Bei einem positiven Test würde jedoch Ihr Smartphone lediglich dem deutschen Server seine Kennungen senden. Die Kennungen der Einheimischen landen auf deren Server. Weil sich die Systeme der Länder bislang noch nicht abgleichen, werden weder Sie noch die Einheimischen einander gewarnt.

Laut SAP arbeitet man an einer Austauschmöglichkeit mit anderen EU-Ländern. Zu den möglichen Kandidaten, die in Zukunft zur deutschen App kompatibel werden könnten, zählen unter anderem die Corona-Apps in Österreich, der Schweiz, Italien und Lettland.

Andere Apps, etwa „Stop Covid“ in Frankreich, greifen nicht auf die neue

Schnittstelle in iOS und Android zu. Sie lassen sich zwar parallel zur Corona-Warn-App installieren, können aber zumindest unter iOS nicht im Hintergrund tracen. Zudem stehen viele der Apps in der Kritik von Datenschützern, weil sie kein dezentrales Modell verfolgen.

Wer vor einer Urlaubsreise steht oder regelmäßig ins Ausland pendelt, sollte sich zunächst über das Datenschutzmodell der betreffenden App informieren. Ist er damit einverstanden, kann er versuchen, die App aus dem jeweiligen Store des Landes zu installieren. Manche sind jedoch nur für Nutzer aus dem jeweiligen Land freigegeben.

## Technik

❓ Wie exakt arbeitet die Kontakterkennung?

❗ Das Handy sendet per Bluetooth LE (BLE) eine Kennung aus, die alle zehn Minuten wechselt. Zu dieser Kennung übermittelt das Smartphone in verschlüsselten Metadaten die Sendestärke des BLE-Signals. Jedes Smartphone, das eine BLE-Kennung empfängt, misst die tatsächliche Signalstärke und berechnet einen Dämpfungswert. Wenn das empfangene Signal um mehr als 73 dB schwächer ist als das Sendesignal, verwirft die Corona-Warn-App den Kontakt bei der Überprüfung. Eine solche Dämpfung tritt ab einer hindernisfreien Entfernung von etwa acht Metern auf. Kleidung, Körper, Möbel und Scheiben können das Signal weiter abschwächen, wodurch sich der relevante Kontaktradius verkleinert. Eine genaue Abstandsmessung ist deshalb nicht möglich.

Die Smartphones scannen die Umgebung etwa alle fünf Minuten für zwei bis vier Sekunden. Erst wenn ein Kontakt (beziehungsweise zwei Kennungen, die zu einem Handy gehören) in vier aufeinan-

derfolgenden Scans mit einer Dämpfung von weniger als 73 dB zu sehen ist, zieht ihn die Corona-Warn-App offensichtlich zur Berechnung des Ansteckungsrisikos heran. Kontakte, die weniger als zehn Minuten in einem Umkreis von acht Metern andauern, werden aktuell in der Version 1.02 nicht berücksichtigt.

**?** Muss die App permanent laufen und wie wirkt sie sich auf die Akkulaufzeit aus?

**!** Weil das Betriebssystem des Smartphones die Kontakterkennung steuert, muss die App dazu nicht laufen. Die App selbst hat keinen nennenswerten Energieverbrauch. Wohl aber kann das ins Betriebssystem integrierte Bluetooth-Tracing die Laufzeit beeinflussen.

Das zum Start verfügbare iOS 13.5.1 hat offenbar noch Fehler, die auf bestimmten iPhones die Akkulaufzeit um bis zu 20 Prozent reduzieren. Den Einfluss auf die Akkulaufzeit prüfen Sie unter „Einstellungen/Batterie/Health/COVID-19-Kontaktprotokoll“. iOS 13.6 soll das Problem beheben.

Unsere Stichproben mit verschiedenen Android-Smartphones zeigten keine nennenswerte Reduktion der Akkulaufzeit. Unsere Android-Testgeräte wiesen den Einfluss des Tracings allerdings nicht separat aus.

Während Android im Flugmodus die Bluetooth-Verbindungen und damit auch das Kontakt-Tracing deaktiviert, ist das Tracing unter iOS weiterhin aktiv. Sie können es wie unter Android entweder in der Corona-Warn-App abschalten oder unter „Einstellungen/Datenschutz/Health/COVID-19-Kontaktprotokoll“.

## Risikoermittlung

**?** Wie berechnet die App mein Ansteckungsrisiko?

**!** Die komplexen Formeln zur Risikoberechnung hat SAP auf GitHub veröffentlicht (siehe ct.de/ykv8). Demnach zieht die App bei jedem Kontakt theoretisch vier Faktoren heran: die Dauer, die Entfernung, wie lange der Kontakt zurückliegt sowie einen Wert für das Ansteckungsrisiko. Das Robert-Koch-Institut (RKI) legt mit aktualisierten Parametern fest, wie diese Faktoren in den Risikowert einfließen.

Aktuell stuft das RKI in der Version 1.02 alle Kontakte in einem Abstand von bis zu acht Metern (entspricht einer Signaldämpfung von 73 dB), die innerhalb der vergangenen 14 Tage länger als zehn Minuten dauerten, als gleich relevant ein. Die einzige Veränderliche ist derzeit das Ansteckungsrisiko mit Werten zwischen 1 und 8. Diese Variable wird zu jeder Tageskennung eines Infizierten mitgesendet. In sie fließt laut RKI und SAP unter anderem ein, wie viele Tage zwischen dem Hochladen der Warnung und der Nutzung der Kennung durch das Smartphone des Infizierten vergangen sind. Nach sieben Tagen soll der Wert auf 1 sinken. Damit will das RKI die Zahl der Warnungen an Kontakte verkleinern, die den Infizierten trafen, bevor er ansteckend wurde. Ganz vermeiden lässt sich dies aber nicht, da die App bislang beispielsweise nicht berücksichtigt, ob und wann Symptome beim Infizierten auftraten.

Zur Berechnung des Risikowerts durch Übertragungen im Nahbereich prüft die App zudem, ob einzelne Bluetooth-Scans eine Signaldämpfung von weniger als 55 dB (entspricht 1,5 Metern ohne Hindernisse) sowie 63 dB (3 Meter ohne Hindernisse) hatten. Wenn mehrere Kontakte zu Infizierten bestanden, so addiert die App deren Risikowerte auf und zeigt den Tag des jüngsten Kontakts an.

**?** Ich habe eine rote Warnung „erhöhtes Risiko“ erhalten. Wie zuverlässig ist diese und wie sollte ich reagieren?

**!** Bedenken Sie stets, dass die Fehlerquote der Bluetooth-Messung recht hoch ist. In Laboruntersuchungen schlugen 20 bis über 30 Prozent der Entfernungsmessungen fehl. In der Praxis kann die Quote deutlich höher liegen.

Eine Warnung bedeutet lediglich, dass Ihr Smartphone in den vergangenen 14 Tagen mindestens für zehn Minuten einen Abstand von weniger als acht Metern zum Smartphone eines Infizierten hatte. Zudem könnten Sie den Infizierten getroffen haben, bevor er ansteckend wurde. Deshalb sollten Sie zunächst einmal Ruhe bewahren und sobald wie möglich einen Covid-19-Test machen lassen.

Aufgrund der Unzuverlässigkeit genügt eine Warnung der App allein auch nicht, um sich beim Arbeitgeber krank zu melden. Gewissheit, ob Sie sich angesteckt haben, gibt Ihnen erst ein Test.

**?** Was passiert, wenn ich andere bei einem positiven Test nicht per App warne und Warnungen der App ignoriere?

**!** Der Einsatz der App ist freiwillig. Niemand außer Ihnen erfährt, wenn Ihnen die App ein erhöhtes Ansteckungsrisiko anzeigt. Was Sie mit dieser Information anfangen, bleibt Ihnen überlassen. Es drohen Ihnen keine juristischen Konsequenzen, wenn Sie eine Warnung der App ignorieren.

## Versuch es selber!

Mit der kleinen Animation können Sie jeden Schritt des Protokolls visualisieren.

Anleitung starten

	Alice	Bob	Charlie	David
Alice ist ansteckend				Ja
Alice weiß, dass sie ansteckend ist				Nein
Alice wurde von der App benachrichtigt				Nein
Alice geheimer Anfangsschlüssel				SEB3F4B3C...
Alice geheimer Tagesschlüssel				4FE2FAD27...
Vergangene Broadcast-IDs (des Tages)				Anzeigen
Broadcast-IDs von Alice empfangen				Anzeigen
In den Park gehen				
				Test für COVID-19

Die Webseite [corona-tracing.cryptoool.org](http://corona-tracing.cryptoool.org) erklärt die Funktionsweise dezentraler Tracing-Apps.

Da bei einem positiven Test eine Meldepflicht besteht, erfährt das Gesundheitsamt zwangsläufig davon – egal ob mit oder ohne App. Sie verlieren im Ernstfall also wichtige Zeit, in der sich das Virus weiter verbreiten kann. Bis zur Klärung durch einen Test sollten Sie sich deshalb weitgehend isolieren.

**?** Die App zeigt mir grünes Licht an.  
Kann ich mich trotzdem infiziert haben?

**!** Ja. Die App ist nur ein Baustein von vielen in der Covid-19-Vorsorge. Sie kann nur Risikoeinschätzungen zu Kontakten mit Personen liefern, die die App nutzen, ihr Handy immer bei sich tragen und eine Infektion melden. Sie können sich also bei jemandem infiziert haben, der die App nicht nutzt, sein Handy beim Kontakt mit Ihnen nicht dabei hatte oder seine Infektion nicht per App publik gemacht hat.

Die ersten Kennungen von Infizierten verteilen die App-Server übrigens erst am 24. Juni, rund eine Woche nach Einführung der App. Die jüngsten Tageskennungen stammten dort vom 22. Juni. Kontakte wurden demnach frühestens zwei Tage nach ihrer Begegnung gewarnt.

iOS zeigt unter „Einstellungen/Datenschutz/Health/COVID-19-Kontaktprotokoll/Kontaktüberprüfungen“ an, ob und wann die eigenen lokal gespeicherten Kontakte mit denen der Server abgeglichen wurden. Die entsprechenden Einstellungen finden Sie bei Android-Smartphones unter „Einstellungen/Google/Benachrichtigungen zu möglicher Begegnung mit COVID-19-Infizierten“.

## Datenschutz

**?** Wie anonym ist die App und können mich andere erkennen, wenn ich sie warne?

**!** Der Quellcode der Corona-Warn-App ist auf GitHub einsehbar. Sollten unabhängige Prüfer darin Sicherheitslücken entdecken, kann der Hersteller SAP sie schnell beseitigen. Google und Apple haben die Schnittstelle zur Bluetooth-Kontaktermittlung von Android und iOS zwar umfangreich dokumentiert, aber deren Quellcode nicht veröffentlicht. Der Nutzer muss Google und Apple vertrauen – wie auch bei der übrigen Nutzung des Smartphones.

Diagnosis Keys:	
1:	TEK: 014f874b858869abea21d2c785c6f0aa, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-18 00:00:00 UTC – 2020-06-19 00:00:00
2:	TEK: 03672c549ba749695939782d2449306, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-19 00:00:00 UTC – 2020-06-20 00:00:00
3:	TEK: 03772d40beb152139aeef8290e66ba6ff, Transmission Risk Level: 3, Validity: 2020-06-21 00:00:00 UTC – 2020-06-22 00:00:00
4:	TEK: 039362b8d8dd4716089bed08ac37b737a, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-18 00:00:00 UTC – 2020-06-19 00:00:00
5:	TEK: 04377e1ae2300dbf706d739233e018e, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-17 00:00:00 UTC – 2020-06-18 00:00:00
6:	TEK: 062b277b6f54029d47c47dc07b0e7586, Transmission Risk Level: 3, Validity: 2020-06-21 00:00:00 UTC – 2020-06-22 00:00:00
7:	TEK: 0841calal1c5157d412da02134f5ea8, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-19 00:00:00 UTC – 2020-06-20 00:00:00
8:	TEK: 0a165d123e6c181fd529582d00b566af, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-20 00:00:00 UTC – 2020-06-21 00:00:00
9:	TEK: 0a35d196bf2800b50f28f433e54a5b6, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-17 00:00:00 UTC – 2020-06-18 00:00:00
10:	TEK: 0cd5d8e92908ee17cf62243a182af24, Transmission Risk Level: 7, Validity: 2020-06-17 00:00:00 UTC – 2020-06-18 00:00:00
11:	TEK: 0d45ebd44738c087b625091cbd8cfa9, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-20 00:00:00 UTC – 2020-06-21 00:00:00
12:	TEK: 0e2feab20f13917bf5ce62a0dccbdf6f, Transmission Risk Level: 5, Validity: 2020-06-20 00:00:00 UTC – 2020-06-21 00:00:00
13:	TEK: 10644aa49b256876700614f33d350df23, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-19 00:00:00 UTC – 2020-06-20 00:00:00
14:	TEK: 1269c6b8999253ada7c8d4f582d9489c, Transmission Risk Level: 5, Validity: 2020-06-20 00:00:00 UTC – 2020-06-21 00:00:00
15:	TEK: 132fc4c96ae69d83a2160d80c5c28a5c, Transmission Risk Level: 8, Validity: 2020-06-17 00:00:00 UTC – 2020-06-18 00:00:00

Zum Kontaktabgleich übertragen die Server Listen mit anonymisierten Tageskennungen, zusammen mit dem Datum und einem Wert zur Risikoermittlung.

Die Corona-Warn-App prüft lediglich anonymisierte Kennungen und greift nicht auf Namen, Adressen oder Telefonnummern zu. Die Kontaktprüfung und Berechnung eines Infektionsrisikos findet ausschließlich lokal auf dem Smartphone statt.

Die Server der Telekom übermitteln nach Tagen geordnete anonyme Kennungen von positiv getesteten, die eine Warnung aussenden. Wenn die App ein erhöhtes Ansteckungsrisiko feststellt, zeigt sie dem Nutzer nur den Tag der jüngsten Begegnung an. Die Zuordnung einer Warnung zu einer bestimmten Kontaktperson wäre daher nur einwandfrei möglich, wenn der Gewarnte an jenem Tag lediglich eine Person für länger als zehn Minuten im Umkreis von acht Metern traf und von der er weiß, dass auf deren Smartphone ebenfalls die Corona-Warn-App lief.

**?** Wenn ich einen Corona-Test mache:  
Sollte ich das Ergebnis automatisch per QR-Code über die App anfordern oder den manuellen Weg wählen?

**!** Da zum Start der Corona-Warn-App nur ein Fünftel der Testkapazitäten eine automatische anonymisierte Übermittlung des Ergebnisses zur App unterstützen, müssen in der ersten Zeit viele positiv Getestete eine Hotline anrufen, wenn Sie andere App-Nutzer warnen wollen. Um Missbrauch zu verringern, notiert ein Hotline-Mitarbeiter die Telefonnummer des Infizierten auf einem Zettel, der nach einer Stunde vernichtet werden soll. Die Hotline prüft über einen Fragenkatalog, ob der Anrufer tatsächlich positiv getestet wurde und übermittelt ihm eine SMS-TAN, mit der er eine Warnung über die App abschicken kann.

Hierbei besteht die Gefahr, dass ein Anrufer die Telefonhotline austrickst und

eine falsche Warnung verschickt. Ebenso könnte ein Hotline-Mitarbeiter unerlaubt Telefonnummern von Infizierten sammeln.

Wer dieses Risiko nicht eingehen will, sollte beim Corona-Test wenn möglich den QR-Code des Tests mit der App scannen und das Ergebnis anonymisiert vom Labor empfangen. Nach Erhalt des Ergebnisses können Sie dann immer noch entscheiden, ob Sie eine Warnung ausgeben oder nicht. Die QR-Code-Methode kann zudem die Übermittlung des Ergebnisses um mehrere Tage beschleunigen.

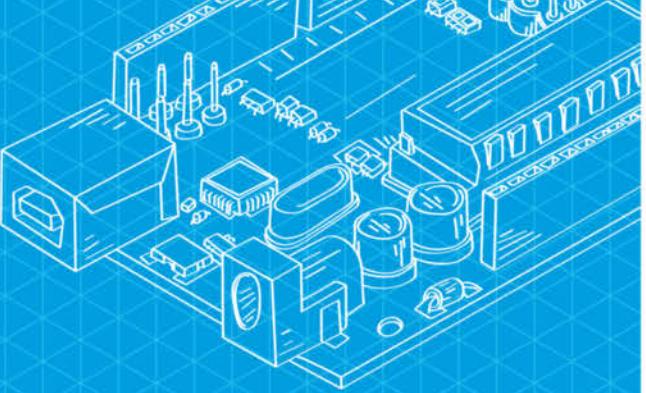
**?** Bleiben die Daten der App-Server sicher in Deutschland?

**!** Laut Telekom-Chef Timotheus Höttges sei „alles Made in Germany. Alle Daten, alle Projekte, alle Clouds liegen hier in Deutschland.“ Ein Sprecher der Telekom versicherte uns zudem, dass auch die beiden Hotlines der App in Deutschland betrieben würden.

Laut Datenschutzfolgeabschätzung setzt die Telekom jedoch ihr ungarisches Tochterunternehmen IT Services Hungary ein. Demnach können Mitarbeiter auf personenbezogene Daten von App-Nutzern in einem Land zugreifen, dessen Regierung von Deutschland und der EU mehrfach für die Verletzung rechtsstaatlicher Prinzipien und des Datenschutzes kritisiert wurde. Laut Telekom würden die ungarischen Mitarbeiter „Wartungsarbeiten am IT-System der Corona-Warn-App“ durchführen. Welche konkreten Zugriffsmöglichkeiten bestehen, teilte das Unternehmen auf Nachfrage nicht mit. Es verwies darauf, dass alle gesetzlichen Anforderungen des Datenschutzes eingehalten würden. (hag@ct.de)

Weitere Infos: [ct.de/ykv8](http://ct.de/ykv8)

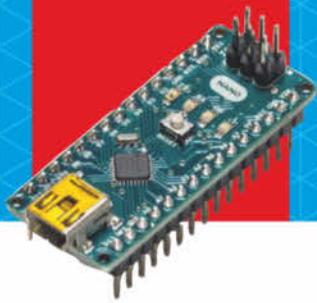
# Make:



## DAS KANNST DU AUCH!



GRATIS!



## 2x Make testen und 6 € sparen!

### Ihre Vorteile:

- ✓ **GRATIS dazu:** Arduino Nano
- ✓ Zugriff auf Online-Artikel-Archiv\*
- ✓ **NEU:** Jetzt auch im Browser lesen!
- ✓ Zusätzlich digital über iOS oder Android lesen

Für nur 15,60 Euro statt 21,80 Euro.

\* Für die Laufzeit des Angebotes.

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

# Künstlicher Humor

imgflip.com

[imgflip.com/ai-meme](https://imgflip.com/ai-meme)

Mit **imgflip** lassen sich schnell Memes kreieren. Dazu sucht man in der Datenbank nach passenden Bildern und ergänzt sie in einem WYSIWYG-Editor mit Texten. imgflip versieht in der kostenlosen Version generierte Memes mit einem dezenten Wasserzeichen. Wer seine Bilder ohne Wasserzeichen veröffentlichen und einige zusätzliche Funktionen des Dienstes freischalten will, muss 10 US-Dollar pro Monat zahlen.

Der Generator **This Meme Does Not Exist** des Dienstes macht es noch einfacher: Ein Bild rausgesucht, einen kurzen Text drangebastelt – fertig ist das Meme für Social-Media-Plattformen wie Facebook und Twitter. Dazu wählt der Besucher nur eines der bereitstehenden 48 vorgegebenen Meme-Bilder aus. Den englischsprachigen Text steuert eine künstliche Intelligenz bei. Dabei kommen meist dadaistische Werke heraus. Manchmal trifft der Automat aber auch den Nagel auf den Kopf. Solche Memes kann man auf der Site für die Nachwelt festhalten. (jo@ct.de)

# Der Zwiebel Kern

<https://www.tomdalling.com/toms-data-onion/>

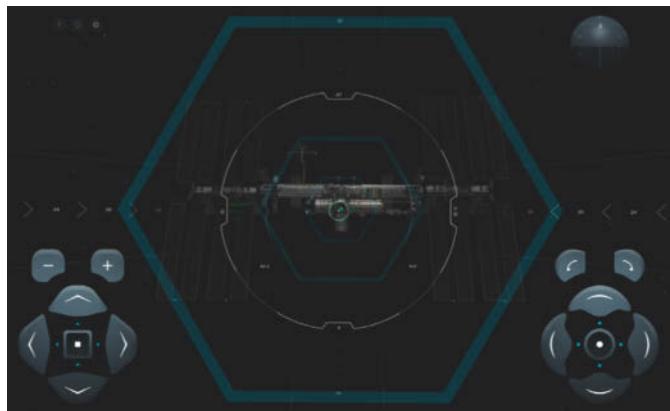
**Tom's Data Onion** ist ein Singlepager der besonderen Art: Am Ende der Seite steht ein Datenblock, den man dekodieren muss – davor ein lehrreicher Hinweis, wie man das bewerkstelligen könnte. Hat man das geschafft, offenbart sich das nächste Rätsel in derselben Machart. Die Aufgaben werden exponentiell schwieriger, bis man wie beim schichtweisen Schälen einer Zwiebel zum Kern vorgedrungen ist. Dort, so schreibt der Zwiebel-Schöpfer Tom Dalling, verberge sich etwas, das er besser nie hätte schreiben sollen – und das man besser nicht lesen sollte. Um die letzte Aufgabe zu lösen, muss man einen AES-256-verschlüsselten Datenblock entschlüsseln, was nicht schwierig ist, weil Tom Dalling den Schlüssel darin eingebettet hat.

Das Dekodieren der Datenblöcke erledigt man bei diesem Programmierrätsel sinnvollerweise mit selbst geschriebenen Skripten. Den Fortschritt soll man unter dem Hashtag #Toms-DataOnion in sozialen Medien teilen. ([ola@ct.de](mailto:ola@ct.de))



# Houston, kein Problem!

iss-sim.spacex.com



Am 30. Mai 2020 hat SpaceX erstmals Astronauten zur ISS befördert. Sie wären gerne dabei gewesen, die NASA hat Ihre Bewerbung aber eiskalt ignoriert? Zumindest virtuell können Sie im (englischsprachigen) **ISS-SpaceX-Simulator** nun zeigen, was Sie drauf haben: Führen Sie das Andockmanöver händisch genauso gut durch wie der Computer, der die Dragon-2-Kapsel an die Raumstation koppelte.

Bei dem simulierten Endanflug ist Fingerspitzengefühl gefragt. Die Raumkapsel reagiert wie in der Realität sehr träge. Ein Head-up-Display zeigt Ihnen alle wichtigen Parameter wie Roll-, Nick- und Gierrate sowie Entfernung und Annäherungsgeschwindigkeit. Die Steuerung bedienen Sie mit der Maus. Eine kleine Hilfe erklärt, auf was Sie achten müssen. Auf Wunsch können Sie außerdem die Schwerkraft deaktivieren oder über einer Scheibenerde andocken. (mon@ct.de)

# Phrasendreschautomat

thisworddoesnotexist.com

**thisworddoesnotexist.com** spielt humorvoll mit Sprache: Die englischsprachige Website liefert dem Nutzer auf Knopfdruck neue, von einer KI generierte Wörter samt zufällig erzeugtem Wörterbucheintrag. Der ist im Ausdruck korrekt, mutet inhaltlich aber gerne mal etwas dadaistisch an.

Wer möchte, kann außerdem eigene Wörter eingeben. Existieren sie bereits, zeigt die Website dies an und liefert einen zugehörigen Eintrag aus dem Netz. Hätten Sie beispielsweise gewusst, dass „redwater“ ein Ureinwohner Oklahomas oder zumindest dort gebürtig ist? Kann die Website das Wort im Netz jedoch nicht finden (etwa „yellowwater“), erzeugt sie eine eigene, zufällig erstellte Erklärung („ein fetter Süßwasserfisch mit ungenießbaren gelben oder roten Flecken auf der Haut“) und zeigt an, dass das Wort eigentlich nicht existiert. Das Ergebnis kann man per Link oder auf Twitter teilen. (mon@ct.de)

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

# WERDEN SIE DATENEXPERTE!

Starten Sie jetzt Ihre zertifizierte Weiterbildung

Schnell  
und flexibel  
ans Ziel!

- Alle Grundlagen anschaulich vermittelt
- Praxisübungen mit echten Datensets
- Flexibilität für berufsbegleitendes Lernen

- Lernen anhand realer Business-Cases
- Persönliches Coaching durch Mentoren
- Qualifizierung mit anerkanntem Zertifikat



## DATA AWARENESS *(4 Wochen)*

- ganzheitlicher Überblick über alle wichtigen Datentechnologien
- keine Vorkenntnisse benötigt
- in deutscher und englischer Sprache



## DATA ANALYST *(3 Monate)*

- Daten strukturieren, analysieren und visualisieren
- in kürzester Zeit Python erlernen
- keine Vorkenntnisse nötig
- in deutscher und englischer Sprache



## DATA SCIENTIST *(ca. 6 Monate)*

- alle Kompetenzen für den Berufsalltag als Data Scientist erlernen
- Implementierung und Optimierung von Machine-Learning-Algorithmen
- in deutscher und englischer Sprache

Fordern Sie jetzt Informationen an:

# Gedächtnisschwund

## Upgrade-Fehler und Service-Panne bei Brother



**Wenn ein Gerät nach einem Firmware-Upgrade nicht mehr ordentlich funktioniert, erwartet man vom Hersteller rasche Hilfe. Bei Brother kann die Hoffnung darauf vergeblich sein.**

**Von Tim Gerber**

William H. erledigt seine komplette Buchführung digital. Zu diesem Zweck hatte er sich Ende 2018 einen Multifunktionsdrucker Brother MFC-L2750DW angeschafft. Die Scaneinheit des Kombigeräts kann Dokumente beidseitig erfassen und über verschiedene Protokolle ins Netzwerk weitergeben. Diese Funktionen nutzte William H. recht intensiv, um der Papierflut Herr zu werden. Seine Dokumente scannte er mit 600 dpi und der Einstellung mit der niedrigsten JPEG-Komprimierung, um sie per OCR als durchsuchbare PDFs zu archivieren. Fast anderthalb Jahre lang funktionierte das Einscannen ins Netzwerk völlig reibungslos.

Anfang Februar benachrichtigte das Gerät den Kunden auf dem Display darüber, dass eine neue Firmware-Version zu Verfügung stünde. Nachdem William H. die Info angetippt hatte, wurde er gefragt, ob er das Firmware-Update ausführen wolle. Dies bejahte er und installierte mithin auf seinem Brother-Multifunktionsgerät nun die neueste Firmware des Herstellers, wie von diesem vorgesehen. Von da an bekam William H. jedoch ganz erhebliche Schwierigkeiten beim Einscannen von Dokumenten. Wiederholt erhielt er die Fehlermeldung, dass der Speicher des Geräts voll sei, und der Scan wurde abgebrochen. Diesen Fehler hatte der Kunde vorher nur bei Dokumenten eines Umfangs von mehr als 30 Blatt, also 60 Seiten, erlebt, nun tauchte er ständig auf und schon bei nur einer Seite. Nach einem Neustart des Geräts unter Trennung vom Stromnetz klappte der Scan umfangreicher Dokumente genau einmal, wie William H. beobachtete. Darauffolgende Versuche brachen wiederum nach nur einer Seite ab.

### Unzählige Hilferufe

Also rief der Kunde am 10. Februar erstmalig den Support des Herstellers an. Schließlich räumt Brother für das Gerät drei Jahre Vor-Ort-Service ein. Der Service kümmerte sich aber zunächst nur um ein ebenfalls bestehendes Problem mit einer Tonerkartusche. Da zu dem Scan-Problem

keine weitere Reaktion erfolgte, wandte sich William H. am 18. Februar ein weiteres Mal an den Brother-Support. Der forderte eine Fehlerbeschreibung nebst Fotos vom Display an, die der Kunde umgehend lieferte. Am 19. Februar forderte ihn der Support per E-Mail auf, mit dem Gerät einen Reset auf Werkseinstellungen vorzunehmen.

Nachdem das keine Abhilfe schaffte, informierte der Support den Kunden am selben Tag, dass die Sache bei ihm vor Ort gelöst werden sollte. Auf Nachfragen nach dem Zeitrahmen reagierte der Hersteller nicht mehr. Einige Tage später meldete sich dann eine Vertragswerkstatt bei William H. und schickte ihm Ende Februar einen Techniker vorbei. Der stellte jedoch nur fest, dass man das Mainboard tauschen müsse. Ein solches hatte er nicht dabei, sondern musste es erst bestellen. Am 4. März war das Mainboard da und der Techniker tauschte es aus. Bei einem einzelnen Test funktionierte der Scan danach reibungslos.

Doch als William H. Anfang April wieder einmal einen größeren Schwung an Dokumenten digitalisieren wollte, scheiterte er wieder am Überlauf des Speichers schon nach nur einer Seite. Am 6. April rief der Kunde deshalb wieder beim Brother-Support an. Der versprach ihm, sich um das Problem zu kümmern. Doch nichts geschah. Drei Wochen später, am 27. April, rief William H. deshalb ein weiteres Mal beim Support an. Der fragte diesmal erneut nach Bildern von der Fehlermeldung, die William H. umgehend nochmals lieferte. Zwei Tage drauf schrieb ihm der Support, man werde die Sache an die zuständige Fachabteilung weitergeben. Der Kunde wartete geduldig, doch weiter geschah nichts.

## Viel Geduld

Am 20. Mai fragte er deshalb per E-Mail bei Brother nach und wollte nun wissen, ob der Hersteller ihm die versprochene Garantie verweigert. Eine Antwort bekam er nicht. Am 5. Juni rief William H. ein weiteres Mal bei Brother an. Der Mitarbeiter zeigte sich einigermaßen bestürzt ob der Schilderungen des Kunden über den bisherigen Verlauf und versprach Abhilfe. Per E-Mail fragte der Support den Kunden nun, mit welchen Einstellungen er denn scanne. Dazu gab man ihm den Hinweis, dass das Problem bei „vielen Seiten mit

großer Auflösung“ auftreten könne. Zum wiederholten Male schilderte William H. dem Hersteller geduldig, mit welchen Einstellungen er scannt und dass der Fehler seit dem Firmware-Update eben nicht erst

bei „vielen Seiten“, sondern bereits bei nur einer Seite auftrete.

Am 8. Juni antwortete ihm der Support, dass man bei diesem Fehler leider nicht viel machen könne, außer mit möglichst niedriger Auflösung einzuscannen. Dann sollte der Fehler nicht oder erst nach vielen Seiten auftreten. Der Kunde antwortete, dass dies

für ihn keine Lösung sei, da er die Dokumente ja anschließend mit OCR bearbeiten und in guter Qualität archivieren wolle. Bis zu dem Firmware-Update hatte das ja auch gut funktioniert.

Da nun wieder keine Reaktion von Brother erfolgte, wandte William H. sich am 11. Juni an die c't. Wir konfrontierten Unternehmenssprecher Theo Reinerth am 15. Juni mit dem Fall, der uns eine rasche Nachprüfung versprach. Keine 24 Stunden später rief Reinerth zurück und räumte unumwunden ein, dass der Brother-Support den Fall von William H. nicht ordentlich gehandhabt hätte. Man könne die genaue Fehlerursache zwar nicht identifizieren und in seinen weltweit geführten Support-Datenbanken sei kein vergleichbarer Fall zu finden. Es läge aber auf der Hand, dass der Fehler bei William H. durch das Firmware-Update ausgelöst worden sei. Man wolle deshalb versuchen,

ob man ihn nicht durch ein Downgrade auf die vorherige Firmwareversion beseitigen könne.

## Späte Hilfe

Der Support werde sich nun umgehend bei William H. melden und ihm die notwenige Software zur Verfügung stellen. Die entstandene Verzögerung bedauere man, hoffe aber, den Kunden im Ergebnis dann doch noch zufriedenstellen zu können. Noch am selben Tage erhielt der Kunde zwei E-Mails von Brother mit einem Link für den Download der alten Firmware und einer Anleitung für die Installation. Letztere war für ihn zwar nicht ganz nachvollziehbar, mit ein wenig Suchen und Probieren fand William H. dann aber doch einen Weg, die alte Firmware auf seinen Multifunktionsdrucker aufzuspielen.

Und wie durch ein Wunder kann William H. seither auch wieder scannen, wie er es gewohnt war. Allerdings fragt er sich, ob er sich angesichts dieser Erfahrung und einer Support-Odyssey von über vier Monaten vor künftigen Firmware-Updates eher hüten sollte und ob dies nicht eventuell andere Nachteile für ihn mit sich bringen könnte. Auch Brother riet ihm einstweilen von weiteren Firmware-Änderungen ab. Man werde die Sache an das zentrale Qualitätsmanagement in der Konzernzentrale in Japan weitergeben. Man darf gespannt sein, was man dort womöglich herausfindet. Dass der Hersteller seine Versäumnisse im Fall von William H. unumwunden einräumt, lässt jedenfalls auf Besserung hoffen. (tig@ct.de) ct



## Service im Visier

Immer wieder bekommen wir E-Mails, in denen sich Leser über schlechten Service, ungerechte Garantiebedingungen und überzogene Reparaturpreise beklagen. Ein gewisser Teil dieser Beschwerden ist offenbar unberechtigt, weil die Kunden etwas überzogene Vorstellungen haben. Vieles entpuppt sich bei genauerer Analyse auch als alltägliches Verhalten von allzu scharf kalkulierenden Firmen in der IT-Branche.

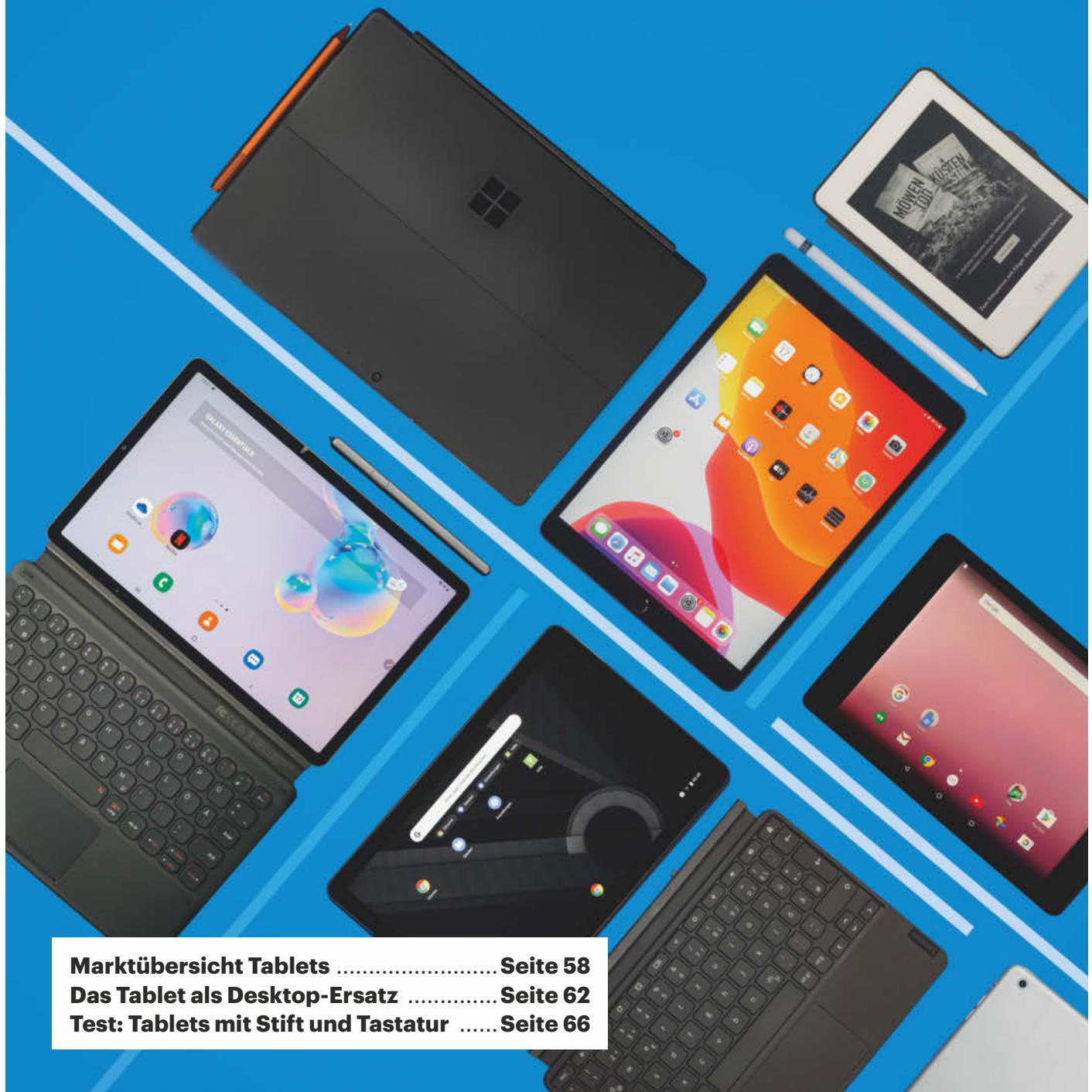
Manchmal erreichen uns aber auch Schilderungen von geradezu haarsträubenden Fällen, die deutlich machen, wie einige Firmen mit ihren Kunden umspringen. In unserer Rubrik „Vorsicht,

Kunde!“ berichten wir über solche Entgleisungen, Ungerechtigkeiten und duobiöse Geschäftspraktiken. Damit erfahren Sie als Kunde schon vor dem Kauf, was Sie bei dem jeweiligen Unternehmen erwarten oder manchmal sogar befürchten müssen. Und womöglich veranlassen unsere Berichte ja auch den einen oder anderen Anbieter, sich zukünftig etwas kundenfreundlicher und kulanter zu verhalten.

Falls Sie uns eine solche böse Erfahrung mitteilen wollen, senden Sie bitte eine chronologisch sortierte knappe Beschreibung Ihrer Erfahrungen an: [vorsichtkunde@ct.de](mailto:vorsichtkunde@ct.de).

# Brettchen für jeden Zweck

Marktübersicht Tablets mit Android, iPadOS,  
Windows und Chrome OS



- |   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Marktübersicht Tablets .....</b>               | <b>Seite 58</b> |
| <b>Das Tablet als Desktop-Ersatz .....</b>        | <b>Seite 62</b> |
| <b>Test: Tablets mit Stift und Tastatur .....</b> | <b>Seite 66</b> |

# Die Corona-Pandemie hat mehr Leute zur Digitalisierung geschubst: Reichte vorher ein Familien-PC, finden nun Homeoffice und Homeschooling für alle gleichzeitig statt. Die vormals IT-abstinente Verwandtschaft möchte plötzlich videochatten. Einiges davon geht mit dem Smartphone besser, anderes mit dem PC. Doch oft bietet gerade ein Tablet eine passendere Kombination aus großem Display und kleinem Preis.

Von Jörg Wirtgen

**E**s lohnt sich, erneut darüber nachzudenken, was Tablets können und was nicht, denn sie haben in den vorigen Monaten einige überraschende Entwicklungen durchgemacht. Beispielsweise wird Chrome OS als Betriebssystem speziell für Tablets spannend. Apples iPads eignen sich dank neuer Mausunterstützung und einer neuen Tastatur besser als PC-Ersatz. Windows-Tablets werden kleiner und mächtiger. Lediglich bei Android tut sich wenig – die neuen Tablets von Huawei verlieren sogar an Nützlichkeit, weil der Google Play Store fehlt.

Tablets gibt es von unter 100 bis weit über 1000 Euro – kein Wunder, dass sie höchst Unterschiedliches leisten. Dieser Artikel verschafft einen Überblick der zu erwartenden Features über alle Systeme hinweg. Der folgende Artikel ab Seite 62 untersucht, wie sich die Betriebssysteme –Android, Chrome OS, Windows und iOS, jetzt in iPadOS umgetauft – für den Desktop-Einsatz eignen, wie gut also das Tablet ein Notebook ersetzt. Der Artikel ab Seite 66 testet 500-Euro-Tablets mit Stift und Tastatur.

## Betriebssystem und Hardware

Zu den Unterschieden der Tablet-Betriebssysteme ließen sich ganze Bücher schreiben. In Kurzform: Die meisten und besten auf Tablets angepassten Apps gibt es für iPadOS. Android bietet zwar mindestens genauso viele Apps, aber viele verhalten sich wie vergrößerte Smart-

phone-Anwendungen. Chrome OS führt inzwischen fast alle Android-Apps aus, bietet gute Desktop-Funktionen und hat einen schnelleren Browser als Android; eigene Chrome-OS-Apps gibt es hingegen kaum. Windows hält im Tablet-Modus weder bei der App-Auswahl noch der Bedienbarkeit recht mit, spielt seine Stärken aber im Desktop-Modus, also mit Tastatur, Touchpad und vielleicht Maus und Display aus – und es funktionieren halt alle Windows-Anwendungen, auch wenn viele im Tablet-Modus nur mäßig bedienbar sind. Achtung, auf den Windows-Geräten mit ARM-Prozessor läuft dann doch wieder nicht jede Software.

Die meisten Tablets haben Displays um 10 Zoll (25 Zentimeter) Diagonale. Größere Tablets sind schnell so unhandlich und schwer wie Notebooks, außer dem iPad Pro 12 Zoll und erfolglosen <https://xp.heise.de/xpublisher> Andro-

id-Experimenten gibts da nichts. Kleinere stehen in Konkurrenz zum E-Book-Reader, zudem wurden die anfangs beliebten 7-Zöller von den wachsenden Smartphones weitgehend verdrängt.

Ab etwa 200 dpi Pixeldichte nimmt man aus typischer Entfernung keine einzelnen Punkte mehr wahr, was bei 10 Zoll eine Auflösung von 1920 × 1080 oder mehr bedeutet. Darunter wird vor allem Schrift pixelig; für Filme, Videochats und Spiele mögen auch 1280 × 800 reichen. OLED-Displays zeigen kräftigere Farben und erreichen höhere Helligkeiten – wobei echtes farbverbindliches Arbeiten nur mit den iPads geht. Aber auch die IPS-Panels der meisten anderen Tablets bieten schöne Farben und ausreichende Blickwinkel.

Die Prozessorausstattung spielt für die meisten Tablet-Anwendungen keine Rolle. Der Hauptspeicher sollte mindestens drei GByte groß sein, unter Windows mindestens vier. Der benötigte Flash-Speicher hängt davon ab, wie viel man in die Cloud auslagert und was lokal gespeichert sein soll. Platzfresser sind beispielsweise Videos, Filme, Spiele und große Fotosammlungen. Unter 64 GByte muss man hier genauer planen, ab 256 GByte lebt es sich sorglos. Einigen Tablets kann man Speicher per MicroSD-Karte nachstecken; der ist für aufgenommene Fotos und Videos zugänglich, aber lange nicht jede App kann ihre Daten dorthin auslagern.

Wichtig ist die Entscheidung, ob man Mobilfunk benötigt oder nicht: Gibts am geplanten Einsatzort – Schule, Uni, Büro, für Pendler auch Bus oder Bahn – durchgehend WLAN? Anders herum, ist einem die Erreichbarkeit einen monatlichen Obolus für einen

Die Tastaturen von 10-Zoll-Tablets haben kleine Tasten. Wer das gewohnte 19-mm-Raster möchte, benötigt Tablets ab 12 Zoll – oder schaut sich nach Zubehör wie der Logitech K480 um, die mit jedem Tablet funktioniert.



## Günstige und Multimedia-Tablets

Besonders günstig und dafür gut ausgestattet sind die Android-Tablets von Amazon: Das Fire HD 10 ist ab 150 Euro erhältlich, das Fire HD 8 ab 100 Euro. Für Amazons Medienangebot und andere Streamingdienste eignen sie sich gut, doch weil ein stark angepasstes Android mit eigenem App-Store installiert ist, fehlen viele Apps. Auch die kursierenden Tricks zum Installieren des Google Play Store könnten durch zukünftige Updates verhindert werden.

Bei normalen Android-Tablets in den Preisgegenden unter 150 Euro muss man abseits der aus dem Datenblatt ersichtlichen Ausstattungsschwächen mit weiteren Einschränkungen rechnen, die sich leider schlecht vorhersagen und daher nicht vorab mit den eigenen Ansprüchen abgleichen lassen: Beispielsweise laufen einige Apps nicht, die Lautsprecher klingen flach, die Farben sind flau oder der WLAN-Empfang ist mies.

Wir empfehlen mindestens 3 GByte Speicher, Android 8 und 10 Zoll mit 1920 x 1080 Pixel. Das findet man schon unter 200 Euro beispielsweise beim Lenovo Tab

M10 oder dem neueren M10 Plus. Knapp über 200 Euro liegen die 3-GByte-Varianten des 2019er-Modells Samsung Galaxy Tab A 10.1, für etwa 70 Euro Aufpreis gibt es LTE. Günstigeres LTE gibts beispielsweise beim Medion P10710 für 200 Euro.

Ab 300 Euro darf man 64 GByte Flash und weitere Besonderheiten erwarten. Beispielsweise hat das Lenovo SmartTab Yoga YT einen raffinierten eingebauten Ständer.

Spannend ist das Lenovo IdeaPad Duet mit ebenfalls eingebautem Ständer. Es läuft unter Chrome OS und ist dank mitgelieferter magnetischer Tastatur ein unschlagbar günstiges Produktiv-Tablet.

Hier taucht dann auch das erste iPad auf, das 10.1. Für 340 Euro bekommt man es aber nur mit 32 GByte Speicher; LTE oder 128 GByte kosten je rund 100 Euro extra. Stift, Tastatur und Hüllen gibts gegen weiteren Aufpreis.

Um 300 Euro fangen auch die ersten Windows-Tablets an. Mit Intel Celeron oder Pentium „N“ ackern sie sich aber nur mühsam durch Windows-Software, und im Tablet-Modus sind Android, Chrome



Gute Multimedia-Tablets gibt es ab 150 Euro, mit LTE ab etwa 200 Euro.

OS und iPadOS überlegen – eigentlich sind Windows-Tablets erst ab rund 500 Euro mit schnelleren Prozessoren empfehlenswert. Einen Vorteil haben sie allerdings: den Displayausgang.

Datenvertrag oder eine Prepaid-SIM wert? LTE wäre dann die Technik der Wahl, 5G-Tablets gibt es noch nicht. Das Tethering per Smartphone geht notfalls, ist für einen regelmäßigen Einsatz aber ganz schön umständlich.

## Zubehör

Jedes aktuelle Tablet lässt sich mit Bluetooth-Tastaturen verbinden. Da gibt es reichlich Auswahl beispielsweise mit Umschalter für mehrere Bluetooth-Geräte oder mit Aufstellmöglichkeit fürs Tablet. Die Tablet-Hersteller bieten für einige ihrer Modelle Tastaturen an, die mechanisch und optisch besser passen sowie meist weniger wiegen und ihre Akkus direkt aus dem Tablet laden.

Für Cover gilt noch viel mehr: Wer eine perfekt passende, magnetisch haltende oder als Aufsteller taugliche Hülle haben möchte, ist auf die des Herstellers oder auf eine sorgfältige Recherche im Zubehörmarkt angewiesen.

Die meisten Tablets erkennen eingeckte USB-Sticks oder anderen Speicher, man benötigt dazu aber den passenden

Adapter auf MicroUSB, USB-C oder Lightning- oder einen Stick mit passendem Anschluss. Wie gewohnt funktioniert das aber nur unter Windows – unter Android, Chrome OS und iPadOS sind einige Aufgaben komplizierter oder gar nicht lösbar.

Ein Monitor, Beamer oder Hotel-TV lässt sich an praktisch alle Windows- und Chrome-OS-Tablets direkt oder per HDMI-Adapter anschließen, auch für die iPads gibt es Adapter. Der USB-C der Android-Tablets kann zwar auch Displaysignale tragen, doch das implementieren nur die teureren Tablets.

## Fazit

Smartphone, Tablet, Notebook, stationärer PC – die Wahl des richtigen Arbeitsgeräts oder der richtigen Kombination wird durch die neuen Anforderungen der Hau-Ruck-Digitalisierung nicht einfacher. Die wichtigste Frage zum Tablet ist vielleicht, was es alles leisten muss und wofür man dann doch PC oder Notebook anwirft – falls vorhanden.

Weil die technische Entwicklung nicht so schnell wie bei Smartphones

geht, lässt sich mit vielen Vor- oder Vorvorjahresgeräten ein gutes Schnäppchen machen. Auch die von einigen Händlern angebotenen überarbeiteten Gebrauchteräte (refurbished) sind einen Blick wert. Aber eine Warnung: Wenn ein Angebot zu gut ist, um wahr zu sein – dann ist es vermutlich auch nicht wahr. Wir hören von betrügerischen Noname-Tablets, die nicht nur weniger RAM, Flash oder CPU-Power haben als im Datenblatt angegeben, sondern die per Firmware-Manipulation eine falsche Ausstattung melden und somit sogar einige Diagnose-Apps foppen. Wer so einen Schrott außerhalb der EU kauft, hat dann kaum eine Chance, sein Geld wiederzusehen.

Je mehr ein Tablet kann, desto teurer und schwerer wird es. Richtig ausgewählt eröffnet es neue Möglichkeiten, sei es als verhältnismäßig einfacher Einstieg für IT-Fremde, als leistungsstarke Ergänzung zum PC oder als unkompliziertes Zweitgerät – vielleicht explizit ohne Mail, Twitter, Chat, sondern nur mit ein paar Spielen, Streaming- oder Magazin-Apps bestückt.

(jow@ct.de)

## Produktiv: Tablets mit Tastatur und Rechenpower

Beschäftigt man sein Tablet gerne mit Videoschnitt, Actionspielen, Fotobearbeitung oder anderen anstrengenden Apps, braucht man dann doch ein leistungsstärkeres Exemplar. Tippt man zudem regelmäßig abseits vom Schreibtisch, empfiehlt sich eine am Tablet haltende, aber auch schnell abnehmbare Tastatur.

Unter Android landet man beim Samsung Galaxy Tab S6 (siehe Test ab Seite 66) ab 630 Euro. Allerdings ist die Ständer/Tastaturhülle-Kombi überraschend unglücklich gelungen, vor allem, wenn man sie regelmäßig an- und abbauen möchte. Besser greift man dann – unter Verzicht auf Stift und High-End-CPU – zum Galaxy Tab S5e (ab 400 Euro, Tastatur 80 Euro).

Einen schnelleren Browser und besseren Desktop-Modus bekommt man bei Chrome OS und dem erwähnten Lenovo IdeaPad Duet ab 300 Euro. Schade nur, dass es keine Variante mit Stift und kräftigerem Prozessor gibt.

Apple bietet für fast alle iPads Tastaturhüllen an, darunter das iPad Air (siehe Test ab Seite 66, ab 550 Euro, Tastatur

180 Euro, Stift 100 Euro). Demgegenüber hat das iPad Pro (ab 880 Euro, Stift 135 Euro) mehr Power und Speicher, USB-C, das noch bessere Display und außer der normalen Tastaturhülle (200 Euro) eine Tastatur mit Touchpad, die das Ensemble fast so stabil wie ein Notebook aufstellt (340 Euro). Zudem gibts eine für Grafiker



Fürs Arbeiten auf dem Schoß sind Tablets wackeliger als Notebooks.

geniale 12-Zoll-Variante (ab 1100 Euro, Tastaturhülle 220 Euro, Tastatur 400 Euro). Alles zusammen ist ähnlich unhandlich, schwer und teuer wie ein Notebook.

Für potente Windows-Tablets sind mindestens ein Core i5, 8 GByte Speicher, 256 GByte SSD und 1920er-Auflösung empfehlenswert – sie eignen sich dann auch als Desktop-PC. Eine Bauform sind Tablets mit integriertem Ständer, mit Tastatur und Stift sind mindestens 1300 Euro einzuplanen: Dell Latitude 5290 und 7200, HP Elite X2, Microsoft Surface Pro 7.

Eine weitere Bauform sind Notebook-ähnliche Tastaturunterbauten mit zusätzlicher Hardware, etwa Akku, zweiter SSD oder Grafikchip. Ihr Vorteil ist, dass sich die Konstruktion ohne umzukippen auf dem Schoß oder engen Tischen hält. Mit Tastatur gleichen sie von Gewicht und Volumen einem Notebook, als leichtes Tablet funktionieren sie also nur zu Hause. Bei rund 1800 Euro gehts los: Dell, Lenovo, Microsoft, Toshiba und Vaio sind einen Blick wert.

## Kreativ, Schule, Uni: Tablets mit Stift

Mitschreiben in der Vorlesung, Zeichnen und Malen, PDFs be- und unterschreiben, ein buntes Tagebuch führen, Schulaufgaben lösen und verschicken – das geht mit einem digitalen Stift am Tablet schnell und elegant.

Das günstigste Android-Tablet mit Stift ist das Huawei MatePad für 320 Euro. Allerdings stehen nicht alle Android-Apps zur Verfügung, weil die neuen Tablets wie auch die Smartphones von Huawei aufgrund eines US-Embargos keine Google-Lizenz erhalten; das gilt auch für das MatePad Pro. Beispielsweise fehlen Evernote und Microsoft OneNote. Interessant sind daher die Restposten des noch mit Googles Play Store ausgestatteten Vorgängers MediaPad M5 Lite ab 230 Euro. Die Stifte kosten 26 Euro, sie sind aber nicht so gut abgestimmt wie bei den teureren Geräten, Schrift wird krakeler.

Ein natürlicheres Schreibgefühl stellt sich beim Samsung Tab S6 Lite für 350

Euro inklusiv Stift ein: Es hat allerdings keinen Fingerabdruckscanner, sodass man ungewohnt oft seine Pin eintippt. Eine Hülle mit Stiftfach kostet 70 Euro, der Stift hält aber auch halbwegs sicher magnetisch am Gehäuse.

Apple hat inzwischen fast alle iPads mit Stift-Digitizer ausgerüstet, inklusive dem erwähnten Einstiegsmodell iPad 10.2 für 340 Euro. Der Apple-Stift kostet satte 100 Euro extra und muss separat transportiert werden. Erst der 140 Euro teure Pencil 2 hält magnetisch und lädt induktiv, er funktioniert nur mit den neueren iPad Pro. Die im Zubehörmarkt erhältlichen billigeren Stifte nutzen andere Techniken und sind dem Apple Pencil unterlegen.

Das günstigste Windows-Tablet mit Stift ist das Lenovo IdeaPad D330 ab etwa 360 Euro, aber aufgrund der mäßigen Ausstattung machen viele der Windows-Vorteile keinen Spaß. Besser schlägt sich das Microsoft Surface Go 2 (siehe Test ab

Seite 66) mit integriertem Ständer für 460 Euro – aber auch Microsoft lässt sich den Stift mit 130 Euro fürstlich bezahlen. Er klebt magnetisch am Gehäuse.



Android, iPadOS, Chrome OS und Windows sind stiftfähig, aber das Tablet muss einen Stift unterstützen.



# Außen klein, innen groß

## Tablets beruflich und privat wie ein Notebook nutzen

**Sehr viele Aufgaben erledigen**  
**Tablets zusammen mit einer Blue-**  
**tooth-Tastatur genauso gut wie ein**  
**Notebook. Wir zeigen, welches**  
**Betriebssystem zu den eigenen**  
**Bedürfnissen passt, welche Apps**  
**und Tools sich lohnen und wie man**  
**mögliche Einschränkungen erkennt**  
**und umgeht.**

**Von Steffen Herget, Michael Link und**  
**Stefan Porteck**

Tablets sind leicht, handlich und leistungsfähig – wer überwiegend mobil arbeitet, ist mit ihnen oft besser beraten als mit einem Notebook: Man schleppt weniger mit sich herum und spart bei den meisten Modellen einige Euro in

der Anschaffung. Nach Feierabend nimmt man sie ohne Tastatur zum Surfen, Lesen oder Spielen mit aufs Sofa, auf den Balkon oder in den Garten.

Je nach Ausstattung und Betriebssystem ist es mitunter nötig, die Arbeitsweise und die genutzten Anwendungen ein wenig umzustellen. Im Arbeitsalltag dürfte das Office-Paket die größte Rolle spielen. Diese Domäne dominiert eindeutig Microsoft: Ein Gerät, das nicht in der Lage ist, Word-Dokumente und Excel-Tabellen zu bearbeiten, taugt kaum für den Produktiveinsatz. Das bedeutet aber nicht automatisch, dass man unbedingt zu Tablets mit vollwertigem Windows 10 greifen muss. Microsoft bietet sein Office-Paket auch für Android, Chrome OS und iOS an – als App. Sofern man bereits ein Abo für Office 365 besitzt, braucht man sich in der Office-App nur anzumelden und kann sofort loslegen.

Dateien werden auf Wunsch dabei lokal auf dem Tablet bearbeitet und gespeichert. Das ist beim Arbeiten im Flugzeug essenziell oder wenn das WLAN im ICE mal wieder hakt. Mit dem integrierten Dateimanager der mobilen Office-Apps lassen sich Dokumente schnell finden und öffnen, sodass man sich nicht mit dem für viele Nutzer gewöhnungsbedürftigen Dateisystem von Android, Chrome OS oder iOS auseinandersetzen muss.

Man kann auch Dateien direkt aus Cloud-Diensten wie OneDrive oder Google Drive öffnen. Beim mobilen Arbeiten sollte man dem Cloud-Speicher sogar den Vorzug gewähren. Ein Grund ist der interne Flash-Speicher der Tablets, der mit Größen von manchmal nur 32 oder 64 GByte bei Weitem nicht mit dem Fassungsvermögen der Festplatten beziehungsweise SSDs moderner Notebooks mithält. Der wichtigere Grund ist aber das Vermeiden von Datenverlust: Geht das Gerät beim Herunterfallen kaputt oder wird geklaut, dann sind auch die darauf gespeicherten Daten unwiederbringlich verloren.

Nutzt man hingegen die Cloud-Office-Dienste von Google oder Microsoft, braucht man sich um Backups nicht zu kümmern. Zudem haben diese den Vorteil, dass das Kopieren der Daten auf einen stationären Rechner nach der Heimkehr entfällt. Sofern Datenschutzgründe die Nutzung von US-Clouds verhindern, weicht man auf einen Cloud-Dienst mit Servern in Deutschland beziehungsweise der EU aus. Alternativ lässt sich diese Option gegen einen monatlichen Obolus dazubuchen.

### Kostenlos mit und ohne Cloud

Wer sich das Abo in Höhe von rund sieben Euro im Monat für einen Office-365-Account sparen möchte und die Vorteile von Cloud-Synchronisation bereits zu schätzen weiß, der findet mit dem kostenlosen Google Docs eine umfassende Alternative zu Microsoft Office. Alles, was man dafür benötigt, ist ein Browser.

Mittlerweile gibt es Google Docs aber auch als App für Android, Windows, Chrome OS und iOS. Damit ist es möglich, Dateien lokal anzulegen und sie erst später bei bestehender Internetverbindung automatisch mit den Google-Servern zu synchronisieren. Will man dagegen ohne Netz an bestehenden Dokumenten arbeiten, lassen sie sich vorab herunterladen und die überarbeitete Fassung wird später auf

den Servern aktualisiert. Sofern man Chrome benutzt, klappt das auch ganz ohne zusätzliche Apps: Google bietet im Chrome-Webstore ein Browser-Add-On an, das die Offline-Unterstützung im Browser-Fenster nachrüstet.

Für die Weitergabe von Dateien an Kunden oder Kollegen bietet Google Docs zudem eine Exportfunktion an, mit der sich

Textdokumente unter anderem in den Formaten DOCX, RTF, ODT, PDF und als unformatierte Textdatei herunterladen lassen.

Der umgekehrte Weg – also der Import gängiger Office-Dateitypen – funktioniert ebenfalls, ist aber etwas versteckt: Extern empfangene Dokumente speichert man dafür einfach in Google Drive. Auf der Startseite von Google Docs ruft man

anschließend über das Ordner-Icon oben rechts die Dateiauswahl aus. Sie öffnet Google Drive, wo man das Office-Dokument auswählt, woraufhin es zum Bearbeiten in Google Docs importiert wird.

## Browser statt App

Auch abseits von Textverarbeitung, Präsentationen und Tabellenkalkulation ist

## Tables mit Chrome OS

Da Chrome OS seinerzeit für Chromebooks entwickelt wurde und erst später seinen Weg auf Tablets fand, steckt in ihm mehr Desktop-DNA als in Android. Im Tablet-Mode verhält sich Chrome OS etwa so wie ein Smartphone-Betriebssystem. Die gesamte Oberfläche lässt sich komfortabel mit Touchscreen-Gesten bedienen und alle installierten Apps und Webanwendungen liegen auf einem scrollbaren Homescreen. Widgets unterstützt Chrome OS nicht. Interessanterweise ähnelt es optisch und vom Bedienkonzept eher iOS als Android.

Sobald man eine Tastatur ansteckt oder per Bluetooth koppelt, ändert das System sein Äußeres: Die Apps verschwinden vom Homescreen, in der permanenten Taskleiste werden plötzlich Schnell-

start-Verknüpfungen priorisierter Apps eingeblendet und es erscheint ein Startmenü, das alle installierten Anwendungen listet. So lässt sich Chrome OS geschmeidig mit Maus und Tastatur bedienen.

Anders als Android ist Chrome OS vollständig multitaskingfähig – es lassen sich also mehr als zwei Anwendungen parallel nutzen, man kann über die Taskleiste sowie die Taskansicht zwischen ihnen wechseln und es lassen sich Anwendungen als Fenster frei auf dem Desktop platzieren. Über einen HDMI-Ausgang landet wahlweise der Desktop auf einem externen Monitor oder man nutzt ihn dank Dualscreen-Unterstützung als großes Zweitdisplay.

Für Anwendungen ist größtenteils gesorgt. So geht der Chrome-Desktop-Brow-

ser sehr gut mit Webanwendungen um. Online-Office-Dienste funktionieren unter Chrome OS tadellos. Andere Anwendungen lassen sich vielfach als Chrome-Add-On und PWA (Progressive Web App) installieren. Reicht das nicht, greift man auf Android-Apps zurück, die sich auf nahezu jedem aktuellen Chrome-OS-Gerät installieren lassen.

Viele Modelle bringen mittlerweile auch eine Linux-Unterstützung mit, sodass sogar die Installation von Programmen wie Thunderbird oder Gimp möglich ist. Wegen der höheren Leistungsanforderungen durch die virtuelle Linux-Schicht läuft das aber nur auf flotten Prozessoren zufriedenstellend und wird mit einem höheren Akkuverbrauch bezahlt.

## Tables mit Android

Zu den Stärken von Android gehört das große App-Angebot, das fast alle Arbeitsbereiche abdeckt. Besonders Googles Mail-, Kommunikations- und Office-Dienste wie Docs oder Hangouts funktionieren unter Android sehr gut. Bei Bedarf ist es auch problemlos möglich, auf Webservices und Apps von Microsoft auszuweichen. Das Angebot an Stand-alone-Apps von Drittanbietern für Office-Anwendungen, wie beispielsweise LibreOffice, ist dagegen recht eingeschränkt.

Die Oberfläche von Android ist primär auf die Bedienung über einen Touchscreen ausgelegt. Sobald man eine Tastatur mit Touchpad anschließt, blendet das System einen Mauszeiger ein und die Anwendungen erhalten Schaltflächen fürs Schließen und Minimieren. Echtes Multitasking mit mehr als zwei gleichzeitig geöffneten Apps fehlt jedoch – will man beispielsweise Texte

einer App in eine andere App kopieren, wird es schnell krampfig.

Eigentlich sollte Android schon mit Version 10 einen Desktop-Modus unter anderem mit einer Taskleiste und einem brauchbaren Fenstermanagement bekommen. Der Code ist im System zwar enthalten, wurde bislang als Funktion jedoch nicht aktiviert. Hersteller wie Samsung und Huawei haben ihren angepassten Android-Versionen deshalb einen eigenen Desktop-Modus verpasst, mit dem sich Android ähnlich gut im Laptop-Betrieb nutzen lässt wie Chrome OS.

Grundsätzlich sollte man sich schon vorm Kauf eines Tablets Gedanken über die benötigte Bildschirmgröße und den Anschluss externer Monitore machen. Bei diesem Thema siehts mit Android eher durchwachsen aus: In der Vergangenheit setzten die Hersteller stark auf MHL (Mo-

bile High-Definition Link). Über ein USB-HDMI-Kabel lässt sich damit ein externer Monitor anschließen. Eigentlich praktisch, doch an neueren Geräten spielt MHL keine Rolle mehr. Stattdessen beherrschen zumindest einige Geräte den VESA-Standard „DisplayPort Alt Mode“. Wie bei MHL fungiert die USB-Buchse als Grafikausgang.

Als drahtlose Alternative kommt in seltenen Fällen und meist nur bei älteren Geräten Miracast infrage. Mittlerweile setzt Google auf das Google-Cast-Protokoll, das den Bildschirminhalt auf Chromecast-Streaming-Sticks überträgt. Nach unseren Erfahrungen ist das die einzige Variante der Bildschirmübertragung, die zuverlässig bei jedem aktuellen Android-Gerät funktioniert. Die Kehrseite ist, dass man rund 30 Euro in weitere Hardware investieren muss.

es vorteilhaft, möglichst viele Dienste im Browser statt als App zu nutzen. Die Installation vieler Apps belegt einiges des chronisch knappen Speichers der Tablets und schlecht optimierte Apps nagen stärker am Akku als die jeweils zum Betriebssystem gehörenden Browser. Besonders bei Googles Betriebssystem Chrome OS verringern Android-Apps die Laufzeit merklich, da die Android-Unterstützung ähnlich wie bei virtuellen Maschinen mithilfe einer Software-Zwischenschicht umgesetzt wird. Das kostet mehr Rechenleistung und somit auch mehr Strom.

Viele Nutzer finden es aber unkomfortabel, jeden Webdienst im Browser zu öffnen. Zum einen, weil man die Seiten über die Bookmarks statt über ein Icon aufrufen muss, zum anderen, weil die Adressleiste und die Browser-Schaltflächen das gewohnte Look-and-Feel ein Stück weit verhunzen.

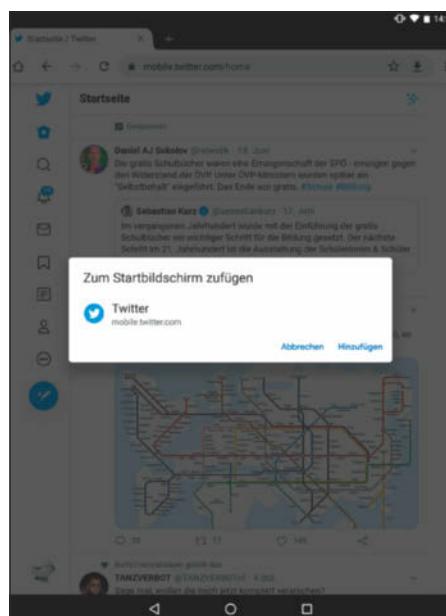
Hier kommen Progressive Web Apps (PWA) ins Spiel: Sie umgehen die Nachteile installierter Apps und bieten trotzdem die Vorteile des geringen Stromverbrauchs und Platzbedarfs. Technisch gesehen handelt es sich bei PWAs nicht um vollwertige Apps mit eigenem ausführbaren Binärkode, sondern um kleine Pakete, die unter anderem ein App-Icon enthalten sowie ein Manifest, das beschreibt, unter welcher URL der eigentliche Inhalt zu finden ist. Das Betriebssystem stellt PWAs aus Nutzersicht wie echte Apps dar, weil viele von ihnen ohne Internetzugang funktionieren, da das Betriebssystem die Webinhalte beim Anlegen der App lokal spei-

chert. Darüber hinaus tauchen sie in der App-Übersicht auf, finden sich in den Menüs zum Teilen von Inhalten – wie etwa das berühmte „Teilen auf Facebook“ – und sie lassen sich auch als Standard-App zum Öffnen bestimmter Links festlegen, wie man es von Twitter-Links gewohnt ist.

Startet man eine PWA, so öffnet sie ein abgespecktes Browserfenster ohne Bedienelemente und führt darin die HTML5-Webanwendung aus. Unter Android kommt dafür die Systemkomponente Android WebView zum Einsatz, bei iOS übernimmt der Safari View Controller.

Die Bibliothek einer Progressive Web App nimmt nur wenige Kilobyte Speicherplatz auf dem Gerät ein. Die Cache-Bereiche für die Webanwendungen bleiben zudem unabhängig vom restlichen Browser, was im Hinblick auf Cookies, User-Tracking und Datenschutz gegenüber dem manuellen Ansurfen im Browser einen weiteren Vorteil bietet. Gegenüber echten Apps punkten PWAs zudem damit, dass sie aufgrund des serverseitig gelieferten Contents keine App-Updates benötigen.

Ein nerviges Ärgernis von PWAs ist allerdings, dass sie sich nicht gezielt installieren lassen und es keinen PWA-App-Store gibt. Stattdessen bieten viele Webdienste wie etwa Twitter oder Instagram beim Besuch der Webseite mit einem aufploppenden Dialog die Installation an. Ob das passiert, hängt unter anderem vom Betriebssystem, der Bildschirmauflösung und vom Browser ab. Grundsätzlich sollte man die Seite mit dem zum Betriebssys-



Viele Web-Dienste bieten die Installation einer PWA an, wenn man die Seite erstmalig besucht.

tem gehörigen Browser nutzen. Manchmal hilft es auch, dort im Einstellungsmenü eine Seitenverknüpfung hinzuzufügen. Manchmal wird dann keine Verknüpfung hinzugefügt, sondern die PWA installiert.

Nutzt man ein Tablet mit Chrome OS oder Windows, gibt es einen weiteren Trick, um beliebige Webdienste fast wie eine autarke App zu nutzen. Voraussetzung dafür ist die Desktop-Version von Chrome. Wer beispielsweise seine Mails über ein Portal im Browser abruft, geht dafür folgendermaßen vor: Nach dem Login ins Postfach öffnet man die Einstellungen des Browsers über das Drei-Punkte-Menü rechts der Adressleiste. Dort tippt man auf „Weitere Tools“ und anschließend auf „Verknüpfung erstellen“. Im nun erscheinenden Dialog setzt man das Häkchen bei „In neuem Fenster öffnen“.

Anschließend wird eine Verknüpfung auf dem Desktop beziehungsweise im App-Menü von Chrome OS angelegt. Ruft man den Webdienst darüber auf, öffnet sich ein neues Fenster mit dem Inhalt und ganz ohne platzfressende Browser-Schaltflächen. Auf Wunsch lässt sich das Fenster per Rechtsklick auch an die Taskleiste anheften – praktisch bei Diensten, die man häufig nutzt.

Diese Chrome-Seitenverknüpfungen liefern ähnliche Vorteile wie PWAs. Dazu zählen die Anwesenheit in der App-Übersicht respektive im Startmenü und statt

A screenshot of the heise online website. At the top, there's a toolbar with icons for Google Chrome, a search bar, and a 'Save for later' button. Below the toolbar, the main content area shows news articles. On the left, there's a sidebar with links to 'E-Autos', 'Bundestag', and other news categories. On the right, there's an advertisement for 'c't Fotografie' magazine. A small window is open in the top right corner, titled 'Verknüpfung erstellen?' (Create link), with the URL 'heise online' and a checkbox for 'In neuem Fenster öffnen' (Open in new window).

Mit der Desktop-Version von Chrome lässt sich jede Webseite als Web-App speichern.

sich auf der Suche nach dem Dienst durch zig offene Browser-Tabs zu wühlen, schaltet man einfach mit Alt+Tab zwischen den einzelnen offenen Fenstern um.

## Fazit

Unterwegs, bei Kunden oder in der Uni stellen Tablets mittlerweile eine brauchbare Alternative zu Notebooks dar. Bei

den mobilen Betriebssystemen sollte man aber eine gewisse Bereitschaft mitbringen, Cloud-Dienste zu nutzen und den Workflow etwas anzupassen. Im Gegenzug bringen Tablets nach Feierabend den Vorteil, dass Surfen, Spielen und Videosstreaming auf ihnen mehr Spaß bereitet als auf den deutlich kleineren Smartphones.

Da Chrome OS und Windows normalerweise auf dem Desktop heimisch sind, erlauben sie eine etwas flexiblere Nutzung mit größerem Angebot an Anwendungen. Android und iOS reichen aber ebenfalls völlig aus, wenn der überwiegende Zweck die Nutzung von Office-Anwendungen ist. Beide Systeme bieten dafür jede Menge Apps für Spaß und Spiel. (spo@ct.de) **ct**

## Tablets mit iOS

Ein iPad kann in vielen Szenarien als leichtgewichtiger und ausdauernder Ersatz für ein schweres Business-Notebook dienen: Zum Abspielen und Bearbeiten von Präsentationen, zum Schreiben und sogar zum Schneiden von 4K-Videos reichen mittlerweile die Rechenleistung und der allerdings recht teure Speicherplatz auf den Apple-Tablets.

Sie lassen sich außer mit dem Touchscreen auch per Stift und Tastatur samt Trackpad bedienen – wie Convertibles, aber tendenziell intuitiver.

Für viele verbreitete Anwendungen gibt es iPad-OS-Entsprechungen, etwa für Photoshop und für den Zugriff auf die Dropbox. Darüber hinaus verarbeiten auch die Apple-Programme Pages, Numbers und Keynote die gängigen Office-For-

mate. Auch Microsoft hat Office-Apps für das iPad, die allerdings nur mit Office 365 sinnvoll nutzbar sind. Nachteilig ist, dass man Apps nur im Apple Store bekommt – da gibt es beim herkömmlichen Notebook mehr Freiheiten. Oftmals bedeutet die iPadOS-Sonderlocke auch, dass Software, die man für Windows oder macOS schon hat, erneut bezahlt werden muss, wenn man sie mit dem iPad nutzen will.

Schlechte Karten hat man, wenn man auf eine bestimmte Software angewiesen ist, die es für das Betriebssystem iPadOS nicht gibt. Dieses früher harte K.o.-Kriterium mildert sich durch den Trend ab, mit dem Browser auf Software in einer Cloud zuzugreifen. Auch weil iPads mit mehr Speicher notorisch teuer sind, lagern viele Nutzer Inhalte auf

Clouds aus, etwa Dropbox oder Nextcloud oder verlegen ihren kompletten Office-Workflow ins Web zu Google Docs oder zu Microsoft. Das macht eine gute Internetverbindung zu einem Muss. Wer sein iPad nur im Büro nutzt, kann durch reine WLAN-Modelle bis zu 170 Euro sparen – mit Wi-Fi und Cellular (LTE) ist man allerdings etwas unabhängiger.

Apropos Sparen: Für ein ordentlich ausgestattetes iPad Pro mit vollwertigem Magic Keyboard (ab 340 €) und Stift (ab 135 €) kann man durchaus 1780 Euro ausgeben (iPad Pro 256 GByte, Apple Care, Magic Keyboard, Stift). Wer nicht so viel schreibt, mag auch zu einer Tastatur eines Fremdanbieters greifen (etwa Logitech Slim Folio pro, 120 €) und spart so mehr als 200 Euro.

## Tablets mit Windows

Bei Tablets mit einem Betriebssystem von Microsoft kommt häufig ein Windows 10 Home S zum Einsatz, das vom Aussehen und der Bedienung weitestgehend den Windows-Versionen gleicht, die man vom Desktop-PC kennt. Das „S“ von Windows 10 Home S bedeutet aber auch, dass unter dieser Version nur Apps aus dem Windows-App-Store laufen.

Wahrscheinlich dürften die meisten Nutzer das jedoch nicht als harte Einschränkung wahrnehmen, denn im App-Store gibt es von Office 365, über Skype bis Netflix und Photoshop Elements eigentlich alles, was man für Arbeit und Freizeit benötigt. Als Bonus sind die Apps in ihrer Bedienoberfläche besser auf kleine Screens und eine Touchbedienung ausgelegt.

Wer ein nicht im Store angebotenes Programm nutzen will, der schaut trotzdem nicht in die Röhre: Der Wechsel von

S auf normales Windows 10 ist kostenlos und erfordert lediglich einen kurzen Download. Sogar ein Upgrade auf Windows 10 Pro ist möglich – hierfür muss man aber eine Lizenz bei Microsoft erwerben.

Nötig ist das jedoch nicht: Bereits mit dem kostenlosen Upgrade auf Windows 10 Home verhält sich ein Surface-Tablet wie ein normales Windows-Notebook. Es beherrscht etwa Mehr-Display-Betrieb, lässt sich an Dockingstationen nutzen und arbeitet mit gängiger Peripherie gut zusammen. Softwareseitig unterstützt es verschiedene Konten und Benutzerrechte und bietet die gleiche Cloud-Anbindung an Office 365 und OneDrive wie auf jedem anderen Windows-PC.

Anders als Android und Chrome OS ist Windows 10 nicht besonders gut auf den Mischbetrieb mit Tastatur und Touchscreen-Bedienung ausgelegt. Die Schalt-

flächen reagieren zwar auch auf Fingertipper, sind jedoch wie beispielsweise die zum Minimieren, Maximieren und Schließen von Fenstern zu klein, um sie zielsicher mit dem Finger zu treffen. Auch fehlen Wischgesten, mit denen man bei Chrome OS und Android die zuletzt genutzten Apps schnell wieder auf den Schirm holt oder mit einer Geste auf den Homescreen gelangt.

Nach Feierabend lässt sich das Surface ohne Tastatur als herkömmliches Tablet benutzen. Wie bei Chrome OS aktiviert sich der Tablet-Modus beim Trennen der Tastatur oder auf Wunsch manuell über die Shortcuts unten rechts in der Taskleiste. In dieser Betriebsart dominiert das Kachelmenü den Home-screen. Die Kacheln lassen sich wahlweise selbst zusammenstellen oder Windows ordnet sie einfach alphabetisch an.



# Mit Stift und Tasten

## Oberklasse-Tablets Apple iPad Air 3, Microsoft Surface Go 2 & Samsung Galaxy Tab S6

**Wer das Tablet auch als Arbeitsgerät einsetzen will, wird in der Klasse ab 10,5 Zoll fündig. Apple, Microsoft und Samsung liefern brauchbare Ware ab 500 Euro. Mit Stift und Tastatur werden die Tablets zu Multitalenten.**

**Von Robin Brand und Steffen Herget**

**F**lache Filmschnitte, E-Book-Reader, Arbeitsgerät: Tablets sind attraktive Alleskönnner und dank Eingabestiften und andockbaren Tastaturen zu Notebook-Konkurrenten gewachsen. Das neue Selbstbewusstsein macht sich auch im Preis bemerkbar – der wird je nach Ausstattung schnell vierstellig. Doch schon um 500 Euro gibt es Multitalente, die fast allen Anforderungen gewachsen sind.

Wir hatten je einen Vertreter mit iPad OS, Windows und Android im Test: Apple iPad Air 3, Microsoft Surface Go 2 und Samsung Galaxy Tab S6. Alle drei Tablets unterstützen Stifteingabe und lassen sich

mit Tastatur-Hüllen ausstatten. Für Stift und Tastatur zahlt man in der Regel einen Aufpreis, abgesehen vom Samsung-Stift, der dem Tab S6 beiliegt. Für welche Zwecke auch ein günstigeres Gerät taugt und wann es doch etwas mehr sein sollte, lesen Sie in der Kaufberatung auf Seite 58.

Alle Geräte sind mit einem 10,5 Zoll großen Screen ausgestattet. Damit sind sie portabel genug, dass man auch mal auf der Couch surfen kann, und ausreichend groß für produktives Arbeiten. Allesamt überzeugen sie mit einer tadellosen Verarbeitung, ihre Metallgehäuse wirken robust und ziehen im Unterschied zu den gläsernen Smartphone-Rücken kaum Fingerab-

drücke an. Besonders rank und schlank hält Samsung das Tab S6 mit hauchdüninem Displayrahmen und unsichtbar unten Display liegendem Fingerabdrucksensor. Ähnlich flach, aber bauartbedingt von recht großen Rändern eingefasst ist das iPad Air 3, schließlich macht sich hier auch der Home Button breit. Nicht ohne Grund wirkt das Surface Go 2 klobiger: Der praktische aufklappbare Standfuß ist in die Rückseite integriert und somit immer dabei.

### Welches Format darf es sein?

In Sachen Displaygröße sind sich die drei Hersteller einig – 10,5 Zoll sind das Maß der Tablets –, nicht aber bei Format und Technik. Das iPad zeigt Inhalte auf einem Panel im klassischen 4:3-Format, etwas breiter gezogen ist das des Surface (3:2); wer es noch breiter mag, greift zum Tab S6 (14:9).

Letzteres ist das einzige im Test mit OLED-Panel: Es deckt in unserem Labor mit AdobeRGB den größten Farbraum ab, es folgen das iPad mit erweitertem DCI-P3-Farbraum und Surface (etwas über sRGB). OLED-typisch besticht das Panel des Tab S6 mit kräftigen Kontrasten und satten Farben. Außerdem leuchtet es mit einer maximalen Helligkeit von 527 cd/m<sup>2</sup> heller als das iPad Air 3 (458 cd/m<sup>2</sup>) und das Surface Go 2 (357 cd/m<sup>2</sup>). Bei direkter Sonneneinstrahlung wird es speziell auf dem Surface anstrengend zu arbeiten.

Dass die Displaywertung dennoch nicht eindeutig an das Tab S6 geht, liegt einerseits daran, dass Apple und Microsoft mit außergewöhnlich guten IPS-Panels dagegenhalten – von der geringen Helligkeit des Surface mal abgesehen. Andererseits leistet sich das Tab S6 auch eine Schwäche: Es ist weniger blickwinkelstabil als iPad und Surface. Alle drei Tablets stellen die Inhalte ausreichend scharf dar. Auf (unnötige) Fabelwerte in Sachen Pixel-dichte, wie sie manch aktuelles Smartphone liefert, verzichten sie. Gut so, das spart Akku.

### Smarte und weniger smarte Stifte

Alle Tablets lassen sich mit Tastatur und Stift bedienen. Passgenau, aber teuer ist das Originalzubehör der Hersteller. Für Smart Keyboard (180 Euro) und Pencil (100 Euro) verlangt Apple saftige 280 Euro, was den relativ erschwinglichen Einstiegspreis des iPad Air arg relativiert. Immerhin geht der hohe Preis auch mit einer tadellosen Verarbeitung einher.

Schon ab etwa 100 Euro ist das Book Cover Keyboard für Samsungs Tab S6 erhältlich, einen Displayschutz muss man nicht extra erwerben, wohl aber Kompromisse im täglichen Einsatz hinnehmen (siehe Kasten auf Seite 69). Der S Pen gehört ohnehin zum Lieferumfang des S6, was den etwas höheren Grundpreis des Geräts ausgleicht.

Zum fast vollwertigen Notebook wird mit der passenden Tastatur das Surface mit großem Trackpad und neigungsverstellbarer Tastatur. Wer ein Tablet mit passender Tastatur und Stift kombinieren möchte, kommt bei Samsung und Microsoft günstiger weg (günstigste Ausstattungsvariante inklusive Tastatur und Stift jeweils ab rund 700 Euro) als bei Apple (circa 800 Euro). In allen Fällen lohnt sich ein Blick auf die Angebote von Drittherstellern.

Alle drei Tastaturen sind bauartbedingt mit schmaleren Tasten bestückt, die Buchstabentasten messen jeweils etwa 14 Millimeter in der Breite. Unterschiede zwischen den drei Testkandidaten ergeben sich dennoch. Durch minimal größere Abstände zwischen den Tasten lässt sich auf der Apple-Tastatur besser schreiben als auf dem Samsung-Pendant. Die höhenverstellbare Surface-Tastatur schützt bei langem Tippen besser vor Ermüdung. Das Apple- und das Microsoft-Keyboard lösen etwas leiser aus als die Samsung-Tastatur, die ihrerseits mit rund 1,4 Millimetern mehr Hub bietet als die Konkurrenten (Apple 0,65 mm, Microsoft 1,1 mm). Ein Trackpad steht nur Surface- und Tab-S6-



**Wackelig:** Im Test löste sich die rückseitige Halterung des Samsung Tab S6 immer wieder. Praktisch ist, dass sie für den Transport den S Pen aufnimmt.

Nutzern zur Verfügung. Wirklich brauchbar ist aber nur das große Trackpad des Surface, das des Tab S6 ist eher ein Notbehelf.

Die Stifte sind unterschiedlich gut in das jeweilige Bedienkonzept eingebunden (mehr dazu in den Kästen). Bei längeren Mitschriften ist man mit den Eingabestiften von Apple und Microsoft im Vorteil, da sie das Format herkömmlicher Kugelschreiber haben. Allerdings kommt die gummierte Spitze des S Pen einem natürlichen Schreibgefühl, wie man es auf Papier hat, näher als die harte Spitze des Apple Pencil, mit der man doch arg widerstandslos über die Glasoberfläche gleitet. Ärgerlich ist, dass das iPad sich nur mit dem Apple Pencil der ersten Generation versteht. Dieser lädt nicht induktiv, sondern umständlich an der Lightning-Buchse des iPad.

### Laufzeiten & Benchmarks

Modell	Geekbench Single-Core [Punkte]	Geekbench Multi-Core [Punkte]	GFXBench Manhattan 3.0 Onscreen [Punkte]	GFXBench Manhattan 3.0 Offscreen [Punkte]	Web-Surfen (normale Helligkeit) <sup>1</sup> [h]	Video (normale Helligkeit) [h]	3D-Spiel (normale Helligkeit) [h]	Stream (normale Helligkeit) [h]
Apple iPad Air 3	besser ▶ 4819	besser ▶ 11627	besser ▶ 59	besser ▶ 148	besser ▶ 11,9	besser ▶ 11,7	besser ▶ 9,2	-
Microsoft Surface Go 2	2189	4285	42	48	15,3	11	-	8,9
Samsung Galaxy Tab S6	3518	11064	57	101	8,3	12,2	10,3	14,6

<sup>1</sup> Laufzeittest bei 200 cd/m<sup>2</sup>

## ARM schlägt x86

So ähnlich sich die drei Tablets beim Eingabe-Mix aus Touchscreen, Tastatur und Stift sind, so unterschiedlich zeigen sie sich bei den Prozessoren. Im iPad steckt ein Apple A12 Bionic, das Galaxy Tab S6 bringt einen Qualcomm Snapdragon 855 mit, das Surface Go 2 wird von einem Intel Pentium Gold 4425Y angetrieben - zweimal ARM-Architektur und einmal x86.

Die Leistungsfähigkeit der SoCs von Apple und Qualcomm ist ähnlich, die beiden ARM-Chips mit 64-Bit-Technik bringen mehr als genug Geschwindigkeit für die jeweiligen Systeme mit. Vor allem iPadOS, aber auch Android sind sehr gut an die ARM-Architektur angepasst. Der Intel-Prozessor hinkt mit seinen zwei Kernen und maximal 1700 MHz Taktfrequenz recht deutlich hinterher, daran ändert auch Multithreading nichts. Zudem muss der Pentium-Prozessor im Surface Go 2 ein vollwertiges Windows-System antreiben und hat damit so seine liebe Mühe. Das gilt nicht nur für die Version mit 4 GByte Arbeitsspeicher, sondern auch für das Tablet mit 8 GByte RAM. In den Benchmark-Ergebnissen laufen die Konkurrenten mit ARM-Prozessor dem Windows-Tablet ebenfalls meilenweit davon.

## Arbeitstiere

Windows als Betriebssystem hat trotzdem viele Vorteile. Vor allem die Flexibilität, praktisch jede gängige PC-Anwendung starten zu können, ist ein dickes Pfund, mit dem das Surface Go 2 wuchern kann. Um die Möglichkeiten voll auszuschöpfen, sollte das Tablet allerdings aus dem eingeschränkten Sicherheitsmodus von Windows 10 Home S befreit werden. Das ist mit ein paar Klicks in wenigen Augenblicken erledigt. Das Update auf Windows 10 Pro ist ebenfalls möglich, kostet jedoch 145 Euro.

Das Galaxy Tab S6 besitzt eine erweiterte Android-Oberfläche, den DeX-Modus. Den hatte Samsung ursprünglich für den Betrieb mit externen Displays entwickelt, auf dem Tab S6 arbeitet DeX auch allein. Die Bedienung von Android ähnelt mit Mauszeiger, Multi-Window-Support, Taskleiste und Startmenü klassischen PC-Betriebssystemen. Wer mit dem Android-Tablet arbeiten möchte, wird das zu schätzen wissen.

Ähnlich ist Apple bei iPadOS vorgegangen. Die Anpassungen an die größere Displayfläche und die Nutzung im Querformat stehen dem seit Jahren optisch nahezu unveränderten iOS gut zu Gesicht und erhöhen den Nutzwert in der Praxis.

## Soundcheck

Große Unterschiede zeigen die drei Tablets in puncto Sound. Während die beiden Stereo-Lautsprecher des Surface Go 2 ziemlich leise und ohne Bass daherkommen und das iPad den Klang nach der Seite abstrahlen lässt, machen die vier AKG-Lautsprecher im Galaxy Tab S6 mächtig Krach, ohne zu übersteuern. Die Tablets von Apple und Microsoft haben einen 3,5-Millimeter-Klinkenanschluss, das Galaxy Tab S6 nicht.

Entsperren lassen sich drei Tablets neben den üblichen Methoden wie PIN und Passwort auch über biometrische Methoden. Apple verpackt einen Fingerabdrucksensor im klassischen Homebutton, bei Samsung sitzt er unter dem Display. Das Surface entsperrt per Gesichtserkennung.

Das Surface Go 2 wird über den Surface Connector geladen, einen länglichen, proprietären Stecker, der magnetisch ansteckt. Das hat den Vorteil, dass sich das Ladekabel einfach löst, wenn das Tablet unachtsam mitgenommen wird oder herunterfällt. Es lädt aber auch über seine USB-C-Buchse und gibt dort Display-



## Apple iPad Air 3

Von klein bis riesig: Die iPad-Palette enthält das passende Tablet für fast jeden Anspruch, von der Multimedia-Flunder (iPad Mini) bis zum 12,9-Zoll-Arbeitstier (iPad Pro). Viele Vorteile der verschiedenen Modelle verbindet das iPad Air 3 [1]. Es ist günstiger als die Pro-iPads, aber potenter als die Einstiegsmodelle. Im Vergleich zum 200 Euro günstigeren iPad 6 bietet das iPad Air 3 doppelt so viel Speicher, mehr Arbeitsspeicher, eine bessere Frontkamera, eSIM und nicht zuletzt den deutlich schnelleren Chip. Während das iPad 6 von Apples A10 befeuert wird, rechnet das iPad Air mit dem 2018er-Modell A12.

Optisch sind sich iPad Air 3 und iPad 6 sehr ähnlich, denn die breite Displayumrandung samt Fingerabdrucksensor haben sie gemeinsam. Die Pro-Modelle kommen dagegen mit schmalem Rahmen und entsperren per Face ID. Anders als beim iPad Pro sitzen eine Lightning- und eine Klinken-, aber keine USB-C-Buchse im Rahmen des iPad Air. Und – anders als es der Name vermuten lässt – ist das iPad Air minimal dicker als das iPad Pro (6,1 vs. 5,9 mm).

Mit seinem 10,5-Zoll-Display ähnelt das iPad Air 3 nicht nur den aktuellen Einstiegs-iPads, sondern auch dem iPad Pro von 2017. Auch die gleichen Apple-Tastaturen lassen sich verwenden; sie docken über den Smart Connector an. Das Smart Keyboard schützt zusammengeklappt das Display, aufgeklappt hält die Tastaturhülle das iPad durch Magnete in Position – das funktioniert deutlich besser als die Samsung-Lösung mit Klebestreifen. Die Tastenabstände sind ausreichend groß und fallen bei der Tastatur des iPad Pro 11" auch nicht größer aus. Auf den 18 Millimeter breiten Tasten lässt sich nach kurzer Eingewöhnung recht gut tippen, wer das iPad mit einer größeren Tastatur kombinieren möchte, muss schon zur 12,9-Zoll-Pro-Version greifen.

Das iPad Air 3 unterstützt die Stifteingabe mit Apples Pencil der ersten Generation (100 Euro), der an der Lightning-Buchse aufgeladen und über diese auch gekoppelt wird. Der Stift ist größer als Samsungs S Pen und liegt speziell bei längerem Schreiben angenehmer in der Hand. Allerdings stört die glatte Oberfläche. Alternativ lässt sich Logitechs Stift Crayon einsetzen, der aber nicht drucksensitiv arbeitet. Nicht kompatibel ist der per Induktion aufladbare Apple Pencil 2. Mit diesem muss man auch auf die Möglichkeit verzichten, per Doppeltipp zwischen zwei Kernfunktionen hin- und herzuwechseln. Schreiben und Zeichnen funktioniert mit beiden Stiften gleich gut.

⬆️ rasend schnell

⬆️ gutes Display

⬇️ unterstützt nur Pencil 1

Preis: 520 Euro bis 820 Euro



## Microsoft Surface Go 2

Das Surface Go 2 ist der Einstieg in die Welt der Tablets von Microsoft, es kostet ab 479 Euro. Der 10,5 Zoll große LCD-Bildschirm ist im 3:2-Format gehalten. Anders als die Surface-Pro-Tablets hat das Go 2 keinen großen USB-A-Port, sondern nur eine USB-C-Buchse. Die taugt aber auch zum Laden und zum Anschluss von USB-C-Monitoren inklusive USB-C-Hub. Der interne Speicher von 64 oder 128 GByte ist erweiterbar, die Top-Modelle verfügen zudem über ein LTE-Modem.

Mit Windows Home als Betriebssystem ist das Surface Go 2 als Arbeitsgerät für unterwegs konzipiert. So richtig nützlich wird es erst mit der passenden Tastatur und dem Stift. Die müssen beide einzeln zugekauft werden, was die Kosten um über 200 Euro erhöht. Die Tastatur hat zwar keine besonders großen Tasten, dafür aber einen angenehmen justierbaren Anstellwinkel und ein großes, präzise arbeitendes Touchpad.

Mit dem Stift lässt sich eine Menge anfangen. In den Systemeinstellungen wird individuell eingestellt, welche Apps sich beim einfachen Klick, Doppelklick oder langem Drücken auf den hinteren Knopf öffnen sollen. Viele Windows-Programme, darunter Adobe Photoshop, sind auf die Stift-Bedienung optimiert. Auf Wunsch kann der Stift in manchen Apps die Maus ersetzen. Die Handschrifterkennung funktioniert im Test sehr ordentlich. Gekoppelt wird der Stift über Bluetooth, zum Transport dockt er seitlich am Surface Go 2 an. Beim Transport in der Tasche hält der Magnet aber nicht fest genug und der Surface Pen fällt leicht ab.

Der Ständer ist beim Surface Go 2 an der Rückseite in das Magnesium-Gehäuse integriert und stufenlos verstellbar. Er hält das Tablet jederzeit stabil in der gewünschten Position. Die Windows-Hello-Kamera ist praktisch zur schnellen Entsperrung des Tablets per Gesichtserkennung, einen Fingerabdrucksensor gibt es nicht.

Größtes Problem des Surface Go 2 im Alltag ist die Performance. Der Intel Pentium 4425Y mit 1,7 GHz in unserem Testgerät ist trotz der 8 GByte Arbeitsspeicher eher lahm. Immer wieder gönnt sich das Windows-Tablet Ladepausen und Gedenksekunden. Der Wechsel vom Hoch- zum Querformat und zurück dauert viel länger als bei den anderen beiden Tablets. Windows entpuppt sich als etwas zu schwer für den leichtgewichtigen Prozessor – es ist eben kein Mobil-Betriebssystem wie Android oder iPadOS.

- ⬆️ vollwertiges Windows 10
  - ⬆️ gute Tastatur mit großem Trackpad
  - ⬇️ Schwache Performance
- Preis: 460 Euro bis 830 Euro



## Samsung Galaxy Tab S6

Nutzer des Tab S6 haben die Wahl, ob sie dieses im regulären Android oder im DeX-Modus verwenden möchten. Das von Samsung optisch angepasste und um einige Funktionen wie Multi Window erweiterte Android bietet sich vor allem als System fürs Filmeschauen oder Browsen auf der Couch an.

Der DeX-Modus ist für produktive Anwendungen gedacht. Auf dem Desktop und in der Taskleiste lassen sich häufig genutzte Programme anpinnen, Rechtsklicken ruft ein Kontextmenü auf, und Anwendungen kann man in frei anpassbarer Größe parallel nebeneinander öffnen. Ganz reibungslos funktionierte der DeX-Modus im Test aber nicht immer, da es Apps gibt, die ihn nicht unterstützen. Bei diesen verlangte DeX nach jeder Größenanpassung eines Fensters nach einem Neustart. Außerdem starteten diese Anwendungen stets in der miniaturisierten Fensteransicht.

Der dem Tablet beiliegende S Pen taugt zu mehr als zum Notizen machen oder Zeichnen. Per Bluetooth LE wird er zur Fernbedienung. Verschiedene Gesten lösen die Kamera aus, wechseln zwischen den Linsen oder zoomen. Außerdem kann man mit dem Stift Videos pausieren oder zum nächsten Song skippen. Geladen wird er in der rückseitigen Lademulde. Schreiben kann man auch mit leerem Akku.

Als Zubehör erhältlich ist das zweigeteilte Book Cover Keyboard, und das ist eine wacklige Angelegenheit. Die für das Tab S6 entwickelte Tastatur dockt über Pogo-Pin-Kontakte an, Magnete halten sie in Position. Aufstellen und wie ein Notebook verwenden lässt das Tablet in Kombination mit der rückseitigen Abdeckung, die auch den Stift aufnimmt, mit integriertem Standbein. Leider halten nicht Magnete, sondern eine Art Klebestreifen den Deckel an Ort und Stelle und das mehr schlecht als recht. Bei der Verwendung löste er sich immer wieder, mal nach wenigen Minuten, mal erst nach mehreren Stunden. Die Konkurrenz hat da bessere portable Lösungen im Angebot.

Wer das Tablet nur an einem festen Arbeitsplatz produktiv verwendet, kombiniert es besser mit dem Charging Dock und einer Bluetooth-Tastatur. Die Tastatur selbst ist gut verarbeitet, bei den kleinen Tasten bleiben Vertipper aber nicht aus, Texte gingen uns im Test mit der Apple-Lösung etwas schneller von der Hand. Praktisch ist das zusätzliche Trackpad als Mausersatz, der Produktivmodus DeX lässt sich direkt per Tastenkombination starten (Fn+DeX).

- ⬆️ tolles OLED
  - ⬆️ gute Lautsprecher
  - ⬇️ wackliges Keyboard
- Preis: 600 Euro bis 800 Euro



Port-Signale aus. Samsung setzt auf den USB-C-Standard, Apple auf den hauseigenen Lightning-Anschluss.

Drahtloses Aufladen unterstützt keines der drei Tablets. Und wirklich schnell geht es auch an der Strippe nicht. Drei Stunden und mehr genehmigten sie sich alle. Mit dem 10-Watt-Netzteil, das dem iPad beiliegt, dauerte es gar vier Stunden, erst mit einem USB-C-zu-Lightning-Netzteil reduzierte sich die Ladezeit auf zweieinhalb Stunden.

Keinen Grund zur Klage gibt es bei den Laufzeiten: Einen achtstündigen Arbeitstag sollten alle Geräte überstehen, wenn sie nicht ununterbrochen unter Vollast laufen. Beim Abruf einfacher Webseiten halten vor allem Surface und iPad lange durch. Beim Tab S6 zieht der OLED ordentlich am Akku, wenn er Seiten mit hohem Weißanteil oder Word-Dokumenten anzeigt. Beim Abspielen von Videos läuft es dagegen noch länger als die ebenfalls recht ausdauernden Konkurrenten.

## Mäßige Kameras

Die Hauptkameras sind bei Tablets weniger wichtig als bei Smartphones, klar. Trotzdem gehören sie dazu, und alle drei Geräte in diesem Vergleich haben auch eine Kamera auf der Rückseite, das Tab S6 gar zwei (13-MP-Hauptkamera und zusätzlicher 5-MP-Ultrawinkel). Das täuscht aber nicht darüber hinweg, dass diese eher da sind, weil das eben so sein muss. Auf Fotoleuchte oder Blitz-LED muss man verzichten, ebenso auf aufwendige Features wie Nachtmodus. Schnappschusstauglich sind die drei Geräte bei gutem Licht dennoch.

Wichtiger ist allerdings die Frontkamera, gerade in Zeiten von Homeoffice,

Zoom-Meetings und Videocalls. In dieser Disziplin enttäuscht vor allem das Surface Go 2 mit seiner 5-MP-Kamera, die viele Details verschluckt und schnell unscharfe Bilder produziert. Die schönsten Selfies macht das iPad, mit ihm macht die Videotelefonie besonderen Spaß.

Apple, Microsoft und Samsung bieten ihre Tablets mit verschiedenen Speichergrößen sowie mit oder ohne LTE-Modul an. Bei Apple kostet der Sprung von 64 auf 256 GByte Speicherplatz rund 150 Euro Aufpreis, LTE schlägt mit etwa 130 Euro zu Buche. Das Galaxy Tab S6 ohne LTE-Modem gibt es nur mit 128 GByte. Für LTE und doppelten Speicher werden im freien Handel jeweils rund 100 Euro Aufpreis fällig. Beim Surface Go 2 wird neben dem Speicherplatz auch

**Das Apple iPad Air 3 versteht sich nur mit dem Pencil der ersten Generation. Die Lademöglichkeit ist eher ungewöhnlich.**

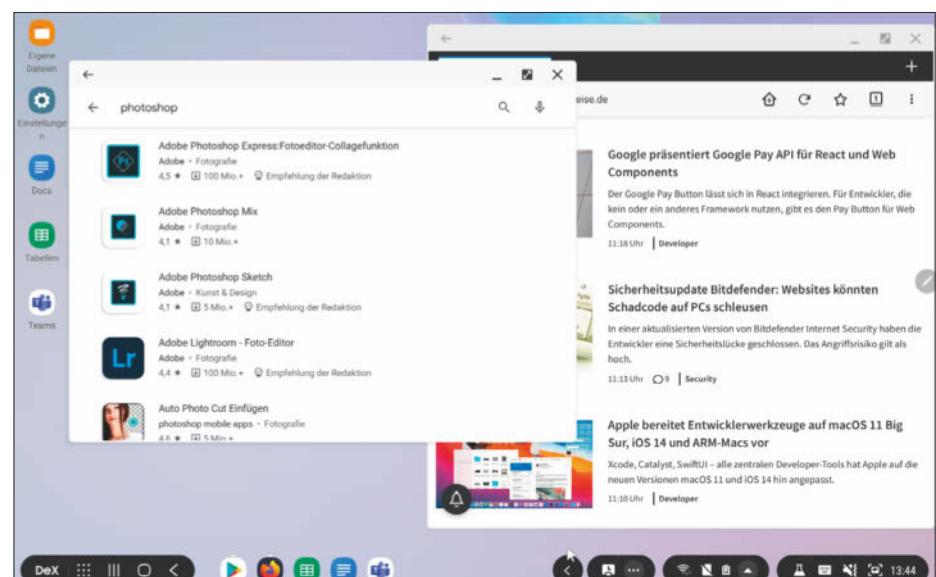
der RAM auf Wunsch verdoppelt, der Sprung von 4/64 GByte auf 8/128 GByte kostet 160 Euro. Wer LTE möchte, muss das Windows-Tablet mit dem besseren Prozessor Core M3 kaufen. Das Prozessor-Upgrade kostet 100 Euro, das Mobilfunkmodul noch einmal 110 Euro mehr.

## Alternativen

Alternativen zu den drei Tablets mit Stift und Tastatur kommen von denselben Herstellern, aber aus anderen Preisklassen. Apples kräftigstes Arbeitstier unter den Tablets ist das iPad Pro, das es in zwei Displaygrößen gibt. Es unterstützt auch den Stift der zweiten Generation sowie das neue Magic Keyboard, das auch ein Trackpad mitbringt. Mit Vollausstattung geht der Preis hier bis auf gut 1800 Euro, ohne Tastatur und Stift. Etwas günstiger sind die Pros von 2018. Die stehen der aktuellen Generation in kaum etwas nach – nur der verzichtbare LiDAR-Sensor und eine zweite Kamera fehlen.

In noch höhere Regionen stößt Microsoft mit dem Surface Pro 7 vor. Der Formfaktor ist zwar immer noch Tablet, aber im Herzen sind diese Geräte vollwertige Windows-PCs. Die größte Ausstattungsvariante hat einen Listenpreis von 2500 Euro – Tastatur und Stift kosten extra, versteht sich.

Samsung hat mit dem Galaxy Tab S6 Lite eine abgespeckte Version des Tablets im Sortiment, die zwar ohne Tastatur, aber mit Stift funktioniert. Wer Geld sparen, aber auf die Tastatur nicht verzichten



In der Samsung-Arbeitsumgebung DeX lässt sich auch bequem mit mehreren geöffneten Fenstern arbeiten.

möchte, greift zum Vorgänger Galaxy Tab S5e. Das neue Huawei Matepad unterstützt ebenfalls Stift und Tastatur und ist günstiger als das Galaxy Tab S6, bietet aber keine Google-Dienste und ist so merklich eingeschränkt.

## Fazit

Kreativ mit Stift, arbeiten mit Tastatur, konsumieren auf der Couch? Im Test hat die Transformation der Tablets wunderbar geklappt – dem maßgeschneiderten Zubehör sei Dank.

Wer vornehmlich lesen und Filme schauen möchte und nur ab und an mal arbeitet, ist mit Tab S6 und iPad am besten beraten. Ihre hellen Displays mit kräftigen Farben und ihr geringes Gewicht prädestinieren sie für den mobilen Einsatz. Der Stift des Tab S6 taugt sogar als Fernbedienung.

Das andere Ende des Testfelds markiert das Surface Go 2: Es erinnert an ein zu klein geratenes Notebook – was durchaus Vorteile hat. Mit einem ausgewachsenen Windows an Bord ist man fürs mobile Arbeiten flexibler aufgestellt als mit den

**Vielfältige Anschlussmöglichkeiten bieten sich Nutzern des Surface Go 2.** Neben dem Surface Connector sitzen USB-C- und Klinkenbuchse im Gehäuserahmen.



anderen Tablets. Praktisch jede Windows-Anwendung lässt sich auf dem Go 2 starten. Genau das ist aber auch das Problem: Im direkten Vergleich zu Notebooks merkt man, dass dem kleinen Surface hier und da die Power fehlt. Auch im Tabletmodus wirkt das Surface behäbiger als die

Konkurrenz. Schick ist das Tastaturcover samt großem Trackpad. (rbr@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Johannes Schuster, Das attraktivste iPad, Apples iPad Air 3 im Test, mac & i3/2019

## Tablets: Ausstattung und technische Daten

Modell	Apple iPad Air 3	Microsoft Surface Go 2	Samsung Galaxy Tab S6
Betriebssystem / Sicherheitspatch	iPadOS 13.5.1 / –	Windows 10 Home S / –	Android 10 / Mai 2020
Prozessor (Kerne) / Grafik	Apple A12 Bionic (2 × 2,5 GHz, 4 × 1,6 GHz) / Apple A12 Bionic	Intel Pentium Gold 4425Y (2 × 1,7 GHz) / Intel UHD Graphics 615	Qualcomm Snapdragon 855 (1 × 2,8 GHz, 3 × 2,4 GHz, 4 × 1,7 GHz) / Adreno 640
Arbeitsspeicher / Flash-Speicher (frei) / Wechselspeicher	3 GByte / 256 GByte (244 GByte) / –	8 GByte / 128 GByte (85 GByte) / MicroSD	8 GByte / 256 GByte (223 GByte) / MicroSDXC
WLAN (Antennen) / 5 GHz	Wi-Fi 5 (2) / ✓	Wi-Fi 6 (2) / ✓	Wi-Fi 5 (2) / ✓
Bluetooth / NFC / Kompass / Standortbestimmung	5.0 / – / ✓ / GPS, GNSS	5.0 / ✓ / ✓ / GPS, GNSS, Glonass	5.0 / – / ✓ / GPS, Glonass, Beidou, Galileo
Fingerabdrucksensor / Status-LED	✓ (im Home Button) / –	– / –	✓ (im Display) / –
5G / LTE / Dual-SIM / eSIM	– / LTE Cat. 16 (1000 MBit/s / 100 MBit/s) / ✓ (nanoSIM + eSIM) / ✓	– / LTE Cat. 16 (1000 MBit/s / 100 MBit/s) / – / –	– / LTE Cat. 20/13 (2000 MBit/s / 316 MBit/s) / – / –
Akku / austauschbar / drahtlos ladbar	30,8 Wh / – / –	26,8 Wh / – / –	26,34 Wh / – / –
USB-Anschluss / OTG / Kopfhörerbuchse	Lightning / – / ✓	Typ-C (3.0) / ✓ / ✓	Typ-C (3.1) / ✓ / –
Abmessungen (H × B × T), Gewicht / Schutzart	25,1 cm × 17,4 cm × 0,6 cm, 464 g / –	14,5 cm × 17,5 cm × 0,8 cm, 543 g / –	24,5 × 16 cm × 0,6 cm, 420 g / –
<b>Kameras</b>			
Kameraauflösung / Blende / optischer Bildstabilisator	8 MP / f/2,4 / –	8 MP / f/2 / –	13 MP / f/2 / – <sup>1</sup>
Selfiekamera Auflösung / Blende / optischer Bildstabilisator	7 MP / f/2,2 / –	5 MP / f/2 / –	5 MP / f/2 / –
<b>Display</b>			
Diagonale / Auflösung (Pixeldichte)	10,5" IPS / 2224 × 1668 Pixel (264 dpi)	10,5" IPS / 1980 × 1280 Pixel (219 dpi)	10,5" OLED / 2560 × 1600 Pixel (293 dpi)
Helligkeitsregelbereich / Ausleuchtung	1,6 ... 458 cd/m <sup>2</sup> / 88,6 %	9,6 ... 357 cd/m <sup>2</sup> / 88,1 %	2 ... 527 cd/m <sup>2</sup> / 87,3 %
<b>Bewertungen</b>			
Bedienung / Performance / Ausstattung	⊕ / ⊕⊕ / ○	⊕ / ○ / ⊕⊕	⊕ / ⊕⊕ / ⊕
Display / Kamera	⊕ / ○	⊕ / ○	⊕ / ○
Preis	520 € (64 GByte, WiFi), 660 € (64 GByte, LTE), 690 € (256 GByte, WiFi), 820 € (256 GByte, LTE)	460 € (Pentium 4425, 4/64 GByte, WiFi), 620 € (Pentium 4425, 8/128 GByte, WiFi), 720 € (Core M3, 8/128 GByte, WiFi), 830 € (Core M3, 8/128 GByte, LTE)	600 € (128 GByte, WiFi), 700 € (128 GByte, LTE), 800 € (256 GByte, LTE)

<sup>1</sup> zusätzliche Ultraweitwinkel-Kamera: (5 MP, f/2,2)    ⊕⊕ sehr gut    ⊕ gut    ○ zufriedenstellend    ⊖ schlecht    ⊖⊖ sehr schlecht    ✓ vorhanden    – nicht vorhanden



# Flinkes OLED-TV

## LGs 48-zölliges OLED48CX9LB für TV und Gaming

**LG stellt mit dem 48CX9LB einen kleinen OLED-Fernseher vor, der auch als Gaming-Monitor taugt. Seine Bewegtbilderwiedergabe besticht, erfordert aber zunächst ein paar Korrekturen.**

**Von Ulrike Kuhlmann**

Organische Displays empfehlen sich dank ihres satten Schwarzes und der kurzen Schaltzeiten sowohl für die Videowiedergabe als auch fürs Gaming. Allerdings gab es bislang keine OLED-Panels für PC-Monitore, sondern nur für kleine Mobilgeräte und große TVs. Der 48CX9LB von LG mit 4K-Auflösung auf 1,21 Metern Diagonale schließt diese Lücke. Seine

Pixel sind mit 0,276 Millimeter genauso groß wie die eines 24-zölligen Full-HD-Monitors. Entsprechend kann man an das kleine LG-TV bis auf 90 Zentimeter heranrücken, ohne dass sich die Pixelstruktur störend bemerkbar macht.

Fernsehzuschauer wird das weniger interessieren, doch wer das OLED-TV für Videokonferenzen oder zum Spielen auf dem Schreibtisch nutzen will, freut sich darüber. Zumal im 48CX9LB ein 120-Hz-Panel steckt, das über einen HDMI-Port in Version 2.1 angesteuert wird.

LG ist der erste TV-Hersteller, der seinen Geräten diesen Anschluss spendiert hat. Das Display kann seine Bildausgabe mit den von der Grafikkarte gelieferten Frames über die in HDMI 2.1 spezifizierte Variable Refresh Rate (VRR) synchronisieren und latenzarm per Auto Low Latency Mode (ALLM) ausgeben. Zusätzlich be-

herrscht es laut Datenblatt AMD FreeSync und Nvidia G-Sync, die im Test aber ein paar Probleme aufwarfen.

Außerdem verschwanden bei PC-Ansteuerung an der rechten und unteren Displaykante je ein bis zwei Pixel unter der schmalen Einfassung. Das fiel im Betrieb nicht weiter auf – der Infobereich der Windows-Taskleiste war beispielsweise komplett lesbar –, in Testbildern war der Fehler aber deutlich zu sehen. Das Seitenverhältnis sollte man im PC-Betrieb im TV-Menü stets auf 16:9 und Just-Scan-Automatik stellen – gegen die fehlenden Pixel hat das aber nicht geholfen.

### Als Gaming-Monitor

Zum Spielen haben wir den 48CX9LB zunächst mit einer Asus ROG Strix GeForce RTX 2080 Ti OC verbunden. Die 1300 Euro teure Karte schafft bei 4K-Ausgabe bis zu 120 fps, allerdings kann sie nicht 4K/120p und HDR gleichzeitig – wer HDR will, muss die Bildwiederholfrequenz auf 60 Hz drosseln. Aktuell gibt es weder Grafikkarten noch Spielkonsole mit HDMI 2.1, die 4K/120p + HDR bei voller Farbauflösung unterstützen.

Die Darstellung bei ultrahoher Auflösung mit 120 Hz ohne HDR und auf 4:2:2 reduzierte Farbauflösung überzeugte im Gaming-Test ebenso wie mit 4K/60p und HDR: Die G-Sync-Synchronisation reichte im Test von 20 bis 120 Hz, war latenzfrei und es zeigten sich so gut wie keine Unschärfe oder Farbschlieren, wie man sie von – auch schnellen – LC-Displays kennt. Im HDR-Betrieb mit eigenem Spiele-Presest geraten die Bilder noch etwas brillanter. Dafür müssen im Bildmenü der erweiterte Farbraum (Ultra HD Deep Color) und ALLM aktiv sein, LG nennt den latenzarmen ALLM-Modus Instant Game Response. Deep Color schaltet das LG-TV üblicherweise an, sobald eine entsprechende Quelle anliegt. Instant Game Response ist im Auslieferungszustand voreingestellt – ohne ihn fehlt der Spiele-Presest im Menü. Weil sehr dunkle Bildstellen etwas absoffen, haben wir den Schwarzpegel – im Menü ist das die „Helligkeit“ – etwas angehoben.

Der Synchronisationsbereich für FreeSync reicht laut LG von 24 bis 120 Hz. Allerdings konnten wir FreeSync an AMD-Grafikkarten zunächst nicht aktivieren. Das gelang erst, als wir dem Grafiktreiber über das Custom Resolution Utility (CRU) ein modifiziertes EDID (Enhanced Display Identification Data) für das

Display unterschoben. Offenbar war das LG-TV an HDMI nicht als FreeSync-Display zu erkennen. Wer an diesem Missstand Schuld hat, ist unklar: Möglicherweise hat AMD die versprochene Treiber-einstellungen für den HDMI-Port noch nicht umgesetzt. Oder LG hat FreeSync nur per VRR an HDMI 2.1 vorgesehen oder die FreeSync-Funktion im TV schlicht noch nicht freigeschaltet.

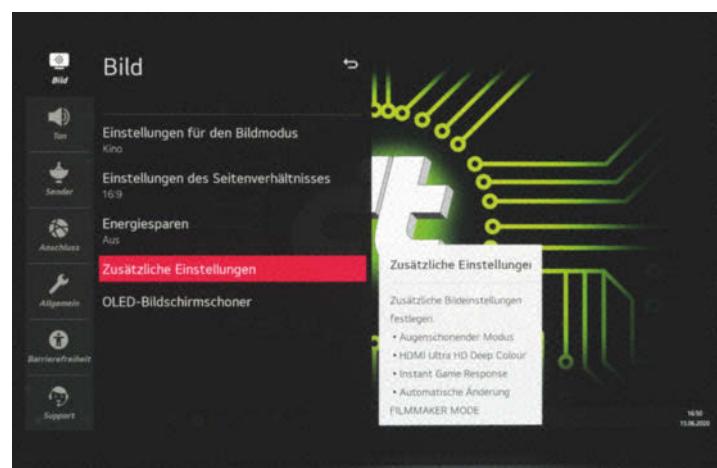
## Als Videodisplay

Für den TV-Betrieb und zum Videoschauen empfiehlt sich der Kino-Bildpreset mit farblich ausgewogener Darstellung. Im HDR-Betrieb am UHD-Blu-ray-Player oder beim Streamen schaltet das Display automatisch in den HDR10-beziehungsweise Dolby-Vision-Modus. Darin hat man eigene Bildpresets, wobei sich auch im HDR-Betrieb der Kinomodus empfiehlt – in hellen Räumen „Kino Home“, in dunklen „Kino“.

Außerdem hält der OLED-Fernseher den neuen Filmmaker-Modus bereit, in dem alle Bildoptimierungen deaktiviert werden, um eine möglichst unverfälschte Darstellung zu erhalten. Nur das Tone Mapping wird dynamisch den HDR-Inhalten angepasst. Schnelle Bewegungen kann man bei Bedarf separat per TrueMotion entrucken. Der Filmmaker-Modus soll sich automatisch aktivieren, wenn entsprechend ausgezeichnete Inhalte zugespielt werden; wir haben aber noch keine gefunden, die diese Automatik auslösen. Gleiches gilt für Dolby Vision IQ, das ähnlich funktionieren soll.

Der Ton gelangt von den Downfire-Speakern über eine Soundrutsche am Fuß direkt zu den Zuschauern. In deren Farbe liegt der Unterschied zwischen den Modellvarianten: Der 48CX9LA hat eine Leiste in „Dark Steel Silver“, unser 48CX9LB und der von LG gelistete

**Die Einstellungen für HDR und Gaming verstecken sich in einer zweiten Ebene des Bildmenüs unter „Zusätzliche Einstellungen“.**



48CX8LB eine in „Light Steel Silver“. Bei einer Wandmontage mit einer VESA-Halterung (Lochabstand 30 cm × 20 cm) strahlen die Lautsprecher mangels Leiste nach unten ab. Die KI-gestützte Soundoptimierung verleiht dem Ton deutlich mehr Volumen, der Klang ist gefällig.

Das Display strahlt an der rechten Seite etwas heller, die Ausleuchtung geht jedoch insgesamt in Ordnung. Die maximale Leuchtdichte des Schirms sinkt systembedingt mit zunehmendem Anteil heller Bildfläche. So fällt sie beispielsweise im HDR-Preset Kino von 610 cd/m² bei 10 Prozent Weiß auf 122 cd/m² auf einem komplett weißen Bildinhalt. Die mittlere Leistungsaufnahme im Videobetrieb beträgt 86 Watt, im Stand-by sind es noch 0,3 Watt.

Komplett vom Strom trennen sollte man das OLED-TV nicht, sonst können die Maßnahmen gegen das sogenannte Einbrennen nicht anlaufen: Dazu gehören die gezielte Ansteuerung stark beanspruchter Displaybereiche und Farben, eine regelmäßige Nachjustierung und eine gleichmäßige Abnutzung. Wer den Stecker ziehen will, sollte damit etwa ein Stunde nach dem Ausschalten warten.

## Fazit

Weil die maximale Leuchtdichte des OLED-Fernsehers bei unter 700 cd/m² liegt, ist man in sehr hellen Räume mit einem leuchtstarken LCD-TV besser beraten. Filmfans, die ihr Wohnzimmer ausreichend abdunkeln können, werden mit der kontraststarken, knackigen Darstellung des OLED48CX dagegen sicher glücklich. Zumal das gut ausgestattete Smart-TV aktuelle Schnittstellen bereithält, vernünftige Optimierungen für Bild und Ton mitbringt, sich per Sprache steuern lässt, Apple Airplay 2 und Miracast unterstützt, alle wichtigen Streaming-An-

bieter an Bord hat und mit Dolby Vision IQ und dem Filmmaker-Modus auf dem neuesten Stand ist. Mit 1800 Euro ist das 48-zöllige OLED-TV aber relativ teuer.

Seine latenzfreie flinke Wiedergabe beim Gaming überzeugte im Test. Standbilder sind für OLED-TVs jedoch tabu: Ob sich der 48CX9LB angesichts eingebledeter Spielstände, Minikarten oder grafischer Elemente für Schnellzugriffe langfristig als Gaming-Monitor bewährt, ist deshalb fraglich. LG als originärer Hersteller des OLED-Panels scheint sich seiner Sache aber recht sicher. (uk@ct.de) ct

## LG OLED48CX9LB

48-Zoll-TV mit OLED-Display	
Display	48 Zoll OLED / 1,21 m Diagonale
Auflösung	3840 × 2160 Pixel (Ultra HD), 92 dpi
Signaleingänge	4 × HDMI 2.1 (inkl. eARC, VRR, ALLM, HDCP 2,3)
TV-Tuner	2 × DVB-T2/C/S2, 1 × CI+ Slot
Weitere Eingänge	3 × USB 2.0, Ethernet, WLAN 802.11ac, Bluetooth 5.0 LE
Lautsprecher	2 × 10 W, 1 × 20 W (Woofer)
Abmessungen	1,07 m × 65 cm × 25 cm / 18,9 kg
Betriebssystem	WebOS 5.0 (Firmware-Version 03.00.60 im Test)
HDR	HDR10, Dolby Vision, Dolby Vision IQ, HLG
Audio	Dolby Atmos, Dolby Digital, Dolby Digital Plus
Ausstattung	HbbTV, USB-Recording, Sprachsteuerung, Amazon Alexa, Google Assistant, Apple Airplay 2, Miracast, DLNA, DIAL
Streaming-Dienste	Netflix, Amazon Prime Video, Disney+, AppleTV+
Bildeindruck TV / Video / Gaming	⊕⊕ / ⊕⊕ / ⊕⊕
Klangindruck	⊕
Ausstattung / Medienfunktionen	⊕⊕ / ⊕⊕
Bedienung	⊕
Garantie	2 Jahre
Preis	1800 €
⊕⊕ sehr gut	⊕ gut
⊖ schlecht	⊖⊖ sehr schlecht



Mit LGs Magic Remote steuert man den Cursor am TV über die Bewegung der Fernbedienung.

# Doppelschlag

## Zwei 2-Bay-NAS im Vergleich

**Netzwerkspeicher mit zwei Platten-schächten passen gut als zentrale Datenlager in kleine Netze. QNAP und Synology bringen im Sommer zwei ähnliche Geräte mit spannenden Unterschieden auf den Markt.**

c't konnte sie vorab testen.

Von Ernst Ahlers

Das TS-253D von QNAP und das DS720+ von Synology ähneln sich nicht nur äußerlich, sie verwenden auch den gleichen x86-Prozessor (Intel Celeron J4125 mit vier Kernen). Es gibt aber interessante Unterschiede: QNAP spendiert dem TS-253D auf 2,5 GBit/s beschleunigte Ethernet-Ports, während Synology seinem DS720+ zwei M.2-Slots für einen SSD-Cache mitgibt. Beides verspricht höhere Schreib-/Leseraten. Was davon beim Nutzer ankommt, haben wir in praxisnahen Messungen überprüft.

Die sonstige Ausstattung (siehe Tabelle) ist typisch für diese Gerätetasse. QNAPs TS-253D hat als Besonderheit einen HDMI-Port, sodass man das Gerät nicht nur als Server, sondern parallel auch als Medien-abspieler einspannen kann. Als VM-Host taugt es ebenfalls zum Windows- oder Linux-Arbeitsplatz für einfache Aufgaben. Beide Geräte eignen sich ferner für den Container-Betrieb mit Docker/LXC, was Prozessor und RAM nicht so stark fordert wie Virtualisierung. Intel spezifiziert den J4125 zwar mit einem maximalen RAM-Ausbau von 8 GByte (2 × 4 GByte). Unserer Erfahrung nach funktionieren die 4000er-Celerons aber auch mit 16-GByte-Modulen, was beim TS-253D auf 32 GByte in der Maximalbestückung hinausliefe. Das DS720+ käme bis auf 18 GByte.

Den Prüflingen merkt man an zwei Merkmalen an, dass ihre Mütter schon lange im NAS-Geschäft sind: Die Konfiguration läuft anwenderfreundlich in einer übersichtlichen, Desktop-artigen

Browseroberfläche, in der man mit wenigen Klicks auch an Einstellfeinheiten wie den Idle-Timeout für Festplatten gelangt. Die Grundausstattung mit Funktionen ist reichhaltig, wobei wir aus Platzgründen auf die Produktbeschreibungen der Firmen verweisen. Administratoren kleiner Netze finden alles, was sie brauchen.

Über einen beiderseits gut bestückten „App-Store“ lassen sich die Geräte funktional erweitern und werden zum Mini-

Server für viele Zwecke. Indes muss man sich hier darauf verlassen, dass die NAS-Hersteller Pakete wie LimeSurvey (Umfrage-Tool) oder Moodle (Lernmanagement-System) regelmäßig pflegen. Wer nicht darauf wetten mag, weicht auf die oben erwähnte Container-Unterstützung aus und gewinnt damit auch Zugriff auf noch viel mehr Anwendungen.

Im Benchmark der grundlegenden NAS-Funktion „Dateien zentral speichern“ über Windows-Freigaben lagen die Prüflinge auf demselben Niveau. Nennenswerte Durchsatzunterschiede konnten wir nur bei großen Dateien ausmachen (siehe Tabelle). Dort zog das TS-253D mit seinen schnelleren LAN-Ports dem DS720+ davon, was natürlich von der restlichen Netzwerkinfrastruktur abhängt: PCs und Switch(es) müssen mindestens mit der NBase-T-Geschwindigkeitsstufe 2,5 GBit/s umgehen können.



**QNAP TS-253D**

Beim TS-253D als Nachfolger des TS-251D beweist QNAP mehr Mut zur Innovation als die Konkurrenz: Das Gerät kommt gleich mit 4 GByte RAM, auf 2,5 GBit/s beschleunigte LAN-Ports und einen PCI-Express-Slot, der auch 10 GBit/s schnelle Netzwerkkarten bedient. Schon damit kann QNAP den höheren Preis gegenüber der Konkurrenz rechtfertigen. Mehr Anschlüsse, etwa einen HDMI-Port für Bildschirme und mehr USB-Ports, bietet das TS-253D auch, aber Erweiterbarkeit für mehr Plattenkapazität wie bei Synology fehlt.

- ⬆ LAN-Ports bis 2,5 GBit/s
- ⬆ PCIe-Slot für Erweiterungen

Preis: 580 Euro



**Synology DS720+**

Die DiskStation DS720+ ist eine modernisierte Variante der Vorgängerin DS718+. Sie hat dem älteren Gerät einen neueren Prozessor und zwei M.2-Slots voraus, ist sonst aber unverändert: Zwei Gigabit-Ethernet-Ports liefern Daten ins LAN, zwei Plattschächte fassen SATA-Platten bis 16 Terabyte, dazu gibts zwei USB-3.0-Ports beispielsweise für Backups auf externe Massenspeicher. Wächst der Kapazitätsbedarf, kann man über den eSATA-Port das Erweiterungsmodul DX517 koppeln, das bis zu fünf Festplatten aufnimmt.

- ⬆ M.2-Slots für SSD-Cache
- ⬆ Kapazität per eSATA erweiterbar

Preis: 460 Euro

Mit SSD-Bestückung konnten wir dem TS-253D flotte 280 MByte/s über einen 2,5-GBit/s-Port entlocken. Wenn das nicht genügt, kann man in seinen PCI-Express-Slot eine schnellere Netzwerkkarte einsetzen. Das NAS erkannte eine Asus XG-C100C aus dem Redaktionsbestand ohne Zutun und baute darüber eine 10 GBit/s schnelle LAN-Verbindung auf.

## Netz-Nachbrenner

Damit legte der Durchsatz beim Zugriff auf mittelgroße Dateien in einem unverschlüsselten Ordner deutlich zu (Schreiben/Lesen mit 130/120 statt 79/98 MByte/s), mit großen Dateien noch viel mehr (502/887 statt 265/280 MByte/s). Die Leserate lag wegen des RAM-Caching über den 560 MByte/s, die die SATA-SSDs hergeben. Auch bei Verschlüsselung kletterten die Daterraten noch ein gutes Stück (189/592 statt 131/280 MByte/s bei großen Dateien).

Mit der XG-C100C stieg die Idle-Leistungsaufnahme des TS-253D um rund 5 Watt. Leider passt ihr Low-Profile-Slotblech nicht zum NAS-Gehäuse. Das mit dem gleichen NBase-T-Controller AQC107 versehene QNAP-Original QXG-10G1T bringt ein passendes Blech mit, ist mit knapp 100 Euro genauso teuer und damit die passende Wahl für Power-User.

Beim TS-253D hat man die Wahl, es statt mit einer schnelleren Netzwerkkarte mit einer M.2-Trägerkarte für einen SSD-Cache zu bestücken. Synology hat sein DS720+ von vornherein auf diese Option festgelegt: Im Boden stecken zwei Klappen, hinter denen M.2-Slots für NVMe-SSDs sitzen. Sie sollen bei Festplattenbestückung in den Hauptschächten den Zugriff auf häufig benötigte Dateien beschleunigen, indem sie beim Lesen zeitfressende Kopfbewegungen der Platten vermeiden beziehungsweise beim Schreiben in ruhigere Zeiten verlagern.

## Zwischenspeicher

Von zwei 250-GByte-SSDs als Schreib-/Lese-Cache erhofften wir besonders beim Lesen kleiner und mittelgroßer Dateien mehr Geschwindigkeit. Beim linearen Zugriff auf große Dateien erwarteten wir indes keine Beschleunigung, weil die Platten dabei selbst schon eine höhere Transferrate hergeben als die Gigabit-LAN-Schnittstellen des DS720+.

Mit dem c't-NAS-Benchmark (siehe [ct.de/ywgk](http://ct.de/ywgk)), der das NAS-Verhalten für

einen einzelnen Nutzer prüft, war kein nennenswerter Gewinn auszumachen: Die Durchsätze unterschieden sich um höchstens 5 MByte/s, am stärksten bei den mittelgroßen Dateien. Weil das am fixen Dateiensatz (1000 kleine, 100 mittlere, 10 große) liegen könnte, der zudem in immer derselben Reihenfolge übertragen wird, probierten wir eine Anwendung mit anderem Verhalten.

Ein Xeon-Server (E3-1240 mit 16 GByte RAM) übersetzte den WireGuard-Hauptzweig inklusive Linux-Kernel (Repository wireguard-linux auf [git.zx2c4.com](http://git.zx2c4.com)), wobei das Quelltext-Verzeichnis über eine Windows-Freigabe eingebunden war. Beim Durchackern der knapp 74.000 Dateien ergab sich ein Laufzeitunterschied von vernachlässigbaren 2 Prozent (88,1 Minuten mit Cache zu 86,6 ohne). Erst beim Wiederholen des make-all-Laufs war das NAS mit Cache messbar flotter (29 Prozent, 8,7 statt 12,2 Minuten). Direkt auf der SATA-SSD des Servers dauerte der erste make-Lauf übrigens nur knapp 28 Minuten, die Wiederholung brauchte gerade mal 20 Sekunden.

## Für Parallelarbeiter

Dass der SSD-Cache in diesen Szenarien keinen beziehungsweise nur einen moderaten Gewinn brachte, macht ihn nicht

generell nutzlos. Er wirkt wahrscheinlich erst bei hohem Füllgrad der NAS-Kapazität – wenn Dateien über die Plattenoberfläche fragmentiert sind – oder bei parallelen Zugriffen vieler gleichzeitig aktiver LAN-Clients so richtig.

Letzteres deuten Ergebnisse von Synology an, die bei einem älteren NAS für ein Schreib-/Lese-Verhältnis von 1:1 etwas mehr als eine Verdoppelung der I/O-Operationen pro Sekunde nennen (1337 statt 586 IOPS, [ct.de/ywgk](http://ct.de/ywgk)). Daraus folgt umgekehrt, dass man einen SSD-Cache kaum braucht, wenn in einem kleinen Netz selten mit parallelen Zugriffen zu rechnen ist.

## Fazit

Wenn der Durchsatz mit großen Dateien wichtig ist, dann hat QNAPs TS-253D mit seinen beschleunigten LAN-Ports und dem doppelt so großen RAM schon im Grundausbau die Nase vorn. Das ein gutes Stück preisgünstigere Synology DS720+ punktet mit einem direkt nachrüstbaren SSD-Cache, der in Netzen mit vielen parallelen Zugriffen Vorteile verspricht. Will man mittelfristig sein ganzes Netz mit NBase-T beschleunigen, optional sogar bis 10 GBit/s, dann ist das TS-253D dennoch attraktiver.

(ea@ct.de) ct

## NAS-FAQ, SSD-Cache-Einfluss:

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

## x86-NAS mit zwei Plattenschächten

Modell	TS-253D		DS720+	
Hersteller	QNAP, <a href="http://www.qnap.de">www.qnap.de</a>		Synology, <a href="http://www.synology.de">www.synology.de</a>	
Bedienelemente	Ein, Copy, Reset, 9 Statusleuchten		Ein, Reset, 8 Statusleuchten	
Anschlüsse	2 × RJ45 (bis 2,5 GBit/s), 3 × USB 2.0, 2 × USB 3.0, HDMI 2.0, PCIe 2.0 x4		2 × RJ45 (bis 1 GBit/s), 2 × USB 3.0, eSATA, 2 × M.2-2280 (NVMe)	
Prozessor	Celeron J4125 (4 Kerne, 2,0 GHz, max. 2,7 GHz)		Celeron J4125 (4 Kerne, 2,0 GHz, max. 2,7 GHz)	
RAM (max.)	4 GByte DDR4 (8 GByte)		2 GByte DDR4 (6 GByte)	
Getestete Firmware	QTS 4.4.2.1320		DSM 6.2.3-25426	
SMB-Durchsatz (schreiben / lesen) unverschlüsselt				
Bestückung	HD: 2 × ST4000VN008	SSD: 2 × 860 Evo 1 TByte	HD: 2 × ST4000VN008	SSD: 2 × 860 Evo 1 TByte
kleine Dateien (1000 × 256 KByte)	32 / 12 MByte/s	33 / 13 MByte/s	26 / 10 MByte/s	10 / 12 MByte/s
mittlere Dateien (100 × 2 MByte)	90 / 47 MByte/s	79 / 98 MByte/s	73 / 73 MByte/s	69 / 58 MByte/s
große Dateien (10 × 400 MByte)	161 / 180 MByte/s	265 / 280 MByte/s	108 / 111 MByte/s	110 / 111 MByte/s
SMB-Durchsatz (schreiben / lesen) verschlüsselt				
kleine Dateien (1000 × 256 KByte)	24 / 12 MByte/s	22 / 13 MByte/s	20 / 11 MByte/s	8 / 13 MByte/s
mittlere Dateien (100 × 2 MByte)	67 / 35 MByte/s	64 / 91 MByte/s	56 / 41 MByte/s	53 / 49 MByte/s
große Dateien (10 × 400 MByte)	125 / 164 MByte/s	131 / 280 MByte/s	110 / 111 MByte/s	108 / 111 MByte/s
Geräuschenwicklung (Idle)	0,4 Sone	0,2 Sone	0,5 Sone	0,2 Sone
Leistungsaufnahme (Idle)	12,5 Watt (26,2 VA)	6,6 Watt (17,5 VA)	13,7 Watt (28,8 VA)	5,4 Watt (14,5 VA)
jährliche Stromkosten <sup>1</sup>	33 €	17 €	36 €	14 €
Preis (ohne Platten)	580 €		460 €	

<sup>1</sup> idle, bei Dauerbetrieb, 0,30 €/kWh, gerundet



## Supervecto-ring-Modem

**Das Modem Zyxel VMG3006 bahnt Routern und Firewalls an extra-schnellen DSL-Zugängen den Weg ins Internet.**

Nutzer von selbstkonfigurierten Firewalls oder Routern ohne integriertes DSL-Modem brauchen einen externen Umsetzer für den Internetzugang. Für Supervectoring-Anschlüsse gab es bisher nur das DrayTek Vigor 165 (Kurztest in c't 4/2019, S. 88) und das ZTE ZXHN H186 (c't 12/2019, S. 80). Nun ist Zyxels VMG3006-D70A dazu gekommen. Es arbeitete bei uns problemlos mit einer Fritzbox 4040 und einem Netgear R7800 und lieferte am Telekom-VDSL-Anschluss vollen Durchsatz. Der Energiebedarf war angemessen.

Das Modem kann über seine Gigabit-Ethernet-Ports drei Router gleichzeitig versorgen, die per PPPoE verschiedene Zugänge nutzen. Der vierte GE-Port ist der Konfiguration per Browser vorbehalten. Ein Betrieb als Router, den das Vigor 165 optional bietet, ist nicht vorgesehen. Der SFP-Slot ist zurzeit noch ohne Funktion. Ende 2020 soll eine Firmware erscheinen, mit der man das Gerät zum Glasfaser-Wandler umwidmen kann. Wer ein Modem für einen schnellen DSL-Anschluss mit Option auf Glasfaser braucht, macht mit dem VMG3006 nichts falsch.

(ea@ct.de)

## Zyxel VMG3006-D70A

Supervectoring-Modem	
Hersteller	ZyxEL, <a href="http://www.zyxel.de">www.zyxel.de</a>
Lieferumfang	Modem, Netzteil, Kabelsatz (Patch, TAE, DSL)
Anschlüsse	xDSL (RJ45), 4 × Gigabit-Ethernet (RJ45), SFP
Bedienelemente	Ein, Reset, 8 Statusleuchten
Getestete Firmware	17.39.12
Nettdurchsatz an T-VDSL	259 / 41 MBit/s
Leistungsaufnahme	5,2 Watt / 8,8 VA
jährliche Stromkosten <sup>1</sup>	14 €
Preis	125 €

<sup>1</sup> idle, bei Dauerbetrieb und 0,30 €/kWh, gerundet



## Funkmikroskop

**Das Zoto Microscope funktioniert dank Akku und eigenem LC-Display auch ohne PC und funkts das Kamerabild per WLAN ans Smartphone.**

USB-Mikroskope bestehen in der Regel aus einer angepassten Webcam, das Videobild liefert der angeschlossene PC. Das Zoto-Mikroskop funktioniert ebenso, stellt aber Objekte auf einem 10,9-Zentimeter-Farbdisplay auch ohne Verbindung zu einem Rechner dar. Die Energieversorgung übernimmt ein fest eingebauter Akku, den man per Mikro-USB-Kabel am PC oder einem USB-Netzteil lädt.

Die Display-USB-Mikroskop-Kombination ist mit einem MicroSD-Kartenslot, in dem sogar eine 32-GByte-Karte steckte, und WLAN gut ausgestattet. Der mechanische Aufbau macht aber einen billigen Eindruck: Mitgeliefert wird ein Alu-Stativ und einem in der Höhe verstellbarem Halter, in den man das Gerät steckt. Die Stellräder für die Höhe haben viel Spiel.

Das Mikroskop selbst besteht aus einem einfachen Plastikgehäuse, aus dem unten der kurze Objektivtubus herausragt. Die Schärfe stellt man über die Höhenverstellung grob und über einen Drehknopf unter dem Display fein ein. Optisch hat das Mikroskop nur eine Vergrößerung; auf der Displayrückseite gibt es einen Up/down-Steller, mit dem sich die Vergrößerung um den Faktor 2 digital erhöhen lässt. Damit erreicht man eine etwa 35-fache Vergrößerung – die Angaben des Herstellers von 50- bis 1000-fach kann man gestrost vergessen.

Immerhin kann das Zoto-Mikroskop das Kamerabild per WLAN an ein Smartphone oder ein Tablet senden. Dazu koppelt man es mit dem mikroskopeigenen ungesicherten Funknetz und installiert die App „Inskam“ aus dem Google Play Store

oder dem Apple App Store. Das Videobild konnten wir per Fingergeste drehen und weiter aufzoomen, doch sieht man bei höherer Vergrößerung nur noch Bildrauschen. Speichern von Bildern und Videos funktionierte in der App nicht. Das klappte mit dem Windows-Programm, das man von der Inskam-Website herunterladen kann ([ct.de/y6re](http://ct.de/y6re)), doch fehlt hier die Zoom-Funktion. Da sich die Zoto-Kamera als Webcam beim Betriebssystem anmeldet, ist sie auch unter Linux und macOS nutzbar – man braucht nur eine Software wie den VLC Player, der direkt auf die Kamera zugreifen kann.

Bilder und Videos nimmt das Gerät auch autonom auf einer MicroSD-Karte auf: Ein kurzer Druck auf die Kamera-Taste ganz links speichert ein Bild, ein längerer startet eine Videoaufnahme. Die Taste rechts daneben ruft das Gerätemenü auf. Darin lassen sich Video- und Fotoauflösung einstellen – der eingebaute CMOS-Kamerachip hat 2 Megapixel-, die SD-Karte formatieren und die Zeit bis zum automatischen Abschalten vorgeben.

Beim Mikroskopieren beleuchten acht LEDs das Objekt, deren Helligkeit man über ein leider nicht linear arbeitendes Stellräddchen auf der Rückseite verändert. Für dunkle Objekte mit feinen Strukturen reicht das Licht aber nicht. Besser eignet sich das Zoto-Mikroskop etwa für Arbeiten an kleinen SMD-Platinen: Da der Mikroskopbus kurz ist, hat man unter ihm genug Platz zum Löten.

Wie die meisten der praktischen USB-Mikroskope stammt auch das Zoto-USB-Mikroskop aus China. Bei Amazon & Co. findet man viele Modelle mit vergleichbarer Ausstattung. Es gibt ähnliche Geräte ohne WLAN und mit nur 1,3 Megapixeln ab etwa 40 Euro, mit 2 Megapixeln ab 55 Euro. Manche unterscheiden sich abgesehen vom aufgeklebten Markennamen und dem Stativ nicht von unserem Testmodell.

(rop@ct.de)

**Inskam-Software:** [ct.de/y6re](http://ct.de/y6re)

## Zoto 4,3-Inch-LCD Wireless Microscope

USB-Kamera-Mikroskop mit eigenem Display und WLAN	
Kameraauflösung	2 Megapixel (1920 × 1088)
Fokusbereich	3 bis 40 cm
Bildfrequenz	30 fps
Akku	1800 mAh, 3,7 V
Betriebssysteme	Windows ab 7, macOS ab 10.8, Android ab 4.4, iOS ab 9.0
Preis	70 €

# Ihr Erfolg liegt uns am Herzen

Wir sind Ihr Ansprechpartner, wenn es um erfolgreiches regionales Marketing geht.  
Umfassende Beratung und Full Service sind für uns selbstverständlich.

Mobil, Online oder Print –  
wir übernehmen das für Sie.



Erfolgreiches  
Marketing  
vor Ort.





# Sein Name ist Nobody

## Android-Smartphone Realme 6 Pro mit Speicher satt und Quad-Kamera

**Den Hersteller Realme kennt hierzulande kaum jemand, dabei gehört die Marke zu einem der größten Smartphonehersteller der Welt. Das Realme 6 Pro bringt jede Menge Speicher und eine bemerkenswerte Kamera mit – und das für 350 Euro.**

Von Steffen Herget

Realme ist eine Marke des chinesischen Konzerns BBK, der unter diesem Namen in den zwei Jahren seit der Gründung bereits stolze 20 Smartphones auf den Markt geworfen hat. Zu BBK gehören auch die bekannteren Smartphone-Hersteller OnePlus, Vivo und Oppo; OnePlus

ist in Deutschland bereits etabliert, Vivo, Oppo und Realme stehen auf diesem Weg noch am Anfang. BBK selbst ist – je nachdem, welchen Marktforscher man zu Rate zieht – insgesamt der dritt- oder gar zweitgrößte Smartphonehersteller der Welt.

Die Bausteine, um mit einem Smartphone unbekannten Namens eine Aussicht auf Erfolg zu haben, sind sattsam bekannt: gute Ausstattung, knapp kalkulierter Preis und am besten noch ein auffälliges Design. Realme kann dabei nicht auf Hilfe durch die Provider bauen, in Deutschland nach wie vor einer der größten Verkaufskanäle für Smartphones – sie führen den Hersteller derzeit nicht.

Die Rückseite des Smartphones zeigt ein auffällig bunt schimmerndes Muster und gleich vier untereinander platzierte Kameras. Ein Hingucker ohne Zweifel,

allerdings hält beim zweiten Blick die Verarbeitung hier nicht ganz mit: Die Kunststoffrückseite lässt sich leicht eindrücken und wirkt nicht besonders hochwertig.

Wichtig sind aber ohnehin die inneren Werte, und die stimmen für 350 Euro. Das Herzstück ist ein Qualcomm Snapdragon 720G mit satten 8 GByte Arbeitsspeicher. Platz für Daten gibt es mit 128 GByte ebenfalls genug. Der Speicher ist erweiterbar, und dafür muss nicht einmal die Dual-SIM-Option geopfert werden – das Realme 6 Pro hat drei Steckplätze für zwei Nano-SIMs und eine MicroSD-Karte.

### Liebesgrüße aus Moskau

Android läuft in der aktuellen Version 10, auch der Sicherheitspatch ist auf dem neuesten Stand – es ist zu hoffen, dass das auch so bleibt und der Hersteller die Software gut pflegt. Die Oberfläche Realme UI 1.0 wirkt insgesamt aufgeräumt und klar strukturiert, sie ist Oppos ColorOS sehr ähnlich. Hier und da gibt es jedoch Details, die aufhorchen lassen. So ist eine App mit kyrillischem Namen und russischen News-Inhalten vorinstalliert, und beim ersten Start von Chrome werden neben Google noch Mail.ru und ein weiterer Dienst mit kyrillischem Namen angeboten. Kurios: Nach dem zwischenzeitlichen Zurücksetzen auf Werkeinstellungen ist die App verschwunden. Die Frage nach der Suchmaschine bleibt jedoch. Das wirkt nicht als vertrauensbildende Maßnahme, auch wenn wir im Test keine verdächtigen Aktivitäten im Hintergrund bemerkt haben.

Nicht ganz zufrieden sind wir mit dem Display. Der Hersteller hat sich für ein IPS-Panel entschieden und offenbar für ein recht günstiges. Die Helligkeit erreicht noch nicht einmal 400 cd/m<sup>2</sup>, das ist bei hellem Sonnenschein viel zu wenig, um den Bildschirm noch gut ablesen zu können. Nicht alltäglich für ein Mittelklasse-Smartphone ist die Bildwiederholrate von 90 Hz, die für flüssigeres Scrollen sorgt. Der Wechsel zwischen 60 und 90 Hz erfolgt manuell oder automatisch.

### Viele Kameras für kreative Möglichkeiten

Viele Kameras gehören bei modernen Smartphones zum guten Ton, da macht auch das Realme 6 Pro keine Ausnahme. Die vier Objektive an der Rückseite bilden ein gutes Spektrum ab: Hauptkamera mit 64-Megapixel-Sensor, 12-Megapixel-Tele mit 54 Millimeter Brennweite, Ultraweit-

winkel mit 8 Megapixel sowie eine Macro-Optik mit 2-Megapixel-Sensor. Das sorgt für jede Menge kreative Möglichkeiten, wenngleich der Zoom mit einem 2x-Faktor eher bescheiden ausfällt - allerdings gehen die Konkurrenten mit 5x oder gar 10x dann auch ins Geld. Der Samsung-Sensor Isocell Bright GW1 fügt in der Standardeinstellung vier Pixel zu einem zusammen - aus den 64 Megapixel werden so 16. Für Selfie-Fans lugt an der Vorderseite eine Dual-Kamera mit 16 und 8 Megapixel hervor.

Die Bildqualität der Fotos, die das 6 Pro ab liefert, kann sich bei guten und mittleren Lichtbedingungen absolut sehen lassen. Belichtung und Kontraste passen und die Farben strahlen, ohne zu übertreiben. Zwar schärft die Kamerasoftware meist ordentlich nach, das ist aber erst beim Hereinzoomen störend. Mit vollen 64 Megapixel leidet die Bildschärfe etwas, aber der Detailreichtum ist bemerkenswert. Ultraweitwinkel und Tele fallen bei der Bildschärfe und der generellen Qualität deutlich ab und sind bei schlechten Lichtbedingungen kaum zu gebrauchen. Die Makro-Kamera hätte sich Realme sparen können, ebenso wie die Weitwinkel-Frontkamera. Normale Selfies sind scharf und kontrastreich, die mit Weitwinkel aufgenommenen Aufnahmen matschig und unnatürlich. Insgesamt sticht die Hauptkamera in dieser Preisklasse positiv heraus, die Zusatzkameras bieten klassenübliche Kost.

Der Akku ist mit 4300 mAh auf dem Papier ordentlich kräftig ausgefallen. Im Alltag hat das Smartphone keine Mühe, von morgens bis abends durchzuhalten. Zwei Tage schafft aber nur, wer sich doch recht deutlich einschränkt und nur das Nötigste erledigt.

Ist der Akku einmal leergesaugt, spielt das 6 Pro eine seiner Stärken aus: die schnelle Aufladung. In etwa einer Stunde schaufelt das 30 Watt starke Schnellladegerät den Stromspender wieder auf volle 100 Prozent. Schade: Auf kabellose Lade-technologie mit dem Qi-Standard muss der Käufer trotz der dafür geeigneten Plastikrückseite verzichten.

## Kleiner Bruder Realme 6

Wer es noch ein bisschen günstiger mag, greift zum Schwestermodell Realme 6 ohne „Pro“. Das kostet in der identischen Speicherausstattung etwa 50 Euro weniger. Mit einem Helio G90T als Prozessor ist es nominell schwächer ausgestattet -

was sich allerdings im Alltag und in den Benchmarks kaum bemerkbar macht. Dafür leidet die Akkulaufzeit, denn der MediaTek-Chip ist stromhungriger als der von Qualcomm. Die Haupt-, Ultraweitwinkel- und Makro-Kameras sind identisch, nur das Teleobjektiv wurde gestrichen und durch eine Depth-of-Field-Kamera mit 2-Megapixel-Sensor ersetzt. Bei ordentlichen Lichtbedingungen macht auch das Realme 6 in aller Regel brauchbare Bilder, die allerdings mit der Hauptkamera etwas weniger scharf sind als die des 6 Pro. Das liegt am schwächeren Bildsignalprozessor des MediaTek-SoC.

Ein echter Pluspunkt des günstigeren Modells: Auch hier steckt ein 90-Hz-Display drin.

## Fazit

Das Realme 6 Pro hält in der Preisklasse locker mit und sticht mit guter Hauptkamera, 8 GByte Arbeitsspeicher und 90-Hz-Display sogar heraus. Ein Fragezeichen steht unter anderem bei der Software und der Update-Versorgung, hier fehlen noch die Erfahrungswerte mit der jungen Marke. Alternativen zum Realme 6 und 6 Pro finden sich etwa bei Samsung mit dem Galaxy A51 oder A71, bei Xiaomi mit aktuellen Modellen wie dem Redmi Note 9 sowie bei LG mit dem G8S. Denen fehlen allerdings allesamt der üppige Arbeitsspeicher sowie das 90-Hz-Display. Wer das will, muss anderswo deutlich tiefer in die Tasche greifen. Gut möglich, dass Realme mit der Strategie ins Schwarze trifft. (sht@ct.de) ct

## Realme 6 / 6 Pro

Hersteller	Realme	Realme
Modell	6	6 Pro
Betriebssystem	Android 10	Android 10
Patchlevel	Mai 20	Mai 20
Varianten	Blau, Weiß	Blau, Rot
Ausstattung		
Prozessor	Mediatek Helio G90T	Qualcomm Snapdragon 720G
Kerne × Takt	2 × 2,1 GHz, 6 × 2 GHz	2 × 2,3 GHz, 6 × 1,8 GHz
Grafik	ARM Mali-G76 MC4	Qualcomm Adreno 618
Arbeitsspeicher	8 GByte	8 GByte
Flash-Speicher (frei)	128 GByte (113 GByte)	128 GByte (113 GByte)
Wechselspeicher (Format)	✓ (microSD)	✓ (microSD)
WLAN / 5 GHz / Antennen	WiFi 6 / ✓ / 2	WiFi 6 / ✓ / 2
Bluetooth / NFC / Kompass	5.1 / ✓ / ✓	5.1 / ✓ / ✓
GPS/Glonass/Beidou/Galileo	✓/✓/✓/✓	✓/✓/✓/✓
LTE-Band 1/3/7/8/20/28/32	✓/✓/✓/✓/✓/✓/-	✓/✓/✓/✓/✓/✓/-
SIM / Dual / SD separat / eSIM	nanoSIM / ✓ / ✓ / -	nanoSIM / ✓ / ✓ / -
Fingerabdrucksensor	✓ (Powerbutton)	✓ (Powerbutton)
Kopfhöreranschluss	✓	✓
USB-Anschluss / OTG / DP	USB-C (2,0) / ✓ / -	USB-C (2,0) / ✓ / -
Akku / drahtlos ladbar	4300 mAh / -	4300 mAh / -
Abmessungen (H × B × T) / Gewicht	16,2 cm × 7,4 cm × 1,1 cm / 196 g	16,38 cm × 7,58 cm × 1,1 cm / 202 g
Gehäusematerial	Plastik, Metallrahmen	Plastik, Metallrahmen
Netzteil	30 Watt, 30 W Flash Charge	30 Watt, 30 W Flash Charge
Kamera-Tests		
Hauptkamera Auflösung / Blende / OIS / Pixel	64,4 MP / f/1,8 / - / 9280 × 6944	64,4 MP / f/1,8 / - / 9280 × 6944
Videos in 4K / FullHD	30 fps / 60 fps	30 fps / 60 fps
Tele Auflösung / Blende / OIS / Zoom	-	12 MP / f/2,5 / - / 2x
Ultraweitwinkel Auflösung / Blende / OIS	8 MP / f/2,3 / -	8 MP / f/2,3 / -
Macro Auflösung / Blende / OIS	2 MP / f/2,5 / -	2 MP / f/2,5 / -
Frontkamera Auflösung / Blende / Pixel	15,9 MP / f/2,1 / 4608 × 3456	15,9 MP / f/2,1 / 4608 × 3456
zweite Frontkamera Auflösung / Blende / Pixel	-	8 MP / f/2,2 / 3624 × 2448
Display-Messungen		
Diagonale / Technik	6,5 Zoll / LCD (IPS)	6,6 Zoll / LCD (IPS)
Größe	15,1 cm × 6,7 cm	15,2 cm × 6,8 cm
Auflösung	2400 × 1080 Pixel	2400 × 1080 Pixel
Punktdichte	404 dpi	401 dpi
Helligkeitsregelbereich	2,9 ... 382 cd/m²	2 ... 372 cd/m²
Ausleuchtung	89%	91%
Preis		
Listen- / Straßenpreis	300 € / 270 €	350 € / 320 €
✓ vorhanden	- nicht vorhanden	k.A. keine Angabe



# Stick-in-a-Box

## MagentaTV-Stick: Fernsehen von der Telekom

**Streamingdienste in allen Ehren, doch so ganz mögen die meisten Kunden auf lineares Fernsehen nicht verzichten. Die Telekom verspricht mit ihrem HDMI-Dongle fürs TV das Beste aus beiden Welten.**

Von Sven Hansen

**E**in TV-Stöckchen schaut irgendwie anders aus: In der Verpackung des MagentaTV-Stick der Telekom steckt ein HDMI-Dongle, der vom Format her eher an Googles Chromecast erinnert. Das etwa 8 × 8 Zentimeter große Kistchen bamstelt an einer kurzen HDMI-Zuleitung und wird direkt an einen Port des Fernsehers gesteckt. Dank der mitgelieferten Klettklebepunkte lässt es sich an der Rückseite des TVs befestigen.

Ein 1,5-A-Netzteil liefert dem „Stick-in-a-Box“ den nötigen Strom. Alternativ versorgt man ihn direkt über den Fernseher, sofern dieser eine USB-Buchse mit 1,5 A bietet. Im Innern des Telekom-Sticks werkelt ein Quadcore ARM Cortex-A53 mit 1,8 GHz, womit er etwa in der Klasse des FireTV 4K von Amazon spielt.

Bestandskunden der Telekom erhalten das Gerät zu bevorzugten Konditionen, es lässt sich jedoch mit jedem beliebigen Internetanschluss nutzen. Drei Monate kann man auf den dazugehörigen TV-Dienst MagentaTV gratis zugreifen, danach kostet er monatlich 8 Euro (5 Euro für Telekomkunden).

### Start

Die Ersteinrichtung erfolgt in zwei Stufen. Der Dongle nutzt das von Google für den Einsatz auf Fernsehern optimierte Betriebssystem Android TV. Mithilfe der Bluetooth-Fernbedienung meldet man das

Gerät ans WLAN im 2,4-GHz- oder 5-GHz-Band an. Die Box kann – muss aber nicht – mit einem Google-Konto verknüpft werden. In einem zweiten Schritt richtet man MagentaTV als Live-TV-Dienst ein. Entweder legt man hierfür einen entsprechenden Account direkt am TV an oder loggt sich mit einem MagentaTV-Konto ein. Danach offeriert das System einige Standard-Apps zur Installation, darunter die Mediatheken der öffentlich-rechtlichen Sender und die VoD-Dienste Prime Video, Netflix und Disney+. Nach einem Firmware-Update ist der Stick startklar.

Die Telekom nutzt Android TV nur als Unterbau und ersetzt Googles Standard-Oberfläche komplett durch eine eigene, die weitgehend der anderer MagentaTV-Receiver der Telekom entspricht. Der TV-Bereich steht an prominenter Stelle, der Stick beginnt sogar gleich nach dem Booten mit der Wiedergabe der Audiospur des zuletzt aktiven Senders.

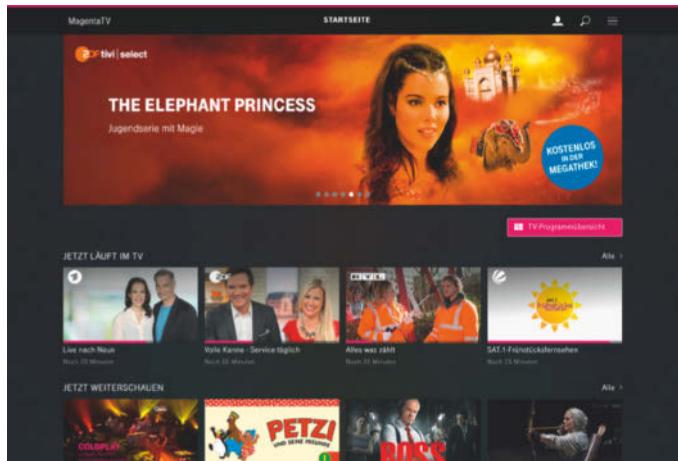
Mit der Bluetooth-Fernbedienung hat man die Box gut im Griff. Sie reagiert flott auf Nutzereingaben und Menüs sind flüssig animiert. Neben dem üblichen Steuerkreuz gibt es auf der Fernbedienung Direktwahlstellen fürs EPG, den App-Bereich, die Mediatheken und natürlich fürs Live-TV. Im vorderen Bereich der Fernbedienung steckt eine IR-Diode. Damit ließe sich theoretisch die Lautstärke eines TV-Gerätes oder Receivers einstellen, allerdings fehlt eine entsprechende Einstellungsmöglichkeit im Menü.

Direkt von der Stromzuleitung des Netzteils geht eine USB-A-Buchse ab, über deren Verwendungsmöglichkeiten das Handbuch keinen Aufschluss gibt. Die Buchse ist nach USB 2.0 spezifiziert und liefert maximal 500 mA. Daran kann man einen Cordless Desktop, ein Speichermedium oder einen Game-Controller anschließen. Allerdings scheint die Oberfläche nicht unbedingt für die Nutzung solcher Gerätschaften optimiert zu sein: Die Navigation mit der Tastatur klappt nicht immer, mit der Maus erreicht man Bedienelemente ohne Funktionen und ein Standard-Ethernet-Dongle lief im Test gar nicht. Insgesamt macht die Integration externer Geräte einen unfertigen Eindruck.

### Oberflächliches

Die Startseite des MagentaTV-Stick gewährt den Zugang zu allen wichtigen Inhaltskategorien wie Kids, Film, Serie, Sport oder Musik. Im Bereich Megathek finden sich einige exklusive Inhalte, Filme und Serien

Unter Windows kann man das MagentaTV-Abo über einen Webplayer abrufen.



sowie Zugänge zu den erweiterten Mediatheken ARD plus und ZDF Select. Dort kann man beispielsweise alle „Tatort“-Episoden seit 1970 abrufen oder findet neben kompletten Staffeln aktueller Serien auch „Der Alte“, „Stahlnetz“ und „Raumschiff Orion“.

Das MagentaTV-Abo erlaubt es, Live-TV-Sendungen in der Cloud aufzuzeichnen. Der Speicherplatz ist dabei auf magere 24 Stunden begrenzt. Zum Live-TV-Paket gehören über 50 Sender in Full-HD-Qualität. Bei Bedarf lässt sich das Angebot durch ein zusätzliches Film- oder Sport-Paket erweitern. Mit letzterem kann man Spiele der dritten Fußball-Bundesliga sowie Frauenfußball, Basketball- und Eishockey-Ligen streamen.

Die Telekom bietet für MagentaTV auch kostenlose Apps für iOS und Android an. So kann man das TV-Abo auch unterwegs nutzen. Bis zu fünf Geräte lassen sich am MagentaTV-Abo anmelden. Bis zu zwei Streams kann man parallel abrufen.

## Google inside

Hat man ein Google-Konto hinterlegt, kann man über den Apps-Bereich auf den Play Store zugreifen und zusätzliche Anwendungen herunterladen. Damit verlässt man die MagentaTV-Oberfläche, was zwangsläufig einen Bruch der Benutzerführung mit sich bringt. Netflix, Disney+ und Prime Video lassen sich flüssig bedienen, allerdings klinkte sich bei Amazons Prime App die 4K-Wiedergabe nicht ein. Darüber hinaus ist die Auswahl an Apps recht übersichtlich und einige Play-Store-Anwendungen scheinen gar nicht mehr gepflegt zu werden.

Als Android-TV-Device ist die Telekom-Box mit Chromecast ausgestattet, kann also ausgewählte Video- und Audio-Streams vom Smartphone oder Tablet übernehmen und auf den großen Fernseher übertragen.

her bringen. Zudem lassen sich einige Standard-Google-Apps nutzen. Wer beispielsweise Filme über Google Video gekauft hat, kann sie direkt mit dem Telekom-Gerät abrufen oder über Google Play auf Spielstände in der Cloud zugreifen.

Der Google Assistant ist natürlich auch mit an Bord. Er lässt sich durch das Drücken der entsprechenden Taste auf der bidirektionalen Fernbedienung aktivieren. Eine rote LED zeigt an, dass man einen Befehl über das integrierte Mikrofon absetzen kann.

## Fazit

Live-TV, Mediatheken nebst Archiv, alle wichtigen Streaming-Apps und Chromecast on Top – der Stick-in-a-Box der Telekom integriert tatsächlich viele Funktionen in einem Gerät. Das in Sachen Bedienerführung nicht immer alles aus einem Guss ist, sei verziehen.

Wer nur einen Live-TV-Dongle sucht, wird sich über die Instant-TV-Funktion freuen. Ein ähnliches Startverhalten bekommt man beim konkurrierenden Fire-TV-Stick nur mit Klimmzügen hin. Das MagentaTV-Abo mit einer Handvoll exklusiver Inhalte, vollen Mediatheken und der Option auf zusätzliche Sport- oder Film-Highlights wird manch einem Kunden als Netflix-Ersatz vollkommen genügen. Insgesamt ist der Stick-in-a-Box ein spannendes Gesamtpaket. (sha@ct.de) **ct**

## MagentaTV-Stick

### TV-HDMI-Dongle

Hersteller	Telekom, <a href="http://www.magentatv.de">www.magentatv.de</a>
Lieferumfang	Dongle, Bluetooth-Fernbedienung, Netzteil
CPU	Quad-core 1.8 GHz (ARM Cortex-A53)
Kommunikation	Wi-Fi 5 (2,4 / 5 GHz), Bluetooth
Standby	0,6 Watt
Preis	70 €

Brückenarchitekt aus Leidenschaft – Ihre Verbindung zu Thomas-Krenn



## Malte Rosenberger

Unser Held im Key Account Management

Malte legt sich für seine Kunden immer zu 100 Prozent ins Zeug und verbindet, was zusammen gehört:

Aufgaben mit den Lösungen, Kunden mit unseren Technik-Spezialisten sowie Unternehmen mit leistungsstarker Hard- und Software.

Als passionierter Brückenbauer zwischen Menschen stellt er sicher, dass Ihr Projekt erfolgreich im Ziel ankommt.

**+49 (0) 8551.9150-300**

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

**THOMAS  
KRENN®**



ersten Start fragt lediglich nach Mailadresse und Mailprovider, richtet den Account ein und generiert ein PGP-Schlüsselpaar. Man bekommt davon nichts mit und kann beispielsweise nur hoffen, dass die App nicht per POP3 das Postfach leert, sondern IMAP nutzt (was sie tut).

Optionen sucht man auch später meist vergeblich: In der Voreinstellung nutzt die App den generierten Key ohne weitere Nachfrage und verschlüsselt Nachrichten an alle Empfänger, zu denen sie Keys im eigenen Speicher findet. E-Mails zu signieren ist gar nicht vorgesehen. Weil der private Schlüssel nicht Passphrase-geschützt ist, bekommt man tatsächlich von der Verschlüsselung nichts mit. Möchte man nicht verschlüsseln, muss man das vor dem Senden mit Tipp auf das Schildsymbol über „Schutz abschalten“ in jeder Mail einzeln angeben.

Eine Schlüsselverwaltung gibt es im pEp-Client nicht. Allerdings lässt sich ein bestehendes Schlüsselpaar über die „Einstellungen“ importieren und als Default einrichten, womit das vorhandene pEp-Schlüsselpaar verdrängt wird. Der Transfer aufs iOS- oder iPadOS-Gerät funktioniert über eine Dateifreigabe der App, die man mit macOS oder iTunes unter Windows via USB erreicht. Sie klappt allerdings nur, wenn man zuvor die Passphrase vom privaten Schlüssel entfernt. Diese lässt sich auch später auf dem Gerät nicht wieder zufügen, sodass der Schlüssel ohne Passwortschutz im Speicher liegt.

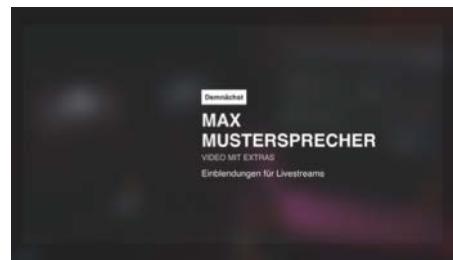
Die pEp-App für iOS kommt ansonsten als sehr simple, gut funktionierende Mail-Client-Alternative in deutscher Sprache aufs Gerät. Das dominierende grelle Grün der Oberfläche ist sicherlich nicht jedermanns Sache. Auch ansonsten wirkt die App alles andere als schick. Selbsterklärend ist wenig, und erklärende Hilfetexte findet man kaum. Erst das in der App verlinkte, englischsprachige Handbuch unterstützt verwirzte Nutzer ein wenig. Hier sollte pEp gründlich nacharbeiten, wenn man es sich nicht schnell mit frustrierten Nutzern verscherzen möchte.

(hob@ct.de)

(jam@ct.de)

## pEp V.1.1.011

OpenPGP-Mail-Verschlüsselung für iOS und iPadOS	
Hersteller	pEp Security SA, <a href="http://www.pep.security">www.pep.security</a>
Systemvoraus.	iOS 11 oder neuer
Apple-Store-Link	<a href="https://apps.apple.com/us/app/p-p-id1375458631">https://apps.apple.com/us/app/p-p-id1375458631</a>
Preis	3,49 €



## Video mit Extras

**Webinare, Videokonferenzen und Livestreams sind schlagartig alltäglich geworden. Wer bessere Streams senden möchte oder Konferenzen organisiert, wertet das Videobild mit der Software H2R Graphics auf.**

Gleich zwei Funktionen stecken in H2R Graphics: Overlays, also Schnipsel, die man über ein anderes Kamerabild legt, und eine Pausen-Ansicht, die den nächsten Programm-Punkt einer Konferenz ankündigt. Die Informationen dafür bezieht H2R Graphics aus einer Google-Docs-Tabelle und reagiert auf dort vorgenommene Änderungen.

Aus dem Fernsehen kennt man sogenannte Bauchbinden, also die Balken am unteren Bildrand, die Name und Berufsbezeichnung des gezeigten Sprechers enthalten. Solche erzeugt H2R Graphics genauso wie die Ticker, die man von Nachrichtensendern kennt.

Der Einsatz von H2R Graphics ist aber nicht ganz trivial. Ausgelegt ist die Software für das Zusammenspiel mit einem kleinen Videomischer; ein zweiter Rechner mit HDMI-Eingang und einer Software wie OBS funktioniert aber auch. H2R Graphics zeigt die Ausgabe in einem separaten Fenster an – dieses muss der Regisseur auf einen zweiten Videoausgang seines Windows-PC oder Macs schieben. Für die Overlays muss er dann eine Chroma-Key-Funktion aktivieren. Für gelegentliche Hobby-Streamer ist das eher zu viel Aufwand, für den professionellen Betrieb dagegen eine lohnenswerte Aufwertung des Streams.

(jam@ct.de)

## H2R Graphics

Overlays für Video-Streams	
Anbieter	Here to Record, <a href="https://heretorecord.com/graphics">https://heretorecord.com/graphics</a>
Overlay-Funktionen	Bauchbinden, Ticker, Timer, Logo, Einblendungen
Systemvor.	macOS und Windows
Preis	kostenlos

# Vorsprung reloaded.

**Neue Erfolge entstehen aus dem Wissen der Vergangenheit.** Bestellen Sie deshalb jetzt das gesammelte Know-how Ihrer Fachmagazine: Die wichtigsten Informationen und Inspirationen kompakt auf den neuen Archiv-Discs – Vorsprung wie bestellt, einfach online im heise shop.

## Bessere Aussichten mit dem Blick zurück:

Fakten, Meinungen, Tests und Hintergrundwissen – das Jahressarchiv 2019 mit allen Beiträgen aus 26 c't-Heften auf DVD **24,50 €**  
auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,50 €**



[shop.heise.de/ct-archiv](http://shop.heise.de/ct-archiv)

## c't-Know-how XL:

Der Inhalt der letzten 14 Jahre c't, 2005 bis 2019 auf DVD **79,- €**

## c't-Know-how XXL:

Alle Artikel von 1983 bis 2019 auf Blu-ray Disc **99,- €**  
auf 64 GByte USB 3.0-Stick **139,- €**



[shop.heise.de/ix-archiv](http://shop.heise.de/ix-archiv)

## Ein Jahr iX-Know-how für IT-Experten:

Nachlesen, vergleichen, absichern – alle iX-Inhalte kompakt.

auf DVD **24,50 €**  
auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,50 €**

## iX-Know-how XL:

Die Archiv-DVD mit allen Beiträgen von 1994 bis 2019 auf DVD **69,- €**

## iX-Know-how XXL:

Alle Beiträge von 1988 bis 2019 auf 64 GByte USB 3.0-Stick **109,- €**



[shop.heise.de/tr-archiv](http://shop.heise.de/tr-archiv)

## Technology Review-Know-how XL:

Alle Artikel von 2003 bis 2019 auf DVD **59,- €**



Bestellen Sie ganz einfach online im heise shop oder per E-Mail: [service@shop.heise.de](mailto:service@shop.heise.de)

© Copyright by Heise Medien.

# Facelifting

## Adobe Photoshop CC: vereinfachter Raw-Import und Freistellen mit KI

**Der Import-Dialog Camera Raw von Photoshop CC kommt mit einer deutlich überarbeiteten Bedienoberfläche. Außerdem hat Adobe die KI-Funktionen zum automatischen Freistellen erweitert.**

Von André Kramer

Adobe Photoshop CC sieht nach dem Juni-Release der Creative Cloud weitgehend aus wie immer. Den Raw-Import-Dialog Adobe Camera Raw hat der Hersteller aber vom Kopf auf die Füße gestellt.

Freundlicherweise lässt Camera Raw 12.3. Nutzern die Wahl, ob der Dialog im alten oder im neuen Layout startet. Die neue Oberfläche wirkt deutlich aufgeräumter. Die Werkzeugeiste liegt nicht mehr oben, sondern rechts. Die Parameter zur Bildverarbeitung, zuvor unterhalb des Hauptfensters angebracht, hat Adobe in die Einstellungen verbannt, die ein Zahnräder-Icon oben rechts aufruft. Das birgt Fehlerpotenzial, denn in der Grundeinstellung verarbeitet das Plug-in Bilder

nach wie vor mit 8 Bit statt 16 Bit Farbtiefe pro Kanal. Dieser Parameter war zuvor deutlich sichtbar und ist nun gut versteckt.

Die Paletten mit den Entwicklungswerkzeugen Grundeinstellungen, Gradationskurve, Detail, Farbmischer, Teiltonung, Optik, Geometrie, Effekte und Kalibrierung sind nicht mehr in sieben Karteireiter einsortiert, sondern in einem Panel untereinander. Das ist nicht nur deutlich aufgeräumter, sondern liegt auch auf einer Linie mit dem 2017 eingeführten Lightroom CC und letztlich auch mit Lightroom Classic CC.

Sobald man einen Regler bewegt hat, wird ein Augensymbol in der Kopfzeile des jeweiligen Entwicklungswerkzeugs aktiv. Mit einem Mausklick lässt sich die Wirkung des Werkzeugs deaktivieren.

Die Werkzeugeiste am rechten Bildrand ändert je nach Werkzeug das Erscheinungsbild der Paletten. So zeigen sich beim Beschnittwerkzeug Einstellungen zum Seitenverhältnis und bei der Wahl der Vorgaben die verschiedenen Farb- und Schwarz-Weiß-Einstellungen von Lightroom. Dariüber hinaus stehen die selektiv arbeitenden Werkzeuge Korrekturpinsel, Verlaufsfilter und Radialfilter zur Verfügung, die auch die beiden Lightroom-Varianten mitbringen.

### Schneller freistellen

Adobes Schnellauswahlwerkzeug machte zunächst durch gute Kantenerkennung den Zauberstab obsolet. Später kam die Schaltfläche „Motiv“ hinzu, die Objekte mit einem Mausklick vom Hintergrund trennt. Das funktioniert am besten bei scharf gestelltem Motiv vor unscharfem Hintergrund. Die KI erkennt aber auch recht zuverlässig Objekte, die sich weniger deutlich durch die Eigenschaften der Optik abheben.

Im Juni-Update wirbt der Hersteller mit Porträtkennung über die künstliche Intelligenz Adobe Sensei. Im Test funktionierte die automatische Bildanalyse zuverlässig, sodass tatsächlich die gesamte Person mit einem Klick markiert war.

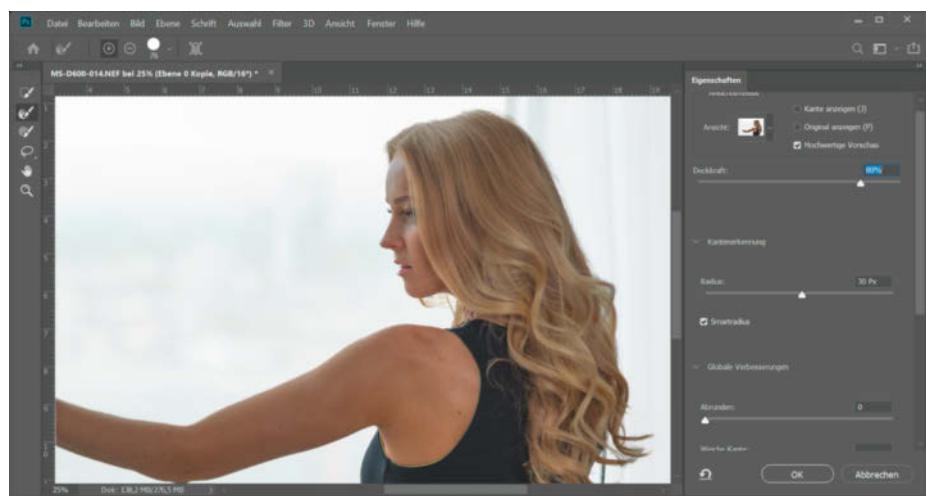
Anders sieht es bei der Haarkante aus. Feine Härchen lassen einen Teil des Lichts durchscheinen, was zu Farbkontaminierung im Übergangsbereich führen kann. Wie eh und je zerfasert die Haarkante in diesem Bereich auch nach dem Update. Mit den manuellen Werkzeugen des Dialogs „Kante verbessern“ lässt sich hier aber noch einiges rausholen. Ein ähnlich gutes Resultat erzielt man allenfalls mit Affinity Photo.

Es kommt immer wieder vor, dass in einem PSD-Dokument Schriftarten gefragt sind, die sich im System nicht finden. Neuerdings muss man diese nicht mehr manuell bereitstellen. Sofern sie in der Adobe-Fonts-Bibliothek vorhanden sind, aktiviert Photoshop sie automatisch.

### Fazit

Softwarehersteller können einer langjährigen Nutzergemeinde kaum Schlimmeres antun, als die Bedienoberfläche komplett auf links zu ziehen. Nutzer erzählen von MS Office 2007 wie Opa von Stalingrad. Die Neugestaltung von Camera Raw ist aber mehr als gelungen. Der Wust aus sieben Karteireitern ist einem klaren übersichtlichen Bedienkonzept gewichen, das Lightroom-Nutzer eh bereits kennen. Die übrigen Änderungen bringen kleine Fortschritte in zentralen Bereichen wie dem Freistellen, die sich bei Powerusers täglich auszahlen.

(akr@ct.de) ct



Photoshop CC erkennt Porträtmotive automatisch und stellt sie nach einem Mausklick frei.

### Adobe Photoshop CC 21.3

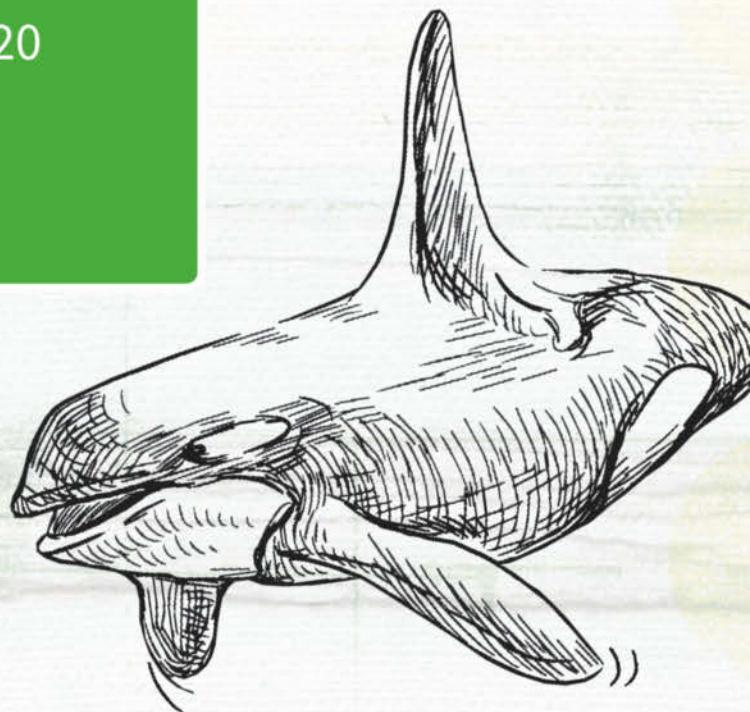
#### Bildbearbeitung

Hersteller	Adobe, <a href="http://www.adobe.com/de">www.adobe.com/de</a>
Systemanf.	Windows ab 8.1, macOS ab 10.13
Preis	11,89 € pro Monat (Foto-Abo incl. Lightroom)



28.9. – 1.10.2020

Online



# Die Online-Konferenz für Enterprise JavaScript



Frühbucherrabatt  
bis zum  
14. August 2020



Silbersponsor



Bronzespender



Mensch IT © Copyright by Heise Medien.

Veranstalter





# Jeder Ton ein Treffer

## Wie Melodyne 5 schiefen Gesang korrigiert

**Das Software-Plug-in Melodyne 5 zieht falsch gesungene Töne grade. Das klappt präziser als zuvor, stößt bei besonders harten Nüssen aber nach wie vor an seine Grenzen.**

**Von Hartmut Gieselmann**

Die Sängerin Florence Foster Jenkins wurde vor rund hundert Jahren durch ihre extrem schlechte Intonation berühmt und füllte sogar die Carnegie Hall. Heutzutage traut sich so etwas kein Künstler mehr, denn seit fast zwanzig Jahren erlaubt das Software-Plug-in Melodyne, alle schlecht getroffenen Töne einer Gesangsaufnahme im Nachhinein zu korrigieren. Das klappt bei mehrstimmigen Aufnahmen sogar mit einzelnen Tönen innerhalb eines Akkords.

Melodyne gehört in Studios zur Standardausrüstung. Die neue Version 5 erweitert die Manipulationsmöglichkeiten enorm, sodass Korrekturen noch weniger auffallen. So trennt Melodyne 5 atonale Zischlaute von Vokalen und passt nur letztere bei einer Tonhöhenänderung oder -verlängerung an. Schwankungen in einem Vibrato lassen sich verstärken oder abschwächen. Selbst wenn ein Sänger bei der Intonation am Ende einer Silbe zu sehr absackt, können Sie dies reparieren und

den emotionalen Ausdruck ändern. Über weitere Regler lassen sich Lautstärke schwankungen ausgleichen sowie einzelne Töne weich ein- und ausblenden, verlängern oder ganz löschen. Damit leistet Melodyne eine gute Vorarbeit für einen Kompressor oder Deesser, kann diese aber nicht ersetzen.

### Von Jenkins zu Callas

Um die Qualität zu testen, bearbeiteten wir mit Melodyne 5 die Gesangsspur von Billie Eilish „Ocean Eyes“ in Logic Pro X 10.5. Dabei veränderten wir die Vibratos der Sängerin sowie Länge und Timing der Töne so stark, dass die Stimmung von traurig zu fröhlich wechselte, ohne künstlich zu wirken.

Probleme bekam Melodyne 5, als wir eine historische Aufnahme von Florence Foster Jenkins der Arie „Königin der Nacht“ angingen. Die Software trennte Klavierbegleitung und Gesang nicht ganz sauber auf. Die Automatik korrigierte zwar einige Fehler von Jenkins, griff dafür aber an anderer Stelle daneben, sodass eine aufwendige Nachbearbeitung nötig gewesen wäre. Melodyne kann nur das herauskitzeln, was bei einer Sängerin bereits angelegt ist. Zur Maria Callas wurde die schräge Diva dadurch nicht.

Neben Gesang bearbeitet ein neuer Algorithmus tonale Perkussion und korrigiert beispielsweise den Beat eines ver-

stimmten analogen Synthesizers. Die Notendarstellung entlarvt Abweichungen auf einen Blick, sodass man nicht jeden Ton mit einem Tuner checken muss. Klangtüftler freuen sich über den Sound-Editor in der teuersten Studio-Version von Melodyne, der Obertöne verstärkt oder den Lautstärkeverlauf verdichtet. Den Editor sollten Sie jedoch sparsam dosieren, da bereits kleine Änderungen schnell künstlich wirken.

Vorbildlich gelungen sind das Online-Handbuch und die Tutorial-Videos. Sie erklären nicht nur die Grundfunktionen, sondern geben wertvolle Tipps für die Praxis. Die Bedienoberfläche ist etwas in die Jahre gekommen: Der Zugriff auf einzelne Noten und deren Übergänge ist zwar prima gelöst, doch die kleinteilige, über Kreuz verschachtelte Werkzeugauswahl in den Menüs wirkt nicht mehr zeitgemäß.

### Fazit

Bei der Korrektur von Tonhöhe und Intonation von Gesangsaufnahmen schlägt Melodyne 5 alternative Verfahren um Längen. Einzigartig ist nach wie vor die Anpassung mehrstimmiger Aufnahmen. Ein paar Mausklicks bügeln bereits die größten Fehler aus, bevor Sie deutlich mehr Arbeit in den Feinschliff investieren. Bei zu starken Abweichungen entstehen leicht Artefakte. Hier sind Fingerspitzengefühl und ein gutes Ohr gefragt.

Der Hersteller Celemony bietet Melodyne in vier Ausbaustufen an. Zur Ton- und Intonationskorrektur einzelner Gesangsspuren genügt die Essential-Version für 99 Euro. Die Assistant-Version für 249 Euro passt zudem das Timing und die Abstimmung von Zischlauten und Vokalen an. Mehrstimmige Bearbeitungen sind ab der Editor-Version für 399 Euro möglich. Die Studio-Version für 699 Euro stellt mehrere Spuren gleichzeitig dar, was die Arbeit an großen Projekten vereinfacht – insbesondere wenn Ihre Host-Software wie Studio One 4 die ARA2-Schnittstelle unterstützt und die Einträge der Akkordspur an Melodyne weiterreicht. (hag@ct.de) **ct**

### Melodyne 5

Korrektur-Software für Gesang und mehrstimmige Aufnahmen	
Hersteller	Celemony, <a href="http://www.celmony.com">www.celmony.com</a>
Systeme	Windows ab 10, macOS ab 10.12
Formate	Standalone, Plug-in für VST3, AU, AAX
Kopierschutz	Online-Aktivierung oder iLok
Preise	Essential: 99 €, Assistant: 249 €, Editor: 399 €, Studio: 699 €, Upgrades: kostenlos bis 149 €



## Gute Aussichten für Fotobegeisterte.

**Sparen Sie 35% und sammeln wertvolles Know-how:**

- **2 Ausgaben** kompaktes Profiwissen für 14,60 € (Preis in DE)
- **Workshops und Tutorials**
- **Tests und Vergleiche** aktueller Geräte



**Inklusive Geschenk nach Wahl**

z. B. Kamera-Reinigungsset

Jetzt bestellen:

**[www.ct-foto.de/minabo](http://www.ct-foto.de/minabo)**

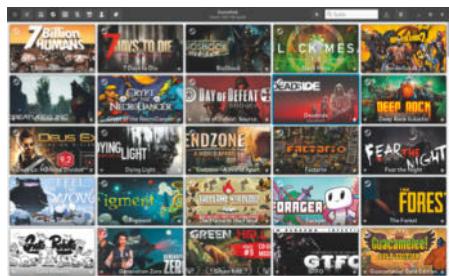
**ct Fotografie**



+49 541/80 009 120



leserservice@heise.de



## Spielezentrale

GameHub bietet Linux-Gamern eine gemeinsame Oberfläche für ihre Spiele – egal ob sie von Steam, Gog.com, HumbleBundle oder Itch.io stammen.

Eine gemeinsame Spiele-Bibliothek auf dem Linux-Desktop: Mit GameHub kann man Spiele per Mausklick herunterladen, einrichten, starten und auch wieder deinstallieren. Diesen Vorteil haben gerade Spiele, die nicht über Steam gekauft wurden, sonst häufig nicht. Auch bereits eingerichtete Spiele lassen sich hinzufügen.

Vertraut man GameHub die Zugangsdaten oder Accessstoken für Steam, Gog.com, HumbleBundle und Itch.io an, versammelt es alle in den Bibliotheken verfügbaren Spiele in der Programmoberfläche als Kacheln mit Vorschaubild und Titel oder in einer Listenansicht. Installierte Spiele sind farbig, nicht installierte Titel ausgegraut. GameHub verwaltet nicht nur native Linux-Spiele, sondern unterstützt auch Kompatibilitätsschichten wie Proton (SteamPlay), Wine, DOSBox, RetroArch und ScummVM. Weitere Emulatoren lassen sich ergänzen.

Standardmäßig sortiert das Tool die Spiele alphabetisch, alternativ zeigt es die zuletzt gestarteten Titel zuerst an oder blendet bestimmte Plattformen aus. Markiert man Spiele als Favoriten, rutschen sie in der Liste nach oben. In den Einstellungen lassen sich Tweaks wie DXVK, einige Proton-Optionen und das Feral-GameMode-Tool aktivieren. Damit die Spiele nicht über verschiedene Ordner verstreut sind, lässt sich ein gemeinsames Spieleverzeichnis festlegen. (lmd@ct.de)

## GameHub 0.16

Spiele-Bibliothek	
Hersteller	Anatoliy Kashkin, <a href="https://github.com/tkashkin/GameHub">https://github.com/tkashkin/GameHub</a>
Systemanf.	Linux
Preis	kostenlos



## Klangveredler

**Fabfilters Multiband-Verzerrer Saturn 2 verleiht Musikaufnahmen ein wenig analoge Wärme oder verfremdet sie total.**

Musikproduktionen, die rein digital im Rechner entstehen, klingen oft kalt und antiseptisch. Analoge Verzerrungen hauen ihnen oft mehr Leben und Wärme ein. Fabfilters Software-Plug-in Saturn 2 erlaubt das mit bislang kaum möglicher Präzision.

Saturn 2 deckt ein weites Spektrum analoger Sättigungen und Verzerrungen ab. Dazu stehen unter den Kategorien Tube, Tape, Amp, Saturation, Transformer und FX insgesamt 28 Algorithmen zur Wahl. Über eine Feedback-Schleife lassen sich sogar Rückkopplungen mit verschiedenen Frequenzen simulieren, die jede noch so brave Akustikklampfe in ein wahres Monster verwandeln.

Interessant klingt Saturn 2, wenn es verschiedenen Frequenzbändern andere Verzerrungen und Obertöne hinzufügt. Dazu teilt es das Frequenzspektrum in bis zu sechs Bereiche ein, die sich individuell konfigurieren lassen. Bei einer Schlagzeugspur mischen Sie der Kick eventuell eine warme Röhrensättigung unter, verzerrn die Snare mit einem British Rock Amp und lassen die Hihat mit einem Old Tape scheppern. Ein integrierter Kompressor verdichtet die Verzerrungen auf Wunsch.

Oder Sie gehen das ganze subtil mit leichten Röhren- und Tape-Sättigungen an und ziehen den Drive-Regler nur we-

nige Prozent auf. Dann bekommt eine vorher langweilige Aufnahme mehr Druck, sodass sie sich besser im Mix durchsetzt. Alle Bänder können Sie einzeln abhören oder stumm schalten, um die optimalen Einstellungen schnell zu finden.

Jeder Regler lässt sich mit mehreren Modulatoren verändern. Ein LFO mit anpassbaren Wellenformen dreht beispielsweise die Verzerrung rhythmisch auf und zu. Ein Envelope-Follower erhöht auf Wunsch vielleicht nur den Drive beim Ausklang einer Note. Die Modulatoren bieten unzählige Einstellungen. Ihre Knöpfe und Slider sind jedoch sehr klein geraten, was die Bedienung auf der ansonsten modernen Oberfläche verkompliziert.

Klanglich ist Saturn 2 eine wahre Wundertüte, die den Sound subtil verändert oder total verfremdet. Als reiner Brachial-Verzerrer ist er sicherlich überdimensioniert und komplizierter zu bedienen als etwa ein Soundtoys Decapitator. Saturns Stärken liegen nicht zuletzt im Mastering, wo er einem Summenmix mit sanften Anpassungen mehr Druck und Klarheit verleiht. Aufgrund seiner exzellenten Klangqualität und Flexibilität erfüllt er selbst Ansprüche von Profis.

(hag@ct.de)

## Fabfilter Saturn 2

Musik-Plug-in Multiband-Verzerrer	
Hersteller	Fabfilter, <a href="http://www.fabfilter.com">www.fabfilter.com</a>
Systeme	Windows ab XP, macOS ab 10.8
Plug-in-Formate	VST2/3, AU, AAX
Preis	129 €

# Neue Cyberangriffe – Wie können Unternehmen sich schützen – Kritische Infrastrukturen & Industrie 4.0 im Fokus

**27. August 2020, 9 – 16 Uhr**

Neben der Notwendigkeit von Cyberabwehrmaßnahmen werden auf dieser Online-Konferenz auch verschiedene Konzepte und Vorgehensweisen zur Sicherung der unternehmensinternen IT- und Prozessnetze dargelegt.

Dabei sollen folgende Fragen behandelt werden: Welche Tools benötigt ein Unternehmen, um sich gegen aktuelle Cyberangriffe abzusichern? Wie werden potentielle Angriffe möglichst schnell erkannt? Und welche Vorgehensweisen sind am besten zur Bedrohungsanalyse geeignet?

## AUSZUG AUS DEM PROGRAMM:

// Schutz vor Cyberangriffen im Energienetz – was ist erforderlich?

Dr. Tobias Pletzer, Schleswig-Holstein Netz AG

// Was tun, wenn's brennt? Anatomie einer Datenschutzkatastrophe

Joerg Heidrich, Heise Medie

// Blockchain sicher gestalten – die Perspektive des BSI

Christian Berghoff, BSI

// Der Mythos vom geschlossenen Netz

Christian Schlehuber, Deutsche Bahn AG

// Lösungsansätze zum Aufbau resilenter

Sicherheitsarchitekturen im Prozessnetz-Umfeld

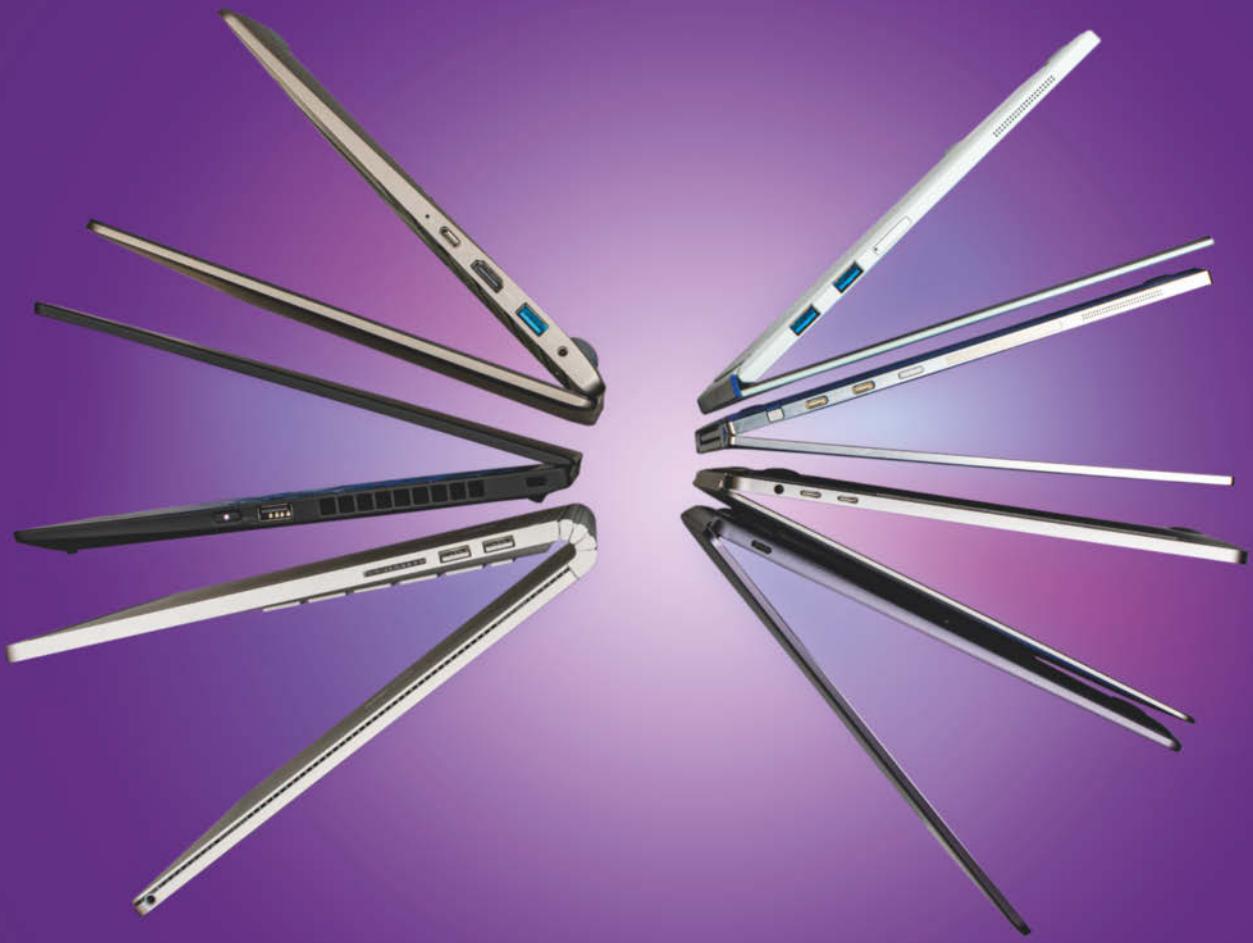
Martin Baumgartner, Fortinet

Preis: 159,00 Euro

In Kooperation mit



[www.heise-events.de/konferenzen/it-sicherheitstag-august](http://www.heise-events.de/konferenzen/it-sicherheitstag-august)



# Edel und mobil

## Sieben kompakte und leichte Premium-Notebooks im Vergleich

**Im Preisbereich von (teils deutlich) mehr als 1000 Euro findet man nicht nur etablierte Notebook-Geräteserien wie Apple MacBook Pro 13, Lenovo ThinkPad X1 Carbon und Microsoft Surface Book: Neuerdings spielen auch LG und Samsung wieder mit.**

**Von Florian Müssig**

Bereits vor einigen c't-Ausgaben haben wir sechs Premium-Notebooks vorgestellt, die mit Besonderheiten wie sehr geringem Gewicht, langen Akkulaufzeiten und außergewöhnlichen Bildschirmen auf sich aufmerksam machen [1]. Inzwischen haben sich sieben weitere solche Notebooks im c't-Labor eingefunden – höchste Zeit für einen Nachschlag unter identischen Gesichtspunkten!

Schon vor dem ersten Teil waberten Gerüchte um eine 2020er-Neuaflage von

Apples MacBook Pro 13" und Microsofts Surface Book 3 durchs Netz, kurz danach sind sie – Corona hin oder her – tatsächlich auf den Markt gekommen. Die mittlerweile achte Generation des ThinkPad X1 Carbon wurde wiederum zwar wie üblich schon Anfang Januar auf der Technikmesse CES angekündigt, doch der tatsächliche Verkaufsstart erst ein halbes Jahr später ist genauso traditionell. Von Huawei haben wir das MateBook 13 getestet, welches anders als die Smartphones des

Herstellers nicht von den kürzlich nachgeschärften US-Sanktionen betroffen ist.

## Rückkehrer

Das Testfeld wird vom LG Gram 14 und den Samsung-Notebooks Galaxy Book Flex 13" und Galaxy Book Ion 13" komplettiert. Das ist durchaus bemerkenswert, denn beide südkoreanischen Großkonzerne hatten sich vor geraumer Zeit vom deutschen Notebookmarkt verabschiedet. Die Hintergründe sind uns nicht bekannt, dürften aber komplexer sein: Beide Unternehmen haben zwischenzeitlich schließlich weiterhin und durchgängig Notebooks entwickelt – etwa für das prestigeträchtige Duell auf dem Heimatmarkt sowie für Nordamerika.

Anders als früher fokussieren sich beide Koreaner mit wenigen Geräten auf den Premiumbereich mit Preisen jenseits von 1000 Euro. Dort ist mehr Marge zu machen als bei günstigen Notebooks, wenngleich der Markt ebenfalls hart umkämpft ist: Bereits vor rund einem Jahr war die ehemalige Sony-Tochter Vaio zurückgekehrt, hatte bislang aber eher mäßigen Erfolg. Bei Redaktionsschluss wurden das Notebook SX14 und das Hybrid-Gerät A12 weiterhin in den seit einem Jahr bekannten Ausstattungsvarianten mit CPUs der achten Core-i-Generation verkauft [2] – mit hohen Rabatten, was nach einem Abverkauf aussieht. Der hiesige Vertriebspartner TrekStor steht nach eigener Aussage zwar in Gesprächen mit Vaio Japan, doch es ist unklar, ob es die in anderen Regionen bereits länger verfügbaren Modelle mit

**Lenovos ThinkPad X1 Carbon (G8)** hat einen proprietären LAN-Anschluss neben den USB-C-Buchsen.



zehnter Core-i-Generation nach Deutschland schaffen werden.

## Spezialprozessor

Alle Notebooks im Testfeld verwenden ebendiese Prozessoren der zehnten Core-i-Generation. Sie besteht technisch aus zwei Baureihen mit 14- beziehungsweise 10-Nanometer-Fertigung; beide sind wie üblich im Testfeld bunt gemischt vertreten. Apple verwendet allerdings gleich in doppelter Hinsicht eine Sonderform: Der Core i5-1038NG7 hat eine kompaktere Gehäuseform als die regulären Modelle, was kleinere Mainboards erlaubt – sie wird derzeit ausschließlich von Apple verwendet.

Zudem hat der Prozessor eine speziifizierte Abwärme von 28 statt der üblichen 15 Watt in den anderen Notebooks. Das ermöglicht mehr Performance, doch die Grenzen sind fließend: Auch 15-Watt-Varianten dürfen bis zu 25 Watt verbrauchen, wenn der Hersteller dies vorsieht. Bei be-

sonders leichten Notebooks mit schwachen Kühlern können die Prozessoren hingegen auch mal auf 10 Watt heruntergeregt sein. Für eine hohe Performance kommt es daher weniger auf das Prozessormodell und mehr auf das Kühlsystem des jeweiligen Notebooks an: Der Core i5-10210U schafft im Lenovo ThinkPad X1 Carbon (G8) über 1600 Cinebench-R20-Punkte, im Huawei MateBook 13 (2020) etwa 1400 Punkte und im Samsung Galaxy Book Ion 13" nicht einmal 1200 Punkte.

## AMD-Dilemma

Intels aktuelle Mobilprozessoren stellen nicht mehr das Beste dar, was man als Notebook-CPU bekommt: AMDs mit 7 Nanometer Strukturbreite gefertigte Ryzen-4000U-Chips haben mehr Kerne und sind flotter. Das MacBook Pro mit 28-Watt-Vierkerner von Intel kann sich mit rund 1800 Cinebench-R20-Punkten zwar im Testfeld an die Spitze setzen,

## Premium-Notebooks

Modell	CPU (Kerne) / GPU	Gewicht [kg]	Lautstärke (Idle / Last) [Sone]	Laufzeit (Last / Idle) [h]	CineBench R20 (n CPU)	3DMark (Time Spy)
Apple MacBook Pro 13" (2020) <sup>a</sup>	i5-1038NG7 (4) / Iris Plus	1,4	<0,1/2,8	1,9/21,5	1808	923
Huawei MateBook 13 (2020)	i5-10210U (4) / UHD	1,31	<0,1/1	1,8/15,8	1413	480
Lenovo ThinkPad X1 Carbon (G8)	i5-10210U (4) / UHD	1,12	<0,1/0,8	4/24,9	1664	482
LG Gram 14	i5-1035G7 (4) / Iris Plus	0,98	<0,1/0,5	3,7/23,8	1073	569
Microsoft Surface Book 3 13,5"	i7-1065G7 (4) / GTX 1650	1,65	<0,1/0,5	2,1/13,5	1218	3130
Samsung Galaxy Book Flex 13"	i5-1035G4 (4) / Iris Plus	1,16	<0,1/0,4	3,1/25,8	1153	536
Samsung Galaxy Book Ion 13"	i5-10210U (4) / UHD	0,98	<0,1/0,6	3,1/33,7	1163	438
<b>zum Vergleich</b>						
Acer Swift 3 (SF313-52) [1]	i5-1035G4 (4) / Iris Plus	1,15	<0,1/0,6	2,5/23,6	1157	659
Acer Swift 3 (SF314-42) [3]	R7 4700U (8) / Vega 7	1,2	<0,1/0,3	2,8/15,7	2424	1092
Apple MacBook Air (2020) [1]	i7-1060NG7 (4) / Iris Plus	1,29	<0,1/2,2	2,7/18,7	974	569
Asus ExpertBook B9 (B9450FA) [1]	i7-10510U (4) / UHD	0,99	<0,1/1,8	3,9/34,1	1191	445
Dell XPS 13 (9300) [1]	i7-1065G7 (4) / Iris Plus	1,19	<0,1/1,2	4,1/17,7	1674	857
Dynabook Portégé X30L-G [1]	i7-10510U (4) / UHD	0,83	<0,1/1,1	2,7/19	1299	475
Huawei MateBook X Pro (2020) [1]	i7-10510U (4) / MX250	1,33	<0,1/2,0	2,2/17,2	1235	937



Samsung versieht das Galaxy Book Ion 13" mit einem auffälligen Zierstreifen an der Rückseite.

muss sich aber dem 15-Watt-Sechskeiner Ryzen 5 4500U im nicht einmal halb so teuren Acer Swift 3 geschlagen geben – der schafft über 1900 Punkte [3]. Der Ryzen 7 4700U mit acht Kernen liefert im selben Notebook sogar mehr als 2400 Punkte – und ist noch nicht einmal das Topmodell im Ryzen-4000U-Aufgebot.

Allerdings kommen AMDs Prozessoren weiterhin kaum in Notebooks der hier getesteten Premiumklasse zum Einsatz. Das von AMD mehrfach mit Stolz vorgezeigte Lenovo Yoga Slim 7 (14ARE05) wäre eine prominente Ausnahme, ist aber auch Monate nach dem Ryzen-4000-Start immer noch nicht erhältlich. Das ebenfalls Ryzen-4000-befeuerte Hybrid-Notebook HP Envy x360 13 (ay0) ist wiederum zwar kurz vor Redaktionsschluss, aber damit dennoch zu spät für diesen Artikel in den Handel gekommen. Wir reichen einen Test der beiden AMD-Notebooks später nach.

Dennoch bieten alle Notebooks im Testfeld genug Rechenleistung für fast alle Einsatzbereiche. Auf Notebooks mit niedrigeren Cinebench-Werten dauert es halt etwas länger bei Bildbearbeitung oder Videoschnitt, was man in der Regel aber nur

im direkten Vergleich merkt. Die gefühlte Schwuppdizität ist überall hoch – wie bei allen modernen Systemen mit SSD. Videos in allen gängigen Kompressionsformaten können ohne CPU-Last – und damit ohne Lüfterlärm – wiedergegeben werden.

### Komfort

Vieles von dem, was ein Premium-Notebook begehrwert macht, hängt deshalb auch gar nicht mit der Performance zusammen, sondern mit anderen Design- und Entwicklungsentscheidungen. Alle rasanten Ryzen-4000-Notebooks kommen beispielsweise mit 16:9-Bildschirmen daher, während man im Testfeld auch die höheren und damit arbeitsfreundlicheren Formate 16:10 und 3:2 vorfindet – selbstverständlich mit IPS-typisch weiten Einblickwinkeln.

Die beiden Samsung-Notebooks sind die ersten mit QLED-Bildschirmen. Das klingt ein wenig nach OLED, ist aber „nur“ eine neuere LCD-Technik. Als Besonderheit gibt es hier – außer den im getesteten Marktsegment obligatorisch guten Farben – eine hohe Helligkeit von bis zu 600 cd/m<sup>2</sup>. Damit erkennt man auch bei direkter Sonneneinstrahlung noch etwas

auf dem Bildschirm, sofern man kontraststarke oder helle Inhalte vor sich hat. In dunklen Bildbereichen sieht man stattdessen unweigerlich die Umgebung, weil die Oberflächen spiegeln – schade. Finger- und Stiftbedienung erlauben im Testfeld lediglich das Surface Book 3 und das Galaxy Book Flex.

Alle Kandidaten haben ordentliche Tastaturen mit Tastenbeleuchtung. Ebenso ist komfortables biometrisches Einloggen überall möglich – mal per Fingerabdruckleser, mal per IR-Kamera. Die Notebooks von Lenovo, LG und Samsung zeigen, dass geringes Gerätewicht und eine sehr lange Laufzeit kein Widerspruch sein müssen – anders als etwa beim HP Elite Dragonfly, das die beworbene 1-Kilo-Marke nur in der Ausstattungsvariante mit kleinem Akku unterbietet [4]. Stattdessen kommt es auf den Feinschliff bei Treibern und Firmware an sowie auf die konsequente Verwendung von besonders energieeffizienten Komponenten. All das kostet Geld, weshalb man es nur bei hochpreisigen Notebooks vorfindet.

### Fazit

Lenovo liefert auch in der achten Generation des ThinkPad X1 Carbon wieder ein sehr stimmiges Gesamtkonzept ab. Anders als beim zuletzt getesteten Dell-Gegenstück XPS 13 (9300) gibt es allerdings weiterhin nur einen 16:9-Bildschirm. Beim Huawei MateBook 13 und dem Microsoft Surface Book 3 13,5" bekommt man arbeitsfreundliche 3:2-Bildschirme, muss aber mit vergleichsweise kurzen Akkulaufzeiten auskommen. Letztere ist mit fast 34 Stunden die Paradedisziplin des Samsung Galaxy Book Ion 13". Das neue MacBook Pro 13" übertrifft in der getesteten Ausstattungsvariante die versammelte Windows-Konkurrenz bei der CPU-Performance; günstigere Konfigurationen des 2020er-Modells haben jedoch eine deutlich schwächere Ausstattung.

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



Der zum Hybrid-Notebook Samsung Galaxy Book Flex 13" gehörende S-Pen lässt sich in einer Stiftgarage im Gehäuse parken.

### Literatur

- [1] Florian Müssig, Edle Mobilisten, Sechs kompakte und leichte Premium-Notebooks im Vergleich, c't 11/2020, S. 92
- [2] Florian Müssig, Welcome back, Windows-Tablet Vaio A12 mit schnittstellenreichem Tastaturdock, c't 11/2019, S. 84
- [3] Florian Müssig, Leistungssprung, Acer-Notebook Swift 3 mit AMD Ryzen 4000U, c't 12/2020, S. 82
- [4] Florian Müssig, Business-Fliegengewicht, Edel-Notebook HP Elite Dragonfly mit LTE und langer Laufzeit, c't 2/2020, S. 82
- [5] Florian Müssig, Ausgebremstes Debüt, Huaweis erstes Notebook MateBook X, c't 18/2017, S. 96



## Apple MacBook Pro 13" (2020)

Mit der 2020er-Auflage des MacBook Pro 13" hat Apple sein Notebookangebot vollständig von der ebenso unbeliebten wie fehleranfälligen Butterfly-Tastatur erlöst. Stattdessen gibt es jetzt wieder ein deutlich besseres Tippgefühl mit ausreichend Tastenhub. Ebenso ist nun die Esc-Taste physisch ausgeführt und nicht mehr Teil der Eingabezeile TouchBar. Anders als bei der Vorgängergeneration gibt es die TouchBar jetzt in allen Ausstattungsvarianten und nicht nur in den teuren mit vier Thunderbolt-fähigen USB-C-Buchsen, die mindestens 2130 Euro kosten.

Allerdings unterscheiden sich die günstigeren Modelle mit zwei Thunderbolt-Ports (ab 1500 Euro) trotzdem gravierend vom Testgerät: In den Einstiegsmodellen verwendet Apple Intel-Prozessoren der achten statt zehnten Core-i-Generation und zudem solche mit 15 statt 28 Watt TDP – damit fällt ihre Performance unweigerlich geringer aus. Trotz des identischen Namens handelt es sich also um zwei technisch grundverschiedene Notebooks, die als Gemeinsamkeiten die Gehäuseabmessungen, die überarbeitete Tastatur und den farbstarken 13,3-Zoll-Bildschirm im arbeitsfreundlichen 16:10-Format haben.

Den Maximalausbau mit bis zu 32 GByte Arbeitsspeicher und bis zu 4 TByte SSD-Speicherplatz bekommt man nur beim 4-Port-Modell – zu einem Gerätetyp jenseits der 4000-Euro-Marke: Wer Bedarf an höheren Speicherkapazitäten hat, muss dafür tief in die Tasche greifen. Nachträgliches Aufrüsten ist nicht möglich, weil alle Komponenten wie inzwischen generell üblich aufgelötet sind.

Anders als bei anderen hochpreisigen Notebooks oder Apples iPhones gibt es in den MacBooks weiterhin kein Wi-Fi-6-taugliches WLAN-Modul, sondern nur Wi-Fi 5 – das aber immerhin mit einem seltenen 3-Stream-Modul. Trotz der Pro-Ausrichtung sieht Apple keinen SD-Kartenleser vor, um Bilder oder Videos zur Bearbeitung einzuspielen.

Der Lüfter bleibt auch bei anhaltender Single-Thread-Last flüsterleise. Haben alle CPU-Kerne zu tun, rauscht der Lüfter laut mit bis zu 2,8 Sone. In manchen Spielen wie Tomb Raider zeigten sich Farbfehler, was sich mit künftigen Treiber-Updates beheben lassen sollte. Die lange Akkulaufzeit von knapp 22 Stunden erreicht man nur unter macOS: Ein mittels Boot Camp installiertes Windows 10 schaffte kaum mehr als ein Drittel davon.

- ⬆️ wieder gute Tastatur
- ⬆️ hohe CPU-Performance, aber ...
- ⬇️ ... nicht in allen Modellen
- ⬇️ kein Wi-Fi 6



## Huawei MateBook 13 (2020)

Der chinesische Hersteller Huawei wird seit geraumer Zeit von der US-Regierung mit Sanktionen belegt, doch statt eines anfänglichen pauschalen Rundumschlags wurden sie mittlerweile präzisiert: Aktuell sind Chipfertigung und 5G-Technik betroffen und damit unter anderem Smartphones, nicht aber die Notebooks. AMD, Intel und Nvidia dürfen wie Microsoft seit Januar wieder diesbezüglich Geschäfte machen. Selbst wenn sich künftig wieder etwas ändern sollte: Wer ein Huawei-Notebook besitzt, kann es weiterhin uneingeschränkt nutzen – es gäbe dann nur keinen Nachschub mehr für Händler.

Huawei gibt dem MateBook 13 auch in der 2020er-Auflage wieder einen praktischen 3:2-Bildschirm mit auf den Weg, was in Kombination mit dem wertigen Vollmetallgehäuse und der ordentlichen Ausstattung zum kleinen Preis von gerade einmal 900 Euro mehr als verlockend ist. Vor dem Bildschirm sitzt eine spiegelnde Acrylglasscheibe; Touch-Bedienung ist nicht vorgesehen.

Die beleuchtete Tastatur überzeugt auch Vielschreiber; am Layout gibt es bis auf den einzeiligen Cursor-Block nichts zu bemängeln. Anders als beim zuletzt getesteten Schwestermodell MateBook X Pro ist die Webcam nicht Teil der Tastatur, sondern befindet sich wie üblich oberhalb des Bildschirms. Der Einschalter dient zugleich als Windows-Hello-tauglicher Fingerabdruckleser.

Größter Kritikpunkt bleibt die seltsame USB-C-Umsetzung, die wir bereits seit dem anno 2017 erschienenen Vorgänger bemängeln [5]: Die linke USB-C-Buchse kann USB und Strom, die rechte hingegen USB und DisplayPort – für USB-C-Docking sind aber alle drei an einer Buchse nötig. Ein Kartenleser fehlt ebenso wie ein Wi-Fi-6-taugliches WLAN-Modul.

Huawei verkauft das MateBook 13 (2020) in zwei Varianten. Mit Intel-Prozessor gibt es ausschließlich das getestete 900-Euro-Modell mit Core i5-10210U, 8 GByte Arbeitsspeicher und 512-GByte-SSD – bis auf letztere ist alles aufgelöst. In günstigeren AMD-Modellen arbeiten Prozessoren der älteren Ryzen-3000-Generation. Wegen des völlig anderen Innenebens lassen sich hier erhobene Messergebnisse wie Laufzeit, Lüfterlärm oder die USB-C-Kritik nicht auf die AMD-Variante übertragen.

- ⬆️ vergleichsweise günstig
- ⬆️ 3:2-Bildschirm
- ⬇️ krude USB-C-Umsetzung
- ⬇️ kein Wi-Fi 6



## Lenovo ThinkPad X1 Carbon (G8)

ThinkPad-Tastaturen genießen seit zog Jahren einen guten Ruf, und auch die der achten Generation des X1 Carbon steht dem in nichts nach. Zwar bieten auch alle anderen hier getesteten Kandidaten hinsichtlich Hub, Anschlag und Tastengröße vielschreiberbaugliche und beleuchtete Tippbretter, doch hier kommt zusätzlich ein einwandfreies Layout hinzu: Die Enter-Taste ist zweizeilig ausgeführt und der Cursor-Block wurde nach vorne gezogen, sodass seine Tasten angenehm und gleich groß ausfallen. Wem die traditionell ganz links außen liegende Fn-Taste nicht gefällt, kann ihre Belegung mit der Strg-Taste daneben im BIOS-Setup tauschen. Die Belegung der F-Tasten lässt sich mittels Fn+Esc sogar im Betrieb festlegen – mehr geht nicht. Mittig im Tastenfeld findet man einen roten Trackpoint, alternativ lässt sich der Mauszeiger auch über ein Touchpad steuern.

Als Business-Notebook kommt das ThinkPad X1 Carbon (G8) mit einem integrierten LTE-Modem daher – das bietet keiner der Konkurrenten. Der SIM-Karten-Träger wird an der Geräterückseite eingeschoben, ein SD-Kartenleser fehlt. Zur Nutzung des integrierten Gigabit-LAN-Anschlusses ist der bei-liegende Adapter nötig. Lenovo hat die proprietäre Gehäuse-schnittstelle neben einer Thunderbolt-tauglichen USB-C-Buchse platziert und bietet Dockingstationen mit passendem Doppelstecker an. Damit umgeht Lenovo die von Firmen-Admins bemängelte Eigenheit von USB-C-Docking, dass USB-LAN-Chips im Dock jeglichem daran angeschlossenen Gerät Netzwerkzugang gewähren.

Bei Redaktionsschluss war das ThinkPad X1 Carbon (G8) noch nicht im Handel angekommen, sodass unklar ist, welche der zog Optionen man tatsächlich und in welcher Kombination vorfinden wird. Im Testgerät war eine Windows-Hello-taugliche Webcam eingebaut; es gibt sie aber auch ohne Hello-Tauglichkeit – oder das Notebook ganz ohne Webcam. Alternativ zum matt Full-HD-Bildschirm des Testgeräts sieht Lenovo im Datenblatt auch matte Full-HD-Touchscreens mit oder ohne Privacy-Funktion vor sowie einen farbstarken, spiegelnden 4K-Touchscreen. Letzterer dürfte die gemessene Akkulaufzeit von bis zu 25 Stunden allerdings spürbar verkürzen.

- ⬆️ sehr gute Tastatur
- ⬆️ LTE
- ⬆️ lange Laufzeit
- ⬇️ 16:9-Display



## LG Gram 14

Bei LGs Notebooks ist der Serienname Gram Programm, denn es handelt sich in allen Bildschirmgrößen um besonders leichte Geräte: Das hier getestete Gram 14 bringt nur ein knappes Kilogramm auf die Waage. Damit ist es zwar schwerer als das Flie-gengewicht Dynabook Portégé X30L-G [1] und liegt auf einem Niveau mit Samsungs Galaxy Book Ion 13" (siehe S. 96), bietet mit seinem 14-Zoll-Display aber auch etwas mehr Bildfläche.

LG baut einen 72-Wh-Stromspender aus eigener Fertigung ein, der für bis zu 24 Stunden Betrieb ohne Netzteil sorgt. Das vollständige Laden dauert allerdings sehr lange, weil LG nur ein mageres 48-Watt-Netzteil mit Rundstecker beilegt. Optional nimmt das Gram 14 Strom über seine Thunderbolt-fähige USB-C-Buchse entgegen, sodass bequemem USB-C-Docking über nur ein Kabel nichts im Weg steht.

LG verkauft das Gram 14 ausschließlich in der hier getesteten Ausstattungsvariante für 1150 Euro; ein 50 Euro teureres B2B-Modell bietet lediglich eine Vorinstallation mit Windows 10 Pro statt Home. Der Core i5-1035G7 ist wie die 8 GByte Arbeitsspeicher und das Wi-Fi-6-taugliche WLAN-Modul aufgelötet. Bastelwillige finden im Inneren einen freien RAM-Slot und einen zweiten M.2-Slot neben der ab Werk eingebauten 256-GByte-SSD, müssen dazu aber die Bodenplatte entfernen und dabei unter den Gummifüßen versteckte Schrauben lösen.

Die beleuchtete Tastatur gefällt mit gutem Tippgefühl, erfordert allerdings Eingewöhnung: Außer dem einzeiligen Cursor-Block fällt auch die ebensolche Enter-Taste klein aus. Ein im Einschalter integrierter Fingerabdruckleser erlaubt biometrisches Einloggen mittels Windows Hello; die Webcam taugt dafür nicht. Der Bildschirm unterstützt keine Finger-eingabe und hat auch keine Acrylglasscheibe vor dem Panel, spiegelt aber dennoch – schade.

Der Lüfter rauscht unter anhaltender Rechenlast mit erträglichen 0,5 Sone, dennoch bleibt die Rechenleistung vergleichsweise niedrig. Über ein vorinstalliertes LG-Hilfsprogramm lässt sich alternativ ein Flüstermodus aktivieren, bei dem das Notebook leise bleibt, aber die Performance bei anhaltender Rechenlast noch weiter abfällt. LG will in Kürze ein Update des Hilfsprogramms veröffentlichen, welches dann drei statt zwei Lüfter-Modi bieten soll.

- ⬆️ leicht
- ⬆️ lange Laufzeit
- ⬇️ kleine Enter-Taste
- ⬇️ 16:9-Display



## Microsoft Surface Book 3 13,5"

Bei der frisch erschienenen dritten Generation des Surface Book handelt es sich weiterhin um ein Notebook-Tablet-Hybrid. Der Großteil des technischen Innenlebens steckt hinter dem abnehmbaren Touchscreen, der sich als eigenständiges Windows-Tablet benutzen lässt. Das Tastatur-Dock ist aber kein „dummes“ Gegengewicht, sondern wird sinnvoll genutzt: Darin steckt außer einem Zweitakku mit der dreifachen Kapazität des Tablet-Akkus auch der Mittelklasse-Grafikchip GeForce GTX 1650 samt Kühlsystem – so viel 3D-Power ist in dieser Gerätekategorie selten.

Das Tablet lässt sich nicht nur wie abgebildet ins Tastaturdock einsetzen, sondern auch um 180° gedreht. Man kann die Kombination also wahlweise mit Bildschirm nach außen zusammenklappen. Dann liegt das Konstrukt leicht schräg als digitaler Zeichenblock vor einem und Anwendungen können anders als im reinen Tablet-Betrieb auf die Nvidia-GPU zurückgreifen. Anders als früher legt Microsoft allerdings keinen Stift mehr mit in den Karton: Der Surface Pen kostet 110 Euro extra.

Die CPU im Tablet-Deckel wird passiv gekühlt. Das Surface Book 3 arbeitet also auch unter anhaltender Rechenlast völlig lautlos und liefert dennoch eine hohe Performance. Die GPU im Tastatur-Dock hat hingegen einen Lüfter; bei 3D-Grafik oder GPGPU-Berechnungen rauscht er moderat mit bis zu 0,5 Sone.

Die Akkulaufzeit fällt mit maximal 13,5 Stunden nicht nur merklich kürzer aus als im restlichen Testfeld, sondern auch im Vergleich zum Vorgänger: Bei Surface Book 2 haben wir unter identischen Bedingungen fast 20 Stunden gemessen. Der Tablet-Deckel allein schafft nur rund ein Viertel der Laufzeit.

Das Einstiegsmodell des Surface Book 3 mit i5-Vierkerner, 8 GByte Arbeitsspeicher und 256er-SSD kostet 1750 Euro; anders als bei teureren i7-Modellen (ab 2250 Euro) fehlt hier die Nvidia-GPU im Dock. Das Topmodell mit 1-TByte-SSD und 32 GByte Arbeitsspeicher kostet 3050 Euro. Alle Komponenten sind aufgelötet und somit nicht erweiterbar.

Anders als die Surface-Geschwister Laptop und Pro gibt es das Book weiterhin ausschließlich in hellem Platin-Silber – schade, denn die Tasten sind in der Gehäusefarbe gehalten, wodurch man tagsüber bei eingeschalteter Tastenbeleuchtung die Beschriftung nur schlecht entziffern kann.

- ⬆️ lautlose CPU-Kühlung
- ⬆️ 3:2-Bildschirm
- ⬇️ kurze Akkulaufzeit
- ⬇️ schwer



## Samsung Galaxy Book Flex 13"

Das Galaxy Book Flex 13" ist ein Hybrid-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren, über die man den Deckel vollständig um den Rumpf herumklappen kann. Mit weniger als 1,2 Kilogramm Gewicht gehört es zu den leichtesten seiner Art, wenngleich reine Tablets ohne Tastatur freilich noch weniger auf die Waage bringen.

Der Bildschirm nimmt Eingaben per Finger oder Stift entgegen. Letzterer hört wie bei den Note-Smartphones auf den Namen S-Pen und verschwindet wie dort zum Transport in einem Schacht im Gehäuse, wo er auch für den nächsten Einsatz geladen wird. Anders als bei reinen Windows-Tablets üblich bietet das Flex allerdings keinen 3:2-Bildschirm, sondern einen im herkömmlichen 16:9-Format: Hält man es im Tablet-Modus hochkant, muss man mit arg wenig Seitenbreite klarkommen. Samsung verwendet hier dasselbe QLED-Panel wie im Schwestermodell Ion, allerdings ist es hier mit maximal 500 cd/m² ein ganzes Stück dunkler – womöglich fordern die zusätzlichen Touch- und Digitizer-Schichten im Bildschirmaufbau einen Tribut.

Durch die auffällige Farbgebung – Blau mit silbernen Kanten – und senkrechten statt angeschrägten Seiten wirkt das Galaxy Book Flex dicker, als es tatsächlich ist: Es gehört zu den flachsten Notebooks, die es derzeit gibt; die Seiten sind gerade einmal hoch genug für USB-C-Buchsen. Samsung setzt voll auf diese Schnittstellen und gibt dem Flex deren drei mit auf den Weg. Zwei davon bieten Thunderbolt. Das USB-C-Netzteil kann ebenso wie externe Monitore an allen drei angeschlossen werden.

Das Galaxy Book Flex 13" ist ausschließlich in der hier getesteten 1600-Euro-Konfiguration erhältlich; mit 256er-SSD und 8 GByte LPDDR4-RAM ist die Speicherausstattung arg minimalistisch. Wer den Weg ins Innere findet, kann lediglich die SSD wechseln – alles andere ist auf die Hauptplatine gelötet.

Die beleuchtete Tastatur entspricht bis auf die passend zum Gehäuse blau gefärbten Tasten der des Galaxy Book Ion – dadurch sticht auch der ins Tastenfeld integrierte Fingerabdruckleser nicht optisch hervor. Und wie beim Schwestermodell lässt sich das Touchpad im Betrieb wahlweise als Qi-Ladematte nutzen.

- ⬆️ Stift verschwindet im Gehäuse
- ⬆️ lange Laufzeit
- ⬆️ sehr heller Bildschirm
- ⬇️ 16:9-Display



## Samsung Galaxy Book Ion 13"

Samsungs Galaxy Book Ion 13" schafft fast 34 Stunden Akku-Laufzeit – beim restlichen Testfeld ist mindestens 9 Stunden früher Schluss. Die sehr lange Laufzeit ist umso beachtlicher, weil das Notebook auch weniger als ein Kilogramm wiegt – dies schaffen ebenfalls nur die wenigsten Konkurrenten.

Das tolle Ergebnis bei der Laufzeitmessung hängt unter anderem mit dem QLED-Bildschirm zusammen. Dieser liefert außer tollen Farben auch eine außergewöhnlich hohe Helligkeit von bis zu 600 cd/m<sup>2</sup> – trotz spiegelnder Oberfläche kann man den Bildschirminhalt dann auch in praller Sonne erkennen. Bei der für unsere Laufzeittests gewählten niedrigeren Helligkeit kommt das Panel wiederum mit besonders wenig Energie klar. Die maximale Helligkeit bekommt man nur in einem speziellen Outdoor-Modus, den man mittels Fn+F10 aktiviert; im Regelbetrieb ist die Helligkeit auf – immer noch gute – 400 cd/m<sup>2</sup> begrenzt.

Samsung verkauft das Galaxy Book Ion 13" nur in der hier getesteten Ausstattungsvariante für 1400 Euro. Man gelangt zwar über nur angeklipste Gummifüße an die Schrauben der Bodenplatte und nach deren Abhebeln ins Innere, kann dort aber lediglich die SSD wechseln.

Das beiliegende Netzteil hat anders als das des Galaxy Book Flex einen herkömmlichen Rundstecker; über seine Thunderbolt-Buchse nimmt das Ion aber auch Strom von USB-C-Netzteilen entgegen. Das Touchpad kann über Fn+F11 in eine drahtlose Qi-Ladematte verwandelt werden. Das Smartphone-Laden klappt aber nur bei eingeschaltetem Notebook – also genau dann, wenn man eigentlich gerne die verdeckte Sensorfläche zum Mausschubsen nutzen möchte.

Die Tastatur ist wie das Gehäuse in silberner Farbe ausgeführt. Anders als etwa beim Surface Book 3 ist die weiße Tastenbeleuchtung aber mit einem Helligkeitssensor gekoppelt, sodass sie sich nur in dunklen Umgebungen einschaltet – man kann die Tastenbeschriftung also immer erkennen. Der in die Tastatur integrierte Fingerabdruckleser sticht knallblau hervor, und auch die hintere Gehäusekante ist in dem auffälligen Farnton gehalten. Der Tastenhub fällt recht gering aus; nach kurzer Eingewöhnung tippt man aber flüssig. Das Layout gefällt bis auf den einzeiligen Cursor-Block.

- leicht
- sehr lange Laufzeit
- sehr heller Bildschirm
- 16:9-Display

## Premium-Notebooks:

Apple MacBook Pro 13" (2020)	
getestete Konfiguration	MWP42D/A
Lieferumfang	macOS 10.15 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera (Hello)	– / – / – / – / ✓ (–)
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 2 × L (2 × Typ C), 2 × R (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / Display-Port / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	APPA03E: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 2560 × 1600, 16:10, 227 dpi, 4 ... 429 cd/m <sup>2</sup> , spiegelnd
Prozessor	Intel Core i5-1038NG7 (4 Kerne mit SMT), 2 GHz (Turbo bis 3,8 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR4X-3733 / Intel Ice-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris Plus (vom Hauptspeicher) / –
Sound	PCIe: Apple
LAN / WLAN	– / PCIe: Broadcom (Wi-Fi 5, 3 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / UART: Apple (Apple)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	USB: HID (max. 4 Finger) / Apple T2 / int.: Apple T2 (Touch ID)
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Apple AP0512 (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	51 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	61 W, 281 g, 7,3 cm × 7,3 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,4 kg / 30,4 cm × 21,3 cm / 1,5 ... 1,6 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,3 W / 0,1 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m <sup>2</sup> / max	0,3 W / 5,4 W / 9,6 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	56,3 W / 12,9 W / 37,8 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	65,5 W / 0,6
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m <sup>2</sup> ) / Video (200 cd/m <sup>2</sup> ) / 3D (max)	21,5 h / 7,6 h / 1,9 h
Ladestand / Laufzeit nach 1h Laden	78 % / 16,7 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 2,8 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	2468,3 / 2219,6 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	159345 / 79588
Leseratte SD-Karte	–
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	16,5 / 10 MByte/s / –
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 115,9 dB(A)
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	437 / 1808
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	10065 / 9319 / 2653 / 923 / –
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	2130 €
Garantie	1 Jahr
⊕⊕ sehr gut   ⊕ gut   ○ zufriedenstellend   ⊖ schlecht   ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden   – nicht vorhanden   k.A. keine Angabe	

## Daten und Testergebnisse

Huawei MateBook 13 (2020)	Lenovo ThinkPad X1 Carbon (G8)	LG Gram 14	Microsoft Surface Book 3 13,5"	Samsung Galaxy Book Flex 13"	Samsung Galaxy Book Ion 13"
WRTB-WAH9L	20U90004GE	14Z90N-V.AR52G	SLK-00005	NP930QCG-K01DE	NP930XCJ-K01DE
Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, USB-C-auf-A-Adapter	Windows 10 Pro 64 Bit, Netzteil, LAN-Adapter	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, USB-C-LAN-Adapter	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, USB-C-auf-A-Adapter, S-Pen	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
- / - / - / - / ✓ (-)	- / - / L / - / ✓ (✓)	- / - / L / - / ✓ (-)	- / - / - / - / ✓ (✓)	- / - / - / - / ✓ (-)	- / - / L / - / ✓ (-)
- / 1 × L (1 × Typ C), 1 × R (1 × Typ C) / - / -	- / 1 × L, 1 × R / 2 × L (2 × Typ C) / L ( proprietär)	- / 1 × L, 1 × R / 1 × L (1 × Typ C) / -	- / - / 2 × L, 1 × R (1 × Typ C) / -	- / 1 × L (1 × Typ C) / 2 × R (2 × Typ C) / -	- / 2 × R / 1 × L (1 × Typ C) / -
- / - / -	- / - / -	R (MicroSD) / L / -	L (SD) / - / R	L (MicroSD) / - / -	R (MicroSD) / L / -
- / ✓ / - / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	- / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
ChiMei P130ZFA-B1: 13,1 Zoll / 33,2 cm, 2160 × 1440, 32, 199 dpi, 4 ... 344 cd/m², spiegelnd	BOE NE140FHM-N61: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 4 ... 322 cd/m², matt	LG LP140WF7-SPG1: 14 Zoll / 35,6 cm, 1920 × 1080, 16:9, 157 dpi, 21 ... 269 cd/m², spiegelnd	Panasonic TDM13056: 13,5 Zoll / 34,3 cm, 3000 × 2000, 3:2, 267 dpi, 5 ... 336 cd/m², spiegelnd	BOE NE133FHM-N55: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 29 ... 497 cd/m², spiegelnd	BOE NE133FHM-N55: 13,3 Zoll / 33,7 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 29 ... 577 cd/m², spiegelnd
Intel Core i5-10210U (4 Kerne mit SMT), 1,6 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache	Intel Core i5-10210U (4 Kerne mit SMT), 1,6 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache	Intel Core i5-1035G7 (4 Kerne mit SMT), 1,1 GHz (Turbo bis 3,7 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i7-1065G7 (4 Kerne mit SMT), 1,3 GHz (Turbo bis 3,9 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache	Intel Core i5-1035G4 (4 Kerne mit SMT), 1,1 GHz (Turbo bis 3,7 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache	Intel Core i5-10210U (4 Kerne mit SMT), 1,6 GHz (Turbo bis 4,2 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 6 MByte L3-Cache
8 GByte LPDDR3-2133 / Intel Comet-Lake-U	16 GByte LPDDR3-2133 / Intel Comet-Lake-U	8 GByte DDR4-3200 / Intel Ice-Lake-U	32 GByte LPDDR4X-3733 / Intel Ice-Lake-U	8 GByte LPDDR4X-3733 / Intel Ice-Lake-U	8 GByte DDR4-3200 / Intel Comet-Lake-U
int.: Intel UHD (vom Hauptspeicher) / -	int.: Intel UHD (vom Hauptspeicher) / -	int.: Intel Iris Plus (vom Hauptspeicher) / -	PEG: Nvidia GeForce GTX 1650 (4096 MByte GDDR5) / ✓	int.: Intel Iris Plus (vom Hauptspeicher) / -	int.: Intel UHD (vom Hauptspeicher) / -
HDA: Realtek ALC256	HDA: Realtek ALC285	HDA: Conexant 8200	HDA: Realtek ALC274	HDA: Realtek ALC298	HDA: Realtek ALC298
- / CNVi: Intel Wireless-AC 9560 (Wi-Fi 5, 2 Streams)	PCIe: Intel I219-V (Gbit) / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	- / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	- / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	- / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)	- / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
- / USB: Intel (Microsoft)	USB: Intel XMM 7360 / USB: Intel (Microsoft)	- / USB: Intel (Microsoft)	- / USB: Intel (Microsoft)	- / USB: Intel (Microsoft)	- / USB: Intel (Microsoft)
I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / SPI: Goodix	PS/2: ElanTech (max. 4 Finger, plus Trackpoint) / TPM 2.0 / USB: Synaptics	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / -	USB: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / -	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: CanvasBio	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: CanvasBio
SSD: WDC SN730 (512 GByte) / -	SSD: Samsung PM981a (512 GByte) / -	SSD: Samsung PM981 (256 GByte) / -	SSD: SKHynix BC501 (512 GByte) / -	SSD: Samsung PM981a (256 GByte) / -	SSD: Samsung PM981a (256 GByte) / -
43 Wh Lithium-Ionen / - / -	53 Wh Lithium-Ionen / - / -	72 Wh Lithium-Ionen / - / -	79 Wh Lithium-Ionen / - / -	68 Wh Lithium-Ionen / - / -	68 Wh Lithium-Ionen / - / -
65 W, 199 g, 6 cm × 6 cm × 2,8 cm, Steckernetzteil	65 W, 320 g, 8,8 cm × 5 cm × 2,2 cm, Klebeplattestecker	48 W, 235 g, 9,7 cm × 5,9 cm × 2,7 cm, Kleingerätestecker	95 W, 385 g, 11 cm × 5,5 cm × 3 cm, Kleingerätestecker	65 W, 253 g, 6,8 cm × 6,7 cm × 3 cm, Steckernetzteil	65 W, 228 g, 6,7 cm × 6,7 cm × 3 cm, Steckernetzteil
1,31 kg / 28,5 cm × 21,2 cm / 1,5 ... 1,8 cm	1,12 kg / 32,3 cm × 21,7 cm / 1,6 ... 1,8 cm	0,98 kg / 32,3 cm × 20,8 cm / 1,6 ... 2,1 cm	1,65 kg / 31,2 cm × 23,1 cm / 1,5 ... 2,4 cm	1,16 kg / 30,2 cm × 20,3 cm / 1,3 cm	0,98 kg / 30,5 cm × 20 cm / 1,4 cm
1 cm / 19 mm × 19 mm	1,1 cm / 19 mm × 19 mm	1,2 cm / 19 mm × 18,5 mm	0,8 cm / 19 mm × 18,5 mm	0,9 cm / 19 mm × 18,5 mm	0,9 cm / 19 mm × 18,5 mm
0,6 W / 0,5 W	0,7 W / 0,5 W	0,9 W / 0,3 W	1,3 W / 0,4 W	0,8 W / 0,7 W	0,5 W / 0,3 W
1,5 W / 4,3 W / 7,5 W	0,7 W / 3,6 W / 5,4 W	1 W / 4,3 W / 6,2 W	1,3 W / 7,9 W / 11,2 W	0,8 W / 4,9 W / 10 W	0,5 W / 3,5 W / 8,6 W
66,8 W / 12,1 W / 30,4 W	60,7 W / 7,8 W / 27,8 W	43,8 W / 12,2 W / 26,1 W	45,2 W / 17,3 W / 60,9 W	47,8 W / 15,9 W / 33,5 W	65,7 W / 14,3 W / 31,9 W
66,8 W / 0,57	64,6 W / 0,55	47 W / 0,6	77,9 W / 0,9	66,8 W / 0,56	66,2 W / 0,56
15,8 h / 7 h / 1,8 h	24,9 h / 9,3 h / 4 h	23,8 h / 10,8 h / 3,7 h	13,5 h / 8 h / 2,1 h	25,8 h / 11,2 h / 3,1 h	33,7 h / 13,5 h / 3,1 h
79 % / 12,5 h	84 % / 21 h	46 % / 11 h	47 % / 6,3 h	46 % / 11,8 h	46 % / 15,5 h
< 0,1 Sone / 1 Sone	< 0,1 Sone / 0,8 Sone	< 0,1 Sone / 0,5 Sone	< 0,1 Sone / 0,5 Sone	< 0,1 Sone / 0,4 Sone	< 0,1 Sone / 0,6 Sone
2755,3 / 2463,2 MByte/s	3363,2 / 2835,3 MByte/s	2577,0 / 1450,1 MByte/s	1770,8 / 821,6 MByte/s	2960,4 / 2242,6 MByte/s	2729,1 / 2186,9 MByte/s
122463 / 82870	120184 / 89257	129628 / 113024	63360 / 66662	118170 / 106877	120310 / 81761
-	-	75,7 MByte/s	174,3 MByte/s	75,8 MByte/s	67 MByte/s
16,8 / 15,5 MByte/s / ✓	24,4 / 16,8 MByte/s / ✓	26,1 / 13,9 MByte/s / ✓	30,8 / 23,9 MByte/s / ✓	24,5 / 11,8 MByte/s / ✓	25,6 / 16,4 MByte/s / ✓
⊕⊕ / 99,7 dB(A)	⊕⊕ / 111,3 dB(A)	⊕⊕ / 98,4 dB(A)	O / 85,8 dB(A)	⊕⊕ / 98,1 dB(A)	⊕⊕ / 98,0 dB(A)
421 / 1413	404 / 1664	369 / 1073	354 / 1218	412 / 1153	400 / 1163
5820 / 4876 / 1211 / 480 / -	6111 / 4858 / 1198 / 482 / -	5266 / 4588 / 1251 / 569 / -	14105 / 19353 / 6796 / 3130 / -	6715 / 6228 / 1723 / 536 / -	5053 / 4470 / 1125 / 438 / -
900 €	2270 €	1150 €	2800 €	1600 €	1400 €
2 Jahre	3 Jahre	2 Jahre	1 Jahr	2 Jahre	2 Jahre



# Halbstarke Wandler

## Sechs leise und effiziente 500-Watt-Netzteile für Desktop-PCs

Für einen flotten Desktop-Rechner mit Vielkern-Prozessor und starker Grafikkarte ist oft ein 500-Watt-Netzteil angemessen. Bei aktuellen „80 Plus“-Modellen ab 50 Euro entlarven Vergleichsmessungen einige Unterschiede und Schwachpunkte.

Von Christof Windeck

Ein PC-Netzteil wandelt 230 Volt Wechselspannung aus der Steckdose in mehrere Kleinspannungen für die PC-Komponenten um. Das soll so stabil, effizient und leise wie möglich passieren. ATX-Netzteile der 500-Watt-Klasse sind für gut ausgestattete Allround- und Gaming-PCs gedacht. Sie haben ausreichend Reserven für die Kombination einer Oberklasse-Grafikkarte mit einem AMD Ryzen 9 3950X oder Intel Core i9-10900K. Letztere sind mit nominellen Leistungen (Thermal Design Power, TDP) von 105 beziehungsweise 125 Watt spezifiziert, brauchen aber im Turbo-Modus und beim Übertakten deutlich mehr. Und eine Nvidia GeForce RTX 2080 verlangt weitere 250 Watt.

Wir haben sechs aktuelle 500-Watt-ATX-Netzteile der Marken Antec, be quiet!, Cooler Master, Enermax, FSP und Seasonic ins Labor geholt. Die Preisspanne reicht von 50 bis 80 Euro. Zwei Prüflinge haben Steckverbinder am Gehäuse, sodass man Kabel weglassen kann, die für den jeweiligen PC-Aufbau unnötig sind – das verringert den Kabelsalat. Die Funktion heißt etwas überkandidelt auch Kabelmanagement (Cable Management, CM) und zielt auf Freunde der edleren PC-Innenraumgestaltung. Doch jeder zusätzliche Steckverbinder bildet eine potenzielle Störquelle – Sie müssen selbst abwägen, welcher Aspekt wichtiger ist.

### Auswahlhilfe

Im Idealfall versorgt das PC-Netzteil alle eingebauten Komponenten direkt, also ohne weitere Adapter. Wählen Sie daher ein Netzteil mit ausreichend langen Kabeln für Ihre Gehäuse-Mainboard-Kombination – vor allem in großen Tower-Gehäusen sitzt die ATX12V- beziehungsweise EPS12V-Buchse des Mainboards oft weit vom Netzteil entfernt.

Für eine Grafikkarte haben alle Testgeräte je zwei sogenannte PCI-Express-(PCIe-)Anschlüsse, die aber nicht etwa

PCIe-Signale übertragen, sondern eben Strom. Es sind jeweils achtpolige, teilbare Stecker, die auch in sechspolige Buchsen passen (6 + 2). Einzig beim Netzteil von bei quiet! hängen sie an separaten Kabeln, die anderen haben nur je ein Kabel mit zwei Steckern. Alle verwenden wegen des cooleren Erscheinungsbilds schwarze Adern, oft in Form von Flachbundleitungen; einige stecken in Hüllen, genannt Sleeves.

Wie stark das Netzteil für eine individuelle PC-Konfiguration sein sollte, lässt sich nur mit viel Erfahrung abschätzen. Befragt man einen der Online-Konfigurationsrechner (siehe ct.de/yjcz), kommt man oft auf sehr hohe Werte und gibt deshalb unnötig viel Geld für ein Netzteil aus. Andererseits ärgert man sich, wenn man später einmal auf- oder umrüstet und dann ein zu knapp bemessenes Netzteil tauschen muss.

Die größten PC-Stromfresser sind Hauptprozessor (CPU) und Grafikkarte (GPU). Daneben spielen der Mainboard-Chipsatz, Arbeitsspeicher und die Massenspeicher (SSDs, Festplatten) nur kleine Rollen. Pro SSD kann man mit 6 Watt in der Spitze rechnen; Magnetfestplatten brauchen bei Zugriffen 6 bis 8 Watt, nur welche mit sehr hoher Kapazität und 7200 Touren auch mal über 10 Watt. Für einen sehr sparsamen PC ohne separate Grafikkarte genügt ein 300-Watt-Wandler, der auch sehr niedrige Leistungen effizient bereitstellen kann. 500 Watt reichen wie eingangs erwähnt für die aktuellen Spitzentypen der Mittelklasse-Prozessorfamilien von AMD und Intel aus, also für Mainboards mit den Fassungen AM4, LGA1151v2 und LGA1200, auch in Verbindung mit einer starken Grafikkarte. Wer jedoch einen Prozessor mit mehr als acht Kernen weit übertraktieren möchte, sollte vielleicht eher ein



Buchsen am Netzteil für abnehmbare Kabel heißen hochrabend Kabelmanagement. Bei den „semimodularen“ Varianten sind die Kabel fürs Mainboard (Main Power ATX und ATX12V/ EPS12V) fest angegeschlossen.

Netzteil mit 550 bis 650 Watt kaufen. AMD Ryzen Threadripper und Intel Core X wiederum verlangen Netzteile mit zwei EPS12V-Strippen, die es erst ab 650 Watt Nennlast und für über 100 Euro gibt.

### Innere Werte

Für praktisch jedes Netzteil verspricht der jeweilige Hersteller, dass es leise und effizient ist. Doch in manchen Netzteilen rotiert der Lüfter nicht immer langsam, sondern dreht bei hoher Last enorm auf. Krach gibts sogar ganz ohne Lüfter, wenn Drosselpulen fiepen oder brummen. Auch die Effizienz (Wirkungsgrad) hängt von der tatsächlichen Belastung des Netzteils ab und somit nicht nur von den im jeweiligen PC eingebauten Komponenten, sondern auch von der individuellen Nutzungsweise.

Das vor rund 15 Jahren eingeführte Effizienz-Siegel 80 Plus verbesserte den Wirkungsgrad von Netzteilen stark, hat aber einige Tücken. Bei privat genutzten Desktop-PCs ergeben sich in der Praxis nur selten relevante Vorteile durch ein Netzteil mit 80 Plus Platinum statt 80 Plus Bronze. Die Effizienz-Vorgaben greifen nämlich erst bei relativ hoher Belastung, die bei typischer PC-Nutzung eher selten

vorkommt. Die meisten Rechner verbringen den bei Weitem größten Teil ihrer Betriebszeit im Leerlauf oder mit schwacher Last. Dabei ziehen sie höchstens 50 Watt aus dem Netzteil, oft noch viel weniger. Wir messen daher im c't-Labor auch die Verluste bei Schwachlast mit 10 und 30 Watt. Die 80-Plus-Vorgabe von beispielsweise 87 Prozent Wirkungsgrad für „Gold“ greift hingegen erst ab 20 Prozent der Nennlast, bei einem 500-Watt-Netzteil also bei 100 Watt auf der Niederspannungsseite.

Das Problem mit der unklaren Schwachlast-Effizienz haben auch die Macher der 80-Plus-Spezifikation erkannt und fordern für die „Titanium“-Klasse eine zusätzliche Messung bei 10 Prozent Nennlast. Doch 80-Plus-Titanium-Netzteile mit weniger als 600 Watt Nennleistung sind kaum zu bekommen und dabei liegt der 10-Prozent-Wert auch schon bei 60 Watt. Einige Hersteller lassen ihre Netzteile auch von der zypriotischen Firma Cybenetics Labs nach deren haus-eigener „Eta“-Klassifikation vermessen, die bei manchen Produkten eine 10-Watt-Messung einschließt.

Geringe Verluste bei schwacher Last sind zwar gut für die Umwelt, aber man

## ATX-Netzteile mit 500 Watt: Verluste und Geräusch je nach Belastung

Lastpunkt 500-Watt-Netzteil	Standby	Schwachlast		Last				Geräusch [Sone] bei 20 / 50 / 100 % Last
		Verluste [W] bei 1 / 2 W	Verluste [W] bei 10 / 30 W	Geräusch [Sone] bei 10 / 30 W	Verlustanteil [%] 20 % (100 W)	50 % (250 W)	Volllast (500 W)	
Antec Neo Eco Gold NE	◀ besser	0,6/0,9	7,1/8,2	0,7/0,7	11	9	11	0,7/0,7/4,1
be quiet! Pure Power 11	0,4/0,7	11/11	<0,1/<0,1	13	9	11	<0,1/<0,1/0,4	
Cooler M. MWE White V2	0,5/0,8	3,5/21	<0,1/<0,1	15	12	15	0,1/0,4/1,2	
Enermax RevoBron ED.2	0,4/0,7	6,1/7,9	0,1/0,1	12	12	15	0,1/0,2/2,2	
FSP Hyper K	0,5/0,9	8,7/11	0,4/0,4	15	13	17	0,4/0,4/2,0	
Seasonic Core GM	0,5/0,9	7,2/8,6	<0,1/<0,1	11	9	12	<0,1/<0,1/0,5	



### Antec Neo Eco Gold Zen NE500G

Wie sein Name andeutet, erfüllt das Antec Neo Eco Gold Zen die 80-Plus-Gold-Spezifikation und schafft im Idealfall „halbe Last“ über 90 Prozent Wirkungsgrad. Auch bei schwacher Last gehört es zu den effizientesten Prüflingen dieses Tests. Ärgerlich ist jedoch, dass man den Lüfter stets hört; das Geräusch ist zwar gut erträglich, aber das können alle anderen Testgeräte besser. Der Lüfter dreht erst bei hoher Belastung auf, unter Volllast aber extrem: 4,1 Sone Lärm sind unnötig viel.

Eine kleinere Schwäche leistet sich das Antec-Netzteil bei kurzen Stromausfällen: Die Stützzeit unter Volllast liegt unterhalb der 17 Millisekunden, die die ATX-Spezifikation fordert. Die meisten USVs sind allerdings schneller.

- ⬆️ effizient, auch bei Schwachlast
  - ⬇️ Stützzeit zu kurz
  - ⬇️ zu laut
- Preis: 75 Euro

sollte ihren Effekt auch nicht überbewerten: Bei 10 Watt liegen die Prüflinge nur 5 Watt auseinander, bei 30 Watt sind es 13 Watt. Bei 10 Stunden Betrieb an 223 (Arbeits-)Tagen im Jahr ergeben sich daraus höchstens 29 Kilowattstunden (kWh) Sparpotenzial, die bei einem Preis von 30 Cent/kWh lediglich 8,70 Euro ausmachen. Höhere Effizienz bedeutet allerdings auch etwas weniger Abwärme und somit tendenziell leisere Kühlung im Netzteil.

Die Unterschiede zwischen den 80-Plus-Netzteilklassen wie Bronze und Gold verwinden auch deshalb, weil Weitbereichsnetzteile mal 115, mal



### be quiet! Pure Power 11 500W

Das be quiet! Pure Power 11 verkauft die Firma Listan schon seit 2018, es hat sich bereits in PC-Bauvorschlägen der c't-Redaktion bewährt. Das Netzteil ist ab 100 Watt Belastung sehr effizient und bleibt besonders leise, auch unter Volllast. Es hat zwei separate PCIe-Stromkabel; das ATX12V-Kabel ist etwas kurz.

Einziger relevanter Kritikpunkt sind die hohen Verluste bei sehr schwacher Belastung mit 10 Watt: Dabei liegt der Wirkungsgrad unter 50 Prozent; ein älteres Exemplar war mit 56 Prozent deutlich effizienter. Somit eignet sich das be-quiet!-Netzteil vor allem für PCs mit guter Ausstattung, etwa mit einer starken Grafikkarte und mehreren Festplatten, die sekundärseitig mindestens 30 Watt aufnehmen.

- ⬆️ sehr leise
  - ⬆️ bei höherer Last effizient
  - ⬇️ hohe Verluste bei 10 Watt
- Preis: 75 Euro



### Cooler Master MWE White 230V V2 500W

Die Farbbezeichnung „White“ im Namen des nachtschwarzen MWE V2 symbolisiert die „weiße“ Basisversion von 80 Plus. Es gehört jedenfalls zu den billigeren Prüflingen im Test und erfüllt nur die Basisanforderungen von 80 Plus, liegt jedoch bei der Effizienz im guten Mittelfeld – ab 100 Watt. Bei 10 Watt war es sogar das effizienteste Netzteil im Test. Bei 30 Watt hat es allerdings einen Knick in der Wirkungsgrad-Kurve, dann fallen üppige 21 Watt Verlust an. Der Lüfter dreht sich bei nur 10 Watt Last noch nicht, allerdings hört man ein sehr leises Zirpen – aus einem geschlossenen PC-Gehäuse heraus wäre es fast unhörbar. Ab 250 Watt rauscht der Lüfter leise, bei Volllast dann deutlicher, doch erträglich. Bei einer kommenden Version des MWE White soll es nicht mehr zirpen und der Lüfter stets rotieren.

- ⬆️ gute Effizienz unter Last
  - ⬆️ Lüfter steht bei Schwachlast
  - ⬇️ hohe Verluste bei 30 Watt
- Preis: 55 Euro

bei 230 Volt gemessen werden. Beides ist zulässig, aber für 80 Plus Silver bei 230 Volt gelten dieselben Forderungen wie für 80 Plus Gold mit 115 Volt, nämlich 87 Prozent Effizienz bei 20 und 100 Prozent Last und 90 Prozent bei 50 Prozent Last.

Viele aktuelle Netzteile arbeiten mit sogenannter DC-DC-Technik: Damit ist gemeint, dass sie – außer für die Standby-Versorgung – zunächst die 230 Volt aus der Steckdose in 12 Volt Gleichspannung (DC) wandeln. Die restlichen Spannungsschienen wie 5 Volt und 3,3 Volt bedienen DC-DC-Wandler, die sich aus der 12-Volt-Schiene speisen. Mehr Details zu

ATX-Netzteilen erklärt die FAQ aus c't 11/2017 [1], die Sie auch via [ct.de/yjcz](http://ct.de/yjcz) kostenlos lesen können.

### Messtechnik

Mit sogenannten elektronischen Lasten ziehen wir im c't-Labor aus den ATX-Netzteilen die für die 80-Plus-Spezifikation relevanten Leistungen. Das sind bei den 500-Watt-Prüflingen 100, 250 und 500 Watt (20/50/100 Prozent von Nennlast). Wir messen aber auch bei 10 und 30 Watt Schwachlast, davon 20 Prozent auf den 3,3- und 5-Volt-Schienen (also 2/6 Watt). Schließlich prüfen wir die Verluste der 5-Volt-Standby-Versorgung, die ständig



## Enermax RevoBron ED.2 500W

Enermax vertreibt die Netzteile der Serie RevoBron schon seit einigen Jahren. Unser 500-Watt-Testgerät aus der zweiten „ED.2“-Auflage kam aber erst 2019 auf den Markt. Der Wirkungsgrad ab 100 Watt entspricht den Vorgaben von 80 Plus Bronze. Glänzen kann das Enermax-Netzteil mit enorm langer Stützzeit bei Unterbrechungen der Stromversorgung sowie mit geringen Verlusten bei Schwachlast.

Die Niederspannungskabel sind „semimodular“; das bedeutet, dass jene fürs Mainboard fest angeschlossen sind und es für die anderen Buchsen gibt. Dank extralangem ATX12V-/EPS12V-Kabel empfiehlt sich das RevoBron für große Tower-Gehäuse. Die Überspannungstests überstand das Netzteil zwar klaglos, aber es traten dabei zischende Geräusche auf.

- ⬆ sehr effizient bei Schwachlast
  - ⬆ sehr lange Stützzeit
  - ⬇ einige Kabel abnehmbar
- Preis: 60 Euro

läuft, solange ein ATX-Netzteil an der Steckdose hängt und nicht mit seinem mechanischen Schalter abgeschaltet wird. Die meisten PC-Mainboards kommen im Standby mit weniger als 1 Watt aus; bei größerem RAM-Ausbau können es im Windows-Modus „Energie sparen“ (Suspend-to-RAM) auch mal 2 bis 3 Watt sein.

Die Effizienznote „gut“ vergeben wir im Standby-Fall ab 70 Prozent Wirkungsgrad. Im Betrieb mit schwacher Last von 10 Watt reichen 60 Prozent für „gut“. Ab 20 Prozent Last verlangen wir für „gut“ mindestens 85 Prozent Effizienz, also höchstens 15 Prozent Verlust.



## FSP Hyper K 500W

Das Hyper K 500W von FSP Fortron Source bekommt man schon für unter 50 Euro und mit fünf Jahren Garantie. Mit acht SATA-Stromsteckern hat es zwei mehr als alle anderen Netzteile im Test.

Der Lüfter rauscht nie mit weniger als 0,4 Sone – das ist kein schlechter Wert, die Konkurrenz unterbietet ihn jedoch. Immerhin bleibt das Hyper K dann aber auch bis über 250 Watt leise, erst bei Volllast wird es laut.

Bei Schwachlast ist der Wirkungsgrad zufriedenstellend. Ab 250 Watt zeigen die Messungen der Effizienz deutliche Unterschiede zu den teureren 80-Plus-Gold-Geräten; bei Volllast verheizt der FSP-Wandler bis zu 41 Watt mehr als der effizienteste Konkurrent. Die Stützzeit liegt zwar über den 17 Millisekunden, die der ATX-Standard fordert, aber nur sehr knapp.

- ⬆ viele SATA-Stecker
  - ⬆ günstig, 5 Jahre Garantie
  - ⬇ weniger effizient
- Preis: 50 Euro



## Seasonic Core GM 500W

Das Seasonic Core GM 500W erfüllt die 80-Plus-Gold-Spezifikation und ist auch bei schwacher Last effizient. Es bleibt stets leise, der Lüfter dreht erst oberhalb von 250 Watt Belastung ein wenig hoch.

Die Kabel zur Mainboard-Versorgung sind fest angeschlossen, jene für Grafikkarte und Laufwerke kann man weglassen, wenn man sie nicht benötigt. Die Kabel sind recht lang.

Seasonic traut dem Netzteil bei Last von höchstens 400 Watt bis zu 50 Grad Celsius Lufttemperatur zu; unter Volllast dürfen es wie bei allen anderen getesteten Wandlern maximal 40 Grad sein. Die Garantie währt mit sieben Jahren besonders lange.

- ⬆ sehr effizient
  - ⬆ leise
  - ⬆ lange Garantie
- Preis: 70 Euro

Blitzschläge bei Gewittern entstehen. 1000 Volt müssen alle Elektrogeräte für Privatleute überstehen, 2000 Volt sind für Industriegeräte vorgegeben.

Die Messung der sogenannten Stützzeit entlarvt, was bei sehr kurzen Stromausfällen passiert. Das ist auch wichtig beim Einsatz einer unterbrechungssicheren Stromversorgung (USV), die bei einem Stromausfall ein paar Millisekunden zum Umschalten braucht – meistens reichen 10 Millisekunden, was alle Prüflinge schaffen [2]. Laut ATX-Spezifikation sollen PC-Netzteile die Sekundärspannungen jedoch mindestens 17 Millisekunden im Toleranzbereich von 5 Prozent (5-Volt-Schiene) bezie-

hungsweise 10 Prozent (12 Volt) halten, wenn die Netzspannung ausbleibt.

## Fazit

Es gibt einen klaren Testsieger: Das Seasonic Core GM-500 ist sehr leise, effizient, gut ausgestattet und kommt mit langer Garantie. Anders als die Konkurrenten leistet es sich keine wesentliche Schwäche und kostet auch nicht zu viel. Allerdings schwanken die Preise derzeit stark, weil die Coronavirus-Pandemie Lieferengpässe verursacht.

Welches Netzteil auf dem zweiten Platz liegt, hängt von den Wünschen seines Nutzers ab: Das be quiet! Pure Power

11 ist zwar teurer als das Seasonic, aber sogar noch einen Tick leiser und ebenfalls sehr effizient, allerdings nicht bei schwacher Belastung mit 10 Watt. Ab 30 Watt ist es mindestens „gut“ und daher für PCs mit guter Ausstattung durchaus empfehlenswert. Wenn es jedoch auf möglichst niedrige Verluste im Leerlauf ankommt, steht das Enermax besser da – aber es ist ein klein wenig lauter. Der Preistipp ist das FSP Hyper K für 50 Euro; es macht seine Sache ordentlich, lässt seinen Lüfter aber lauter rauschen und verbrät mehr Energie als teurere 80-Plus-Gold-Wandler.

Alle Netzteile im Test halten die Vorgaben der jeweiligen 80-Plus-Spezifika-

tion ein – kein Wunder, denn die misst eine unabhängige Stelle nach. Bei anderen Eigenschaften gibt es erhebliche Unterschiede, vor allem bei Schwachlast und der Lüfterregelung. Es lohnt sich deshalb, vor dem Netzteilkauf einen Blick in unsere Ergebnistabelle zu werfen. (ciw@ct.de) **ct**

## Literatur

- [1] Christof Windeck, FAQ: ATX-Netzteile für Desktop-PCs, c't 11/2017, S. 120
- [2] Rudolf Opitz, Blackout-Versicherung, Günstige USVs für den Büro-PC, c't 3/2018, S. 110

**Konfigurationsrechner, FAQ: ct.de/yjcz**

## ATX-Netzteile mit 500 Watt für Desktop-PCs: technische Daten und Messergebnisse

Hersteller	Antec	be quiet!	Cooler Master	Enermax	FSP	Seasonic
Produkt	Neo Eco Gold Zen NE500G	Pure Power 11 500W	MWE White 230V V2 500W	RevoBron ED.2 500W	Hyper K 500W	Core GM 500W
Typencode	NE500GASN	BN293	MPE-5001-ACABW	ERB500AWT-ED.2	PPA5005810	SSR-500LM
Web	antec.com	bequiet.com	coolermaster.com	enermaxeu.com	fsplifestyle.com	seasonic.com
<b>Anschlüsse / Daten laut Typenschild</b>						
Stecker: ATX / EPS (trennbar) / PCIe	20+4 / 1x4+4 / 2x6+2					
Kabellänge: ATX / EPS / PCIe	49 / 60 / 52 cm	56 / 53 / 52 cm	50 / 56 / 51 cm	59 / 72 / 50 cm	56 / 63 / 52 cm	61 / 66 / 68 cm
Kabelmanagement / Lüfter	– / 120 mm	– / 120 mm	– / 120 mm	✓ / 120 mm	– / 120 mm	✓ / 120 mm
Stecker: SATA / HDD (Molex) / Floppy	6 / 2 / –	6 / 3 / 1	6 / 3 / –	6 / 4 / 1 (Adapter)	8 / 2 / 1	6 / 3 / –
Belastbarkeit 12V1 / 12V2 / 12V3	42 A / – / –	28 / 20 A / –	41 A / – / –	25 / 25 A / –	38 A / – / –	41 A / – / –
Belastbarkeit +3,3V / +5V / +5 Vsb	18 / 18 / 2,5A	24 / 15 / 3A	16 / 16 / 3A	22 / 18 / 2,5A	20 / 20 / 3,0A	20 / 20 / 3,0A
Vollast / nur 12V / Kombi 3,3 + 5 V	504 / 504 / 100 W	500 / 480 / 120 W	500 / 492 / 110 W	500 / 498 / 110 W	500 / 456 / 120 W	500 / 492 / 100 W
80-Plus-Kennzeichen / ATX-PSU-Vers.	Gold / 2.40	Gold / 2.40	Basis / 2.52	Bronze / 2.40	Basis / 2.40	Gold / k. A.
DC-DC-Wandler / Multi-Rail	k. A. / –	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	k. A. / –	✓ / –
<b>Messergebnisse im Standby-Betrieb</b>						
Leistungsaufnahme ohne Last	0,2 W	0,2 W	0,1 W	0,1 W	0,1 W	0,0 W
... mit Last (0,5 / 1,0 / 2,0 W)	0,9 / 1,6 / 2,9 W	0,8 / 1,4 / 2,7 W	0,9 / 1,5 / 2,8 W	0,8 / 1,4 / 2,7 W	0,8 / 1,5 / 2,9 W	0,8 / 1,5 / 2,9 W
Wirkungsgrad dabei	57 / 66 / 71 %	65 / 73 / 77 %	61 / 69 / 75 %	69 / 75 / 76 %	63 / 70 / 74 %	67 / 70 / 73 %
Stützzeit bei 2 Watt Last	6,3 s	5,2 s	6,1 s	9,2 s	5,0 s	6,1 s
<b>Messergebnisse bei Schwachlast (bei 10 / 30 Watt, Geräusch aus 50 Zentimetern Abstand)</b>						
Leistungsaufnahme	17,6 / 38,3 W	21,5 / 41,7 W	14,0 / 51,2 W	16,6 / 38,1 W	19,2 / 40,8 W	17,6 / 38,5 W
Wirkungsgrad (Leistungsfaktor)	60 / 79 % (0,44 / 0,67)	49 / 73 % (0,62 / 0,78)	75 / 59 % (0,29 / 0,63)	63 / 79 % (0,43 / 0,68)	55 / 74 % (0,58 / 0,75)	59 / 77 % (0,37 / 0,53)
Geräusch	0,7 / 0,7 Sone	< 0,1 / < 0,1 Sone	< 0,1 / < 0,1 Sone	0,1 / 0,1 Sone	0,4 / 0,4 Sone	< 0,1 / < 0,1 Sone
<b>Messergebnisse bei 20 Prozent Last (bei 100 Watt, Geräusch aus 50 Zentimetern Abstand)</b>						
Wirkungsgr. (Leistungsaufn./faktor)	89 % (113 W / 0,90)	87 % (117 W / 0,92)	85 % (119 W / 0,81)	88 % (115 W / 0,91)	85 % (119 W / 0,97)	89 % (113 W / 0,77)
Geräusch	0,7 Sone	< 0,1 Sone	0,1 Sone	0,1 Sone	0,4 Sone	< 0,1 Sone
<b>Messergebnisse bei 50 Prozent Last (bei 250 Watt, Geräusch aus 50 Zentimetern Abstand)</b>						
Wirkungsgr. (Leistungsaufn./faktor)	91 % (274 W / 0,96)	91 % (277 W / 0,98)	88 % (282 W / 0,91)	88 % (282 W / 0,97)	87 % (288 W / 0,99)	91 % (273 W / 0,89)
Geräusch	0,7 Sone	< 0,1 Sone	0,4 Sone	0,2 Sone	0,4 Sone	< 0,1 Sone
<b>Messergebnisse bei Volllast (bei 500 Watt, Geräusch aus 50 Zentimetern Abstand)</b>						
Wirkungsgr. (Leistungsaufn./faktor)	89 % (560 W / 0,98)	89 % (559 W / 0,99)	85 % (581 W / 0,96)	85 % (585 W / 0,99)	83 % (599 W / 0,99)	89 % (558 W / 0,95)
Geräusch	4,1 Sone	0,4 Sone	1,2 Sone	2,2 Sone	2,0 Sone	0,5 Sone
Stützzeit auf Schiene 5V / 12V	16,6 / 15,4 ms	26,6 / 26,4 ms	22 / 19,6 ms	47,4 / 23,2 ms	16,8 / 17,4 ms	24,8 / 23,4 ms
Burst (Surge) 1 kV / 2 kV	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)	✓ / ✓ (✓ / ✓)
<b>Bewertung</b>						
Effizienz Standby (0,5 / 1 / 2 W)	⊕ / O / ⊕	O / ⊕ / ⊕	O / ⊕ / ⊕	O / ⊕ / ⊕	O / ⊕ / ⊕	O / ⊕ / ⊕
Effizienz bei Schwachlast (bis 30 W)	⊕	⊖⊖ (ab 30 W: ⊕)	⊖ (bei 10 W: ⊕)	⊕	⊖	⊖
Effizienz bei 20 / 50 / 100 % Last	⊕ / ⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕ / ⊕	⊕ / ⊕⊕ / ⊕
Störschutz	⊖	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
Geräusch bei Schwachlast / 20 %	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕⊕
Geräusch bei 50 % / Volllast	⊕ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖⊖	⊕⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊖
Preis (zirka) / Garantie	75 € / 5 Jahre	75 € / 5 Jahre	55 € / 3 Jahre	60 € / 3 Jahre	48 € / 5 Jahre	70 € / 7 Jahre
✓ vorhanden	– nicht vorhanden	k. A. keine Angabe	⊕⊕ sehr gut	⊕ gut	⊖ zufriedenstellend	⊖⊖ schlecht
⊖⊖ sehr schlecht						

Es gibt **10** Arten von Menschen.  
iX-Leser und die anderen.



**Jetzt Mini-Abo testen:**  
3 Hefte + Bluetooth-Tastatur  
nur 16,50 €

[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



[www.iX.de/testen](http://www.iX.de/testen)



49 (0)541 800 09 120



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



MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE  
INFORMATIONSTECHNIK



Bild: Thorsten Hubner

# Auf Rechnung

## Laufzeittarife fürs mobile Internet

**Wer mit dem Handy ins Internet will, landet unversehens im Tarifdschungel. Bei Laufzeitverträgen gilt es, auf Kleinigkeiten zu achten. Ein Überblick.**

**Von Urs Mansmann**

Ein statistisch gesehen besitzt jeder Deutsche inzwischen 1,75 SIM-Karten, und die Zahl nimmt weiter zu. Die Wahl des richtigen Tarifs ist entscheidend dafür, wie das mobile Internet mit dem Smartphone am Ende funktioniert. Bei der Auswahl muss man einiges beachten, um nicht am Ende zu viel zu zahlen oder langsam im Internet unterwegs zu sein. Wir haben uns Smartphone-Tarife mit mindestens 3 Gigabyte pro Monat ange schaut.

Zunächst einmal eine gute Nachricht: Die Gattung der 3G-Tarife (UMTS) ist aus gestorben. Alle hier vorgestellten Tarife erlauben die Nutzung des 4G-Netzes (LTE) und immer mehr ermöglichen sogar den Zugang zu 5G. Rechtzeitig vor der Abschaltung der 3G-Netze haben die Provider ihre 3G-Angebote eingestellt.

Wer immer noch einen alten 3G-Tarif nutzt, sollte zügig umsteigen, denn die 3G-Netze werden bald abgeschaltet, wo sie es noch nicht sind. Für die Nutzung des mobilen Internets ist dann ein 4G-Tarif mit dazu passendem Gerät Voraussetzung. Das 2G-Netz (GSM), das wohl auch nach dem Ende von 3G noch eine ganze Weile weiterbetrieben werden wird, taugt lediglich noch zum Telefonieren.

### Das richtige Netz

Den Umstieg auf einen neuen Tarif sollte man nutzen, um abzuklopfen, welches das

günstigste und leistungsfähigste Angebot ist, und dabei einen Anbieterwechsel in Erwägung ziehen. Ein Wechsel auf 5G wird dabei zunächst nicht nötig sein. Auch in den kommenden Jahren wird 4G die Basis des Netzausbau bleib en. Aber 5G-Kunden erhalten bereits heute mehr Tempo und weniger Latenz in Ballungszentren und auf einigen wichtigen Autobahnen, etwa von Hamburg nach Berlin. Es erhöht den Komfort und das Tempo, wenn man die neue Technik bereits nutzen kann.

Eine wichtige Frage ist, wie es mit der Netzabdeckung aussieht. Auf Online-Karten der Netzbetreiber, die beständig aktualisiert werden, kann man sehen, wo die Versorgung mit 4G ordentlich ist und in welchen Gegenden bereits das 5G-Netz am Start ist. Allzu genau sollte man die Karten jedoch nicht nehmen, die Ergebnisse sind tendenziell geschönt, der Empfang auch in angeblich gut versorgten Ge-

bieten mitunter hundsmiserabel, zumal auf dem Land.

Am schlechtesten ausgebaut ist das Netz von Telefónica (O2), das in Netztests meistens mit Abstand auf dem letzten Platz landet. Die Telekom gewinnt solche Vergleiche in aller Regel, knapp gefolgt von Vodafone, denen es beim Netzausbau einfach nicht gelingen mag, den Vorsprung der Telekom aufzuholen.

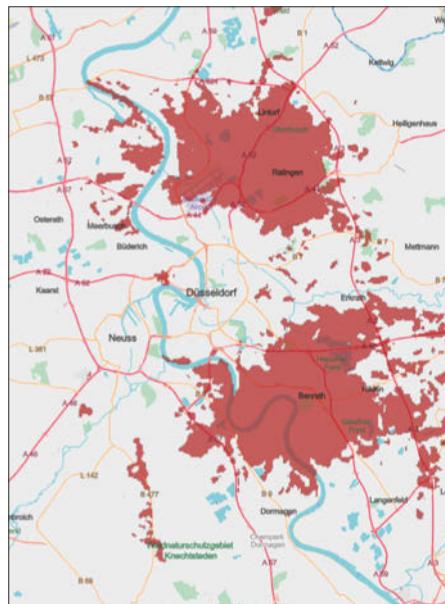
Solange man ausschließlich in Ballungszentren, Großstädten und deren direktem Umland unterwegs ist, wird man kaum einen Unterschied zwischen den Netzbetreibern spüren. Je ländlicher die Gegend wird, desto mehr trennt sich die Spreu vom Weizen.

Der Leistungsunterschied macht sich auch im Preis bemerkbar: Angebote im Telefónica-Netz sind spürbar günstiger als im Vodafone- oder Telekom-Netz. Tendenziell am teuersten sind Tarife im Telekom-Netz. Das folgt strikt marktwirtschaftlicher Logik: Die Ersteigerung großer Frequenzräume und der Aufbau von Funkmasten verschlingen viel Geld, das letztlich der Kunde bezahlen muss. Netzbetreiber, die viel Geld in den Ausbau stecken, müssen sich das letztlich beim Kunden wieder holen.

Nicht nur die Netzbetreiber selbst bieten Verträge an, sondern es gibt auch eine Menge Service-Provider, die kein eigenes Netz haben, sondern nur Kontingente der Netzbetreiber erwerben und weiterverkaufen oder eine Provision für die Vermarktung von Netzbetreiber-Tarifen erhalten. Nicht immer ist bei solchen Angeboten gleich klar, welches Netz für welches Angebot genutzt wird. Oft wird von „D-Netzen“ gesprochen, das bezieht sich auf die ersten beiden GSM-Anbieter D1 Telekom und D2 Privat, heute stecken dahinter Telekom oder Vodafone. Gerne versteckt sich diese wichtige Information in Preislisten und Leistungsbeschreibungen. In unserer Tabelle auf Seite 108 finden sie das verwendete Netz und die verfügbare Zugangstechnologie ganz oben in jeder Spalte.

## Bedarf ermitteln

Die Anbieter stellen meist relativ umfangreiche Kombipakete mit Internet und Telefonie in den Vordergrund, weil die meisten Kunden beides nutzen wollen. Noch günstiger wird es, wenn man Telefonietarife ohne Internet sucht. Die gibt es üblicherweise gratis, bezahlen muss man dann nur für die Nutzung, meist 9 Cent pro Minute im Inland. Wird ein monatliches Entgelt



Vodafone hat mit dem 5G-Ausbau begonnen, im Rheinland sind erste Gebiete abgedeckt.

fällig, dann üblicherweise für eine Festnetz- oder Allnet-Flatrate. Unser Vergleich bezieht sich aber nur auf gängige Laufzeitverträge mit Telefonie ab einem Monatsvolumen von 3 Gigabyte.

Am Anfang der Recherche steht die Bedarfsermittlung: Wie viele Gigabyte im Monat benötige ich? Am besten orientiert man sich an dem, was man bislang verbraucht hat. Allerdings sollte man einen ordentlichen Puffer von mindestens 50 Prozent draufpacken, denn der Bedarf geht durch immer mehr und immer komplexere Apps stetig nach oben. Die nächste Tarifstufe, also beispielsweise 5 statt 3 oder 20 statt 10 Gigabyte im Monat, ist oft für einen geringen Aufpreis von ein paar Euro pro Monat zu haben.

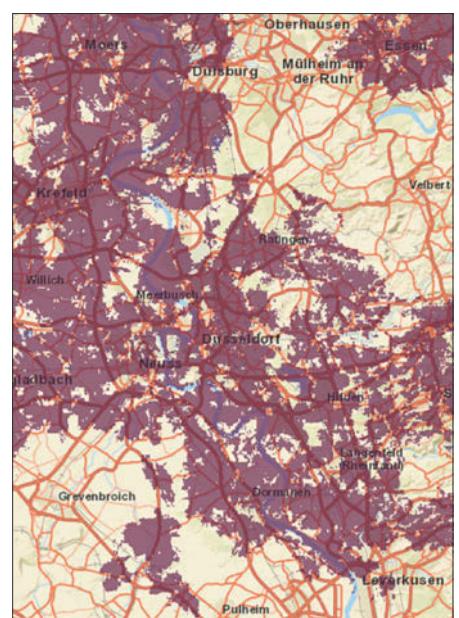
Ist gegen Ende des Monats das Volumen aufgebraucht und müssen Sie etliche Gigabyte nachkaufen, wird das ein teurer Spaß. Einige Anbieter haben das automatisiert und geben bis zu drei Nachschläge. Die sogenannte Datenaautomatik ist natürlich kostenpflichtig und im Vergleich zum Grundvolumen verhältnismäßig teuer. Ist das Monatsvolumen endgültig erschöpft, drosseln die Anbieter ihre Tarife bis zur Unbrauchbarkeit. Die vielerorts verfügbaren 16 kBit/s reichen oft nicht einmal mehr für den Austausch einfacher Textnachrichten per Messenger, geschweige denn für Bilder oder gar Videos. Das zwingt Kunden letztlich dazu, in den sauren Apfel zu beißen und Volumen nachzukaufen.

## Kurze Laufzeiten

Lange Vertragslaufzeiten nutzen nur den Anbietern. Diese versuchen, den Kunden die Vertragsbindung schmackhaft zu machen, beispielsweise durch Nachlässe oder attraktive Hardware-Angebote. Beobachtet man den Markt länger, stellt man fest, dass man durch die lange Vertragslaufzeit und die dadurch erheblich verlangsamte Weitergabe von Preissenkungen oder Leistungserhöhungen unterm Strich dennoch draufzahlt. Und viele vermeintliche Handy-Schnäppchen für einen Euro entpuppen sich als schlechtes Geschäft, wenn man mal alle Monatsraten dafür zusammenrechnet. Oft ist es erheblich günstiger, sich das Gerät einfach zu kaufen.

Mit kurzen Laufzeiten hingegen hat man gute Karten, wenn der eigene Anbieter wieder einmal eine Preissenkungsruhe einläutet. Am besten kündigen Sie, dann kommen Sie sehr schnell in Kontakt mit der Kundenrückgewinnungsabteilung, die den alten Vertrag gerne auf einen neuen, günstigeren Tarif umstellt und vielleicht sogar noch einen Rabatt drauflegt. Dieses Spiel klappt auch mit langen Vertragslaufzeiten, allerdings immer nur zu deren Ende.

Ein Wechsel verläuft in der Regel vollkommen problemlos. Anders als die Festnetzanbieter haben die Mobilfunkanbieter eine zentrale Stelle eingerichtet, die für die Verwaltung aller Rufnummern zustän-



Die Telekom liegt bei 5G-Ausbau unangefochten in Führung. Bundesweit hat sie Mitte Juni bereits 12.000 Basisstationen in Betrieb genommen.

dig ist. Die Portierung kann man im Mobilfunk bereits vornehmen, wenn der alte Vertrag noch läuft. Man bekommt dann für die Restlaufzeit beim alten Anbieter eine neue Rufnummer zugewiesen. Und der Gesetzgeber hat die vormals überhöhten Gebühren zurechtgestutzt: Die Portierung darf noch maximal 6,82 Euro kosten. Dieser Betrag wird vom neuen Anbieter meist erstattet.

Bei einigen Angeboten erhält man zusätzlich eine Festnetznummer. Die ist nicht nur für Anrufer interessant, sondern man kann diese auch selbst sinnvoll nutzen, beispielsweise für eine kostenlose Weiterleitung vom eigenen Festnetzanschluss aufs Handy.

## PayPal-Tarife

Freenet und die Telekom bieten einen speziellen Tarif an, der sich nur per App bestellen und per PayPal bezahlen lässt. Freenet Funk rechnet dabei täglich ab, die Telekom-Marke Fraenk monatlich. Die Tarife bieten keinerlei Zusatzleistungen oder Optionen. Der Freenet-Tarif lässt sich nur in Deutschland nutzen, der Telekom-Tarif hingegen in der gesamten EU inklusive der Schweiz. Die täglich kündbare echte Flatrate für 30,11 Euro monatlich bei Freenet im O2-Netz ist im Vergleich zu Laufzeittarifen ebenso ein extrem günstiges Angebot wie die 10 Euro monatlich für 4 Gigabyte Transfervolumen bei der Telekom.

Möglicherweise entwickelt sich aus diesen Tarifen eine neue Produktkategorie von Billigtarifen. Die Bezahlung per PayPal macht diese Tarife nominell zu Laufzeittarifen, für die der Gesetzgeber eine teure und zeitraubende Identifizierung des Kunden nicht vorschreibt, obwohl sie sich aus Kundensicht eher wie Prepaid-Tarife anfühlen. Durch die Bankverbindung über PayPal lässt sich der jeweilige Kunde schnell und ohne langwierige Video-Sitzung identifizieren. So lassen sich günstige Tarife mit geringem Verwaltungsaufwand und in hohen Stückzahlen an den Mann und die Frau bringen.

## Mehr SIMs

Wer für seinen Vertrag mehr als eine SIM-Karte benötigt, beispielsweise für ein Navigationssystem im Auto, einen Fitness-Tracker oder ein Tablet, kommt an einem Laufzeitvertrag nicht vorbei. Immer mehr Provider offerieren günstige Zusatzkarten, die das vereinbarte Datenvolumen gemeinsam nutzen.



**Neue Angebote verknüpfen den Mobilfunkvertrag mit dem PayPal-Konto. Gebucht werden solche Tarife per App auf dem Smartphone.**

Solche Multi-SIMs sind allerdings keine vollwertigen Karten. Der Kunde muss eine primäre SIM-Karte für Anrufe und SMS festlegen, die zusätzlichen SIM-Karten sind nur für den Internet-Zugang zu gebrauchen. Nicht verwechseln darf man solche Angebote mit Zusatzkarten, die vergünstigte Verträge für Familienmitglieder unter zusätzlichen Rufnummern umfassen.

Vodafone bietet inzwischen für alle Standard-Laufzeitverträge echte Multi-SIM-Karten an, die bei dem Unternehmen lange nur bestimmten Vertragstypen vorbehalten waren. Die meisten Anbieter verlangen 5 Euro pro zusätzlicher Karte und Monat. Viel teurer wird es beim Flatrate-Tarif der Telekom, kostenlos hingegen sind die Zusatzkarten in den Boost-Tarifen von O2.

Ein besonderes Angebot für Alexa-Nutzer gibt es bei Vodafone: Vertragstarife lassen sich mit Alexa verknüpfen. Der Amazon-Sprachassistent kann darüber Gespräche zu Festnetz- und Mobilfunkanschlüssen herstellen. Das klappt ganz ohne SIM-Karte: Eine Anmeldung in der Amazon-App und die Verifizierung der Rufnummer durch Vodafone reichen dafür aus.

## Mehr Tempo

Viele Tarife versprechen die maximale Datenrate im jeweiligen Netz. Diese hängt davon ab, wie viele MHz in den LTE-Bändern praktisch genutzt werden. Bei O2

sind das 225 MBit/s im Down- und 50 MBit/s im Upstream. Die Telekom stellt 300 und 50 MBit/s bereit, Vodafone 500 und 100.

Das sind allerdings theoretische Werte, die sich bei Messungen im Labor erreichen lassen, nicht aber mit echten Apps in einem von vielen Kunden gleichzeitig genutzten Netz. In der Realität darf man je nach Tageszeit und Netzausbau im 4G-Netz eher mit zweistelligen Übertragungsraten rechnen. Wer einen Billigtarif mit 25 MBit/s bucht, wird das kaum bemerken, am ehesten noch bei großen Downloads, die man aber ohnehin lieber im WLAN vornimmt, um das Datenbudget zu schonen. Wer schon im 5G-Netz unterwegs ist, kommt dort hingegen nicht nur auf die versprochenen Datenraten, sondern ist womöglich sogar schneller unterwegs, zumindest solange es noch wenige 5G-Nutzer gibt und das neue Netz deshalb kaum ausgelastet ist.

Das andere Extrem ist die Spar-Flatrate von O2. Der Tarif „Free Unlimited Basic Flex“ kostet nur 34,99 Euro im Monat und umfasst eine Flatrate, liefert dafür aber auch nur 2 MBit/s im Downstream und 1 MBit/s im Upstream. Das ist arg wenig und wird bei vielen Gelegenheiten zu spürbar verlängerten Wartezeiten führen, wenn größere Datenmengen übertragen werden müssen. Auch beim Videostreaming wird man Abstriche bei der Bildqualität hinnehmen müssen. Aber dafür ist der Tarif günstig und man muss sich nie mehr über das verbrauchte Volumen Gedanken machen.

## Kleine Gemeinheiten

Der Gesetzgeber hat vorgeschrieben, dass zu jedem Internet-Tarif ein Produktinformationsblatt vorhanden sein muss, in dem die wichtigsten Eigenschaften festgehalten sind, also der Preis, die Datenrate und die Vertragslaufzeit. Sucht man online nach Tarifen, findet man bei den meisten Anbietern einen Link, der direkt zum richtigen Dokument führt.

Otelo möchte offenbar verhindern, dass die Kunden das Dokument finden. Wer dort nach dem Produktinformationsblatt sucht, wird in der Rubrik „Download“ fündig. Dort gibt es Produktinformationsblätter für 42 unterschiedliche Produkte, die nicht alphabetisch sortiert sind. Immerhin funktioniert die Suchfunktion des Browsers. Hat man den Tarif gefunden, darf man dann noch die bis zu 11 Versionen durchsuchen, die zwar durchnummeriert

und sogar sortiert, aber in der Übersicht nicht mit einem Datum versehen sind.

Kreativ ist Mobilcom-Debitel. Dort findet man in der Preisliste Posten wie Änderung Anschrift (99 Cent) oder Änderung der Bankverbindung (2,95 Euro). Kostenlos ist solch ein Vorgang, wenn man die Änderung online oder im Ladengeschäft vornimmt. Ein Postrückläufer wird generell mit 99 Cent in Rechnung gestellt.

## **Schwieriger Vergleich**

Die Anbieter verwenden viel Mühe darauf, die tatsächlichen Preise zu verschleiern. Wer wissen will, was ein bestimmter Tarif tatsächlich kostet, spielt am besten den Bestellprozess dafür online bis zur Zusammenfassung der Kosten durch. Dann wird bei allen Anbietern übersichtlich aufgelistet, was einmalig und was monatlich zu zahlen ist und welche Rabatte dafür zur Anwendung kommen.

Allerdings muss man genau hinschauen. Oft findet man noch einen zweiten Preis, der ab dem 7., 13. oder 25. Monat gilt und der gerne schön unauffällig in kleiner, dünner Schrift auftaucht. Eine solchermaßen vereinbarte Preiserhöhung muss nicht unbedingt zum Ende der Mindestvertragslaufzeit erfolgen, sie kann auch erheblich früher eintreten.

Dauerhafte Nachlässe für die gesamte Vertragsdauer sind auch nur VerkaufspsychoLOGIE. Statt dem Kunden einen Preis von 19,99 Euro anzubieten, bietet man ihm 24,99 Euro und einen Nachlass von 5 Euro. Das fühlt sich wie ein besonders günstiges Angebot an, soll aber nur die Neigung ausnutzen, bei Schnäppchen zuzuschlagen.

Durchaus interessant sind Tarifoptionen, mit denen beispielsweise das Streaming von Musik oder Videos nicht aufs Datenvolumen des Mobilfunkvertrags angerechnet werden. Bei der Telekom heißen

die Optionen StreamOn, bei Vodafone Datenpässe.

Nicht ins Bockshorn jagen lassen sollte man sich von Aktionen, die scheinbar nur noch kurze Zeit laufen. Meistens werden sie am Ende der genannten Frist durch eine neue mit genau gleichen Konditionen ersetzt oder es gibt gleich einen neuen, noch günstigeren Tarif.

Stellen Sie fest, dass ein Vertragschluss im Ladengeschäft oder am Straßenstand voreilig war, haben Sie kein Widerrufsrecht. Besser ist eine Online-Bestellung, dabei können Sie Ihren Vertrag in Ruhe prüfen und werden nicht von bestens geschulten Verkäufern subtil unter Druck gesetzt.

Falls Sie den Vertrag telefonisch oder online abschließen, sollten Sie die zugesandten Unterlagen und die Auftragsbestätigung sehr sorgfältig durchsehen, und den Vertrag widerrufen, wenn Sie überraschende Klauseln entdecken oder der Tarif nicht dem entspricht, was Sie wollten.

## Fazit

Vertragstarife sind für den Kunden schön einfach. Man telefoniert, nutzt das Internet und am Monatsende kommt die Rechnung dafür. In Zeiten von EU-Roaming-Verordnung und Telefonie-Flatrates gibt es da selten böse Überraschungen.

Nur mit einem Laufzeitvertrag kann man günstige Multi-SIMs für zusätzliche Geräte wie Fitness-Tracker oder Notebooks erhalten. Und auch der Zugang zu den 5G-Netzen ist bis auf Weiteres Kunden mit Laufzeittarif vorbehalten, nur die Telekom bietet ihren Prepaid-Kunden bislang 5G gegen Aufpreis an.

Der Komfort hat allerdings auch seinen Preis. Vertragstarife sind oft deutlich teurer als vergleichbare Prepaid-Tarife bei ansonsten vergleichbaren Leistungen. Sparfüchse werden also eher zum Prepaid-Tarif greifen. Kunden, die einfach nur telefonieren und surfen wollen und sich ansonsten nicht ums Guthaben scheren und denen es auf ein paar Euro hin oder her nicht ankommt, werden eher zum Vertragstarif greifen.

Firmen bleibt allerdings keine Wahl:  
Wer zur Vorlage beim Finanzamt eine Rechnung benötigt, muss zum Vertrags-tarif greifen. Rechnungen für Prepaid-Auf-ladungen werden nicht anerkannt, denn das Guthaben kann man sich jederzeit erstatten lassen und der Verbrauch wird bei Prepaid-Angeboten nicht nachge-wiesen. [uma@ct.de](mailto:uma@ct.de) ct

Menge	Ihre Produkte	mtl. Kosten	einm. Kosten
<b>Ihr Vertrag</b>			
1	<b>GREEN LTE 18 GB AKTION<sup>1</sup></b>  Mindestvertragslaufzeit 24 Monate, verlängert sich jeweils um 12 Monate, kündbar 3 Monate zum Laufzeitende.	36,99 €	0,00 € 
	> Tarifdetails und Produktinformationsblatt		
	<b>KENNENLERN-RABATT: 11,99 € WENIGER ZAHLEN FÜR 24 MONATE</b> Zwei Jahre lang zahlst Du jeden Monat 11,99 € weniger für Deinen Vertrag. So sparst Du insgesamt 287,76 €.	-11,99 €	-
	<b>RABATT AUF LEBENSZEIT: DU SPARST MONATLICH 7 €</b> 7 € zahlst Du jeden Monat weniger – solange wie dieser Vertrag aktiv ist. In den ersten 24 Monaten sparst Du dadurch 168 €.	-7,00 €	-
	<b>Anschlusspreis</b> <b>20 € RABATT AUF DEN ANSCHLUSSPREIS</b>	-	39,99 €
	Zwischensumme	18,00 €	19,99 €
	Versandkosten		<b>kostenlos</b>
	<b>Gesamtsumme inkl. jeweils gültiger MwSt.</b>	18,00 €	19,99 €
	ab dem 25. Monat	29,99 €	
 <b>In Ruhe zu Hause ansehen</b> Entspricht etwas nicht Ihrer Vorstellung, nutzen Sie einfach unseren kostenlosen Rückversand.		<b>Jetzt sicher zur Kasse</b>	
			 SSL-Verschlüsselung

In der Bestellzusammenfassung werden alle einmaligen und laufenden Kosten sowie die Rabatte bei allen Anbietern aufgeführt, noch bevor man persönliche Daten eingibt.

## Smartphone-Tarife ab 3 GByte/Monat (Auswahl, Teil 1)

Anbieter	1&1	1&1	1&1	Blau	Congstar	Freenet
Tarif	All-Net-Flat LTE S / M	All-Net-Flat LTE L	All-Net-Flat LTE XL	Allnet-L / -XL Flex	Allnet Flat S / M / L mit LTE-Option	Funk 1 GB / unlimited
URL	<a href="http://www.1und1.de">www.1und1.de</a>	<a href="http://www.1und1.de">www.1und1.de</a>	<a href="http://www.1und1.de">www.1und1.de</a>	<a href="http://www.blau.de">www.blau.de</a>	<a href="http://www.congstar.de">www.congstar.de</a>	<a href="http://www.freenet-funk.de">www.freenet-funk.de</a>
Netz / Mobilfunktechnologie	02 / LTE	02 / LTE <sup>5</sup>	02 / LTE <sup>5</sup>	02 / LTE	Telekom / LTE	02 / LTE
<b>Grundkonditionen</b>						
max. Datenrate Download / Upload	50 / 25 MBit/s (225 / 50 MBit/s im Tarif M)	225 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s	21,6 / 11,2 MBit/s	25 / 5 MBit/s <sup>3</sup>	225 / 50 MBit/s
Drosselung Download / Upload, Nachkauf von Volumen möglich	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, –	32 / 32 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, –
Grundvolumen ohne Aufpreis	3 / 10 GByte/Monat	20 GByte/Monat	40 GByte/Monat	7 / 9 GByte/Monat	3 / 8 / 15 GByte/Monat	1 GByte/Tag / Flatrate
Grundpreis Telefonminute / SMS	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)
Grundpreis Daten	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)
<b>Optionen und Erweiterungen</b>						
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	–	–	–	–	–	–
Optionen SMS Deutschland	–	–	–	–	–	–
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	–	–	–	–	–	(Nutzung nur in Deutschland)
Multi-SIM	2 weitere SIM, je 4,99 €/Monat	eine weitere SIM kostenlos, eine weitere 4,99 €/Monat	eine weitere SIM kostenlos, eine weitere 4,99 €/Monat	–	–	–
Kosten für Ersatz-SIM	15,39 €	15,39 €	15,39 €	k.A.	15 €	10 €
Wunschrufnummer	–	–	–	–	14,99 €	–
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>						
Mindervertragslaufzeit / Verlängerung / Kündigungsfrist	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	– / – / 30 Tage	– / – / 14 Tage	1 Tag / 1 Tag / –
einmalige Gebühren abzüglich Rabatte und Guthaben <sup>2</sup>	29,90 €	29,90 €	29,90 €	–	35 / 35 / 35 €	–
monatliche Kosten (ohne Rabatte) mindestens	19,99 / 24,99 € <sup>1</sup>	29,99 € <sup>1</sup>	34,99 € <sup>1</sup>	11,99 / 14,99 €/Monat	12 / 20 / 30 € <sup>1</sup>	20,99 / 30,11 € <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Ermäßigungen bei 24 Monaten Laufzeit<sup>2</sup> gerechnet auf 24 Monate Vertragsdauer<sup>3</sup> höhere Datenrate gegen Aufpreis<sup>4</sup> nur telefonisch bestellbar

## Smartphone-Tarife ab 3 GByte/Monat (Auswahl, Teil 2)

Anbieter	02	02	02	02	Otelo	Simquadrat
Tarif	Free S / Free S Boost Flex	Free M / Free M Boost Flex	Free L / Free L Boost Flex	Free Unlimited Smart / Max Flex (Free Unlimited Basic Flex)	Allnet Flat Go 5 / Classic 7 / Max 12 GB	eSIM 5 / 10 GB LTE Flat
URL	<a href="http://www.02.de">www.02.de</a>	<a href="http://www.02.de">www.02.de</a>	<a href="http://www.02.de">www.02.de</a>	<a href="http://www.02.de">www.02.de</a>	<a href="http://www.otelo.de">www.otelo.de</a>	<a href="http://www.simquadrat.de">www.simquadrat.de</a>
Netz / Mobilfunktechnologie	02 / LTE	02 / LTE	02 / LTE <sup>5</sup>	02 / LTE <sup>5</sup> (02 / LTE)	Vodafone / LTE	02 / LTE
<b>Grundkonditionen</b>						
max. Datenrate Download / Upload	225 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s	225 / 50 MBit/s	225 / 50; 10 / 5 (2 / 1) MBit/s	21,6 / 3,6 MBit/s <sup>3</sup>	50 / 32 MBit/s
Drosselung Download / Upload, Nachkauf von Volumen möglich	32 / 32 kBit/s, –	32 / 32 kBit/s, –	32 / 32 kBit/s, –	keine Drosselung	64 / 64 kBit/s, ✓	64 / 64 kBit/s, ✓
Grundvolumen ohne Aufpreis	3 / 6 GByte/Monat	20 / 40 GByte/Monat	60 / 120 GByte/Monat	Flatrate	5 / 7 / 12 GByte/Monat	5 / 10 GByte/Monat
Grundpreis Telefonminute / SMS	– / – (Flat)	– / – (Flat)	9 / 9 Cent			
Grundpreis Daten	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)
<b>Optionen und Erweiterungen</b>						
Optionen Telefonie (alle deutschen Netze)	kostenlose Festnetznummer	kostenlose Festnetznummer	kostenlose Festnetznummer	kostenlose Festnetznummer	–	kostenlose Festnetznummer; Allnet-Flat, 4,95 €/Monat,
Optionen SMS Deutschland	–	–	–	–	–	SMS to Mail kostenlos
Schweiz im Roaming zum EU-Tarif abgerechnet	–	–	–	–	–	–
Multi-SIM	bis zu 9 weitere SIM kostenlos	bis zu 9 weitere SIM kostenlos	bis zu 9 weitere SIM kostenlos	–	–	–
Kosten für Ersatz-SIM	24,99 €	24,99 €	24,99 €	24,99 €	9,90 €	kostenlos
Wunschrufnummer	–	–	–	–	–	–
<b>Kosten bei Online-Bestellung</b>						
Mindervertragslaufzeit / Verlängerung / Kündigungsfrist	– / – / 30 Tage	24 / 12 / 3 Monate	1 Monat / 1 Monat / 1 Tag			
einmalige Gebühren abzüglich Rabatte und Guthaben <sup>2</sup>	39,99 €	39,99 €	39,99 €	39,99 €	9,99 €	–
monatliche Kosten (ohne Rabatte) mindestens	24,99 / 29,99 € <sup>1</sup>	34,99 / 39,99 € <sup>1</sup>	44,99 / 49,99 € <sup>1</sup>	44,99 / 54,99 (34,99) € <sup>1</sup>	14,99 / 19,99 / 29,99 €	14,95 / 24,95 €

<sup>1</sup> Ermäßigungen bei 24 Monaten Laufzeit<sup>2</sup> gerechnet auf 24 Monate Vertragsdauer<sup>3</sup> höhere Datenrate gegen Aufpreis<sup>4</sup> nur telefonisch bestellbar

Klarmobil	Maxxim	Mobilcom-Debitel	Mobilcom-Debitel	Mobilcom-Debitel	Mobilcom-Debitel	Mobilcom-Debitel
Allnet Flat 3+2 / 5+2 GB / 10+2 GB mit LTE-Option	LTE 3000 / 5000	Green LTE 6 / 10 / 18 GB	Green LTE 3 / 6 / 10 GB	Green LTE 18 / 26 GB	Green LTE 3 / 5 / 8 GB	Green LTE 20 / 40 / 60 GB
www.klarmobil.de	www.maxxim.de	www.mobilcom-debitel.de	www.mobilcom-debitel.de	www.mobilcom-debitel.de	www.mobilcom-debitel.de	www.mobilcom-debitel.de
Vodafone / LTE	O2 / LTE	Telekom / LTE	Vodafone / LTE	Vodafone / LTE	O2 / LTE	O2 / LTE
25 / 5 MBit/s <sup>5</sup>	50 / 32 MBit/s	21,6 / 3,6 MBit/s	50 / 25 MBit/s (21,6 / 3,6 MBit/s mit LTE 3 GB)	50 / 25 MBit/s	21,6 / 11,2 MBit/s	225 / 50 MBit/s
32 / 32 kBit/s, ✓	16 / 16 kBit/s, Datenautomatik deaktivierbar	64 / 64 kBit/s, –	64 / 64 kBit/s, –	64 / 64 kBit/s, –	64 / 64 kBit/s, –	32 / 32 kBit/s
5 / 7 / 12 GByte/Monat	3 / 5 GByte/Monat	6 / 10 / 18 GByte/Monat	3 / 6 / 10 GByte/Monat	18 / 26 GByte/Monat	3 / 5 / 8 GByte/Monat	20 / 40 / 60 GByte/Monat
– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)
– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
–	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 30 € einmalig, 4,95 €/Monat	2 weitere SIM je 5 €/Monat	2 weitere SIM je 5 €/Monat	weitere SIM je 30 € einmalig, 4,99 €/Monat	weitere SIM je 30 € einmalig, 4,99 €/Monat
24,95 €	14,95 €	25,95 €	25,95 €	25,95 €	25,95 €	25,95 €
–	–	–	–	–	–	–
24 / 12 / 3 Monate	1 / 1 Monat / 30 Tage	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage	1 Monat / 1 Monat / 14 Tage
240 / 240 / 240 € Gutschrift	9,99 €	76,01 / 100,01 / 100,01 € Gutschrift	28,01 / 100,01 / 172,01 € Gutschrift	267,77 € / 220,01 € Gutschrift	28,01 / 76,01 / 152,01 € Gutschrift	152,01 / 80,01 / 80,01 € Gutschrift
19,99 / 24,99 / 29,99 €	8,99 / 11,99 € <sup>1</sup>	19,99 / 24,99 / 29,99 €	14,99 / 19,99 / 24,99 €	29,99 / 34,99 € <sup>1</sup>	9,99 / 14,99 / 19,99 € <sup>1</sup>	24,99 / 29,99 / 34,99 € <sup>1</sup>

<sup>5</sup> 5G verfügbar, sobald Netzausbau erfolgt ist<sup>6</sup> Zahlung ausschließlich per PayPal möglich

– nicht vorhanden

✓ vorhanden

Telekom	Telekom	Telekom	Vodafone	Vodafone	WinSIM	Yourfone
fraenk	MagentaMobil S / M	MagentaMobil L / XL	Red XS / S / M	Red L / XL unlimited <sup>4</sup>	LTE All 3+3 / 10 GB	LTE 3 / 5+2 / 10 GB
www.fraenk.de	www.telekom.de	www.telekom.de	www.vodafone.de	www.vodafone.de	www.winsim.de	www.yourfone.de
Telekom / LTE	Telekom / 5G	Telekom / 5G	Vodafone / 5G	Vodafone / 5G	O2 / LTE	O2 / LTE
25 / 5 MBit/s	300 / 50 MBit/s	300 / 50 MBit/s	500 / 100 MBit/s	500 / 100 MBit/s	50 / 32 MBit/s	50 / 32 MBit/s
deaktiviert / deaktiviert, ✓	64 / 16 kBit/s, ✓	64 / 16 kBit/s, ✓	32 / 32 kBit/s, Datenautomatik, fallweise deaktivierbar	32 / 32 kBit/s, Datenautomatik, fallweise deaktivierbar	16 / 16 kBit/s, ✓, Datenautomatik deaktivierbar	64 / 64 kBit/s, ✓, Datenautomatik deaktivierbar
4 GByte/Monat	6 / 12 GByte/Monat	16 GByte/Monat / Flatrate	4 / 10 / 20 GByte/Monat	40 GByte/Monat / Flatrate	6 / 10 GByte/Monat	3 / 7 / 10 GByte/Monat
– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)	– / – (Flat)
– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)	– (Flat)
–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–
✓	mit Einschränkungen	mit Einschränkungen	–	–	–	–
–	bis zu 10 weitere SIM für je 4,95 €/Monat	bis zu 10 weitere SIM für je 4,95 / 29,95 €/Monat	2 weitere SIM je 39,99 € einmalig, 5 €/Monat	2 weitere SIM je 39,99 € einmalig, 5 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat	2 weitere SIM je 4,95 € einmalig, 2,95 €/Monat
10 €	29,95 €	29,95 €	29,95 €	29,95 €	14,95 €	14,95 €
–	24,95 €	24,95 €	20 €, nur bei Vertragsschluss im Shop	20 €, nur bei Vertragsschluss im Shop	–	19,99 €
– / – / 14 Tage	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate	– / – / 3 Monate	24 / 12 / 3 Monate
–	39,95 €	39,95 €	80,01 € Gutschrift	80,01 Gutschrift / 39,99 € <sup>4</sup>	9,99 €	42,01 / 90,01 / 90,01 € Gutschrift
10 € <sup>6</sup>	39,95 / 49,95 €	59,95 / 84,95 €	29,99 / 39,99 / 49,99 €	59,99 / 79,99 €	7,99 / 12,99 €	10,99 / 17,99 / 24,99 €

<sup>5</sup> 5G verfügbar, sobald Netzausbau erfolgt ist<sup>6</sup> Zahlung ausschließlich per PayPal möglich

– nicht vorhanden

✓ vorhanden



# Gib mir Halt!

## Tischhalterungen für bis zu vier Monitore

**Wenn dem mitgelieferten Monitorständer Einstellmöglichkeiten fehlen, er zu viel Platz auf dem Schreibtisch einnimmt oder mehrere Displays als gemeinsame Anzeige zum Einsatz kommen sollen, schlägt die Stunde der Displayhalterungen. Empfehlenswerte Modelle gibt es bereits ab 30 Euro.**

**Von Benjamin Kraft**

Eine Tischhalterung ist nicht nur ergonomisch eine Bereicherung für den Schreibtisch – sie schafft auch mehr Platz und Flexibilität. Einzige Voraussetzung: Der Monitor muss zwingend für die Montage einer VESA-Halterung vorbereitet sein. Das ist leider noch immer nicht selbstverständlich: Der Hälften der Billigmonitore aus unserem Vergleichstest fehlte diese Möglichkeit – umso ärgerlicher, weil sich diese Budget-Bildschirme am schlechtesten einstellen lassen [1].

Neun Tischhalterungen haben wir uns für diesen Test ausgesucht, die zum Zeit-

punkt der Auswahl unter den beliebtesten Modellen im Preisvergleich waren. Den preislichen Einstieg markieren mit knapp 25 und 35 Euro die beiden einfachen Einarmhalterungen Digitus DA-90361 und Arctic Z1 Gen 3. Für rund 45 Euro findet man den LogiLink BP0042. Ebenfalls mit einem Ausleger tritt Ergotrons LX Desk Monitor Arm an, für den man mindestens 155 Euro hinblättern muss.

Zwei Arme haben RaidSonics Icy Box IB-MS304-T (ab 55 Euro), Manhattans 461597 (ab 80 Euro) und Arctics Z2-3D Gen 3 (ab 100 Euro). Vom polnischen

Hersteller Maclean Brackets stammt der MC-811 für rund 140 Euro, der einen Monitor an einer Mittelstange und zwei weitere an seitlichen Armen aufnimmt. Vier Monitore bekommt man an den beiden Querstangen des Hager M Table Mount KB Quad (ab 90 Euro) unter, die dann entweder das Bild mehrerer Rechner ausgeben oder als große, gemeinsame Anzeigefläche fungieren.

Als Testmonitore dienten uns ein paar alte, schwere LCDs aus unserem Bestand. Je nach zulässiger Anhängelast kamen der Dell 2709W (8,5 kg) oder der kleinere, leichtere Dell Ultrasharp 2410F (6,5 kg) zum Einsatz. Da wir von letzterem einige Exemplare haben, probierten wir mit ihm zudem aus, wie gut die Halterungen mit mehreren Displays umgehen.

## Voll gute Einstellung

Der Vorteil von Tischhalterungen liegt in ihren weitreichenden Einstellmöglichkeiten. Alle Modelle im Test können das Display um alle drei Raumachsen drehen, also vor und zurück neigen, seitwärts schwenken und ins Hochformat rotieren. Eine Mittelraste hat leider keiner der Arme, was gerade im Mehrschirmbetrieb nervt, wenn man die Displays nahtlos nebeneinanderstellen möchte. Beim LX von Ergotron lässt sich immerhin mittels einer kleinen Schraube die Rotation auf 90° begrenzen oder die Ausrichtung fixieren.

Außerdem kann man den Bildschirm in der Regel seitwärts drehen, etwa um der Kollegin am Nachbartisch etwas zu zeigen. Wie Eulen können die Ständer den Kopf dabei um 180° und mehr drehen, teils auf Kugel- oder Drehgelenken, teils in Verbindung mit der Schwenkmechanik im Arm oder an der Monitorhalterung. Einzige Ausnahme ist Hagers M Table Mount KB Quad, bei dem die Displays ausschließlich nach vorne zeigen.

Ihre Doppelgelenkkarme bringen dem Nutzer den Bildschirm bei Bedarf näher oder lassen sich zusammenfalten, sodass der Monitor wie bei einem klassischen Ständer direkt über dem Fuß steht. Einfache Einarmhalterungen wie die Arctic Z1 und die Digitus DA-90361 haben zwar ebenfalls ein Doppelgelenk, aber lassen sich nur mit Werkzeug an der Haltestange in der Höhe verstetlen. Einmal aufgebaut kann man sie also beispielsweise nicht mal eben schnell auf die Tischkante absenken. Damit eignen sie sich vor allem für Arbeitsplätze, die man nur einmal einrichtet und nicht mehr groß verändern

Die meisten Halterungen nutzen einen ausladenden Klemmfuß mit Drehgriff. Maclean bringt den Schraubmechanismus im Fuß unter, der auch über blaue Kabel angeschlossene USB-Ports enthält.



muss, etwa um das Notebook daheim anzuklemmen.

Die meisten anderen Halterungen integrieren eine Gasdruckfeder oder einen Seilzug im oberen Armsegment, womit man die Höhe jederzeit dynamisch verändern kann. Nettes Detail: Das Display behält seine Neigung unabhängig von der Höheneinstellung und der Position des Armes bei. MacLeans MC-811 und Arctics Z2-3D mischen die beiden Bauformen: Ihre Arme lassen sich in der gemeinsamen Halterung an der mittigen Haltestange hoch- und runterschieben und bieten zusätzlich die Vorteile der dynamischen Höhenverstellung per Gasdruckfeder.

Um sie für schwere Monitore fit zu machen, erhöht man den Widerstand der Seilwinde oder der Gasdruckfeder mittels einer Schraube im Arm. Im Auslieferungszustand sind die Arme allesamt für leichte Monitore eingestellt. Das sollte man bei

der Montage im Hinterkopf behalten, doch dazu gleich mehr. Schon beim Auspacken muss man etwas achtgeben, denn lockert oder entfernt man das Halteband, das die Mechanik zusammenfaltet, kann einem der plötzlich aufklappende Arm einen Hieb verpassen.

## Ausladend ausgerichtet

Bei Halterungen mit mindestens zwei Armen ist es möglich, mehrere Monitore nebeneinander zu nutzen. Manhattan wirbt bei seinem Zweiarmsäulen sogar ausdrücklich damit, dass man die Bildschirme auch übereinander anordnen kann, bei Hager ist die etagenweise Anordnung Daseinszweck des Ständers. Das klappt bis zu einer gewissen Displaydiagonale auch bei Arctic und RaidSonic. Damit man eine möglichst nahtlose Anzeigefläche erhält, muss man zu identischen Monitoren mit schmalem Rahmen grei-

### 5.6 Part D – Center Located Interface Mounting Pad Specifications

- FD mounting device manufacturers shall provide a standardized interface mounting pad as follows:

Interface Mounting Pad Specifications	100 mm x 100 mm Screw Mounting Pattern	75 mm x 75 mm Screw Mounting Pattern
Hole spacing	100 mm x 100 mm (3.937")	75 mm x 75 mm (2.953")
Hole spacing tolerances	+/- .25 mm (.010")	+/- .25 mm (.010")
Pad size	115 mm x 115 mm (4.527"), 6 mm R (4)	90 mm x 90 mm (3.543"), 6 mm R (4)
Flat mounting area required	117 mm x 117 mm (4.606"), 0 – 7 mm R (4)	92 mm x 92 mm (3.622"), 0 – 7 mm R (4)
Pad thickness	2.6 mm or 12 GA (0.102"-0.105")	2.6 mm or 12 GA (0.102"-0.105")
Hole size in pad (4 ea.)	5 mm ø (0.197"ø)	5 mm ø (0.197"ø)
Pad material	Steel *	Steel *
Mounting screws (4 ea.)	4 mm ø, .7 pitch x 10 mm long **	4 mm ø, .7 pitch x 10 mm long **

Weil sich nicht alle Hersteller an die Vorgaben der VESA halten, passen manche Halterungen nicht an alle Monitore.



### Arctic Z1 (Gen 3)

Arctic traut seinem Einarmständer einen 34-Zöller mit bis zu 15 Kilo Kampfgewicht zu. Das 27-Zoll-Display von Dell hielt er souverän, wenngleich sich seine Stange bei voll ausgezogenem Faltarm etwas mitneigte. Dann gelang es uns nicht immer, ihn allein durch Ziehen und Drücken des Monitors wieder flach an die Wand zu falten. Ansonsten funktionierte die Mechanik gut. Die Montage gelingt schnell. Auf dem Fuß ruht ein USB-Hub.

- ⊕ USB-Hub (4 Ports)
- ⊕ gute Mechanik
- ⊖ keine dynamische Höhenanpassung



### Arctic Z2-3D (Gen 3)

Die Ausleger dürfen je einen 34-Zöller mit bis zu 8 Kilo stemmen. Sie stecken in einer gemeinsamen Halterung, die sich an der Haltestange in der Höhe verstetzen lässt. Zusätzlich enthalten die oberen Armsegmente jeweils eine Gasdruckfeder. Die Drehgelenke gehen etwas schwer, weshalb es ein wenig dauert, bis man zwei gleiche Displays bündig angeordnet hat. 24-Zöller mit schmalem Rahmen bekommt man auch übereinander arrangiert. Für den USB-Hub liegt ein USB-Stromkabel bei.

- ⊕ USB-Hub (4 Ports)
- ⊕ viele Einstellmöglichkeiten
- ⊖ fummelige Dual-Display-Ausrichtung



### Digitus DA-90361

Digitus gibt seinen Einarmständer bis zu einem 27-Zöller mit acht Kilo frei. Die längere Haltestange ermöglicht eine höhere Monitorposition als beim ähnlichen Arctic Z1. Außerdem läuft die Mechanik etwas leichter als beim Konkurrenten. Auch beim DA-90361 neigt sich der Ständer mit schweren Monitoren bei ausgezogenem Arm leicht mit. Einziger Frickelmoment bei der Montage: mit nur zwei Händen die Haltestange richtig auf den Ausrichtungssporn des Fußes setzen und gleichzeitig festschrauben.

- ⊕ gute Mechanik
- ⊕ sehr günstig (25 Euro)
- ⊖ keine dynamische Höhenanpassung

fen. Macleans MC-811 macht entweder auf Panorama oder auf Pyramide, bei der ein Display über den anderen beiden schwiebt. Dann läuft etwa oben ein Stream, unten wartet die Arbeit oder das Spiel.

Je kleiner die aufgereihten Monitore sind, umso mehr strecken die Arme ihre Ellbogen (sprich: Drehgelenke) nach hinten. Das macht bei einem freistehenden Schreibtisch nichts aus, wohl aber, wenn er vor einer Wand oder Rücken an Rücken mit einem weiteren Schreibtisch steht. Man kann das Problem entschärfen, indem man das untere Armsegment ausbaut oder gleich weglässt. Das klappt bei Arctics Z2-3D, Ergotrons LX und dem Maclean MC-811. Allerdings geht die Teilamputation auf Kosten des Bewegungsradius und der maximalen Einstellhöhe.

Um Kabelsalat zu vermeiden, bringen alle Halterungen Kabelführungen mit. Bei einigen klippt man Halteschlaufen aus Kunststoff an die Arme, durch die man die Kabel legt, bei anderen ist der Arm gleich-

zeitig der Kabelkanal. Arctics Z2-3D, Ergotrons LX, Macleans MC-811 und der Manhattan 461597 kombinieren beides.

Bei beinahe allen Geräten liegt noch eine weitere Schelle für die Stange bei, die nicht nur die Kabel bändigt, sondern auch kleine Halteösen hat. In diese steckt man die für den Zusammenbau benötigten Inbus-Schlüssel, die die Hersteller erfreulicherweise allesamt mitliefern. Das ist gerade bei den Einarmen praktisch, deren Höhe man nicht werkzeuglos verändern kann. Einen Kreuzschlitzschraubendreher muss man hingegen selbst beisteuern, um das Display anzuschrauben.

### Sehr verbunden

Dabei, wie sie Hals und Display zusammenbringen, gehen die Hersteller unterschiedliche Wege. Bei Arctic, Digitus, Hagor und RaidSonic dreht man zunächst zwei Schrauben ein Stück weit in die beiden oberen VESA-Montagelöcher und hängt den Monitor daran an die Aussparungen in der

Halteplatte. Anschließend dreht man die unteren beiden Schrauben durch die Platte und zieht die oberen fest. Vorher sollte man unbedingt das Neigungsscharnier feststellen und auch den Widerstand des Arms erhöhen, sonst rutscht das Display aus der Halteplatte oder saust am Arm ungebremst auf den Tisch.

LogiLink, Maclean und Manhattan legen hingegen getrennte Halteplatten bei. Diese befestigt man bequem an dem auf dem Tisch liegenden Monitor und lässt ihn in die Schiene am Halsende gleiten. Clips verhindern bei LogiLink und Maclean, dass der Monitor wieder herausrutscht, bei Manhattan verbindet man Halteplatte und Hals mit einer Schraube.

Ergotron nutzt eine Mischform, denn hier befestigt man die Halteplatte, an der das obere Armsegment hängt, mit Rändelschrauben am Monitorrücken. Dann setzt man die noch gut beherrschbare Konstruktion auf das Drehgelenk des bereits montierten Ständerrumpfs.

# So spannend kann Wissen sein!

Das Magazin, das Wissen schafft.



**TESTEN SIE WISSEN  
MIT 30 % RABATT!**

**2 Ausgaben für nur 10,80 €\*  
statt 15,40 €\* im Handel**

**Hier anfordern:  
[www.emedia.de/wissen-mini](http://www.emedia.de/wissen-mini)**

\*Preis in Deutschland.



(0541) 80009 126  
(werktag von 8 – 20 Uhr, samstags von 10 – 16 Uhr)



wissen-abo@emedia.de



Leserservice eMedia Wissen,  
Postfach 24 69, 49014 Osnabrück



© Copyright by Beise Medien.  
emedia.de



eMedia GmbH



### Ergotron LX Monitor Arm

Der teure, sorgfältig verarbeitete Einarmständer trägt bis 11,3 Kilogramm schwere Displays ohne Größenbeschränkung. Das untere Armsegment lässt sich an der Stange in der Höhe verstetzen oder weglassen, im oberen steckt ein Seilzug. Meist lässt sich der Monitor mit nur einer Hand in die richtige Position bringen, nur das obere Drehgelenk hat einen recht hohen Widerstand. Mit einer Schraube lässt sich die Rotation der Halteplatte auf 90° beschränken oder ganz verhindern.

- ⬆️ hervorragende Verarbeitung
- ⬆️ 10 Jahre Garantie
- ⬇️ sehr teuer



### Hagor M Table Mount KB Quad

An den beiden Querstangen finden vier Displays bis je 27 Zoll und acht Kilogramm Platz. Sie lassen sich daran neigen, schwenken, ins Hochformat drehen und vor allem schnell zu einer großen, beinahe nahtlosen Anzeigefläche kombinieren. Die auf den ersten Blick unheimlichen vielen Bauteile sind sinnvoll gruppiert. Störende Details: hier ein ausgeleierter Schraubenkopf, dort ein unsauber gefrästes Gewinde. Am Ende sitzt aber alles zuverlässig. Der Aufbau gelingt zu zweit entspannter.

- ⬆️ ideal als Monitorwand
- ⬇️ kleine Verarbeitungsschwächen
- ⬇️ etwas aufwendige Montage



### IcyBox IB-MS304-T

Der Aufbau des größtenteils vormontierten Arms gelingt sehr fix. Die im Fuß verankerten Arme lassen sich im oberen Segment in der Höhe verstetzen und stemmen laut Hersteller zwei 27-Zöller zu je 6,5 Kilogramm. Zwei 24-Zöller mit schmalem Rahmen passen übereinander. Weil Raidsonic viel weichen Kunststoff einsetzt, sieht die Praxis anders aus: Nachdem an einem der Neigungsscharniere die Mutter durchdrehte und von innen das Plastik abschabte, trug er maximal 4 Kilogramm. Das spricht nicht für Langlebigkeit.

- ⬆️ schneller Aufbau
- ⬇️ viel einfacher Kunststoff
- ⬇️ schwaches Neigungsscharnier

Obacht: Nicht alle Hersteller halten sich exakt an die VESA-Norm, die nicht nur den Abstand der Schraublöcher definiert ( $75 \times 75$  mm respektive  $100 \times 100$  mm), sondern auch die Abmessungen der Halteplatte ( $115 \times 115$  mm) und die freizuhaltende Fläche am Monitor ( $117 \times 117$  mm) [2]. Die Halteplatten von Digitus, Hagor und RaidSonic sowie die des Arctic Z2-3D sind zwei bis vier Millimeter zu breit. Das geht nur bei Monitoren gut, bei denen der Hersteller wie bei unseren Dell-Testmonitoren die Andockfläche großzügig freigehalten hat oder die Halteplatte direkt auf der Rückseite aufliegt. Der Spieldisplay MSI Optix MAG272CQR [3] hält die VESA-Spezifikation exakt ein, sodass sich die genannten Ständer nicht an ihm anbringen lassen.

Am Tisch docken alle Halterungen mit einem Klemmfuß an, dessen untere Klemmplatte mit einem Drehgriff hochgeschraubt wird, bis der Fuß die Tischplatte fest einklemmt. Allein Maclean weicht

von diesem Prinzip ab und bringt oben im Fuß die Schraubmechanik unter, die den Halteteller hochzieht. Anders als der Rest braucht der MC-811 deshalb unter dem Tisch besonders wenig Platz und kollidierte nicht mit den Kabelschächten an den Schreibtischen in der c't-Redaktion.

Außerdem ist zusätzlich zur oberen auch seine untere Klemmplatte gummiert. Das schützt die Tischunterseite während der Installation, falls der Ständer verrutscht, und auch im Betrieb, weil das stete leichte Ruckeln des belasteten Arms auf Dauer feine Kratzer nach sich ziehen kann. Das bietet ansonsten nur RaidSonic. Alternativ zum Klemmfuß lassen sich bis auf den Ergotron LX alle Ständer auch mit einer Gewindestange durch eine Öffnung im Tisch hindurch befestigen. Die Teile legen die Hersteller mit in den Karton.

### Fazit

Wer mehreren Displays eine schwebende Heimat geben will, findet bei Arctic, Mac-

lean und Hagor gute Partner. Manhattan und RaidSonic machen zwar vieles richtig, haben aber mit Material- oder Verarbeitungsschwächen zu kämpfen.

Doch selbst wer nur einen Monitor nutzt, profitiert erheblich von einer Tischhalterung. Die beiden günstigen, einfachen Einarme von Arctic und Digitus funktionieren zuverlässig; welchen man wählt, ist Geschmackssache. Eher eine Preisfrage ist die Entscheidung zwischen Logilink und Ergotron, wenngleich letzterer flexibler ist und mit einer sehr langen Garantie punkten kann.

(bkr@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Benjamin Kraft, Viele Pixel, wenig Geld, Monitore von 23 bis 32 Zoll ab 100 Euro, c't 9/2020, S. 96
- [2] VESA Flat Display Mounting Interface Standard (Version 1, Rev. 1): <https://www.maxrev.de/files/2011/09/fdmiv1r1.pdf>
- [3] Benjamin Kraft, Gekrümmte Spielfreude, c't 13/2020, S. 64



## Logilink BP0042

Die Mechanik des silbergrauen Einarms ermöglicht viele Einstellmöglichkeiten und läuft meist geschmeidig. Nur das hintere Drehgelenk agiert schwerfälliger. Da die Armsegmente länger als bei Ergotron sind, kommt einem das Display bei tiefen Tischen näher. Anders als beim Konkurrenten lässt sich das untere Armstück nicht herausnehmen. Maximal einen neun Kilo schweren 32-Zöller erlaubt der Hersteller; die 8,5 Kilogramm unseres Dell-27ers trug der BP0042 souverän.

- ⬆️ einfache Montage
- ⬆️ viel Bewegungsfreiheit
- ⬇️ schwergängiges Drehgelenk



## Maclean MC-811

Drei mal sieben Kilogramm trägt der MC-811. Seine dreifach unterteilten Arme lassen sich mit wenig Kraftaufwand flexibel einstellen. Einzelne Segmente kann man bei Bedarf weglassen. Mit wenig Geduld bekommt man drei gleiche Monitore bündig nebeneinander oder schiebt einen nach oben und zieht die anderen zwei darunter zusammen. Weil die Schraubmechanik im Fuß steckt, nimmt die untere Platte unterm Tisch wenig Platz ein, passt also auch an schmale Kanten.

- ⬆️ sehr viel Bewegungsfreiheit
- ⬆️ schmaler, sicherer Klemmfuß
- ⬆️ USB-Verlängerung im Fuß



## Manhattan 461597

Die übereinander angebrachten Arme des Manhattan-Ständers halten zwei 32-Zöller à 8 Kilogramm, die man sehr flexibel anordnen kann, bis 28 Zoll auch übereinander. Es kommt viel Hochglanzplastik zum Einsatz, das schnell verschmiert oder verkratzt; die Abdeckung des Fußes wollte nicht einrasten und sprang wiederholt ab. Bei einem der Arme war die Öffnung der Halterung für die Stange zu eng, weshalb die Montage erst gelang, nachdem wir den Haltering dehnten.

- ⬆️ flexible Displayanordnung
- ⬆️ gute Mechanik
- ⬇️ Verarbeitung/Material eher mau

## Tischhalterungen für Monitore mit VESA-Halterung (75 oder 100 mm Lochabstand)

Modell	Z1 (Gen 3)	Z2-3D (Gen 3)	DA-90361	LX Desk Monitor Arm	M Table Mount KB Quad	BP0042	MC-811	461597	Icy Box IB-MS304-T
Hersteller	Arctic	Arctic	Digitus	Ergotron	Hagor	LogiLink	Maclean	Manhattan	RaidSonic
max. Monitore / max. Displaydiagonale / max. Gewicht	1 / 34" / 15 kg	2 / 34" / 2 × 8 kg	1 / 27" / 8 kg	1 / 34" / 11,3 kg	4 / 27" / 4 × 8 kg	1 / 32" / 9 kg	3 / 27" / 3 × 7 kg	2 / 32" / 2 × 8 kg	2 / 27" / 2 × 6,5 kg
Besonderheiten	USB-Hub (4-Port)	USB-Hub (4-Port)	–	–	–	–	kompakter Fuß, 2 USB-Ports	Monitore können übereinander stehen	–
<b>Montage</b>									
Tischplattenstärke	20–60 mm	20–60 mm	10–88 mm	10–60 mm	10–88 mm	10–85 mm	10–50 mm	10–75 mm	10–85 mm
Tischklemme / Schraubmontage	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / –	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Monitorbefestigung (VESA-konform)	Schrauben mit einhängen (✓)	Schrauben mit einhängen (–)	Schrauben mit einhängen (–)	(Rändel-)Schrauben (✓)	Schrauben mit einhängen (–)	einklinkbare Halteplatte (✓)	einklinkbare Halteplatte (✓)	einklinkbare Halteplatte (✓)	Schrauben mit einhängen (–)
Kabelführung	✓ (Clips und Schlaufen)	✓ (Clips / Armdurchführung)	✓ (Clips und Schlaufen)	✓ (Kabelbinder / Armdurchführung)	✓ (Clips und Schlaufen)	✓ (Armdurchführung)	✓ (Clips / Armdurchführung)	✓ (Clips / Armdurchführung)	✓ (Armdurchführung)
<b>Bewegungsfreiheit</b>									
Höhenverstellung (dynamisch)	✓ (–)	✓ (✓)	✓ (–)	✓ (✓)	✓ (–)	✓ (✓)	✓ (✓ <sup>1</sup> )	✓ (✓)	✓ (✓)
drehen / schwenken	180° / 360°	180° / 360°	180° / 360°	360° / 180°	– / 15°	360° / 180°	180° / 360°	180° / 360°	270° / 360°
neigen (vor / zurück)	+45° / -90°	+90° / -90°	+45° / -45°	+5° / -70°	+45° / -45°	+90° / -90°	+90° / -90°	+35° / -5°	+90° / -45°
Hochformat (arretierbar)	✓ (–)	✓ (–)	✓ (✓ <sup>2</sup> )	✓ (✓)	✓ (✓ <sup>2</sup> )	✓ (–)	✓ (–)	✓ (–)	✓ (✓ <sup>2</sup> )
ausziehbar	✓	✓	✓	✓	–	✓	✓ <sup>1</sup>	✓	✓
<b>Bewertungen</b>									
Verarbeitung / Mechanik	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕⊕ / ⊕⊕	○ / ⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	○ / ⊕	○ / ⊖
Anleitung / Montage	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	○ / ⊕⊕	⊕⊕ / ⊕	⊕⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕	⊕ / ⊕	⊕ / ○	⊕ / ⊕⊕
Preis / Garantie	35 € / 2 Jahre	100 € / 2 Jahre	30 € / 2 Jahre	155 € / 10 Jahre	90 € / 2 Jahre	45 € / 2 Jahre	140 € / 2 Jahre	80 € / 3 Jahre	60 € / 2 Jahre

<sup>1</sup> äußere Arme    <sup>2</sup> Schlitz vorhanden, keine Schraube und keine Erwähnung im Handbuch

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

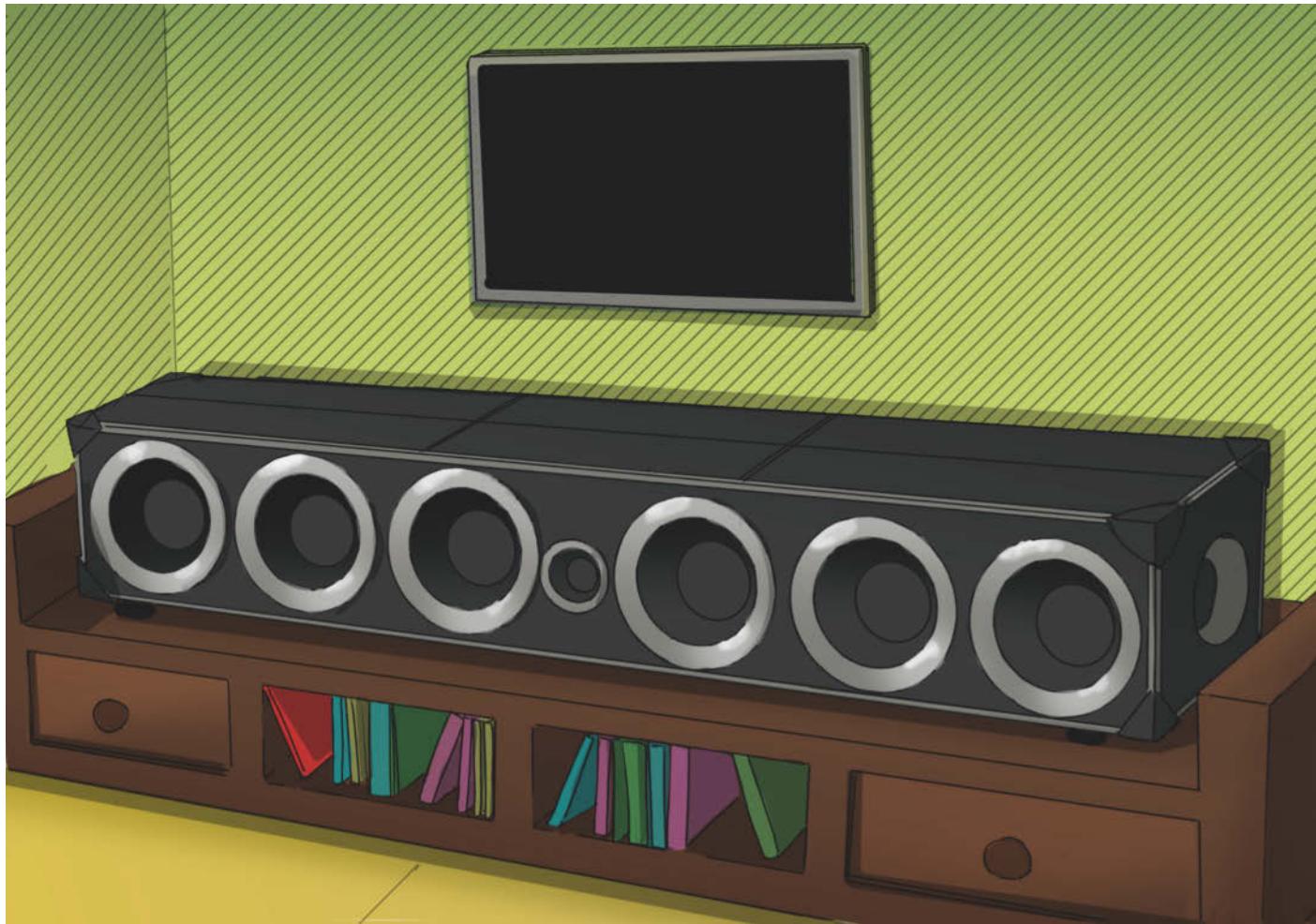


Bild: Thorsten Hübner

# Klangvolle Leisten

## Was bei Soundbars und -projektoren zu beachten ist

**Fernseher sind heutzutage schön dünn – der Ton, der aus den Geräten herauskommt, leider allzu oft auch. Abhilfe versprechen Lautsprecher-Leisten – ganz ohne Strippen gewirr. Teurere Modelle bieten sogar 3D-Sound.**

**Von Nico Jurran**

**V**ergleicht man die Werbung für neue Fernseher mit denen der vergangenen Jahre, dann fällt auf, dass die Hersteller das Thema Ton heute offensiver angehen. Geschickt platzierte Lautsprecher, komplexe Audio-Algorithmen und sogar als Membran genutzte Panels sollen dem TV-Ton auf die Sprünge helfen.

Doch den Möglichkeiten sind physikalische Grenzen gesetzt. Wer kraftvollen und dynamischen TV-Ton möchte, kommt daher weiterhin meist um eine externe Soundlösung herum – in Form einer Heimkino-Anlage mit Audio/Video-Receiver samt Boxenset oder als Soundbar.

Da moderne TV-Kangleisten sogar 3D-Soundformate wie Dolby Atmos und DTS:X unterstützen, dürfte sich mancher Nutzer allerdings fragen, warum es überhaupt noch einen Markt für AV-Receiver und Boxensets gibt. Darauf gehen wir im Kasten auf Seite 120 ein. Für alle, die zu einer Soundbar tendieren, haben wir nachfolgend alle wichtigen Informationen zu dieser Produktgruppe zusammengestellt.

Wie Heimkino-Anlagen gibt es mittlerweile auch Soundbars in etlichen Ausführungen – mit einer Preisspanne von rund 50 bis 2500 Euro. Die Qualitäts-

unterschiede sind ebenso beträchtlich: Einige Modelle bringen Heimkino-Sound ins Wohnzimmer, andere klingen kaum besser als die Lautsprecher im Fernseher.

### Die kabellose Freiheit

Das wichtigste Argument für eine Soundbar ist neben dem geringeren Platzbedarf und der gefälligen Optik der wesentlich geringere Verkabelungsaufwand: Da alle Lautsprecher für die Frontkanäle (rechts, links, Center) im Gehäuse stecken, entfällt die Verkabelung von bis zu drei Boxen schon mal komplett.

Die zu Soundbars angebotenen Subwoofer sind zudem üblicherweise per Funk mit der Kangleiste verbunden. Ganz drahtlos ist diese Lösung zwar nicht, da der im Tieftöner eingebaute Verstärker Strom benötigt. Im Idealfall spielt der Subwoofer aber nur bis zum Frequenzbereich

um 100 bis 120 Hz auf, ist deshalb nicht ortbar und lässt sich somit recht frei im Raum platzieren – am besten gleich neben einer Steckdose, sodass auch das Netzkabel die perfekte Optik nicht stört.

## In tiefen Regionen

Apropos Subwoofer: Da man Soundbars auch ohne externen Tieftöner bekommt, stellt sich die Frage, ob man einen solchen unbedingt benötigt. Einige Hersteller verneinen dies bei manchen Modellen mit dem Argument, die betreffende Soundbar sorge selbst für die tiefen Töne.

Wie tief hinunter Lautsprecher (sauber) spielen können, hängt aber maßgeblich vom zur Verfügung stehenden Gehäusenvolumen ab. Dabei muss man bedenken, dass sich die Treiber in der Soundbar schon den Platz für zwei oder drei Frontkanäle teilen müssen. Dann wird schnell klar, dass für Tieftöner in dem Gehäuse oft zu wenig Raum bleibt, um kraftvoll aufzuspielen – wenn es sich nicht gerade um einen Brocken wie Sennheisers Ambeo mit einer Breite von rund 126 Zentimetern und einer Tiefe von 17 Zentimetern handelt.

In der Realität können viele Soundbars keine wirklich tiefen Töne produzieren. Zu ihrer Unterstützung lassen daher manche Hersteller die Subwoofer bis in wesentlich höhere Frequenzbereiche aufspielen – wodurch der Tieftöner jedoch ortbar wird.

Was das bedeutet, merkt man, wenn man ihn neben oder hinter Zuhörern positioniert. Bei einigen Kombinationen aus Soundbar und Subwoofer kommen dann beispielsweise tiefe Männerstimmen nicht mehr „aus dem Fernseher“, sondern aus einer anderen Ecke des Zimmers. Bei der Vorführung sollte man den Händler daher auf jeden Fall bitten, den Tieftöner einmal zur Probe entsprechend zu positionieren.

Aufpassen sollte man beim Kauf, wenn ein Hersteller ein Modell unter verschiedenen Bezeichnungen mal mit und mal ohne Subwoofer anbietet. Nicht immer lässt sich an die „nackte“ Version später noch ein Tieftöner anbinden. Geraade preiswerteren Modellen fehlt manchmal das dafür nötige Funk-Modul.

## Mehrklassengesellschaft

Sind in einer Soundbar die Lautsprecher für die drei Frontkanäle links, rechts und Center eingebaut, spricht man von einem 3.0-beziehungsweise 3.1-Modell – je nachdem, ob es mit Subwoofer geliefert wird oder nicht. Weiterhin werden aber auch

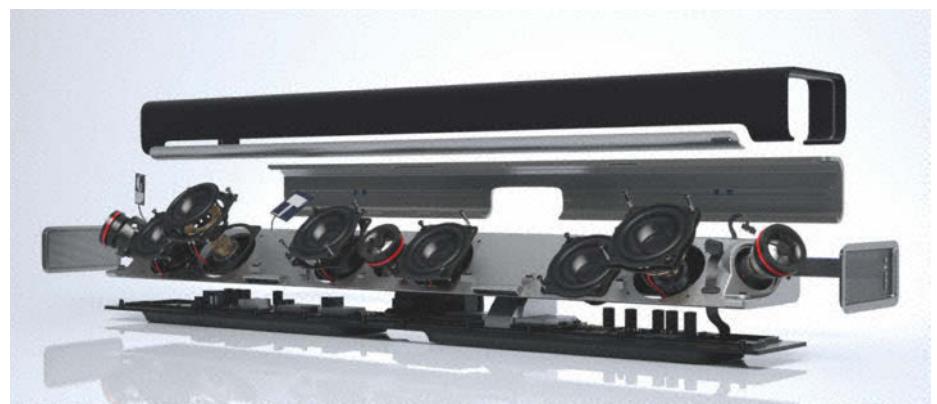


Bild: Sonos

Blick ins Innere einer Soundbar mit Treibern für die drei Frontkanäle (links, Center, rechts).

„2.0“-beziehungsweise „2.1“-Soundbars angeboten, die die drei Frontkanäle nur über ein Stereo-Lautsprecherpaar wiedergeben. Die für die Mitte bestimmten Inhalte geben die beiden Frontkanäle dann zu gleichen Teilen aus und erzeugen so einen „Phantom-Center“.

Da bei Heimkino-Anlagen zwei separate Boxen für den rechten und linken Frontkanal zum Einsatz kommen, die meist recht weit auseinanderstehen, wäre dies dort eine schlechte Lösung. Denn dieser Phantom-Center würde einen echten Center-Lautsprecher nur für die Zuschauer ersetzen, die im „Sweet Spot“ mittig vor der Anlage sitzen. Für Zuhörer rechts oder links davon kämen die Dialoge

hingegen aus einer der beiden Frontboxen.

Bei einer Soundbar trifft dieses Problem nicht so häufig auf, da die Frontkanäle in den Soundbars nicht so weit auseinander liegen. Stattdessen entsteht aufgrund der geringen Gehäusebreite eher das Problem, dass auch der rechte und linke Frontkanal aus der Mitte erklingen – dazu später mehr.

Der dedizierte Center-Lautsprecher hat aber noch einen weiteren Vorteil: Durch die Trennung von den übrigen Frontkanälen kann über ihn der Großteil der Dialoge laufen, ohne dass diese (wie bei der Phantom-Center-Lösung) von Signalen überlagert werden, die für den rechten und linken Kanal bestimmt sind.

Allgemein, aber vor allem bei 2.x-Soundbars, ist es daher wichtig, auf die Sprachverständlichkeit zu achten. Einige Hersteller versuchen, diese mit Audio-Algorithmen positiv zu beeinflussen. Denon spricht beispielsweise von einem „Dialog Enhancer“ und Yamaha von „Clear Voice“. Das funktioniert – je nach Soundbar und Technik – unterschiedlich gut, weshalb man um einen Hörtest trotzdem nicht herumkommt.

## Jenseits von „3-Stereo“

Die Einstiegsmodelle unter den Soundbars dienen nur dazu, die TV-Lautsprecher zu ersetzen. Fürs echte Heimkino-Feeling mit umhüllendem Raumklang fehlt es an der Beschallung aus dem Rückraum. Doch auch dafür halten die Hersteller Lösungen bereit – etwa in Form von Soundbars mit zwei zusätzlichen, separaten Surroundboxen. So bieten etwa Denon, JBL, Samsung und Teufel entsprechende 4.1-beziehungsweise 5.1-Systeme an.



Bild: JBL

JBL bietet Soundbars mit akkubetriebenen Surround-Boxen an. Laden lassen sich diese, indem man sie rechts und links an die Soundbar steckt – oder über Micro-USB.

Um das Konzept der möglichst wenigen Kabel aufrechtzuerhalten, statten sie die hinteren Lautsprecher wie den Subwoofer in der Regel mit eigenen Verstärkern aus und ermöglichen eine Verbindung mit der Soundbar per Funk. Bei der Sonos Arc lassen sich beispielsweise zwei Multiroom-Speaker vom Typ Sonos One (SL) als Surroundboxen nutzen. Letztlich tauscht man die Lautsprecherkabel nur gegen Stromkabel, die aber eben nicht bis zum AV-Receiver verlegt werden müssen.

JBL bietet sogar Soundbars mit akkubetriebenen Surroundboxen an, die somit komplett ohne Kabel auskommen. Laut Hersteller sind die Akkus in unter drei Stunden geladen und liefern dann bis zu zehn Stunden Strom. Vergisst ein Nutzer das rechtzeitige Aufladen, machen die Akkus aber eventuell mitten im Film schlapp – ein Grund, weshalb sich die meisten Anbieter für die Netzstrom-Variante entschieden haben.

Beachten sollte man auch, dass sich Soundbars üblicherweise nicht nachträglich mit Surroundboxen nachrüsten lassen. Wer später von Stereo- zu Mehrkanalton wechseln möchte, kommt also üblicherweise nicht um den Neukauf der Soundbar herum.



Bild: Yamaha

Soundprojektoren haben häufig ganze Lautsprecher-Arrays eingebaut, um den Ton überall im Raum gezielt verteilen zu können.

### Soundprojektion

Andere Hersteller wie Yamaha und Sennheiser schlagen bei der Rückraumbeschallung einen anderen Weg ein: Sie verzichten auf separate Surroundboxen und stecken die Lautsprecher für die hinteren Kanäle ebenfalls in die Klangleiste. Diese strahlen dann nicht direkt in Richtung der Zuhörer ab, sondern zu den Seitenwänden. Durch Reflexionen soll so der Eindruck entstehen, dass die Töne der Surroundkanäle aus dem Rückraum kommen. Bei dieser Spielart von Soundbars spricht man daher von „Soundprojektoren“.

Tatsächlich lassen sich so virtuelle Surround-Boxen erzeugen, die das menschliche Ohr von den physischen Vorbildern nur schwer unterscheiden kann. Voraussetzung dafür ist, dass die Schall-

wellen im Rückraum auch wie vorgesehen bei den Zuhörern ankommen. In der Praxis gibt es eine ganze Reihe von Faktoren, die dies erschweren – allen voran Wandvorsprünge, Möbelstücke und schwere Vorhänge.

Die Soundprojektoren versuchen, solchen Hindernissen mit Einmessverfahren bei der Erstinstallation zu begegnen. Die Praxis zeigt jedoch, dass es immer wieder Räume gibt, in denen auch die besten Algorithmen die Waffen strecken müssen.

Nicht immer lässt sich eindeutig zwischen Soundbar und -projektor trennen. Manche Hersteller mischen beide Formen: Bei Samsungs HW-Q90R kommen im Rückraum beispielsweise gewöhnliche Surround-Lautsprecher zum Einsatz, bei der Frontbeschallung sorgen aber in die Soundbar eingebaute und zu den Wänden abstrahlende Lautsprecher dafür, dass der Zuschauer eingehüllt wird.

Diese Kombination ist sinnvoll, wenn man bedenkt, dass die wenigsten Soundbars so breit sind wie ein 65-Zoll-TV mit einer Panelbreite von 145 Zentimetern. Wie bereits angesprochen, kann es daher vorkommen, dass die Geräusche für Geschehnisse am Bildrand ohne Schallprojektion zu mittig erklingen.

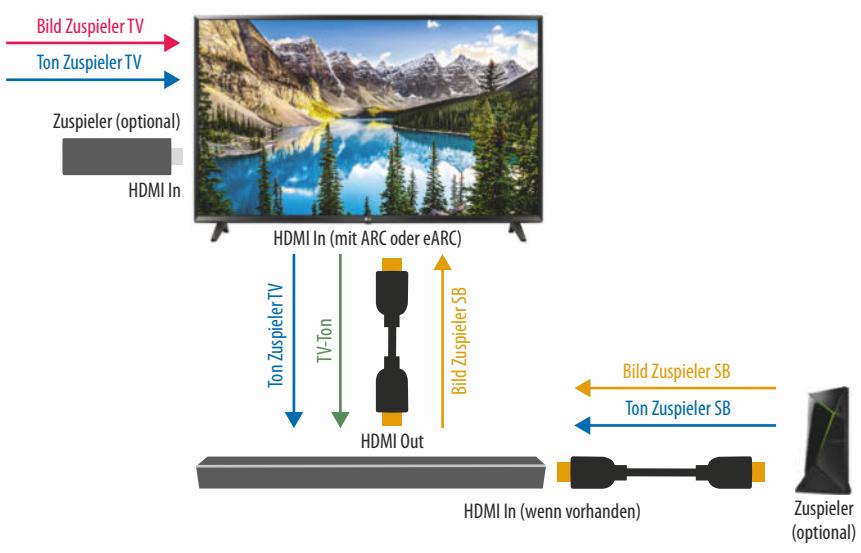
### Letzte Etappe 3D-Sound

Mittlerweile sind auch die „3D-Sound“-Formate wie Dolby Atmos und DTS:X zu den Soundbars vorgedrungen. Allen ist gemein, dass sie neben einer unteren noch eine obere Tonebene schaffen, dank der beispielsweise Hubschrauber über den Köpfen der Zuschauer kreisen können.

Die 3D-Sound-Formate enthalten Deckenkanäle, die im Heimkino mit AV-Receiver oft von dedizierten, knapp unter oder direkt an der Decke montierten Lautsprechern wiedergegeben werden. Soundbar-Hersteller setzen hingegen auf Reflexionslautsprecher, die die Töne der Höhenkanäle an die Decke abstrahlen, von wo sie zu den Zuhörern reflektiert werden.

## Anschlussschema Soundbar

Moderne Soundbars sind per HDMI an den Fernseher angeschlossen, der ihnen per Audiorückkanal (ARC oder eARC) den Ton von TV-Programm beziehungsweise TV-Apps liefert – und eventuell von externen Zuspielern, die an einem anderen HDMI-Port hängen. Viele Soundbars haben darüber hinaus eigene HDMI-Eingänge für Zuspieler. Die von diesen kommenden Videosignale geben sie an den Fernseher weiter, während sie sich selbst um die Verarbeitung der eintreffenden Audiodaten kümmern.





# storage2day

22.–24. September 2020

Heidelberg

Die Konferenz zu Speichernetzen  
und Datenmanagement

**PROGRAMM ONLINE**

Die **storage2day** ist die neue Fachkonferenz für Systemadministratoren, IT-Leiter und alle mit Storage und Backup befassten Fachleute. Nach ihrer erfolgreichen Premiere 2019 geht sie nun in die zweite Runde.

Das sind die Top-Themen der storage2day 2020:

- Software-defined Storage
- Ceph
- Ransomware / Sicherheit
- Backup und Recovery
- Performance
- NVMe
- Speichernetze
- neue RZ-Techniken

Sparen Sie mit dem Frühbucherrabatt!

Bis zum 31.7. zahlen Sie nur 795 Euro zzgl. Mwst. für das zweitägige Konferenzticket.

Zum Vergleich: Der spätere reguläre Preis wird bei 895 Euro liegen.



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

Goldsponsoren

 CLOUDIAN®

 DATACORE®

 FAST LTA  
für schnelle Reaktionen

 FUJIFILM

 PURE STORAGE®

 THOMAS  
KRENN®

Silbersponsoren

 POINT  
software & systems

 SCALITY

© Copyright by Heise Medien.

Veranstalter

 GIX

 dpunkt.verlag



Bild: Yamaha

**Yamaha hat in seinen Soundprojektor YSP-5600 auch Reflexionslautsprecher für 3D-Sound integriert, die die Töne der Höhenkanäle Richtung Decke abstrahlen.**

Am Ende soll so der Eindruck entstehen, die Geräusche kämen von oben.

Samsung baut diese Reflexionslautsprecher zum einen in seine Soundbar ein,

zum anderen in die mitgelieferten Surroundboxen. So kommt das Set auf insgesamt vier virtuelle Höhenkanäle. Sonos und Yamaha integrieren hingegen alle Treiber in die Klangleiste, kommen dabei aber nur auf zwei Deckenkanäle. Sennheiser bietet eine Soundprojektion aus der Leiste mit vier Höhenkanälen.

Letztlich ist die Reflexion über die Decke nur eine Spielart der zuvor angesprochenen Soundprojektion. Und wie dort gilt daher auch hier, dass dies nur funktionieren kann, wenn die Reflexionsfläche (also die Decke) die Töne ausreichend stark zurückwirft. Probleme gibt es bei Zimmern mit besonders hoher oder gedämmter Decke, in gewöhnlichen Wohnzimmern funktioniert diese Lösung aber durchaus.

### Platzprobleme

Geht es um die Positionierung der Soundbar, scheint die Sache an sich klar: Die meisten Nutzer stellen sich vor, die Klangleiste einfach vor die Füße des Fernsehers zu stellen. Doch das wird zusehends schwieriger – zum einen, weil neue TVs immer seltener auf hohen Stelzen stehen, zum anderen, weil hochwertige Soundbars mit vielen Treibern echte Wuchtbrummen sind.

In Sicherheit wiegen sich manche, wenn die obere Kante der Soundbar gera-

de so mit der unteren Kante des TV-Panels abschließt. Doch das ist trügerisch: In solchen Fällen verdeckt die Klangleiste nicht selten den Infrarot-Sensor des Fernsehers.

Da man für den besten Klang die Soundbar auf jeden Fall direkt und möglichst mittig unter dem Fernseher platzieren sollte, ist es ratsam, sich frühzeitig zu überlegen, ob sich das TV-Gerät und die Soundbar notfalls an die Wand hängen lassen.

Plant man die Installation der Soundbar an der Wand, sollte man sich bereits beim Kauf informieren, wie sich dies bei dem Wunschmodell realisieren lässt – und ob dafür eventuell Zubehör notwendig ist. Käufer werden immer wieder davon überrascht, dass die Halterung nicht im Lieferumfang enthalten ist.

### Der Weg zum guten Ton

Vorrangige Aufgabe einer Soundbar ist es, die Boxen im Fernseher zu ersetzen. Folglich dreht sich die dringendste Frage zum Thema Anschlüsse darum, wie der Ton von TV-Sendungen und Streamingdiensten vom Fernseher in die Klangleiste kommt.

Bei modernen TVs und Soundbars läuft die Audioverbindung über HDMI – oder genauer gesagt über den „Audio-Rückkanal“ (Audio Return Channel),

## Wozu noch Heimkino-Anlagen?

Ein unschlagbares Argument für Heimkino-Verstärker ist und bleibt ihre Flexibilität: So unterstützen die Modelle zahlreiche Lautsprecher-Setups – vom Stereo-betrieb bis hin zu 7.1- beziehungsweise 3D-Sound. Zwischen diesen kann man (fast) nach Belieben wechseln, ebenso zwischen den verwendeten Lautsprecher-modellen. Folglich lässt sich eine Anlage Schritt für Schritt erweitern; einzelne Boxen lassen sich bei Bedarf austauschen.

Apropos einzelne Boxen: Die Möglichkeit, diese verhältnismäßig frei aufzustellen, erhöht in Kombination mit aufwendigen Einmessalgorithmen in den Receivern die Chance, auch in akustisch problematischen Räume einen guten Klang zu erleben.

Zudem erlauben die meisten AV-Receiver, den Klang im Betrieb über etliche Einstellungen und Sound-Programme

dem eigenen Geschmack anzupassen. Bei Soundbars sind diese Möglichkeiten hingegen oft beschränkt: Viele lassen gerade einmal zu, Höhen und Bässe zu regulieren. Will man mehr, muss man oft recht tief in die Tasche greifen.

Übrigens geht auch die Soundbar-Entwicklung an den AV-Recievers nicht spurlos vorbei. So bietet beispielsweise Yamaha Modelle an, bei denen sich die Surround-Lautsprecher wie bei den Klangleisten drahtlos anbinden lassen.



Bild: Denon

Große AV-Receiver bieten nicht nur viele Anschlüsse, sondern auch eine Reihe von Endstufen, mit denen sich verschiedene Lautsprecher-Setups realisieren lassen.

# Per Anhalter durchs Code-Universum!

Moderne Programmiersprachen verstehen und richtig anwenden

Auch als  
eBook  
erhältlich

NEU



## iX Special: Moderne Programmiersprachen

Der neue iX Special 2020 nimmt Sie mit auf eine Reise durch die Welt der modernen Softwareentwicklung. Lernen Sie eine Vielzahl aktueller Programmiersprachen kennen: Von den C-Nachfolgern Go und Rust über funktionale Sprachen wie Haskell und Elixir bis zu den Java-Alternativen Kotlin und Clojure. R ist die Sprache der Wahl für Data Science, WebAssembly ein neuer Ansatz zur Entwicklung performanter Web-Apps. Und Quantencomputer versprechen, die Softwareentwicklung zu revolutionieren.

Auch digital erhältlich!

[shop.heise.de/ix-ps](http://shop.heise.de/ix-ps)

14,90 € >

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

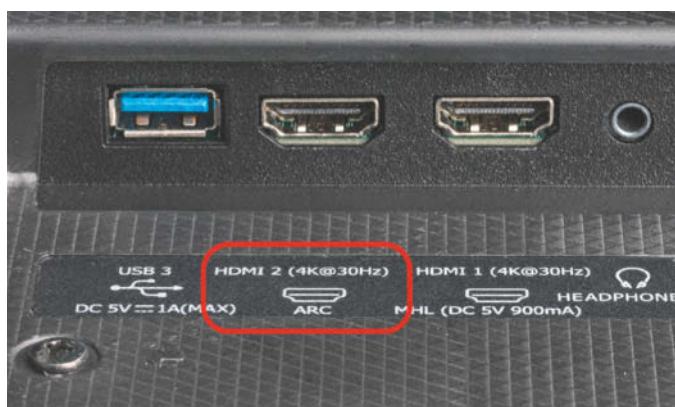
© Copyright by Heise Medien.



heise shop

[shop.heise.de/ix-ps](http://shop.heise.de/ix-ps)





Fernseher geben den TV-Ton über den Audio-Rückkanal gewöhnlich nur an einem HDMI-Eingang aus – und das ist nicht zwangsläufig Port 1. Bei der Installation sollte man daher auf die Kennzeichnung ARC beziehungsweise eARC achten.

ARC), der vor Jahren für die digitale Audio/Videoschnittstelle spezifiziert wurde. Gegenüber der alten analogen Verbindung (mit Cinch-Kabeln) hat HDMI den Vorteil, dass es auch Mehrkanalton ermöglicht.

Zudem ist mit ARC das HDMI-Steuerprotokoll CEC (Consumer Electronics Control) verknüpft, über das Geräte einander Kommandos schicken können. So benötigt der Nutzer nur noch eine Fernbedienung: Entweder lässt sich die Lautstärke der Soundbar über die TV-Fernbedienung regeln oder der Klangleiste liegt eine Fernbedienung bei, die auch die Basisbefehle für die Steuerung des Fernsehers umfasst – also beispielsweise das Ein- und Ausschalten des Geräts oder das Rauf- und Runterschalten durch die TV-Kanäle.

## HDMI-Audio-Rückkanal

Laut Spezifikation laufen über ARC die gleichen Formate wie über SPDIF, also Dolby Digital 5.1, DTS 5.1 und PCM 2.0. Außen vor blieb somit der bei Videostreaming oft genutzte Codec Dolby Digital Plus – und ebenso das 3D-Soundformat Dolby Atmos, da die Dienste Dolby Digital Plus als dessen Basis nutzen.

Allerdings lassen sich Dolby Digital Plus und Dolby Atmos (zumindest mit der von den Streamingdiensten genutzten Datenrate) durchaus über HDMI-ARC übertragen. Diese Möglichkeit bieten TVs von LG und ausgewählte Modelle von Loewe und Samsung. Die übrigen Hersteller halten sich hingegen strikt an die Spezifikation, sodass dem Nutzer 3D-Ton über ARC tatsächlich versagt bleibt.

Soll die Soundbar auch HD- und 3D-Audio-Ton vom Fernseher entgegennehmen, muss man daher darauf achten, dass sich beide Geräte bereits über den erweiterten HDMI-Audiorückkanal eARC

(enhanced Audio Return Channel) verbinden können.

Bei neueren TVs ist eARC schon recht verbreitet, bei Soundbars sieht es allgemein noch etwas mager aus. Samsung lieferte den erweiterten Audiorückkanal bei seinen Top-Soundbars immerhin per Firmware-Update nach. Im Zweifel sollte man sich vor dem Kauf die eARC-Unterstützung vom Händler explizit bestätigen lassen.

## Weitere Audioanschlüsse

Viele TVs mit (e)ARC-Unterstützung leiten an die Soundbar auch die Audiosignale von Zuspielern weiter, die an ihren HDMI-Eingängen hängen. Folglich könnte sich der Hersteller einer Soundbar darauf beschränken, sein Modell nur mit einem (e)ARC-fähigen HDMI-Anschluss auszustatten. Diesen Weg hat Sonos mit seinem neuen Modell auch tatsächlich beschritten.

Die meisten anderen Soundbars bieten hingegen zusätzliche Eingänge für Zuspieler – aus gutem Grund: Die Ein-Port-Lösung macht die Frage, was sich wiedergeben lässt, von den technischen Fähig-

keiten des angeschlossenen TVs abhängig. Siehe Dolby Atmos: Selbst wenn die Soundbar es beherrscht, kommt man an den 3D-Ton nicht heran, wenn der Fernseher nur ARC unterstützt und nicht von LG, Loewe oder Samsung stammt.

Sogar bei Fernsehern mit eARC-Unterstützung hat die Ein-Port-Lösung einen Nachteil: Da TVs HDMI-Signale im Standby üblicherweise nicht weiterleiten, muss der Fernseher selbst dann laufen, wenn man nur Musik von einem Zuspieler über den TV auf der Soundbar wiedergeben möchte.

Schließlich sollte man auf jeden Fall darauf achten, dass die Soundbar auch alle gewünschten Audio-Codecs unterstützt. Sonos Arc dekodiert beispielsweise keinen Ton im Mehrkanal-Format DTS; da nützt es auch nichts, dass man ihn dank eARC-Unterstützung über passende TVs einspeisen könnte.

## Bilddurchreicher

Schließt man AV-Zuspieler an die Soundbar an, muss die Kangleiste das Bild an den Fernseher durchreichen. Das klingt banaler, als es ist – vor allem, weil seit dem Siegeszug der UHD-Fernseher neben dem ultrahochauflösten Bild der erweiterte Farbraum und der erhöhte Kontrastumfang (High Dynamic Range, HDR) große Themen sind.

Während das Durchreichen von UHD-Videos mit HDR im gewöhnlichen Format HDR10 für viele Soundbars kein Problem ist, gilt dies nicht für die dynamische HDR-Variante Dolby Vision. Letztere verspricht ein besseres Bild, da das Studio den gewünschten Eindruck nicht wie bei HDR10 einmal für den gesamten Film, sondern Bild für Bild festlegen kann.



Bild: Denon

Die meisten Soundbars bieten eigene Eingänge für weitere Zuspieler, an höherwertigen Modellen ist auch oft ein Netzwerkanschluss (oder WLAN-Modul) für Musikdienste und Multiroom-Audio zu finden.

## Checkliste: 15 Punkte, auf die Sie beim Kauf achten sollten

Äußerlich ähneln sich viele Soundbars stark – was schnell zur Annahme verführt, dass es auch bei den inneren Werten kaum Unterschiede gibt. Wer eine Soundbar jedoch lediglich nach deren Aussehen kauft, kann daheim eine böse Überraschung erleben. Nachfolgend sind daher einige Fragen aufgelistet, die Sie vor dem Kauf klären sollten.

### Klang

- Hat die Soundbar genug Leistung, um den Hörraum in der gewünschten Lautstärke sauber zu bespielen?
- Ist die Stereoperspektive gut oder kommen alle Töne aus der Mitte?
- Wie gut ist die Sprachverständlichkeit, auch in dynamischen Szenen?
- Bei Soundprojektion: Stehen die Beschaffenheit oder Einrichtung des

Raumes der Projektion entgegen? (Im Zweifel: Rückgaberecht explizit zusichern lassen!)

- Bei Soundprojektion: Wie weit in den Rückraum reichen die virtuellen Surround-Lautsprecher?
- Bei Modellen ohne Subwoofer: Ließe sich nachträglich ein Tieftöner anbinden?
- Bei Modellen mit Subwoofer: Ist der Tieftöner frei positionierbar (nicht ortbar) beziehungsweise gibt es in den mittleren Frequenzen ein hörbares „Loch“?

### Anschlüsse

- Bietet die Soundbar eine HDMI-Verbindung mit Audiorückkanal (ARC oder eARC) zum Fernseher?

- Unterstützt die Soundbar bereits den erweiterten Audiorückkanal (eARC)?
- Wie viele Anschlüsse für externe Zuspieler bietet die Soundbar?
- Welche Audio-Codecs unterstützt das Modell?
- Kann die Soundbar Videos in den gewünschten Formaten (wie 4K mit Dolby Vision) zum TV durchleiten?

### Installation und Bedienung

- Welches Bedienkonzept hat sich der Hersteller einfallen lassen (eigene Fernbedienung, HDMI-CEC, App)?
- Auf welche Weise gibt die Soundbar Rückmeldungen auf Eingaben?
- Wie lässt sich die Soundbar an die Wand montieren? Liegt eine passende Halterung bei?

Der Transfer der Dolby-Vision-Metadaten ist erst ab HDMI 2.1 spezifiziert, das in aktuellen Soundbars aber noch eben selten zum Einsatz kommt wie in Fernsehern oder Zuspielern. Für das derzeit gebräuchliche HDMI 2.0 entwickelte Dolby daher einen Workaround, den die Hersteller aber implementieren müssen. Mangelt es daran auch nur einem Gerät in der Kette Zuspieler – Soundbar – Fernseher, sieht man kein Dolby Vision.

Trotz der HDMI-Verbindung zum TV bieten viele Soundbars übrigens keine Anzeigen auf dem Bildschirm. Bei der Nutzung von HDMI-ARC ist dies technisch nicht möglich, weil diese Verbindung nur den Audio-Rückkanal nutzt, während auf dem Fernseher selbst das Bild einer anderen Quelle zu sehen ist, beispielsweise dem TV-Programm oder einem Videostreamingdienst.

Die Soundbar kann auf dem Fernseher aber nur Einblendungen zeigen, wenn das TV von ihr auch das Bildsignal übernimmt. Das ist beispielsweise der Fall, wenn die Klangleiste das Bild eines Zuspielers von einem ihrer Eingänge an den Fernseher weiterreicht.

Insofern ist es bedauerlich, dass es bezüglich Rückmeldung bei Soundbars oft mager aussieht: Nur wenige Soundbars haben ein Display, das dem Nutzer den Status verrät, viele Modelle geben hingenommen nur über mehrfarbige LEDs Rückmeldungen.

## Mehr als TV-Ton

Mit der Zeit hat sich der Fokus der Soundbars verschoben – weg von der reinen Wiedergabe: Immer Modelle spielen (über Bluetooth oder (W)LAN in Kombination mit einer Smartphone-App) auch Streams von Musikdiensten ab oder lassen sich sogar in Multiroom-Systeme integrieren.

Dass Soundbars Musik wiedergeben können, bedeutet freilich nicht, dass dies auch gut klingt. Legt man darauf Wert, sollte man beim Probeführen hierauf explizit achten – am besten mit der eigenen Lieblingsmusik, die man zur Vorführung mitbringt.

Wohin die Reise gehen könnte, zeigt Anker: Die Firma baut in ihre neueren Soundbars sogar einen Amazon Fire TV als Medienplayer ein, der sein Videosignal über deren HDMI-Ausgang zum Fernseher leitet.

## Fazit

Bei kaum einer Produktkategorie ist die Preis- und die Qualitätsspanne so groß wie bei Soundbars. Wer unter 250 Euro anlegt, sollte keinen Klang erwarten, der den TV-Ton (weit) übertrifft. Am ehesten können diese Einstiegsmodelle vielleicht bei der besseren Sprachverständlichkeit punkten. Damit, einfach nur einige Lautsprecher in ein Gehäuse zu stecken, ist es eben nicht getan.

In der Preisklasse zwischen 250 und 750 Euro findet man wiederum eine Reihe

gut klingender 2.x- und 3.x-Klangleisten, die nicht nur den Fernseher hinter sich, sondern im Idealfall auch die Musikwiedergabe zum Genuss werden lassen. Viele dieser Soundbars sind voluminöser als die Einstiegsmodelle – aus gutem Grund: Für einen vollen Klang kommt man um ein etwas wuchtigeres Modell kaum herum.

Für alle, die echtes Heimkino-Feeling ins eigene Heim bringen wollen, bieten namhafte Hersteller mittlerweile sehr ordentliche 5.1-Systeme – mit separaten Surround-Boxen oder Soundprojektion – an, rufen dafür aber auch meist Preise jenseits 750 Euro auf. Da in den kommenden Wochen die Hersteller ihre neuen Modelle präsentieren, kann sich Warten lohnen: Viele Topmodelle dürften dann mit HDMI 2.0 oder wenigstens eARC auf den Markt kommen.

Stets bedenken muss man, dass die Klangleiste zum eigenen Fernseher passen muss – nicht nur hinsichtlich Größe und Design, sondern eben auch bezüglich der Anschlüsse und Formate. Vor dem Kauf sollte man daher eine Bestandsaufnahme machen, welche Funktionen und Eigenschaften die Soundbar haben soll – und anhand dieser die möglichen Kandidaten aus dem Angebot aussieben. Um diesen Prozess zu erleichtern, haben wir auf oben auf dieser Seite eine Checkliste mit 15 Punkten zusammengestellt.

(nij@ct.de) ct

# Zahlen, Daten, Fakten

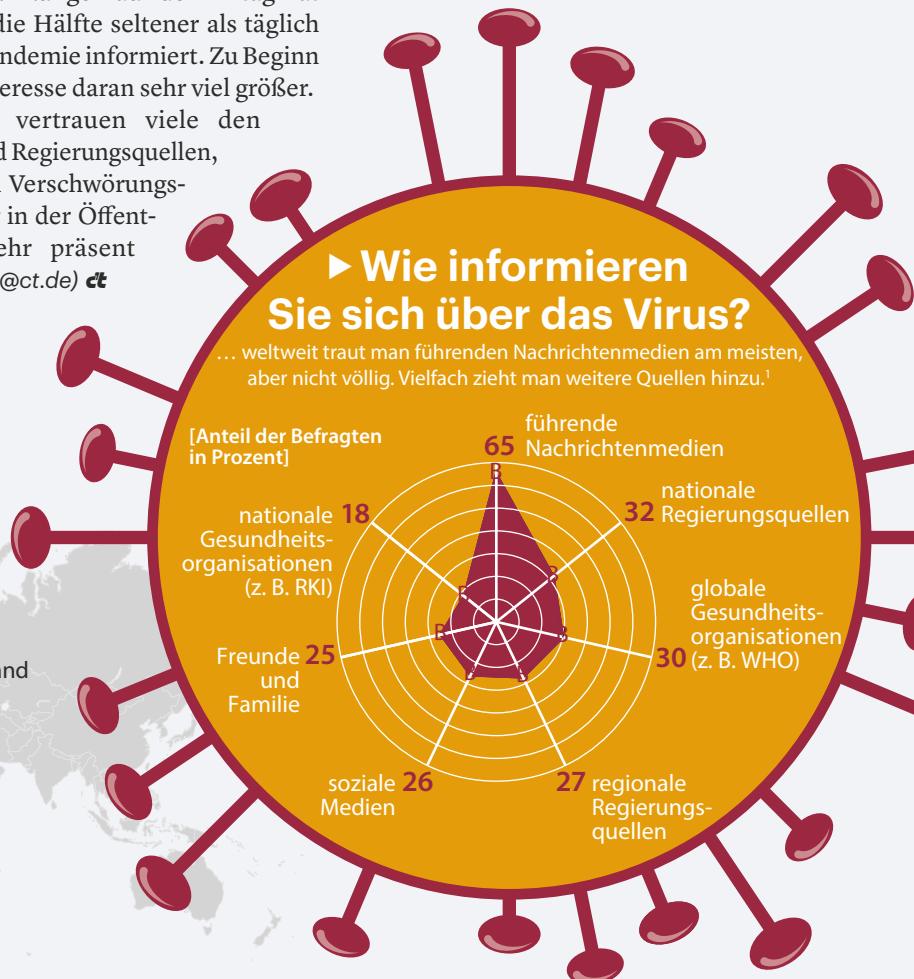
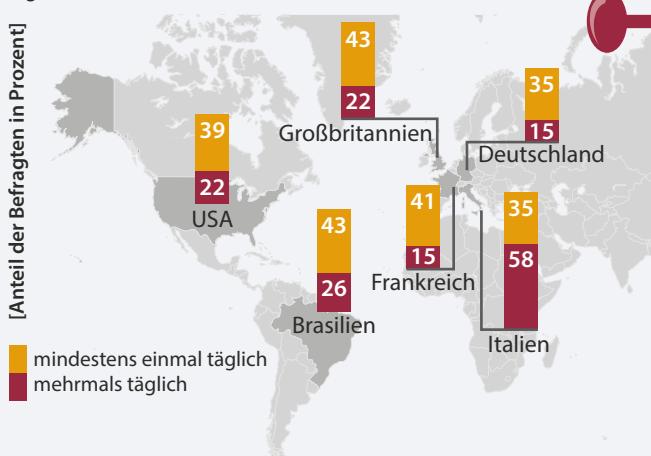
## Corona abseits der Infektionsdaten

Die meisten Menschen schauen in Bezug auf Corona vor allem auf die Infektionszahlen. Ebenfalls interessant ist, wie sich das Virus auf das Internet auswirkte. Die Verlagerung vieler Aktivitäten ins Netz führte im März beim deutschen Knoten DE-CIX zu Rekorden beim Übertragungsvolumen. Viele der Aktivitäten während der Ausgangsbeschränkungen hatten eine Mehrnutzung des Internets zur Folge, das illustriert auch die stark gestiegene

Zahl von Videomeetings. Trotz der massiven Auswirkungen auf den Alltag hat sich rund die Hälfte seltener als täglich über die Pandemie informiert. Zu Beginn war das Interesse daran sehr viel größer. Insgesamt vertrauen viele den Medien und Regierungsquellen, auch wenn Verschwörungstheoretiker in der Öffentlichkeit sehr präsent sind. (mil@ct.de) ct

### ► Wie oft informieren sich Menschen über das Virus?

... nur rund die Hälfte konsumierte Anfang März mindestens täglich Nachrichten über Corona.<sup>1</sup>



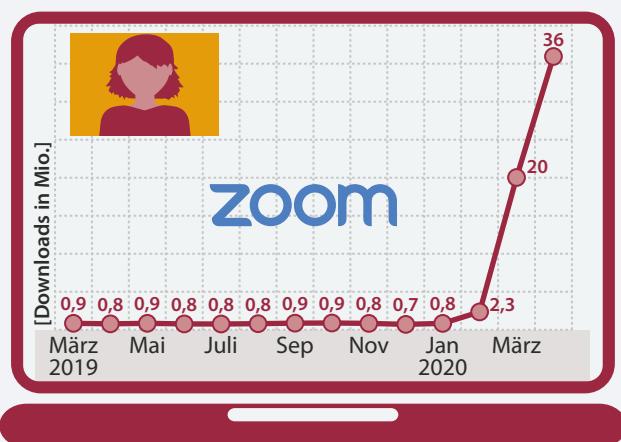
### ► Wie oft wurde COVID-19 in den sozialen Netzen erwähnt?

... im zeitlichen Umfeld der großflächigen Einschränkungen weltweit fast viermal so häufig wie Ende Mai.<sup>2</sup>



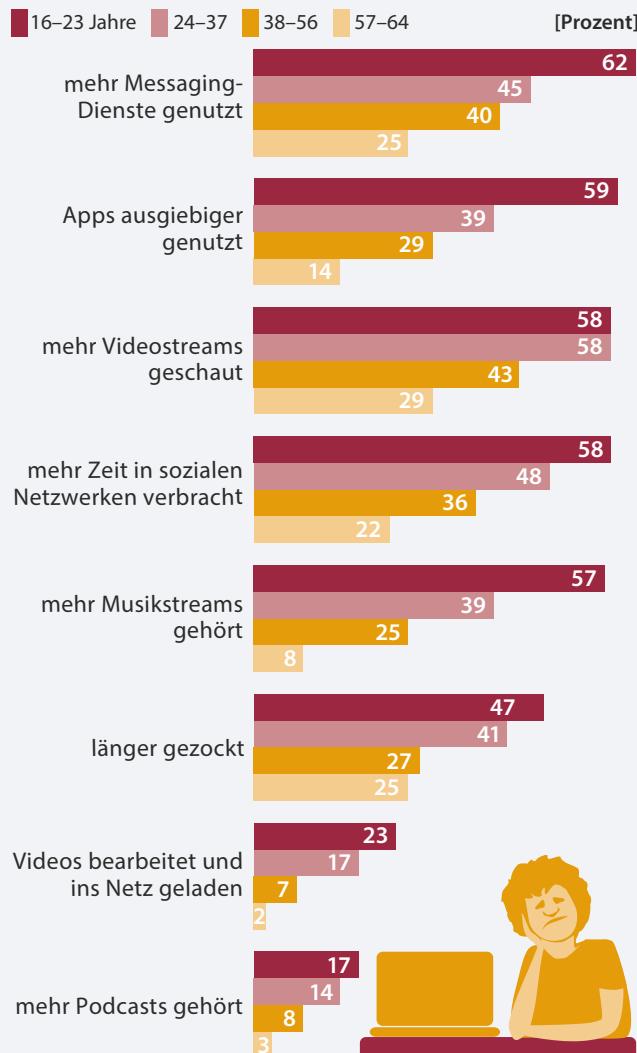
### ► Welchen Einfluss hatte Corona auf Videomeeting-Apps?

... allein die nicht umstrittene App Zoom wurde im App Store von Apple im April weltweit fast 36 Millionen mal heruntergeladen.<sup>3</sup>



## ► Was haben Sie im Lockdown zu Hause gemacht?

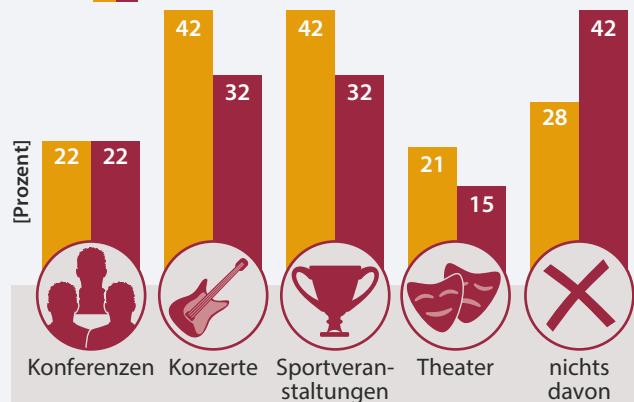
... besonders die Jüngeren haben sehr viel mehr Zeit mit Netzaktivitäten verbracht als sonst – weltweit.<sup>4</sup>



## ► Wie viele würden Live-Streams als Ersatz akzeptieren?

... in Deutschland würden mehr als die Hälfte Live-Streams akzeptieren, allerdings nicht bei jeder Veranstaltung.<sup>4</sup>

weltweit Deutschland



Quellen: <sup>1</sup> Edelman Trust Barometer (pro Land 1000 Online-Befragte ab 18, Zeitraum 6. bis 10. 3. 2020). <sup>2</sup> Talkwalker (Abfrage, Stand 20. 5. 2020). <sup>3</sup> Pioridata (weltweite Abrufe Downloads Apple App Store)

## ► Welche Datenschutz-Kröten würden Bürger im Kampf gegen Corona schlucken?

... rund zwei Drittel der Bürger würden auf informationelle Selbstbestimmung verzichten.<sup>6</sup>

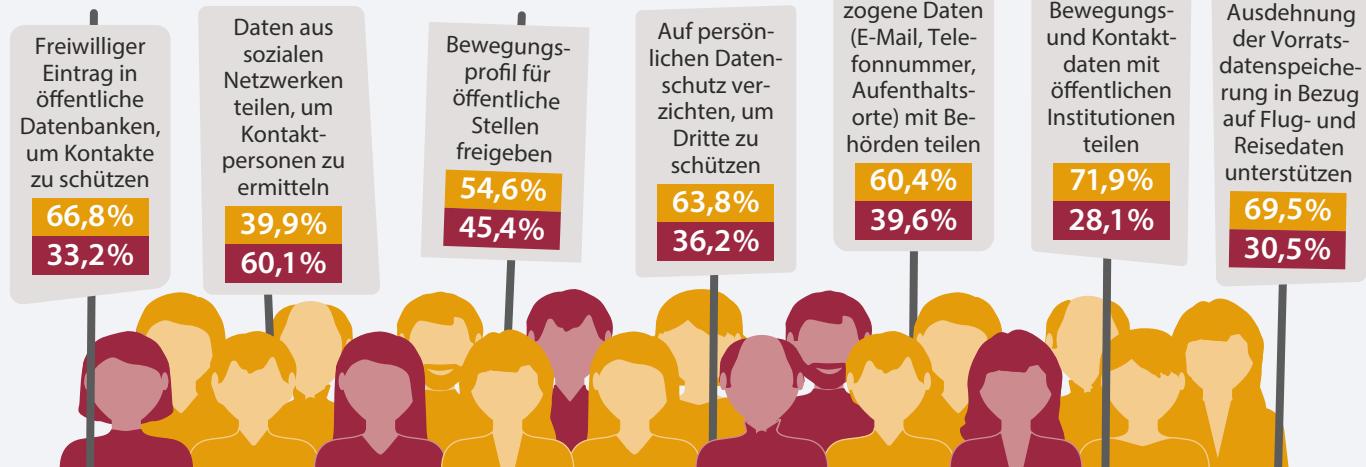




Bild: Albert Hulin

# Schulen im Stress-Test

## Erfahrungen aus drei Monaten Unterricht in der Cloud

**Als die Schulen Mitte März für Präsenzunterricht geschlossen wurden, standen Lehrkräfte, Schüler und Eltern unvermittelt vor großen Herausforderungen. Schulclouds wurden zur zentralen Infrastruktur. Wie sie sich bewährt haben, zeigt ein Blick auf die Praxis des Lehrens und Lernens auf Distanz.**

**Von Dorothee Wiegand**

**A**m 13. März 2020 meldet Innove, das estländische Kompetenzzentrum für Bildung: „Die Schulen wechseln in den Digitalbetrieb.“ Kein Wort von Ausnahmestand oder ungeahnten Herausforderungen – die unaufgeregte Botschaft lau-

tet: Der Unterricht geht weiter, nur eben digital. Mit seinem modernen Bildungssystem gehört Estland zu den führenden Nationen auf diesem Gebiet. Seit 1999 verfügen alle Schulen des Landes über einen Internetzugang. 90 Prozent der Bildungseinrichtungen nutzen das landesweite Schulmanagementsystem eKool, über das Lehrer, Schüler, Eltern und die Schulverwaltung miteinander kommunizieren.

So weit ist das deutsche Bildungssystem noch lange nicht. In der ICILS-Studie 2018, die Ende 2019 veröffentlicht wurde, belegt der Unterricht in Deutschland beim Einsatz digitaler Medien den vorletzten Platz. Die internationale ICILS-Studie (International Computer and Information Literacy Study) untersucht die Digitalkompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 8. Klassen.

Beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das die deutsche Teilnahme an der ICILS-Studie finanziert, ist man sich dieser Missstände durchaus bewusst. Mit dem DigitalPakt Schule, einem Förderprogramm für die Ausstattung der Schulen mit digitaler Technik, will das BMBF dazu beitragen, dass Deutschland bei der Digitalisierung im Bildungswesen vorankommt. Außerdem fördert das Ministerium das Hasso-Plattner-Institut (HPI) in Potsdam bei dessen Arbeit rund um Schulclouds.

Das HPI ist ein universitäres Exzellenz-Center und Teil der „Digital Engineering Fakultät“ der Universität Potsdam. 2016 stellte das BMBF dem HPI erstmals rund 7 Millionen Euro für die Schulcloud-Forschung zur Verfügung. Inzwischen ist aus dem Forschungsprojekt ein lauffähiges System geworden: die HPI

Schul-Cloud [1]. Anfang April, unter dem Eindruck der Corona-bedingten Schulschließungen, bewilligte das BMBF erneut einen Antrag des HPI, diesmal über mehr als 12 Millionen Euro. Die HPI Schul-Cloud, die bis dahin nur an ausgewählten Projektschulen im Einsatz war, sollte im Gegenzug für alle deutschen Schulen geöffnet werden.

Statt Anerkennung für sein zügiges, unbürokratisches Engagement in Krisenzeiten erntete das BMBF allerdings gleich von mehreren Seiten Kritik. Bundestagsabgeordnete um die grüne Haushaltspolitikerin Ekin Deligöz stießen sich daran, dass aus ihrer Sicht einige Ungereimtheiten bei der Förderzusage auftraten; sie stellten dazu eine kleine Anfrage an die Bundesregierung. Anbieter kommerzieller Schulcloud-Lösungen werteten die großzügige Förderung für das HPI als Wettbewerbsverzerrung zu ihren Ungunsten und machten ihrer Verärgerung darüber in einem gemeinsamen offenen Brief an die Bildungsministerin Luft.

## Bunte Cloud-Landschaft

Denn es ist durchaus nicht so, dass die HPI Schul-Cloud die einzige verfügbare Lösung ihrer Art ist. In deutschen Schulen sind diverse Systeme im Einsatz, Open-Source-Lösungen ebenso wie kommerzielle Schulplattformen. Wir haben bei allen 16 Kultusministerien nachgefragt, welche Schulclouds an den Schulen ihres Landes genutzt werden. Als einziges Bundesland hat Bremen ein flächendeckend einheitliches Lernmanagement: Das kommerzielle its-learning des gleichnamigen norwegischen Anbieters steht dort allen Lehrkräften, Schülerinnen und Schülern zur Verfügung.

In den anderen Bundesländern gibt es keine festen Vorgaben. Die Schulen können sich frei für eine Schulcloud entscheiden, solange dabei die Datenschutzbestimmungen eingehalten werden. Die meisten Kultusministerien bieten jedoch ein System an, dessen Nutzung den Schulen empfohlen wird. Eine Reihe dieser Systeme sind Weiterentwicklungen der Open-Source-Software Moodle. Dies gilt beispielsweise für die Lernplattform mebis, die an bayerischen Schulen im Einsatz ist. Die mebis-Mediathek umfasst rund 60.000 digitale Bildungsmedien, die Lehrkräfte urheber- und lizenzerrechtlich gesichert verwenden können.

Da mebis keine Videokonferenz-Software umfasst, stellt das Ministerium allen weiterführenden Schulen für die Phase

der Unterrichtsbeeinträchtigungen Microsoft Teams for Education zur Verfügung. „Die Vertragslaufzeit ist zunächst bis Ende September 2020 datiert“, teilte das Ministerium mit.

Auch in Rheinland-Pfalz ist Moodle im Einsatz. Über das Pädagogische Landesinstitut steht seit 2008 die Lernplattform moodle@RLP mit der integrierten „Learning Community“ für alle Lehrkräfte zur Verfügung. 2010 kam OMEGA hinzu, eine Art Bildungsmediencloud mit mehr als 21.000 Videos, Arbeitsblättern und anderen Materialien. Darüber hinaus stehen eine vorkonfigurierte, auf schulspezifische Anforderungen angepasste Netzwerklösung namens MNS+ und die sogenannte Grundschulbox zur Verfügung. Die Grundschulbox ist ein Paket aus Hardware und einer vorinstallierten NextCloud.

Das in Sachsen verbreitete System LernSax ist eine Weiterentwicklung der WebWeaver Suite. WebWeaver, ein kommerzielles Produkt des deutschen Anbieters DigiOnline, ist auch die Grundlage der Schulcloud-Lösungen lo-net<sup>2</sup>, die der Schulbuchverlag Cornelsen vertreibt, sowie von educanet<sup>2</sup>, der zentralen Lern- und Arbeitsplattform des Schweizerischen Bildungsservers.

**#Servicetweet** Seit den frühen Morgenstunden sind die mebis-Server einer [DDoS-Attacke](#) ausgesetzt. 🚧 Dabei handelt es sich um einen Angriff auf unser System durch hunderttausendfache automatisierte Seitenaufrufe. Abwehrmaßnahmen werden aktuell ergriffen! 🛡 #mebis #BayernEdu [pic.twitter.com/d0xRiMMt4J](https://pic.twitter.com/d0xRiMMt4J)

— mebis (@mebis\_bayern) March 16, 2020

Als die Server der bayerischen Schulcloud mebis Mitte März zusammenbrachen, ging das Serviceteam zunächst von einer DDoS-Attacke aus.

Quelle: Twitter

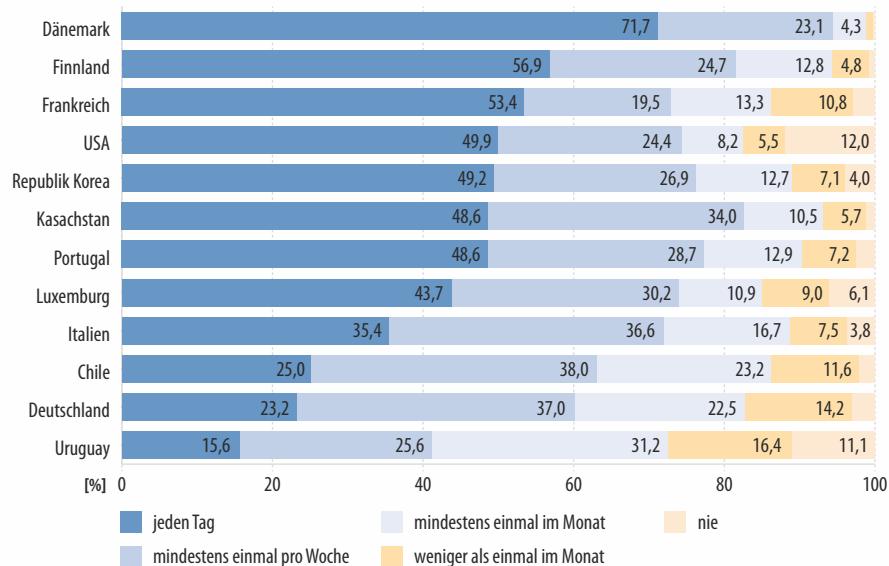
## Praxistest Homeschooling

Im Auftrag des Medienpädagogischen Forschungsverbunds Südwest befragte die Wiesbadener Gesellschaft für innovative Marktforschung vom 2. bis 6. April 2020 in einer Online-Umfrage Eltern und ihre Kinder nach dem Unterricht während der Schulschließung. Die Ergebnisse der Studie „JIMplus 2020 – Lernen und Freizeit in der Corona-Krise“ zeigen: Mit großem Abstand am häufigsten erhielten Schüler und Eltern Lernmaterial und Aufgaben per Mail (siehe Grafik Seite 131).

Die Ergebnisse der JIMplus-Studie decken sich mit denen aus einer Umfrage der Vodafone-Stiftung unter Lehrern. Zwi-

## Wie oft nutzen Lehrkräfte digitale Medien im Unterricht?

An deutschen Schulen wird vergleichsweise selten mit digitalen Medien unterrichtet. Das ist eines der Ergebnisse der Studie ICILS 2018 (International Computer and Information Literacy Study 2018). Die Studie untersucht Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich.



# „Das ist ein Riesenbrett“

**Der MINT-Lehrer Steffen Haschler engagiert sich ehrenamtlich beim dezentralen CCC-Bildungsprojekt „Chaos macht Schule“.**

**c't:** Wie wichtig ist eigentlich eine Schulcloud? Sind Schulen damit besser durch die Krise gekommen?

**Steffen Haschler:** Zur zeitgemäßen Bildung gehören Schulclouds dazu. Es geht nicht primär darum, die Schüler und Schülerinnen auf den Beruf vorzubereiten – das Ziel sind mündige Bürger, die am gesellschaftlichen Leben teilnehmen können und solche Plattformen werden überall genutzt. Und: Ja, in der Corona-Krise haben funktionierende Schulclouds viel geholfen.

**c't:** Also sollten Schulen ohne Schulcloud jetzt so schnell wie möglich eine einführen?

**Haschler:** Wenn man eine Bildungscloud einführt, muss man vieles bedenken. Die Lehrkräfte müssen erkunden, was mit den Tools geht und was nicht. Man muss eine datenschutzkonforme Benutzerverwaltung aufbauen, die Eltern ins Boot holen. Alle Beteiligten sind zu schulen. Das ist ein Riesenbrett. Und es dauert.

Es ist unfair, in der Krise schnell eine Schulcloud aufzusetzen und zu sagen „Hier habt ihr die Schulcloud, wieso klappt der Unterricht immer noch nicht?“

**c't:** Was würden Sie Schulen raten, die noch am Anfang stehen?

**Haschler:** In der aktuellen Situation würde ich zu einer Minimallösung raten. Die Klassen brauchen eine Struktur, wie sie sonst der Stundenplan vorgibt. Dafür kann man beispielsweise Padlet nutzen,



Bild: Philipp Knodel, CC-BY-SA 4.0

Steffen Haschler unterrichtet Matematik, Physik und Informatik an einem Heidelberger Gymnasium.

das kennen viele Lehrende. Außerdem braucht man eine Chatmöglichkeit, ein Videokonferenztool und die Möglichkeit, Dateien hochzuladen. Ich würde anfangs kein User-Management machen.

**c't:** Und was gehört zu einem langfristigen, tragfähigen Konzept?

**Haschler:** Wichtig sind leichte Bedienbarkeit und guter Support. Dann die Frage: Wie lässt sich das Tool im Präsenzunterricht einbinden? Wie von daheim? Digitaler Unterricht braucht eigene Lehr- und Lernkonzepte, den sogenannten „flipped classroom“ zum Beispiel. Man muss Zeit einplanen für Fortbildungen und Ausprobieren, das dauert ein Jahr. Im zweiten Jahr kennt man die besten Wege und alle üben sich darin. Realistisch sind solche Systeme erst im dritten Jahr richtig einsetzbar.

schen dem 2. und dem 14. April wurden für diese Studie 310 Lehrkräfte an allgemeinbildenden Schulen telefonisch befragt; laut Vodafone-Stiftung ist die Stichprobe repräsentativ für alle Lehrkräfte in Deutschland. 62,6 Prozent der befragten Lehrer geben an, eigene Lernangebote per Mail an ihre Schüler zu verschicken. 27,8 Prozent der Befragten boten das Material

zum Download auf dem Schulserver an, 25,3 Prozent stellten es innerhalb einer Lernplattform zum Download bereit. 20,4 Prozent der Lehrer verschickten das Lernmaterial über einen Messenger.

So wenig zeitgemäß der Versand von Lernmaterial per Mail erscheint – im pädagogischen Kontext kann die Kommunikation per Mail auch Vorteile haben. Eine

Lehrerin mit den Fächern Deutsch und Französisch berichtet: „Ich habe per Mail mit allen Schülern Kontakt gehalten, Aufgaben verteilt und korrigiert. In meinen Mails habe ich sie auch ermuntert, sich zu melden, falls ihnen daheim die Decke auf den Kopf fällt. So ergaben sich mitunter recht persönliche Mailwechsel – in einem Klassenchat hätte ich Themen wie Einsamkeit sicher nicht in derselben Weise ansprechen können. Ich habe den Eindruck, dass diese 1:1-Betreuung per Mail vielen Kindern in der Zeit des Lockdown gut getan hat.“

## Ansturm auf die Schulclouds

Überall da, wo vorhandene Schulclouds in der Zeit der Schulschließungen intensiv genutzt wurden, stieg die Zahl der Zugriffe sprunghaft an. Nicht alle Systeme waren diesem Ansturm gewachsen. So war die bayerische Bildungsplattform mebis am ersten Schultag nach Schließung der Schulen nicht erreichbar. „Kurzfristige Überlastung“ stand auf der Webseite zu lesen, „Aktuell sind alle vorhandenen Ressourcen ausgelastet.“ Das mebis-Team teilte auf Twitter mit, die mebis-Server seien einer DDoS-Attacke ausgesetzt.

Mittlerweile erschienen auf dem mebis-Infoportal Informationen zum Anstieg der Nutzerzahlen. In der zweiten März Hälfte seien zu den vorhandenen 1.000.000 mebis-Nutzern 150.000 weitere hinzugekommen, heißt es dort. „Hinzu kam eine ganze Reihe von Neuregistrierungen von Schulen im System in sehr kurzer Zeit.“ Die Aufrufe der mebis-Mediathek erreichten demnach an einzelnen Tagen Zahlen, die sonst in zwei Wochen gemessen wurden und auf der mebis-Lernplattform arbeiteten nach der Schulschließung 40-mal so viele Nutzerrinnen und Nutzer gleichzeitig wie noch zwei Wochen zuvor.

Von einer DDoS-Attacke ist auf dem Infoportal nicht mehr die Rede. Offenbar gingen die mebis-Server aufgrund der verstärkten Nutzung durch Lehrer und Schüler in die Knie. „Unsere Admins hatten sich sowas schon gedacht“, berichtet eine Lehrerin aus Bayern. „Sie haben am Freitag, dem letzten Tag mit Präsenzunterricht, noch alle Schüler und Lehrer zu sich gerufen und Accounts und Passwörter für lo-net<sup>2</sup> ausgegeben. Darüber konnten wir in den ersten Tagen, als mebis nicht erreichbar war, weiter mit unseren Schülern kommunizieren.“

## Teure Flops

Immerhin ist mebis in Bayern seit 8 Jahren im Einsatz. Andere Bundesländern scheiterten auf dem Weg zur eigenen Schulcloud. In Baden-Württemberg sollte 2018 die Bildungsplattform ella an den Start gehen. Das Kultusministerium stoppte ella – kurz für „elektronische Lehr- und Lernassistenz“ – im Februar 2018 wenige Tage vor dem Probelauf aufgrund massiver technischer Probleme. Laut Bund der Steuerzahler kostete ella bis zum Jahr 2018 rund 8,7 Millionen Euro. Ein Gutachten des Landesrechnungshofs rügt mangelndes Projektmanagement, Verfahrensfehler und einen utopischen Zeitplan.

Auf unsere Anfrage nach aktuellen Angeboten für die baden-württembergischen Schulen teilt uns das Kultusministerium mit: „Als Landeslösung hat das Land Baden-Württemberg die Lernplattform Moodle zur Verfügung gestellt, die von den Schulen kostenfrei verwendet werden kann.“ Nach der Schulschließung Mitte März hat das Land 1,3 Millionen Euro investiert, um die Serverkapazitäten für die Lernplattform zu erhöhen. Aktuell werde ausreichend Kapazität für die 1,5 Millionen Schülerinnen und Schüler sowie alle 130.000 Lehrkräfte des Landes vor gehalten; gut 600.000 Nutzer setzten Moodle ein, so das Ministerium.

Zusätzlich stellt das Land die Videokonferenz-Software BigBlueButton zur Verfügung. 500 ausgewählte Schulen konnten es seit Mitte April testen, inzwischen steht es allen rund 4500 Schulen in Baden-Württemberg zur Verfügung. Aktuell nehmen über 20.000 Personen täglich an Videokonferenzen zu Unterrichtszwecken teil. Die Tendenz sei steigend, teilt das Ministerium mit.

## Eine Cloud für alle?

Die holperige Entwicklung der Landeslösung Logineo in Nordrhein-Westfalen hat viele Parallelen zu der von ella. Eigentlich sollte diese Plattform schon 2016 zur Verfügung stehen. Die Einführung verzögerte sich wegen zahlreicher technischer Mängel. Ende 2019 ging es los, zunächst an rund 140 Schulen. Geplant ist, pro Monat weitere 140 Schulen der rund 7000 Schulen des Landes auszustatten. Bis 2022 sollen sie laut Ministerium alle die Möglichkeit bekommen, Logineo zu nutzen.

Mit Logineo bekommen die 200.000 Lehrer in NRW unter anderem rechtssi-

## „Soziale Strukturen erhalten“

**Während seines Studiums administrierte Lars Buchalle Server. Das kam seiner Schule jetzt zugute: Gemeinsam mit Kollegen entwickelte er ein eigenes „Cloud-Classroom-Projekt“.**

**c't: Das Land Nordrhein-Westfalen stellt Ihnen die Schulplattform Logineo zur Verfügung. Nutzen Sie die?**

**Lars Buchalle:** Nein. Ohne betriebssystemunabhängiges Chat- und Videokonferenzmodul bringt uns eine Lernplattform leider nichts. Auch die Postfach- und Datenablagegrößen hinken unseren Anforderungen und dem, was der Markt ansonsten anbietet, deutlich hinterher. Und es fehlt eine Möglichkeit, Dateien gemeinsam zu bearbeiten.

**c't: Was setzen Sie an Ihrer Schule stattdessen ein?**

**Buchalle:** Bei uns hat sich schon seit Jahren Office 365 bewährt. Das haben wir für unser Cloud-Classroom-Projekt ausgebaut, um den Schülern neben den Lerninhalten auch einen Teil ihrer sozialen Strukturen zu erhalten. Für die Kollegen gibt es ein virtuelles Lehrzimmer. Die Corona-Krise hat uns noch viel lernen lassen. Ich glaube, wir könnten jetzt komplett digital unterrichten.

**c't: Und welche Hardware nutzen Schüler und Lehrer?**

**Buchalle:** Es ist medienwirksam, eine komplette Schule mit einheitlichen Tablets auszustatten. Damit kann man Bürgermeisterwahlen gewinnen! Ich werbe allerdings für Vielfalt und in der Krise hat sich gezeigt, dass das richtig ist. Wir nut-



Bild: Olga Reichen

Lars Buchalle leitet ein Gymnasium in Nordrhein-Westfalen.

zen für pädagogische Zwecke sowohl schuleigene wie auch private Windows-Laptops, iPads und Android-Tablets, aber auch Smartphones. Wir verstehen es als eines unserer Bildungsziele, allgemeine Kompetenzen zu entwickeln und dafür zu sorgen, dass mit allen Geräten gleich gut gearbeitet werden kann.

**c't: Gibt es beim digitalen Unterricht die eine Lösung für alle?**

**Buchalle:** Nein. Ein Gymnasium mit Informatik-Schwerpunkt hat andere Bedürfnisse als eine Grundschule. So etwas wie die HPI Schul-Cloud, überhaupt eine bundesweite Lösung – das sind aus meiner Sicht veraltete Konzepte. Ich wünsche mir Vielfalt unterstützt mit mehr Personal, das nur für die Technik verantwortlich ist.

chere dienstliche Mailadressen, sodass sie künftig nicht mehr über ihre private Mailadresse mit Schülern und Eltern kommunizieren müssen. Man kann dem Staatssekretär im nordrhein-westfälischen Bildungsministerium Mathias Richter wohl nur zustimmen, der die Logineo-Einführung als „Schritt aus der digitalen Steinzeit“ bezeichnete. Die bisherigen Kosten für das Projekt bezifferte Richter auf rund 5,8 Millionen Euro.

Die Entwicklung von Landeslösungen wie ella oder Logineo hat in der Vergangenheit viel Geld und Zeit gekostet. Es ist verständlich, wenn sich das BMBF von der Förderung der HPI Schul-Cloud einen Ausweg aus dieser Misere erhofft. Auch die Länder Niedersachsen, Brandenburg und Thüringen setzen inzwischen auf dieses System. So steckt in der Niedersächsischen Bildungscloud (NBC) ebenfalls die Technik aus Potsdam.

# „Es gab keine IT-Kultur“

**AixConcept bietet für Schulen ein kommerzielles Cloud-System an. Das mittelständische Unternehmen aus Stollberg kümmert sich auch um Einrichtung und Support.**

**c't:** Wie weit ist das deutsche Bildungssystem nach Ihrer Beobachtung bei der Digitalisierung?

**Thomas Jordans:** Es ist 10 Jahre hinter dem dänischen und etwa 4 bis 5 Jahre hinter dem britischen. Nur ungefähr 15 bis 20 Prozent der Lehrer sind wirklich IT-affin. Und es gab insgesamt in den Schulen vor Corona keine IT-Kultur.

**c't:** Ihre Netzwerklösung für Schulen heißt MNSpro. Was steckt da drin?

**Jordans:** Wir nehmen die Microsoft-365-Plattform und passen sie für den Schulbetrieb an. MS 365 ist ja nicht für Schulen gebaut. Unser System umfasst Gerätemanagement und Terminverwaltung ebenso wie die eigentlichen Lernwerkzeuge: In Teams finden Kommunikation und Dateiablage statt, OneNote ersetzt das Schulheft. Ganz wichtig ist eine einfache Oberfläche: Wenn sich der Lehrer zum ersten Mal anmeldet, dann ist der Bio-Kurs der 8a schon eingerichtet und verfügbar.

**c't:** Einige Landesbeauftragte für den Datenschutz sehen den Einsatz von Microsoft 365 in Schulen kritisch. Wie steht es mit dem Datenschutz bei MNSpro?

**Jordans:** AixConcept nimmt Datenschutz sehr ernst und unterstützt Schulen dabei, diesen auch mit MNSpro Cloud zu erfüllen.



Bild: AixConcept GmbH

**Thomas Jordans ist Geschäftsführer von AixConcept.**

**c't:** Verfechter von Open-Source-Software für Schulen warnen vor dem so genannten Vendor-Lock-in: Wenn alle Daten erst einmal im proprietären Format in einem kommerziellen System stecken, ist der Wechsel zu einem anderen System für die Schule kaum noch möglich – etwa, wenn die Preise stark erhöht würden.

**Jordans:** Ich habe nichts gegen Open-Source-Software. Sie hat in der Schule ebenso ihre Berechtigung wie kommerzielle Programme. Es geht in beiden Fällen darum, ein System für den Laien bedienbar zu machen. Wir wollen Nachhaltigkeit – für uns und unsere Kunden. Mir ist kein Anbieter kommerzieller Schulsoftware bekannt, der plötzlich die Preise stark erhöht hat.

„Wir sehen die NBC als sinnvolle Ergänzung zum Schulserver“, sagt Burrichter. Die Möglichkeiten der Bildungscloud seien enorm: „Das Einbinden von Lernmaterial in unterrichtliche Zusammenhänge gelingt sehr gut.“ Auch die Zusammenarbeit mit anderen Schulen in gemeinsamen Projekten funktioniere reibungslos. IServ habe Vorteile bei der schulischen Organisation, etwa für die Verwaltung schuleigener Geräte und für

die Mail-Kommunikation, während die NBC den Unterricht besser abbilden könne und Zusammenarbeit schulübergreifend möglich mache, so Burrichter.

Dass seine Schule bisher gut durch die Zeit der Schließung gekommen sei, liege auch an den guten Rahmenbedingungen, berichtet Burrichter. Dank großzügiger Ausstattung mit Notebooks und stabiler Internetanbindung konnte der Unterricht „einfach fortgesetzt werden“.

Der Schulleiter einer anderen NBC-Projektschule äußert sich kritischer. Was deren Möglichkeiten beträfe, sei bei der Einführung viel versprochen worden. „Den Ansatz finde ich super, aber es ist wohl doch schwieriger umzusetzen als gedacht.“ Seine Schule nutzt ebenfalls weiterhin IServ für die Kommunikation. „In der NBC wurde nach der Einbindung weiterer Schulen befürchtet, dass die Kapazitäten nicht ausreichen würden. Da sind wir wieder vollständig zu IServ zurückgegangen.“ Auch dieser Schulleiter berichtet von einer überdurchschnittlichen Hardware-Ausstattung und ausreichender Internetanbindung seiner Schule – eine der Voraussetzungen dafür, sich überhaupt als Projektschule bewerben zu können. „Die Nutzung der NBC ist immer abhängig von der verfügbaren Bandbreite. Wenn ich an Kollegen in ländlicher Gegend ohne gutes Internet denke ... die haben sicherlich Probleme. Die ganze Infrastruktur im Bildungswesen ist nicht auf intensive Nutzung der Schulclouds ausgelegt.“

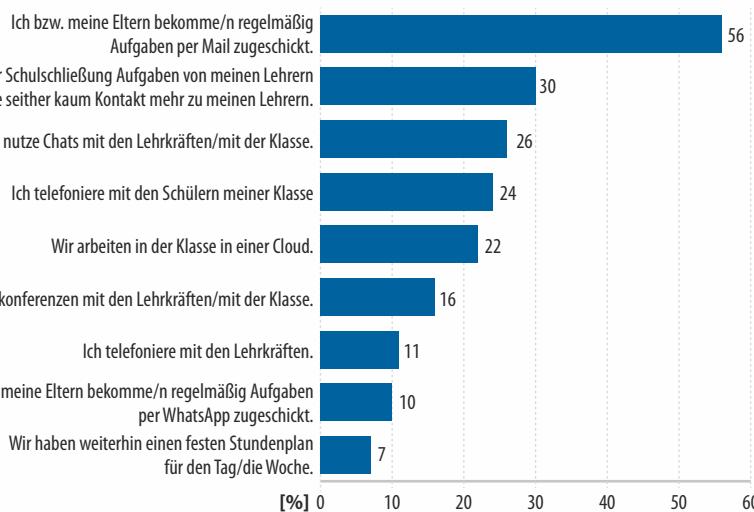
## Neue Lernkultur

Von überlasteten Servern berichtet auch Jan Riedel. Er leitet in Halle das Lyonel-Feininger-Gymnasium. „Wir hatten es schon am Mittwoch vor dem Lockdown geahnt, dass sowas kommt“, erinnert er sich. Das Kollegium habe dann entschieden, die Lernplattform Moodle zum Unterrichten zu nutzen und für die Kommunikation auf das kommerzielle System Schulmanager-online des gleichnamigen Münchner Anbieters zu setzen. „Am Freitag, dem 13.3. waren die Schüler und Schülerinnen schon daheim. Alle Kollegen haben die Zeit genutzt, um sich in Moodle einzuarbeiten“, berichtet Riedel.

In den ersten zwei Wochen ging nicht viel, weil die vom Land Sachsen-Anhalt bereitgestellten Moodle-Server immer wieder abstürzten. Nachdem die technischen Probleme gelöst waren, lief der digitale Unterricht aber immer besser, so Riedel. „Wir haben nicht versucht, den

## Wie lernst Du zur Zeit?

Wenn Lehrer Aufgaben an ihre Schüler verteilen, so findet das während der Schulschließung überwiegend per Mail statt. Das ist ein Ergebnis der Studie „JIM plus 2020 – Lernen und Freizeit in der Corona-Krise“. Der Medienpädagogische Forschungsverbund Südwest ließ dafür in der ersten Aprilwoche insgesamt 1002 Personen befragen. Es nahmen Schüler und Schülerinnen von 14 bis 19 Jahren sowie Eltern von Kindern im Alter von 12 und 13 teil. Die repräsentative Stichprobe ist nach Alter, Geschlecht und Bundesland quotiert.



üblichen Unterricht digital zu simulieren, sondern eine auf Selbstorganisation beruhende Aufgabekultur zu entwickeln, um die Kompetenzen der Lernenden zu stärken. Dies entspricht viel eher den Herausforderungen der zukünftigen Lebens- und Arbeitswelt unserer Kinder. Am Ende haben wir sogar eine Projektwoche in Moodle durchgeführt.“

Die Schüler hätten beim Umstieg auf den Distanz-Unterricht gut mitgezogen, berichtet der Schulleiter. „Mit den Eltern war es schwieriger. Es gab zwar Lob für unsere schnelle Reaktion, aber auch einige Kritik. Die einen Eltern sagten ‚Hört auf mit diesem Moodle-doodle-Quatsch!‘, die anderen verlangten mehr Online-Unterricht.“ Insgesamt ist die bisherige Bilanz am Lyonel-Feininger-Gymnasium aber positiv. „Diese Ahnung, was alles möglich wäre, die ist entstanden“, so Riedel.

### Quelloffene Alternative

Mitglieder des Chaos Computer Club engagieren sich seit über 10 Jahren in einem dezentralen Bildungsprojekt namens „Chaos macht Schule“. Als die Schulen schlossen, wollte der CCC Mannheim Schulen der Region mit einer datenschutzkonformen und kostenfreien Videokonferenz-Software unterstützen. Die Wahl fiel

auf das quelloffene bei GitHub liegende Jitsi, da es auch für weniger IT-affine Lehrern gut bedienbar ist.

Zunächst wurde es mit einer virtuellen Maschine auf einem Server zum Laufen gebracht und in Schulen in der Stadt Heidelberg genutzt. Die gemeinnützige Hopp Foundation mit Sitz in Weinheim förderte das Projekt und finanzierte zudem die Produktion von Erklärvideos und die Weiterentwicklung des Codes. Auch die Verträge zur Auftragsdatenverarbeitung liefen über die Hopp Foundation und so gelang es, das Angebot auf mittlerweile 200 Schulen in der Metropol-Region Rhein-Neckar auszuweiten.

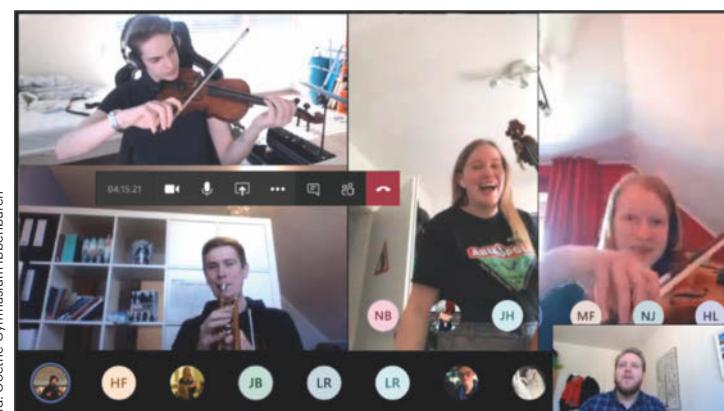


Bild: Goethe-Gymnasium Ibbenbüren

Alle Server stehen in Deutschland, zu meist in Rechenzentren von SAP; das Unternehmen unterstützt das Projekt ebenfalls. Bis zum Sommer soll ein Frontend entstehen, das Funktionen wie ein interaktives Whiteboard oder einen Datei-Upload ermöglicht.

Weil die Jitsi-App Google Analytics ausführt, kam sie für die CCC-Mitglieder nicht infrage. Um den Schutz personenbezogener Daten zu gewährleisten, brachten sie für Android und iOS die App „Digitales Klassenzimmer“ heraus.

### Fazit

Schulen haben den Unterricht während der Corona-Krise auf ganz unterschiedliche Weise aufrechterhalten. Die Schwierigkeiten, die sie dabei hatten, zeigen, wie schlecht das deutsche Bildungssystem insgesamt auf digitales Lehren und Lernen vorbereitet ist. Die kreativen Lösungen, mit dem die Beteiligten diese Schwierigkeiten angegangen sind, verdienen Respekt. Mit viel Engagement sind so neue Konzepte und zukunftsweisende Projekte entstanden.

Künftig wird es darauf ankommen, dass Schulen ausreichend Unterstützung bekommen. Dazu gehört auch der Ausbau der Schulclouds, vor allem aber eine gute Internet-Anbindung aller Schulen sowie Fortbildungsangebote für Lehrer.

(dwi@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Anke Poimann, Das wolkige Klassenzimmer, HPI Schul-Cloud startet in die nächste Phase, c't 19/2018, S. 58

**Antwort der Bundesregierung zur HPI-Förderung, Gutachten zu ella, alle genannten Studien, Heidelberger Jitsi-Schulprojekt: ct.de/ykpg**

**Mit etwas Improvisations-talent kann auch das Schulorchester in Form einer Videokonferenz proben.**



# „Wenn Remote, dann Full Remote“

**Interview: Wie Heimarbeit ganz ohne Firmenzentrale gelingt**

**Das Unternehmen GitLab Inc. musste sich während der Pandemie nicht umstellen. Schon seit der Gründung arbeiten alle Mitarbeiter weltweit von zu Hause aus. Das funktioniert nur mit einer Remote-Work-Strategie, sagt GitLab-Manager Antonio Mimmo.**

**Von Jan Mahn**

**G**itLab Inc. gehört mit über 1200 Mitarbeitern zu den großen Open-Source-Unternehmen. Mit der gleichnamigen Plattform haben sie eine quelloffene Alternative zu GitHub entwickelt. Anders als viele Start-ups aus der IT-Branche, in denen Heimarbeit nur eine Option, wenn auch durchaus erwünscht ist, ist GitLab bei dem Thema konsequent: Eine Firmenzentrale oder Niederlassungen auf mehreren Kontinenten gibt es nicht, alle Mitarbeiter arbeiten von zu Hause.

Im Interview mit c't erzählt Antonio Mimmo, Field Marketing Manager EMEA bei GitLab Inc., wie Remote Work erfolgreich sein kann und wie andere Unternehmen, die aktuell zur Heimarbeit gezwungen wurden, von diesen Erfahrungen profitieren.

**c't: Bei GitLab arbeiten alle Mitarbeiter aus der Ferne. Wie kam es dazu, dass man von 2014 bis heute kein Hauptquartier brauchte – und das bei mittlerweile über 1200 Mitarbeitern?**

**Antonio Mimmo:** Das ist eine ganz schöne Geschichte. Das Unternehmen wurde in den Niederlanden gegründet, von Dmitriy

Zaporozhets und unserem CEO Sid Sijbrandij. Ein Büro brauchte man da noch nicht, es gab ja keine Angestellten. Als es dann über das Start-up-Programm „Y Combinator“ nach San Francisco ging, wurden die ersten Mitarbeiter angestellt – für Sales und Entwicklung. Da gab es erstmals einen Raum, eine Art Büro, in dem man sitzen und arbeiten konnte. Unser CEO sagt heute, dass das ein paar Tage ganz gut ging, aber dann kam keiner mehr in das Büro. Daraus entstand die Idee, wenn keiner ins Büro kommt, wofür brauchen wir das dann eigentlich? Unsere Remote-Strategie hat sich so ergeben, da stand also kein fester Plan dahinter, dass man eine Remote Company gründet.

**c't: Die Heimarbeit für alle war also eher eine zufällige Entdeckung. Muss man sich die Zusammenarbeit bei GitLab also eher chaotisch vorstellen?**

**Antonio Mimmo:** Als sich das Unternehmen entschieden hat, komplett remote zu arbeiten, haben wir gesagt, dass wir das konsequent machen und dann eine Remote-Strategie ausgearbeitet. Wir lernen aber bis heute dazu, wie man das optimal organisiert. Ein typischer Arbeitstag unterscheidet sich gar nicht so sehr von einem Tag im Büro – besonders in den Abteilungen wie Sales und Marketing kommen die meisten Mitarbeiter ja aus klassischen Büro-Umgebungen und haben einen festen Ablauf.

Man fängt um 8 oder 9 an, liest seine Mails, kommuniziert mit Kollegen per Slack und Zoom. Dann macht man sein ganz normales Tagesgeschäft, viel auch mit Kollegen gemeinsam. Das erfordert aber Selbstorganisation, das ist nicht einfach. Remote Work funktioniert aus unserer Sicht nur, wenn man in der Lage ist, tags-

über wirklich mit den Kollegen zusammenzuarbeiten. Das Klischee, dass man morgens am Strand liegt, dann zwei Stunden surft und Cocktails trinkt und irgendwann mal seine Mails checkt, funktioniert nicht.

**c't: Gibt es etwa Kernarbeitszeiten und Zeiterfassung?**

**Antonio Mimmo:** Nein, wir fangen unterschiedlich an. Manche sind schon um 6 Uhr ihrer Zeit bei Slack online, andere kommen um 10. Das muss flexibel sein. Eine Zeiterfassung gibt es überhaupt nicht. Wenn wir jemanden einstellen, bekommt er gleich einen Aufgabenbereich, für den er verantwortlich ist. Das erfordert eine hohe Eigenmotivation und funktioniert definitiv nicht mit jedem Mitarbeiter. Jeder ist für seine Ziele verantwortlich, es geht nicht darum, dass man unbedingt 8 oder 9 Stunden für das Unternehmen arbeitet oder erreichbar ist. Aber wenn jemand jeden Tag 12 Stunden arbeiten muss, schreiten wir ein und passen den Aufgabenbereich an. Dann stimmt was nicht, das soll nicht so sein.

**c't: Wo findet man Mitarbeiter, die zu dieser Arbeitsweise passen?**

**Antonio Mimmo:** Das ist nicht einfach. Wir brauchen sehr spezialisierte und sehr gute Mitarbeiter, die mit dieser Arbeit klar kommen. Da ist es ein großer Vorteil, dass wir nicht auf eine Region beschränkt sind. Wir können in Regionen einstellen, die sonst komplett abgeschnitten wären. Das sind Gegenden, die sind eine Stunde von größeren Städten entfernt. Hauptsache, man kommt ins Internet. Da wohnen oft Talente, die hätten sonst nie eine Chance, in einem großen Unternehmen zu arbeiten.

# ISDX

INTERNET SECURITY  
DAYS 2020

Sichern Sie sich  
jetzt Ihr Ticket!  
<https://isd.eco.de>

17. – 18. September  
Phantasialand, Brühl

FACHMESSE, KONFERENZ,  
NETWORKING – DIE PLATTFORM  
FÜR SECURITY-EXPERTEN

**XPERTS**  
**XCELLENCE**  
**XPERIENCE**

Der eco – Verband der Internetwirtschaft e. V. und heise Events laden Sie herzlich zu den 10. Internet Security Days (ISDX) ein. Tauschen Sie sich mit führenden IT-Sicherheits-Experten, Sicherheitsverantwortlichen und Anwenderunternehmen aus. Auf der Agenda der Security-Sessions und Workshops stehen Strategien für aktuelle Bedrohungen, praktische Use Cases und Trends der IT-Sicherheit. Das Konferenzprogramm mit begleitender Ausstellung ermöglicht Networking und Spaß. Dafür sorgen schon die fantastische Veranstaltungsumgebung des Phantasialands bei Köln und die Internet Security Night.



Platin Partner

Silber Partner



© Copyright by Heise Medien.



Wir bekommen tausende Bewerbungen im Monat und können daraus etwa 1 Prozent gezielt auswählen. Einige springen auch wieder ab, zum Glück sehr selten.

**c't: Wie funktioniert das mit verschiedenen Zeitzonen, wenn man weltweit arbeitet?**

**Antonio Mimmo:** Wir nennen das Konzept „Asynchronic Work“. Niemand muss nach 17 Uhr seiner Zeit an Meetings teilnehmen. Das ist aber auch nicht nötig. Jede Videokonferenz wird aufgezeichnet und anschließend abgelegt. Außerdem schreiben wir in Google Docs Protokolle gemeinsam schon während einer Besprechung. Das ist ja der Vorteil, dass alle zusammen schreiben können.

Wenn mich das Thema interessiert, kann ich mir die Aufzeichnung am nächsten Tag anschauen oder nachlesen. Alle Zeitzonen kann man nie so vereinigen, dass Kollegen aus den USA, Europa und Australien am Tag teilnehmen können.

**c't: Einige Werkzeuge wurden schon angesprochen. Womit arbeiten die Mitarbeiter hauptsächlich zusammen?**

**Antonio Mimmo:** Wir machen unsere Videokonferenzen über Zoom, arbeiten gemeinsam an Dokumenten bei Google Docs. Über Slack bleiben wir per Chat in Kontakt. Slack ist der Mittelpunkt, da sehe ich, ob ein Mitarbeiter gerade anwesend ist. Und wir benutzen natürlich auch GitLab, nicht nur für Entwickler. Für jeden neuen Mitarbeitern gibt es ein Onboarding, das vier bis sechs Wochen dauert, in dem alle Abteilungen den Umgang damit lernen. Außerhalb der Entwicklungsabteilung nutzen wir vorwiegend die Funktionen der Weboberfläche von GitLab, weniger Git auf der Kommandozeile.

Diskussionen führen wir über Issues und sortieren sie in Issue-Boards, verlinken Protokolle und Aufzeichnungen zu dem Thema. Alle Abteilungen nutzen Issues. So kann jeder immer nachvollziehen, wie es zu einer Entscheidung kam. Einzige Anforderung für alle ist Markdown. Das sollte man beherrschen, um Dokumente und Issues zu schreiben.

**c't: Gibt es da ein aufwendiges Rechte-management, wer was lesen darf?**

**Antonio Mimmo:** Nein. Wichtig für unsere Art zu arbeiten ist Transparenz. Wir halten

alles öffentlich und für jeden einsehbar. In unserem eigenen GitLab, aber auch in den Shares bei Google Drive. Ich kann in den Ordner des CEO gehen und dort Protokolle des Vorstandsmeetings lesen. Wir teilen alles, was keine hochsensiblen Daten sind. Also außer Finanzinformationen und Daten von Kunden ist alles öffentlich. Wenn ein Kunde eine Issue einstellt, ist auch das öffentlich. Kundendaten stehen da natürlich nicht drin, der Rest schon. Wir wollen, dass andere die Frage nicht mehr beim Support stellen müssen.

**c't: Wie stellt das Unternehmen sicher, dass es auch Gespräche abseits der Arbeit und soziale Kontakte gibt?**

**Antonio Mimmo:** Das ist interessant.

Wenn ich zurückdenke, bei meinem alten Arbeitgeber kam man immer nach 10 Minuten in der Mittagspause wieder auf Arbeitsthemen. Das ist hier anders. Es gibt einmal viele Slack-Channel zu privaten Themen: Reisen, Filme, Serien, Hobbys. Außerdem haben wir Videokonferenzen, die wir als „Coffee-Chat“ kennzeichnen. Da geht es dann nicht um die Arbeit. Weil wir schon den ganzen Tag so viel über die Arbeit kommunizieren, funktioniert das auch super – einfach mal nicht über die Arbeit reden. Ich glaube, wir kennen unsere Kollegen besser als viele Büro-Arbeiter, die sich ständig sehen.

Damit das Zusammenarbeiten funktioniert, muss man nämlich immer über-kommunizieren. Wir teilen Fotos von unseren Familien und Hunden bei Slack und reden darüber, wie das Wochenende war. Wer neu ins Unternehmen kommt, postet erst mal ein Foto von sich und den Dingen, die ihm wichtig sind. Ich vermisste aber in den letzten Monaten auch die großen Konferenzen, wo man sich in Person trifft und mit anderen in Kontakt kommt. Wir sind alle Menschen und das ist auch enorm wichtig, das Soziale soll nie nur virtuell stattfinden. Ein In-Person-Event ist nicht ersetzbar.

**c't: In den letzten Monaten wurden viele Unternehmen gezwungen, größtenteils von zu Hause zu arbeiten. Sie bieten ja auch Beratung für Unternehmen an, die mehr über Remote-Arbeit lernen wollen. Hat sich die Nachfrage geändert?**

**Antonio Mimmo:**

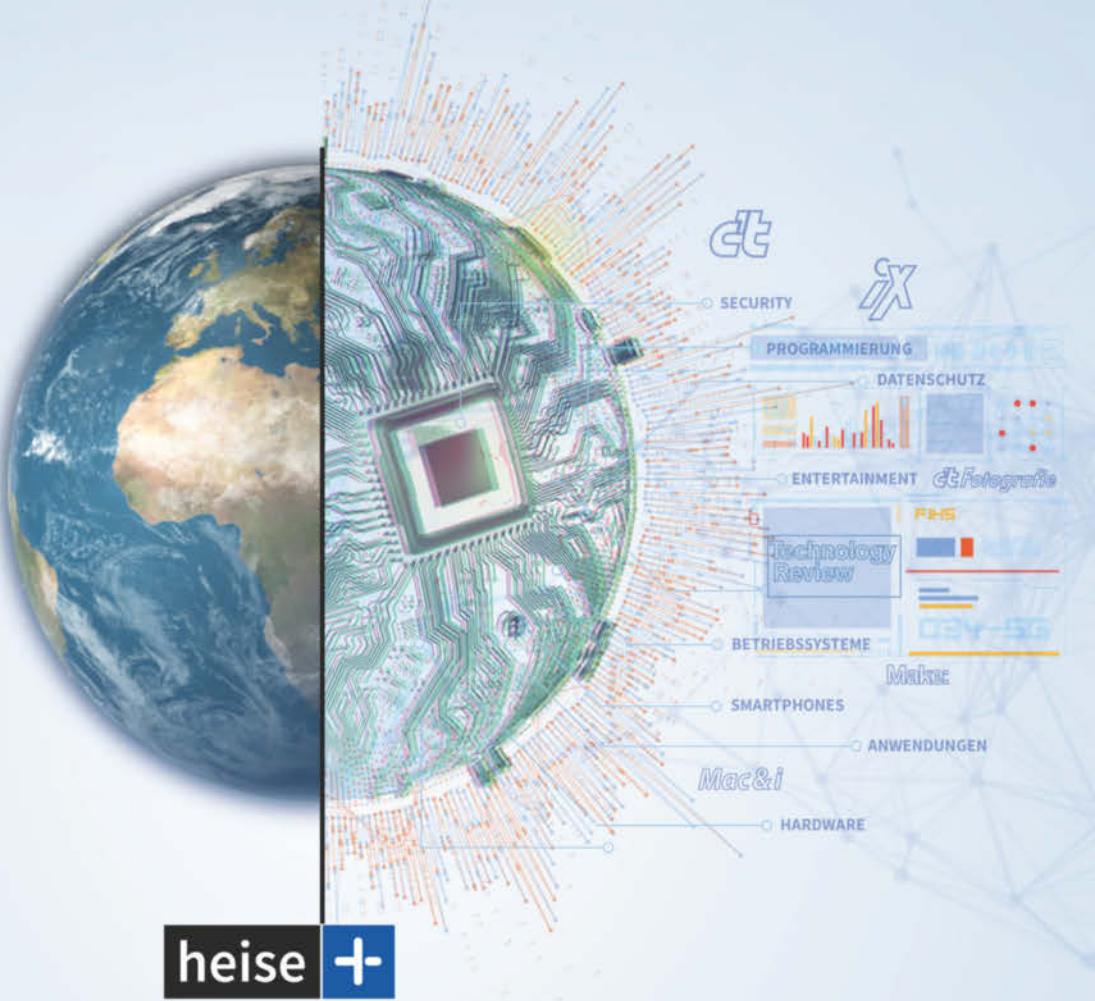
Ja, definitiv. Kurz vor der Pandemie hat das Unternehmen Darren Murphy als „Head of Remote“ angestellt. Zusammen mit unserem CEO hat er tagelang mit Unternehmern gesprochen, Fragen beantwortet und unsere Strategie erklärt. Remote Work ist ein so großes Thema geworden, dass wir fast nicht mehr hinterherkommen, alle Fragen zu beantworten. Viele waren natürlich

auch skeptisch, wie das funktionieren kann.

**c't: Wird die Zwangs-Remote-Arbeit durch die Pandemie die Wirtschaft nachhaltig verändern?**

**Antonio Mimmo:** Ich glaube, in vielen Unternehmen wird es ein Hybrid-Modell geben. Wir glauben nicht an solche Hybrid-Lösungen, die haben leider viele Nachteile, wie wir gesehen haben. Wer nicht im Büro ist, fühlt sich ausgeschlossen, hat an wichtigen Absprachen nicht teilgenommen oder Meetings wurden nicht dokumentiert, weil die meisten da waren. Deshalb sagen wir: wenn Remote, dann Full Remote.

Wenn man sich als Unternehmen entschließt, hybrid zu arbeiten, muss man darauf achten, dass es immer Protokolle oder Aufzeichnungen gibt wie bei der Full-Remote-Arbeit. Einfach auf Full Remote umsteigen funktioniert auch nicht, damit würde man ja alle verlieren, für die ein Büro wichtig ist, die wieder ins Büro wollen. Die würde man enttäuschen oder demotivieren. Viele Unternehmen werden sicher zukünftig hybrid arbeiten, vielleicht zwei oder drei Tage von zu Hause. (jam@ct.de) **c't**



heise +

## Das digitale Abo für IT und Technik.

**Exklusives Angebot für c't-Abonnenten:** Lesen Sie zusätzlich zum c't-Magazin unsere Magazine bequem online auf [heise.de/magazine](http://heise.de/magazine) und erhalten Sie Zugang zu allen heise+ Artikeln.

- ✓ Für c't-Plus-Abonnenten 3 €/Monat für alle anderen c't-Abonnenten 5 €/Monat
- ✓ Jeden Freitag Leseempfehlungen der Chefredaktion im Newsletter-Format
- ✓ 1. Monat gratis lesen – danach jederzeit kündbar
- ✓ c't, iX, Technology Review, Mac & i, Make, c't Fotografie direkt im Browser lesen

Sie möchten dieses Exklusiv-Angebot nutzen?  
Unser Leserservice hilft Ihnen gern beim Einrichten.

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

0541 80009 120



Weitere Informationen zum  
Abo-Upgrade finden Sie unter:

[heise.de/plus-info](http://heise.de/plus-info)



Bild: Albert Hulm

# Berechenbar privat

## Wie Differential Privacy funktioniert

**Die USA schützen mit ihr Daten in ihrer aktuellen Volkszählung, Konzerne wie Google, Microsoft und Facebook nutzen sie, um Nutzerdaten anonym auszuwerten: Immer mehr Institutionen wollen die Privatsphäre von Nutzern und Bürgern mittels „Differential Privacy“ schützen. Aber wie funktioniert das viel gelobte Verfahren, was ist daran neu und welche Grenzen hat es?**

**Von Sylvester Tremmel**

Die USA führen dieses Jahr eine Volkszählung durch. Abgefragt werden unter anderem die in einem Haushalt lebenden Personen samt ihrer Ethnie, ihres Alters und Geschlechts und in welcher

Beziehung sie miteinander stehen. Solche Daten möchte man nicht unbedingt preisgeben und irgendwo gespeichert wissen. Andererseits haben Staaten natürlich ein berechtigtes Interesse daran, Informationen über ihre Bürger einzuholen. Dank solcher Statistiken können Staatsdiener zum Beispiel den Bedarf an öffentlichen Einrichtungen wie Schulen oder Kindergärten besser kalkulieren.

Differential Privacy verspricht, den Schutz der Privatsphäre und den Wunsch nach möglichst großem Erkenntnisgewinn vereinigen zu können. Das Verfahren wurde 2006 bei Microsoft von einer Forschergruppe um Cynthia Dwork entwickelt. Es nutzt zufälliges Rauschen, um Daten geschickt zu verfälschen. Statistische Ergebnisse bleiben dabei weitgehend

erhalten, aber individuelle Informationen lassen sich kaum noch rekonstruieren.

Durch das Rauschen sind differenziell-private Algorithmen nicht deterministisch: Zwei identische Anfragen an einen solchen

Algorithmus – mit derselben Datengrundlage – liefern also keine identischen Ergebnisse. Allerdings sind die zurückgegebenen

Werte auch nicht beliebig, sondern schwanken um den wahren Wert. Das müssen sie, damit die Ergebnisse statistisch aussagekräftig bleiben.

Die Idee, Daten zu verrauschen, um sie zu anonymisieren, ist nicht neu. In der Regel lässt sich dabei aber nicht quantifizieren, wie gut oder schlecht individuelle Informationen geschützt werden. Weil man kein Maß für den Schutz hat, verrauscht man lieber ein bisschen mehr. Darunter leidet

**c't Hardcore**

allerdings die Aussagekraft der Statistik und eine echte Garantie, dass individuelle Informationen nicht rekonstruierbar sind, hat man immer noch nicht.

Hier setzt Differential Privacy (DP) an, indem sie mathematische Anforderungen an die Art des Verrauschens definiert. Dadurch bekommt man nicht nur ein Maß für Privatsphäre, sondern auch Garantien, die den maximal möglichen Verlust von Privatsphäre beschränken.

Grundsätzlich handelt es sich bei DP um ein sogenanntes interaktives Verfahren. Das heißt, DP definiert Eigenschaften, die ein *Verfahren* haben muss, damit es anonymisierte Daten liefert. Das unterscheidet DP von nicht interaktiven Verfahren wie k-Anonymität, das wir in c't 5/2020 beschrieben haben [1]. Nicht interaktive Verfahren definieren Eigenschaften, die ein *Datensatz* haben muss, um anonym zu sein.

Die Unterscheidung mag nach einer Spitzfindigkeit klingen, aber sie führt zu grundverschiedenen Vorgehensweisen. Einen k-anonymen Datensatz kann man – wenn er einmal erstellt ist – mit normalen statistischen Methoden auswerten. Differential Privacy erfordert hingegen, dass sich die Auswertung an gewisse Regeln hält. Man darf also zum Beispiel nicht einfach normale Summen bilden, man muss differenziell-private Summen bilden. Solche differenziell privaten Varianten gibt es für die meisten „Grundbausteine“ der Statistik wie Zählungen, Summen, arithmetische Mittel, Mediane, Standardabweichungen et cetera.

## Unvermeidbares Datenleck

Aber warum müssen statistische Ergebnisse überhaupt anonymisiert werden? Aus dem über hunderte oder gar tausende Messwerte berechneten Durchschnitt kann man schließlich nicht auf die individuellen Einträge schließen, oder? Doch, das kann man, wie ein Beispiel verdeutlicht: Die Datenbank eines Betriebsarztes enthält unter anderem Blutdruckwerte seiner Patienten. Als Ansporn, die Sportangebote des Betriebs anzunehmen, veröffentlicht der Arzt regelmäßig einen Durchschnittswert über alle Angestellten der Firma. Der Schnitt des systolischen Blutdrucks könnte im Unternehmen zum Beispiel bei 130,2 mmHg liegen. So weit, so harmlos. Nun besucht allerdings ein neuer Mitarbeiter den Arzt zum ersten Mal. Wenn die veröffentlichte Kennzahl in der nächsten Statistik bei 130,5 mmHg liegt, dann hat der neue Kollege wohl über-

durchschnittlich hohen Blutdruck. Man kann aus der Größe der Steigerung sogar Rückschlüsse auf die ungefähre Höhe des Wertes ziehen: Bei einer Firma mit circa 100 Mitarbeitern müsste der Arzt beim neuen Mitarbeiter einen Wert deutlich über 150 mmHg gemessen haben, sofern bei den übrigen Mitarbeitern keine neuen Messungen in die Statistik geflossen sind.

So ein Preisgabe von individuellen Informationen ist keine Ausnahme: Aussagekräftige Statistiken zu berechnen und dabei absolut nichts über die einzelnen Einträge zu verraten ist generell unmöglich. Das lässt sich mathematisch beweisen, was Cynthia Dwork im namensgebenden Paper zu Differential Privacy tut. Statistiken verraten also notwendigerweise Informationen über die einzelnen Werte und greifen damit die Privatsphäre an. Auch DP kann das nicht verhindern. Stattdessen definiert sie einen Messwert dafür, wie sehr die Privatsphäre jedes beteiligten Individuums verletzt wird und ermöglicht es, eine Obergrenze für diese Verletzung zu setzen.

## Anonymität messen

Dafür ist es nötig, „Privatsphäre“ mathematisch zu fassen. Differential Privacy geht dazu von folgender Überlegung aus: Jemand stellt einem Algorithmus Daten zur Verfügung, zum Beispiel, indem er oder sie dem Betriebsarzt erlaubt, die eigenen Blutdruckwerte in die Datenbank aufzunehmen. Der Algorithmus berechnet daraus statistische Größen wie etwa Mittelwert,

Median oder Standardabweichung und veröffentlicht diese. Differential Privacy garantiert nun, dass man aus dieser Veröffentlichung nicht „übermäßig viel“ über die einzelnen Eingangsdaten lernen kann.

„Übermäßig viel“ klingt schwammig. Der Clou von Differential-Privacy-Methoden ist, dass sie den Privatsphäre-Verlust messbar und beherrschbar machen. Die entsprechende Größe wird als  $\epsilon$  bezeichnet, weshalb man auch von  $\epsilon$ -Differential-Privacy oder  $\epsilon$ -DP spricht. (Andere Varianten wie  $(\epsilon, \delta)$ -DP lässt dieser Artikel außen vor.)

$\epsilon$  beschränkt, wie viel Informationen über die einzelnen Eingangswerte ein statistischer Wert verraten darf. Der Parameter ist frei wählbar. Je größer  $\epsilon$  ist, desto akkurater können die statistischen Ergebnisse sein, aber desto schlechter ist auch der Privatsphärenschutz. Idealerweise wäre  $\epsilon = 0$ , aber dann wären die Ergebnisse nutzlos, weil sie keinerlei Informationen enthalten dürften.

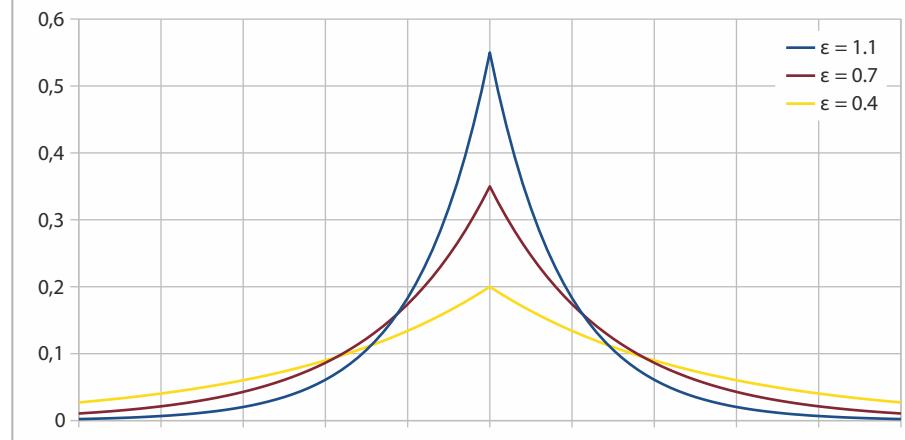
## Einstellbares Rauschen

Praktisch beschreibt  $\epsilon$ , wie stark das Rauschen ist, mit dem ein DP-Algorithmus seine Ergebnisse verfremdet, wobei die Beziehung invers ist: Je kleiner  $\epsilon$ , desto stärker des Rauschen (und desto kleiner die Privatsphärenverletzung).

Für das Rauschen von DP-Algorithmen nutzt man gerne die Laplace-Verteilung. Der Algorithmus gibt dann nicht direkt sein Ergebnis zurück, sondern ge-

## Breite Streuung für mehr Privatsphäre

Die Laplace-Verteilungen (mit der Streuung  $1/\epsilon$ ) werden um den wahren Wert zentriert. Je größer der akzeptable Verlust von Privatsphäre ist (steigendes  $\epsilon$ ), desto spitzer wird die Laplace-Verteilung. Gleichzeitig gehen die Ränder schneller gegen 0. Dadurch nimmt die Wahrscheinlichkeit zu, dass der damit verrauschte Wert (sehr) nah am wahren Wert liegt.



neriert eine Laplace-Verteilung mit der Streuung  $1/\epsilon$ , zentriert sie um das Resultat und wählt einen Zufallswert aus dieser Verteilung. Laplace-Verteilungen bestehen aus zwei aneinandergesetzten Exponentialverteilungen (siehe Infografik „Breite Streuung für mehr Privatsphäre“) und haben nützliche Eigenschaften: Zum Beispiel garantiert die spitze Form der Kurve, dass der Zufallswert sehr wahrscheinlich nahe dem wahren Ergebnis liegt.

Die Wahl von  $\epsilon$  definiert, wie spitz die Kurve konkret ist: je kleiner  $\epsilon$ , desto flacher und breiter die Verteilung. Dadurch entfernen sich die zurückgegebenen Zufallswerte immer häufiger weiter vom wahren Resultat. Das stärkt die Privatsphäre, aber

es schwächt natürlich den statistischen Nutzen der Ergebnisse. Bei  $\epsilon = 0$  wäre die Kurve vollkommen flach und die Ergebnisse eines  $\epsilon$ -DP-Algorithmus vollkommen zufällig – absolute Privatsphäre ohne jeden statistischen Nutzen.

Mit steigendem  $\epsilon$  dagegen konzentrieren sich die Ergebnisse eines  $\epsilon$ -DP-Algorithmus zunehmend um den wahren Wert. Das nützt der Statistik, allerdings bekommen Angreifer durch diese Konzentration auch mehr Informationen, wenn mehr Ergebnisse veröffentlicht werden. Differential Privacy kann aber auch in diesem Fall noch Garantien geben: Führt man einen  $\epsilon$ -DP-Algorithmus zweimal aus (oder verkettet zwei verschiedene  $\epsilon$ -DP-Algorithmen), so ist diese Gesamtmetho-

de  $2\epsilon$ -differenziell-privat. Eine dreifache Ausführung ist  $3\epsilon$ -DP und so weiter.

Im Beispiel könnte der Betriebsarzt beschließen, auch Durchschnittswerte gruppiert nach Alter und Geschlecht zu veröffentlichen. Die Daten einer Person wären dann in mehreren Veröffentlichungen enthalten, die ein Angreifer kombinieren kann (falls er Alter und Geschlecht seiner Zielperson kennt). Differential Privacy garantiert aber, dass auch in diesem Fall die Verletzung der Privatsphäre beschränkt ist.

Viele andere Methoden zur Anonymisierung leisten genau das nicht, sodass bei der mehrfachen Verarbeitung von Daten schlimmstenfalls alle Garantien verloren gehen. Bei Differential Privacy bleiben stattdessen Grenzen erhalten und berechenbar. Wer eine zukünftige mehrfache Verarbeitung erahnt, kann diesem Umstand sogar vorbeugen: zum Beispiel, indem er den Algorithmus auf  $\epsilon/10$ -DP einstellt. Auch wenn die Daten insgesamt zehnmal verarbeitet und die Ergebnisse veröffentlicht würden, wäre das Gesamtsystem immer noch  $\epsilon$ -differenziell-privat. Weil man solche hilfreichen Überlegungen anstellen kann, wird  $\epsilon$  auch als „Privatsphären-Budget“ bezeichnet.

## Mathematisch definierte Privatsphäre

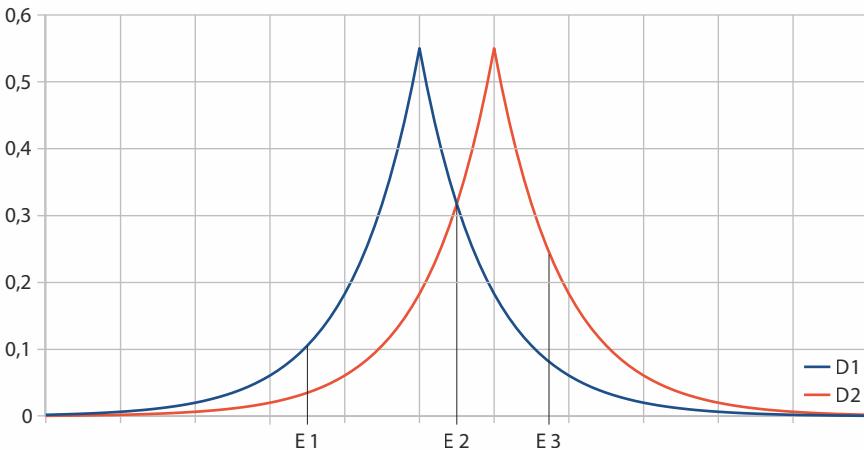
$\epsilon$  ist, wie bereits erwähnt, nicht nur eine Stellschraube, um die Stärke des Rauschens zu konfigurieren, sondern stellt auch eine gesetzte Obergrenze für den Privatsphäre-Verlust dar. Wie das gemeint ist, versteht man durch den Vergleich zweier Datenbanken: einer echten (D1), aus deren Inhalt ein Algorithmus Ergebnisse berechnet, und einer hypothetischen Kopie (D2). D2 unterscheidet sich nur in einem Eintrag von D1. In unserem Beispiel wäre D1 die Arzt-Datenbank ohne die Blutdruckwerte des neuen Mitarbeiters, während D2 diese Werte enthält, ansonsten aber identisch ist.

Differential Privacy beschränkt explizit nicht, wie sich die beiden Datenbanken in dem einzelnen Eintrag unterscheiden dürfen. Zum Beispiel könnte nur D1 den Eintrag aufweisen und bei D2 fehlt er – oder umgekehrt. Oder beide Datenbanken haben den Eintrag, aber mit unterschiedlichen Werten. Definition und Verfahren von Differential Privacy lassen sich darüber hinaus auch auf Datenbanken mit mehreren unterschiedlichen Einträgen ausdehnen. Um die Beispiele einfach zu halten, wird es im Folgenden aber nur um

## Verteilungen raten

Man nutzt gerne Laplace-Verteilungen, um Ergebnisse zu verrauschen und Differential Privacy zu erzielen. Eine der beiden Kurven gehört zum wahren Ergebnis einer Anfrage, die andere zum Ergebnis von einer hypothetischen Datenbank, die sich in einem Eintrag unterscheidet. Welche die echte ist, kann ein Angreifer nicht wissen. Erhält er E1 als Ergebnis, wird er eher dazu tendieren, D1 für die wahre Datenbank zu halten, bei E3 ist es anders herum und E2 als Ergebnis hilft ihm überhaupt nicht weiter.

Laplace-Verteilungen ( $1/\epsilon$  mit  $\epsilon = 1,1$ )



Am Verhältnis der beiden Graphen erkennt man eine praktische Eigenschaft von Laplace-Verteilungen: Ihr Verhältnis zueinander – das ausdrückt, wie gut ein Angreifer solche Rückschlüsse ziehen kann – ist weitgehend konstant und vor allem nach oben und unten beschränkt.

Verhältnis der Verteilungen



Datenbanken gehen, die sich in einem einzigen Eintrag unterscheiden.

Mit diesen beiden Datenbanken im Kopf lässt sich definieren, wie  $\epsilon$  den Privatsphäre-Verlust beschränkt:

$$P[A(D1)=E] \leq e^{\epsilon} \cdot P[A(D2)=E]$$

Das ist die eigentliche Definition von Differential Privacy. Die Formel versteht man am besten aus Sicht eines Angreifers: Er hat von einem Algorithmus (A) ein Ergebnis (E) bekommen, zum Beispiel den durchschnittlichen Blutdruck der Patienten des Betriebsarztes. Jetzt möchte er möglichst gute Rückschlüsse auf individuelle Eigenschaften seiner Zielperson ziehen. Im einfachsten Fall möchte er schlicht wissen, ob sich die Daten der Zielperson in der Datenbank des Arztes befinden. Die eine Datenbank (D1) enthält die Zielperson nicht, die andere (D2) schon. Welche dieser Datenbanken die echte und welche die gedachte ist, weiß der Angreifer nicht – genau das will er ja herausfinden.  $P[A(D1)=E]$  steht

für die Wahrscheinlichkeit, dass der Algorithmus A das Ergebnis E produziert, wenn er auf D1 ausgeführt wird. Die Wahrscheinlichkeit, dass er auf der Datengrundlage D2 das Ergebnis E produziert, ist dagegen  $P[A(D2)=E]$ . Die obige Formel sagt nun, dass A ein  $\epsilon$ -differenziell-privater Algorithmus ist, falls der erste Fall maximal  $e^{\epsilon}$  wahrscheinlicher ist als der zweite.

Die beiden Datenbanken D1 und D2 lassen sich vertauschen: Es macht keinen Unterschied, ob sich D2 durch einen zusätzlichen Eintrag von D1 unterscheidet, oder D1 durch einen fehlenden von D2. Durch diese Möglichkeit der Vertauschung wird die Definition symmetrisch und der Wahrscheinlichkeitsunterschied auch nach unten beschränkt (auf  $e^{-\epsilon}$ ). Hinzu kommt noch, dass die Formel für jeden möglichen 1-Eintrag-Unterschied zwischen D1 und D2 gelten muss. Ein Algorithmus ist also nicht differenziell privat, wenn er nur den Eintrag von Herrn Müller schützt. Vielmehr muss er jeden einzelnen Eintrag in der Datenbank schützen.

### Passender Zufall

Insgesamt heißt das, dass es bei einem  $\epsilon$ -differenziell-privaten Algorithmus ähnlich wahrscheinlich sein muss, ein gegebenes Ergebnis zu erhalten, egal ob D1 oder D2 die wahre Datenbank ist. Wie ähnlich die Wahrscheinlichkeit sein muss, wird über  $\epsilon$  eingestellt. Das passt zur beschriebenen Funktion von  $\epsilon$  als Rausch-Parameter: Wenn sich das wahre Ergebnis eines Algorithmus zwischen D1 und D2 unterscheidet, dann muss ein erfolgreicher Angreifer erraten, zu welcher von zwei möglichen Verteilungen die präsentierten Ergebnisse gehören. Je kleiner  $\epsilon$ , desto breiter sind diese Verteilungen, desto mehr überlappen sie sich und desto schwieriger ist es, die Ergebnisse der einen oder anderen Verteilung zuzuordnen.

Hier zeigt sich ein weiterer Vorteil von Laplace-Verteilungen: Ihr exponentieller Verlauf hat den Effekt, dass zwei gleiche, aber gegeneinander verschobene Laplace-Verteilungen ein nach oben und unten beschränktes Verhältnis zueinander haben

**[Container Conf]**

**21. Juli 2020,  
10 – 17 Uhr**

## Kubernetes in der Praxis

### Die Online-Konferenz von Heise

- ✓ Container-Ökosystem
- ✓ Tools & Techniken
- ✓ Einsatzgebiete

- ✓ Monitoring
- ✓ Sicherheitsaspekte
- ✓ Service-Meshes

[www.heise-onlinekonferenzen.de/containerconf](http://www.heise-onlinekonferenzen.de/containerconf)

(siehe Infografik „Verteilungen raten“). Das macht es einfacher zu zeigen, dass ein Algorithmus  $\epsilon$ -differenziell-privat ist.

Wie weit die beiden Verteilungen gegeneinander verschoben sind, hängt davon ab, wie weit die wahren Ergebnisse des Algorithmus auseinander liegen können. In unserem einfachen Beispiel der Arzt-Datenbank geht es nur darum herauszufinden, ob ein Eintrag in dem Datensatz existiert oder nicht. Es geht also um die reine Anzahl von Einträgen. Bei zwei gedachten Datenbanken, die sich nur in einem Eintrag unterscheiden, liegen diese beiden Anzahlen höchstens um eins auseinander. Entsprechend nahe beieinander liegen die beiden möglichen Verteilungen und entsprechend wenig kann der Angreifer lernen.

In vielen praktischen Fällen weichen die Ergebnisse allerdings um mehr als eins

voneinander ab, auch wenn sich die Datenbanken in nur einem Eintrag unterscheiden. Zum Beispiel muss man zur Berechnung des durchschnittlichen Blutdrucks zunächst eine Summe bilden. Bei einer Summe geht jeder Eintrag mit seinem Wert in das Ergebnis ein. Hohe Werte wie 150 mmHg beeinflussen das Ergebnis stärker als niedrige wie 90 mmHg. Die Summe muss man so stark verrauschen, dass auch die größten Unterschiede zwischen Einzelwerten kaschiert werden.

Das geschieht mittels breiterer Laplace-Verteilungen, indem die Streuung zum Beispiel auf  $60/\epsilon$  gesetzt wird, weil Maximum (150 mmHg) und Minimum (90 mmHg) so weit auseinanderliegen. Anschließend teilt man die Summe noch durch die verrauschte Anzahl der Einträge – fertig ist der Algorithmus für differenziell private Durchschnitte.

Allerdings ist in der Praxis unter Umständen nicht bekannt, wie groß und klein die einzelnen Werte werden können. In so einem Fall bleibt nur, möglichst konservativ zu schätzen und das Ergebnis entsprechend zu verrauschen. Falls sich später allerdings herausstellt, dass es doch Werte außerhalb der angenommenen Extrema gibt, muss man diese Werte abschneiden. Das verfälscht die Statistik, aber nur so lassen sich die Garantien von Differential Privacy einhalten.

Noch schwieriger wird es bei anderen statistischen Verfahren, etwa bei Varianzen, Maximalwerten oder Histogrammen. Auch hierfür existieren differenziell private Algorithmen, die gute Ergebnisse liefern, aber die Mathematik dahinter ist nicht trivial. Zum Glück gibt es verschiedene Open-Source-Projekte, auf die man zurückgreifen kann, beispielsweise von

## Local Differential Privacy

Das im Artikel beschriebene Vorgehen wird auch globale Differential Privacy genannt. Wie beschrieben werden die wahren Daten statistisch ausgewertet und das Ergebnis verrauscht. Das ist ein Problem, wenn man der auswertenden Stelle nicht vertraut – schließlich könnte sie auch nur behaupten, Differential Privacy einzusetzen und das in Wahrheit gar nicht tun.

Hier setzt lokale Differential Privacy an. Sie verrauscht schon die erhobenen Daten. Das auswertende System bekommt die wahren Werte also gar nicht zu sehen. Lokale DP wird zum Beispiel von Google in seinem Framework RAPPOR eingesetzt. Der Konzern verarbeitet damit Telemetrie-Daten des Chrome-Browsers. Microsoft verarbeitet mit einem ähnlichen Verfahren Windows-Telemetrie-Daten (alle links ct.de/y991).

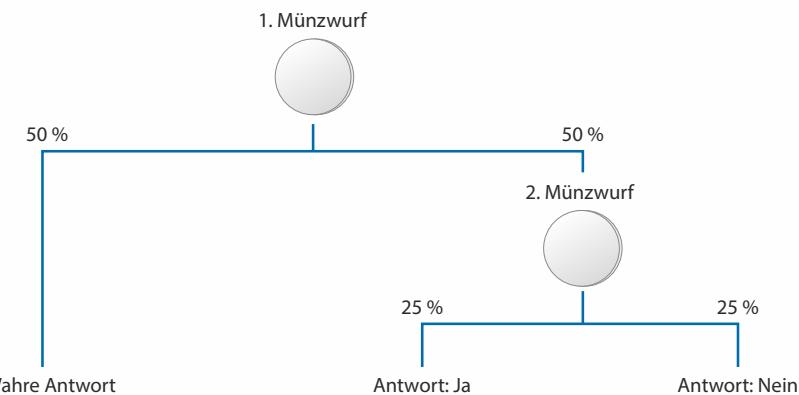
Wie lokale DP funktioniert, kann man an einem einfachen Beispiel nachvollziehen: der Randomized-Response-Technik (siehe Infografik). Dieses Vorgehen kommt zum Beispiel bei Umfragen zu sensiblen Themen zum Einsatz. Wenn es etwa um illegales Verhalten wie Drogenkonsum geht, kann man nicht davon ausgehen, direkt wahrheitsgemäße Antworten zu bekommen. Man lässt daher die Probanden ihre Antwort über Münzwürfe verrau-

schen. Obwohl Randomized Responses deutlich älter sind als DP, erfüllen sie die Definition: Die Münzwürfe manipulieren das Ergebnis so, dass man nur mit 75 Prozent Wahrscheinlichkeit die wahre Antwort erhält und mit 25 Prozent Wahrscheinlichkeit eine falsche. Die beiden

Wahrscheinlichkeiten unterscheiden sich um den Faktor 3, also ist  $\epsilon$  ungefähr gleich 1,1 (weil  $e^{1,1} \approx 3$ ). Nehmen an der Studie genügend Probanden teil, gleicht sich diese Verfälschung der einzelnen Antworten aus und man erhält aussagekräftige Gesamtergebnisse.

## Randomized-Response-Technik

Die Randomized-Response-Technik ist ein einfaches Beispiel für lokale Differential Privacy. Anstatt auf eine Frage direkt zu antworten wirft man verdeckt eine Münze. Bei Kopf antwortet man wahrheitsgemäß. Bei Zahl wirft man stattdessen die Münze nochmal und antwortet so, wie es dieser zweite Münzwurf bestimmt. Diese zufälligen Antworten heben sich bei ausreichend vielen Antworten gegenseitig auf, aber ob eine einzelne Antwort wahrheitsgemäß war, lässt sich nicht feststellen.



Microsoft, Google, IBM oder der Universität Harvard (alle Links ct.de/y991).

## Informationsabfluss berechnen

Unabhängig von der Implementierung eines  $\epsilon$ -DP-Algorithmus lässt sich über die Definition von Differential Privacy ausrechnen, wie viel Information ein Angreifer aus dem veröffentlichten Ergebnis ableiten kann. Dazu ein paar konkrete Zahlen: Der Angreifer will wieder herausfinden, ob sich eine bestimmte Person in den Ausgangsdaten befindet. Anfangs hat er keinerlei Indizien dafür oder dagegen und müsste deshalb schlichtweg raten. Er geht also zu jeweils 50 Prozent Wahrscheinlichkeit davon aus, dass sich die Person im Datensatz befindet, und zu 50 Prozent, dass dem nicht so ist.

Nun erhält er das Ergebnis eines  $\epsilon$ -differenziell-privaten Algorithmus, dessen  $\epsilon$  auf den Wert 1,1 eingestellt ist. Differential Privacy garantiert, dass sich die Wahrscheinlichkeiten für beide Szenarien maximal um den Faktor  $e^{1,1} \approx 3$  unterscheiden. Daraus folgt, dass der Angreifer seine Rate-Chancen höchstens auf 25:75 verbessern kann ( $25 \cdot 3 = 75$ ). Er gewinnt also durchaus Erkenntnisse, aber er kann sich auch nach der Abfrage nicht wirklich sicher sein, ob die Datenbank die Person enthält.

Noch schlechter sieht es für den Angreifer aus, wenn man  $\epsilon$  auf 0,2 setzt: Die Wahrscheinlichkeiten dürfen dann höchstens um den Faktor  $e^{0,2} \approx 1,22$  auseinanderliegen. Der anfängliche 50:50-Tipp kann so nur auf 45:55 verbessert werden ( $45 \cdot 1,22 \approx 55$ ). Die veröffentlichte Statistik hilft dem Angreifer also kaum weiter. Umgekehrt verschlimmert ein größeres  $\epsilon$  die Privatsphärenverletzung. Bei  $\epsilon = 3$  und  $e^3 \approx 20$  kann der Angreifer seinen Tipp auf gut 5:95 verbessern – er liegt also fast sicher richtig.

Die Berechnung dieser Privatsphäre-Garantien wird etwas komplizierter, wenn der anfängliche Tipp nicht 50:50 ist. Die genaue Formel samt ihrer mathematischen Herleitung erklärt der Privacy-Forscher Damien Desfontaines in seinem sehr empfehlenswerten Blog (siehe ct.de/y991).

## Fazit

Dass man den maximal möglichen Privatsphären-Verlust quantifizieren kann, ist der wichtigste Vorteil von Differential Privacy. Bei vielen anderen Anonymisierungsverfahren verrauscht man aus reiner Vorsicht mehr als nötig. Mit Differential Privacy aber kann man effizienter anonymisieren und ausrechnen, wie viel Rauschen nötig ist, damit man sich absolut sicher sein kann, nicht zu viel zu verraten. Das wiederum erlaubt aussagekräftigere Statistiken. Unter Umständen werden dadurch Berechnungen überhaupt erst möglich, die bei stärkerem Rauschen sinnlos wären.

Dank dieser Vorteile hat Differential Privacy den Sprung aus der akademischen Nische in die praktische Anwendung geschafft und erlebt seit einigen Jahren einen regelrechten Boom: Die im Text erwähnten Software-Bibliotheken wurden entwickelt. Google, Microsoft und andere IT-Größen nutzen Differential Privacy, um Nutzungsdaten auszuwerten (siehe Kasten „Local Differential Privacy“ sowie ct.de/y991). Und die US-Behörden setzen die Methode im eingangs erwähnten 2020-Zensus ein, um Auswertungen zu anonymisieren.  
(syt@ct.de) ct

## Literatur

[1] Sylvester Tremmel, Die K-Frage, Wie man Daten richtig anonymisiert, ct 5/2020, S. 156

Weiterführendes Material: [ct.de/y991](http://ct.de/y991)



2020, 328 Seiten  
€ 32,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-713-5



2020, 370 Seiten  
€ 29,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-754-8



3. Auflage  
2020, 316 Seiten  
€ 34,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-729-6



2020, ca. 338 Seiten  
ca. € 34,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-757-9



2020, 248 Seiten  
€ 29,90 (D)  
ISBN 978-3-86490-715-9

**plus+**  
Buch + E-Book:  
[www.dpunkt.plus](http://www.dpunkt.plus)



Bild: Thorsten Hübler

# Auf den grünen Zweig gekommen

## Praxistaugliche Branching-Konzepte für Git

**Die Versionsverwaltung Git erlaubt die Zusammenarbeit von mehreren Entwicklern am selben Projekt. Um Chaos zu vermeiden, braucht man Absprachen, wie man mit Branches umgeht. Diverse Automationen erleichtern dabei die Arbeit.**

**Von Manuel Ottlik**

**V**iele kleine Git-Projekte funktionieren sehr lange ohne einen zweiten Branch. Gibt es nur einen Entwickler, weiß der am besten, an welcher Baustelle er

gerade arbeitet und welche Dateien betroffen sind. Konflikte mit anderen Änderungen sind alleine unwahrscheinlich. Spätestens aber, wenn das Projekt wächst und zwei Entwickler gleichzeitig dieselbe Datei im master-Branch, dem Stammpfad von Git, bearbeitet haben, klemmt es beim Push zum Git-Server. Branches können aus der Bredouille helfen: Sie bilden eine Abzweigung vom Stamm und können zu einem späteren Zeitpunkt wieder zusammengeführt werden. In der Zwischenzeit sammelt der Branch Commits, was die Arbeit auf dem master-Branch nicht behindert. Ein neuer Branch ist also eine Kopie des aktuellen Stands, an der man in Ruhe arbeiten und experimentieren darf.

Ein Branch für eine neue Funktion kann durchaus monatelang offen bleiben. Andere Kollegen arbeiten derweil an ganz anderen Ecken des Codes. Mit solchen Feature-Banches wird man einer goldenen Regel bei der Arbeit mit Git gerecht: „Don't push to master“. Die Idee dahinter: Im master liegt immer funktionsfähiger Code, der in diesem Zustand kompiliert, verpackt und zum Kunden oder auf den Server ausgeliefert werden darf. Experimente und Zwischenstufen haben im master-Branch nichts verloren.

Aber für welche Änderungen eröffnet man einen neuen Branch und wie organisiert man die Verzweigungen? Git selbst macht keine Vorgaben, wie man Branches

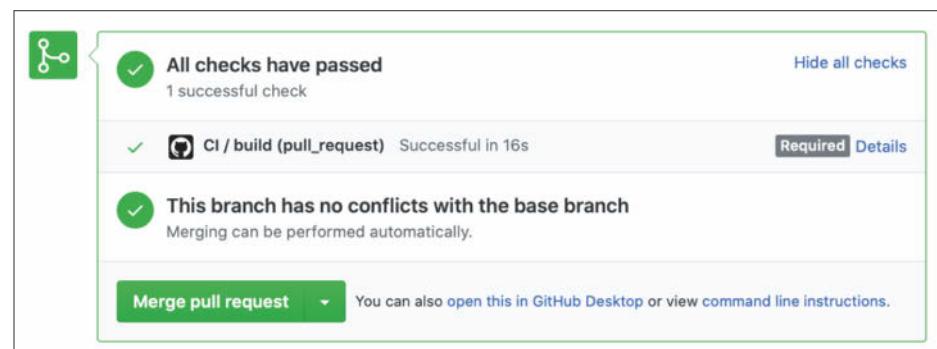
nutzen soll. Man kann sie nach Belieben öffnen, schließen und benennen. Wenn man nicht rechtzeitig einen Plan entwickelt und mit allen beteiligten Entwicklern bespricht, hat man schnell Wildwuchs und wird früher oder später versehentlich den falschen Code ins fertige Produkt schieben.

## Git Flow

Wer auf der Suche nach Struktur nach bewährten Branching-Konzepten sucht, stößt schnell auf Git Flow. Dieses Konzept existiert bereits seit über zehn Jahren, wird gern in euphorischen Blog-Posts beschrieben und sieht gleich fünf verschiedene Arten von Branches vor, um die Versionsverwaltung einer Anwendung zu organisieren. Wenn Sie aber nicht zufällig die nächste Mondfahrt planen, reicht vermutlich auch ein schlankeres Konzept.

Git Flow befolgt die goldene Regel zum Schutz des `master`-Branch, allerdings auch noch einige andere – die eine mehr, die andere weniger golden. Neben dem `master`-Branch, der auch in diesem Konzept für die Auslieferung verantwortlich ist, sieht es den `develop`-Branch vor, in dem sich sämtliche Entwicklung abspielt. Wenn Sie eine neue Funktion in die Software einbauen möchten, würden Sie vom `develop`-Branch einen neuen `feature`-Branch abzweigen – die dritte Kategorie. Innerhalb dieses Branches entwickeln Sie dann Ihre neue Funktion, bis sie auslieferungsreif ist. Um die Funktion in die fertige Software zu übernehmen, hat Git Flow die vierte Art von Branch parat: den `release`-Branch. Wenn Sie beispielsweise nur vierteljährlich eine neue Version veröffentlichen, würden hier alle neuen Funktionen der letzten drei Monate gesammelt und getestet. Ist das abgeschlossen, wird der `release`-Branch in den `master`-Branch überführt.

Dann folgt die fünfte und letzte Kategorie: der `hotfix`-Branch. Wenn Sie einen Fehler in Ihrer ausgelieferten Software finden, der schnell repariert werden muss, wird vom `master`-Branch abgezweigt, der Bug beseitigt und wieder auf den `master` gemerget. Zwischendurch müssen alle Änderungen, die in `release`- oder `hotfix`-Branches gemacht werden, auch in den `develop`-Branch gemerget werden, damit Probleme nicht später unerwartet wieder auftauchen. All das erfordert viel Disziplin und am besten ein Teammitglied, das sich vorwiegend um die Ordnung im Repository kümmert. Für kleine und mittlere Projekte ist das utopisch.



Sorgfältig eingerichtete automatische Tests geben ein gutes Gefühl, wenn man Code übernimmt.

## Eingestaubt

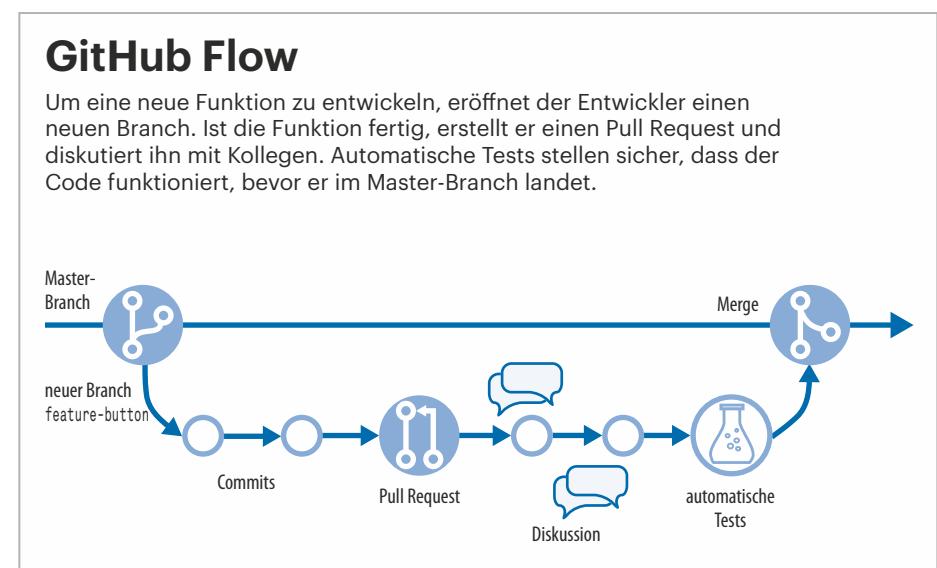
Sie haben den Überblick verloren? Das passiert vielen, die mit Git Flow experimentiert haben. Die vielen Abzweigungen basieren auf Annahmen, die für die meiste Software heutzutage schlicht nicht mehr gelten. Statt Software auf DVDs zu brennen und an Kunden zu schicken, haben viele Entwickler auf CI/CD-Pipelines (Continuous Integration/Continuous Delivery) umgestellt, die Code automatisch bauen und fertige Programme in kurzen Zyklen über das Internet zum Kunden transportieren oder automatisch auf einem Server installieren.

Für Entwickler bedeutet das: Statt Änderungen an der Software bis zum nächsten großen Release zu sammeln, gemeinsam zu testen und zu festgelegten Terminen zu veröffentlichen, werden kleine Änderungen immer sofort getestet und so schnell wie möglich veröffentlicht. Somit werden `release`-Branches schon einmal größtenteils überflüssig. Wenn jede Ände-

rung in kleinen Häppchen direkt in Produktion geht, werden auch Hotfixes überflüssig – letztendlich sind das nur beschleunigte `feature`-Branches. Wenn immer nur die aktuellste Version einer Software betrieben wird, müssen die Fehlerbehebungen auch nicht von veralteten Versionen abzweigen, sondern können immer auf der neuesten Version der Software basieren – „Forward Fixing“ statt „Rolling Back“ nennt sich dieses Prinzip. Diese Hotfixes werden bei Git Flow vom `master`-Branch abgezweigt und dann in den `develop`-Branch integriert. Der wird aber genauso überflüssig, wenn alle umliegenden Branches wegfallen. Übrig bleiben also der `master`-Branch und `feature`-Branches. Klingt gleich viel attraktiver, oder?

## GitHub Flow

Auch die Entwickler der größten Git-Plattformen GitHub und GitLab haben erkannt, dass Git Flow für die meisten Projekte eine Nummer zu groß ist. Sie haben



**Wer sein Projekt mit GitHub Flow organisiert, muss sich und seinen Kollegen untersagen, direkt in den master-Branch zu schreiben. Mit Actions wird Code automatisch geprüft.**

den, brauchen Sie eine GitHub Action [1]. Klicken Sie dafür oben auf den Reiter „Actions“ und dann in der Kachel „Simple workflow“ auf „Set up this workflow“. Es öffnet sich ein Editor für die Yaml-Datei, in der Actions definiert werden.

Die letzten beiden Absätze der Datei, die GitHub bereits vorbereitet hat, sollten Sie löschen – sie demonstrieren nur, wie man einen Befehl ausführt. Ergänzen Sie stattdessen die folgenden Zeilen:

```
- name: Markdown Linting Action
  uses: avto-dev/markdown-lint@v1.1.0
  with:
    args: '*.md'
```

Damit haben Sie einen Markdown-Linter vorbereitet, also einen statischen Code-Prüfer, der die README.md und alle anderen Markdown-Dateien auf guten Stil für Markdown prüfen wird. In einem Projekt mit Programmcode würden Sie an dieser Stelle Linter und Skripte für Unit Tests für Ihre Programmiersprache platzieren. Speichern Sie die Einstellungen an der Action mit der Schaltfläche „Start Commit“ oben rechts und commiten Sie die Änderung – letztmalig direkt auf den master-Branch.

Damit die Qualitätskontrolle greift und Sie zukünftig nach GitHub Flow arbeiten können, müssen Sie sich und Ihren Kollegen nun das Pushen auf den master-Branch verbieten. Öffnen Sie dafür die „Settings“, wählen dort den Reiter „Branches“ und legen Sie dort eine neue „Branch protection rule“ an. Geben als Pattern „master“ an.

Den ersten Haken dürfen Sie erst setzen, wenn Sie mindestens einen Kollegen zum Mitwirkenden am Projekt ernannt haben: Um zu verhindern, dass andere ohne die Zustimmung eines anderen Änderungen am master vornehmen kann, setzen Sie beim ersten Punkt „Require pull request reviews before merging“ einen Haken. Jetzt muss immer ein anderer Nutzer die Änderungen begutachten und zu stimmen, bevor sie in den master integriert werden können. In diesem Fall sollten Sie außerdem den ersten Unterpunkt anhaken, damit die Zustimmung sofort ungültig wird, wenn nachträglich noch Commits hinzugefügt werden.

Solange Sie alleine am Repository arbeiten, müssen Sie die beiden Haken aber wieder entfernen – sonst sperren Sie sich selbst aus. Um die soeben eingerichtete GitHub Action als verpflichtende Prüfung zu aktivieren, wählen Sie auch den zweiten Haken sowie dessen Unterpunkte

deshalb jeweils ihre eigenen Konzepte „GitHub Flow“ beziehungsweise „GitLab Flow“ veröffentlicht, die letztendlich sehr ähnliche Konzepte beschreiben: Ausgehend vom master, der immer eine auslieferungsfähige Version enthält, werden feature-Banches abgezweigt, die entweder Funktionalität hinzufügen oder Fehler beheben können. Wie Sie den jeweiligen Branch nennen, ist dabei völlig egal und bestenfalls eine interne Absprache – Branches für neue Funktionen können mit feature- beginnen, Bugfixes mit fix-.

In einem solchen Branch arbeiten Sie so lange an der Neuerung, bis Sie der Meinung sind, dass Sie fertig sind. Dann reichen Sie einen Pull-Request auf GitHub (oder einen Merge-Request auf GitLab) ein. Dieser enthält im Idealfall einen aussagekräftigen Titel und beschreibt kurz, warum Sie diese Änderung vorschlagen. Wenn Sie Continuous-Integration-Werkzeuge wie GitHub Actions benutzen, sollen an dieser Stelle auch alle automatischen Tests durchlaufen, um zu beweisen, dass Ihr Code den Anforderungen entspricht, oder im Falle eines Fehlers einen Merge verhindern. Somit stellen Sie automatisiert sicher, dass nur lauffähiger Programmcode in den

master integriert wird. Eines Ihrer Teammitglieder kann Ihre Änderungen am Code dann begutachten und entscheiden, ob Korrekturen nötig sind.

Ist der Kollege einverstanden, kann er Ihren Feature-Branch per Knopfdruck in master integrieren. Um Releases zu erzeugen, können Sie die Tags von Git benutzen, um bestimmte Punkte in der Versionshistorie zu kennzeichnen. Sowohl GitHub als auch GitLab bieten darüber hinaus zusätzliche Funktionen für Releases an, die Metadaten zu den Git Tags speichern und die Software zum aktuellen Zeitpunkt als Zip-Archiv bereitstellen.

## GitHub Flow einrichten

Um ein Repository auf GitHub nach dem vorgestellten Branching-Modell einzurichten, sind nur wenige Schritte erforderlich. Erstellen Sie zum Experimentieren ein neues Repository, indem Sie oben links neben Ihrem Profilbild auf das Plus-Symbol klicken. Wählen Sie Namen und Beschreibung und lassen Sie auch direkt eine README.md erstellen – diese Datei können Sie herbeinnehmen, um die Arbeitsweise nachzuvollziehen. Damit feature-Banches vor einem Merge auf Qualität geprüft wer-

an. Sie sollten dann eine Liste von Status-Checks sehen – wählen Sie die gerade eingerichtete Aktion mit dem Namen „build“ aus.

Jetzt muss die Linter-Action für Markdown fehlerfrei laufen, bevor man einem Pull-Request überhaupt zustimmen kann. Abschließend sollten Sie noch „Include administrators“ anwählen, damit es auch für Sie als Inhaber keine Extrawürste gibt. Wenn Ihre Regel aussieht wie im Bild auf Seite 144, können Sie den Dialog speichern.

Bei einem Blick auf die bisher durchgelaufenen Actions sehen Sie ein paar fehlgeschlagene Durchläufe. Das liegt daran, dass der Linter gerne eine freie Zeile vor und nach einer Markdown-Überschrift hätte, die angelegte Readme-Datei verstößt gegen diese Regel. Dieses Problem muss beseitigt werden, ein fix-Branch muss her.

### Wie das flowt

Ein größeres Projekt würden Sie jetzt per Git auschecken, für dieses Beispiel reicht auch der Online-Editor von GitHub: Öffnen Sie die README.md und fügen Sie die leeren Zeilen um die Überschrift hinzu, die der Linter verlangt. Wenn Sie die Branch-Protection-Rule korrekt konfiguriert haben, sehen Sie unten auf der Seite, dass Sie keine Commits auf den master-Branch mehr machen dürfen. Stattdessen werden Sie aufgefordert, einen neuen Branch direkt in der Weboberfläche zu erstellen: Geben Sie ihm einen sprechenden Namen, zum Beispiel fix-readme. GitHub leitet Sie danach direkt zur Erstellung eines Pull-Request weiter. Sie können aber auch mehrere Commits in dem neuen Branch sammeln und erst dann einen Pull-Request erstellen, wenn Sie das Feature fertig entwickelt haben.

Für den kleinen Schönheitsfehler im Markdown soll diese eine Änderung aber reichen: Erstellen Sie den Pull-Request und schauen Sie zu, wie die Action automatisch losläuft, um Ihre Änderung zu prüfen. Der „Status Check“ sollte jetzt durchlaufen und grüne Haken anzeigen. Wenn Sie die erforderlichen Reviews durch Kollegen deaktiviert haben, können Sie nun direkt den Merge anstoßen. Sie können das Spielchen sogar noch ein bisschen weiter treiben: Wenn Sie vor der Änderung ein Issue in GitHub mit dem Problem erstellt haben, können Sie dieses im Pull-Request auf der rechten Seite des Formulars verknüpfen – dann wird das Issue automatisch geschlossen, sobald der Pull-Request genehmigt wurde.

### Fazit

Branching-Konzepte brauchen Disziplin – und sie sollen dem Entwickler die Arbeit erleichtern. Das Prinzip sollte also lauten: so kompliziert wie nötig, aber so einfach wie möglich. Wählen Sie ein zu kompliziertes Modell, besteht die Gefahr, dass Sie es am Ende selbst nicht einhalten. Denn wenn Sie sich die Hälfte der Zeit mit Branches rumschlagen, können Sie die Zeit nicht zum Entwickeln nutzen. Zu einfach sollte er auch nicht sein, sonst kommen sich die Entwickler mit ihren Änderungen in die Quere.

GitHub Flow wählt hier einen guten Mittelweg zwischen einfacher „Push to Master“ und dem komplexen Git-Flow. Der Mittelweg ist sogar so gut, dass auch große Open-Source-Projekte damit klarkommen. Im Zusammenspiel mit einer CI-Lösung wie GitHub Actions reduziert man zuverlässig die Gefahr, Fehler in die fertige Software zu schieben.

(jam@ct.de) ct

### Literatur

- [1] Merlin Schumacher, Und Actions!, Erste Schritte mit GitHub's CI/CD-Werkzeug Actions, c't 25/2019, S. 164

# 8 JAHRE BASTLER-KNOW-HOW KOMPAKT



### Make Know-how XXL auf 32 GByte USB-Stick

Endlich ist das komplette Make-Archiv verfügbar: Alle bisherigen Ausgaben der c't Hacks (von 2011 bis 2014) und Make (2015 bis 2019) auf einem USB-Stick! In den 47 Ausgaben finden Sie Evergreens wie den Teehasen, die Fräse MaXYposi, die Low-Cost-Wärmebildkamera, Tetris, den DIY-Lötkolben, die Peltierleselampe, die Plotclock, Lixie-Anzeigen, die Reißzweckenorgel und viele weitere zeitlose Projekte zum Nachbauen.

[shop.heise.de/make-archiv](http://shop.heise.de/make-archiv)

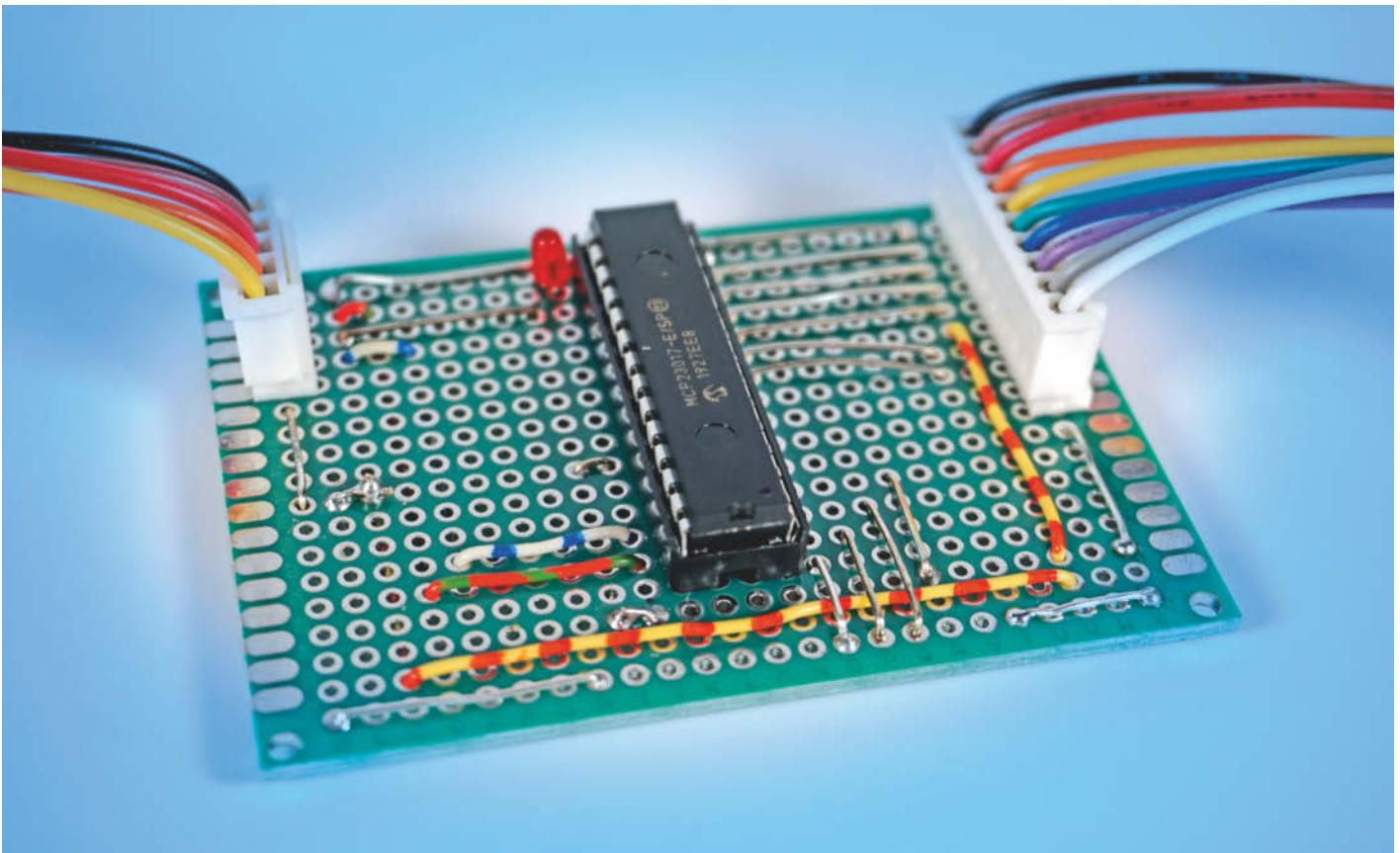
99,- € >

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)





# Mehr I/O zum Basteln

## Sehr viele GPIO-Pins an Arduino, Raspi und ESP

**Bei Mikrocontroller-Elektronik mit vielen Schaltern, LEDs und Relais reichen die integrierten GPIO-Pins am Arduino, ESP8266, ESP32 oder Raspi oft nicht aus. Das Problem lösen per I2C-Bus angeschlossene GPIO-Extender-Chips wie der MCP23017. Aus zwei Pins macht man so 16 zusätzliche digitale Ein- oder Ausgänge.**

**Von Pina Merkert**

Auf dem Basteltisch breiten sich die Teile fürs neueste Projekt aus: fünf Relais, eine LED, zwei Schalter und ein Temperatursensor. Kurz durchgezählt: Die Bauteile belegen 10 GPIO-Pins am Mikrocontroller. Der geplante ESP-12f hat aber nur acht nutzbare Pins. Was tun?

Eine Lösung sind GPIO-Extender wie der MCP23017, den man für weniger als

einen Euro bekommt. Den Chip steuert der Mikrocontroller über den seriellen I2C-Bus an und der Baustein kümmert sich seinerseits ums Auslesen der Schalterstellung und das Schalten der Relais. Die seriellen Befehle kosten ein paar Millisekunden Zeit, dafür liefert der Chip satte 16 konfigurierbare digitale Ein- oder Ausgabe-Pins.

Einen I2C-Bus können alle gängigen Bastelplatinen bereitstellen: Die verschiedenen Arduinos reservieren dafür fest Pin 4 (Daten) und 5 (Zeitsignal). ESP8266 und ESP32 können jeweils zwei beliebige ihrer GPIO-Pins für I2C verwenden und arbeiten bei Bedarf sogar als Master für mehrere I2C-Busse. Beim Raspi muss man I2C über raspi-config aktivieren und findet das Zeitsignal anschließend an GPIO 5 und die Daten an GPIO 3.

### Hausnummer gelötet

Auf einem I2C-Bus kommuniziert immer ein Master mit einem oder mehreren Slaves. Der Mikrocontroller braucht als Master keine Adresse, aber jeder Slave muss eine eindeutige 1 Byte lange Adresse haben. Das kleinste Bit der Adresse gibt per Konvention an, ob der I2C-Slave vom Bus Daten annimmt (0) oder schreibt (1). In der Praxis nutzen die Chips meist nur gerade Adressen, weil der Slave meist nur Daten annimmt.

Der Master schreibt entweder die Adresse, gefolgt von den Daten für diesen Slave auf den Bus, oder er liest eine

bestimmte Zahl von Bytes. An die erwähnte Konvention hält sich der MCP23017 nicht: Er benutzt für Lesebefehle die gleiche gerade Adresse. Damit Slaves wissen, welche Daten der Master lesen will, bestehen Lesebefehle meist aus

**ct Hardcore**

einer kurzen Schreibsequenz, gefolgt vom Lesen einer festen Zahl an Bytes.

Von der 8 Bit langen Adresse, unter der ein MCP23017 antwortet, sind nur 3 Bit konfigurierbar: Die höchstwertigen vier Bit sind fest auf 0100 konfiguriert. Die drei folgenden Bits legt man beim Verlöten des Chips fest: Pin 15 bis 17 verbindet man einfach mit der Spannungsversorgung für eine 1 und mit GND für eine 0. Das kleinsten Bit ist wieder fest auf 0 konfiguriert. Damit lässt sich der MCP23017 auf alle geraden Adressen zwischen 64 und 78 lötkonfigurieren.

Verbindet man beispielsweise die Pins 15, 16 und 17 (die drei Pins unten rechts) mit GND, ergibt das binär die Adresse 0100 000 0, was dezimal 64 entspricht. Verbindet man beispielsweise den zweituntersten Pin 16 stattdessen mit der Spannungsversorgung, hört der Chip auf die binäre Adresse 0100 010 0, also dezimal 68.

## I/O konfigurieren

Damit der Chip weiß, welche Pins als Ein- und welche als Ausgang arbeiten sollen, muss der Master diese Konfiguration vor allen Schreib- oder Lesebefehlen versenden.

Die GPIO-Pins des Bausteins sind in zwei Bänke zu je 8 Pins aufgeteilt. Bei der Bauform für PDIP-Sockel mit 28 Beinen befindet sich Bank A auf der rechten und B auf der linken Seite, sodass GPIO-B-0 auf Pin 1 liegt.

Um die Pins von Bank A zu konfigurieren, genügt eine Nachricht, deren erstes Byte '\x00' ist. Danach folgt ein Byte, das alle 8 Pins der Bank in einem Rutsch konfiguriert. Ist Bit 0 eine 0, konfiguriert der Chip GPIO-A-0 zu einem Ausgang. Eine 1 erzeugt einen Eingang. Bit 1 konfiguriert GPIO-A-1 und so weiter. Bank B konfiguriert man genauso, verschickt als erstes Byte aber '\x01'.

## Lesen und Schreiben

Ähnlich funktioniert das Lesen: Der Master sendet zuerst das Kommando, beim Lesen von Bank A das einzelne Byte '\x12' an den Chip und liest anschließend ein einzelnes Byte als Antwort. Dieses Antwort-Byte enthält eine 1 für die Bits, deren Pins aus Bank A mit Spannung versorgt werden. Ist ein Pin als Ausgang konfiguriert, steht am zugehörigen Bit der am Ausgang geschriebene Wert. Man kann dem Chip also mit Lesebefehlen auf die Finger schauen, ob er die Schreibbefehle umgesetzt hat. Sind beispielsweise zwei Schalter an GPIO-A-3 und an GPIO-A-6 eingeschaltet, liefert die Leseoperation 0100100 binär beziehungs-

weise 72 dezimal. Zum Lesen von Bank B sendet der Master als Kommando '\x13'.

Zum Schreiben muss der Master das Kommando '\x14' für Bank A oder '\x15' für Bank B senden. Danach folgt ein Byte, also 8 Bits für die 8 Pins. Die Byte-Folge '\x15\x28' setzt also GPIO-B-3 und GPIO-B-5 unter Spannung und zieht alle anderen als Ausgang konfigurierten Pins auf der linken Seite auf GND. Ein gesetztes Bit für einen nicht als Ausgang konfigurierten Pin ignoriert der MCP23017.

## Die Wire-Bibliothek

In praktischem C-Code für den Arduino und ESP sind die Bytes zum Steuern des MCP23017 dank der I2C-Bibliothek `Wire.h` schnell und einfach versendet:

```
#include <Wire.h>
```

Besonders leicht geht es am Arduino, der einfach fest Pin 4 und 5 für I2C verwendet. Dort genügt in der `setup()`-Funktion ein

```
Wire.begin();
```

Beim ESP geht es nur minimal komplizierter: Er verwendet zwei beliebige Pins, deren Nummern man dem Funktionsaufruf mitgeben muss:

```
#define I2C_SCL_PIN 4
#define I2C_SDA_PIN 5
Wire.begin(I2C_SDA_PIN, I2C_SCL_PIN);
```

So initialisiert, konfigurieren beispielsweise die folgenden Zeilen Pin 0 bis 6 als Ausgabe und Pin 7 als Eingabe:

```
#define GPIO_E_ADDR '\x20'
Wire.beginTransmission(GPIO_E_ADDR);
Wire.write('\x00');
Wire.write((unsigned char)0b10000000);
Wire.endTransmission();
```

## Bequemlichkeit

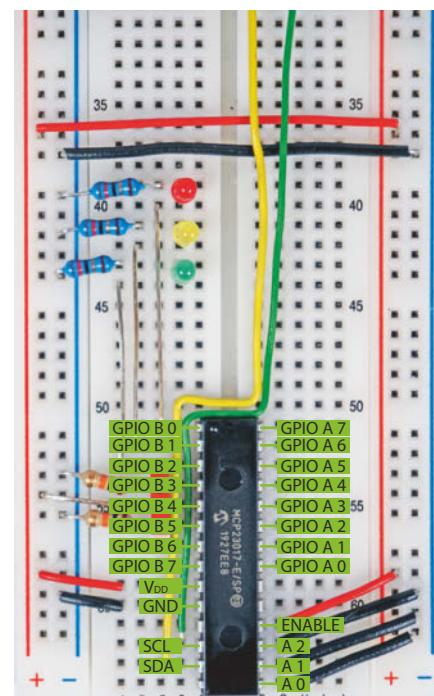
Statt mit Bitmasken zu hantieren, setzt die folgende Funktion die Ausgabe-Pins ähnlich wie `digitalWrite()` aus der Arduino-Bibliothek:

```
unsigned char i2cOutput[2] = {'\x00',
                             '\x00'};
void i2cDigitalWrite(
    unsigned short pinNo,
    bool value) {
    Wire.beginTransmission(GPIO_E_ADDR);
    unsigned short bank;
```

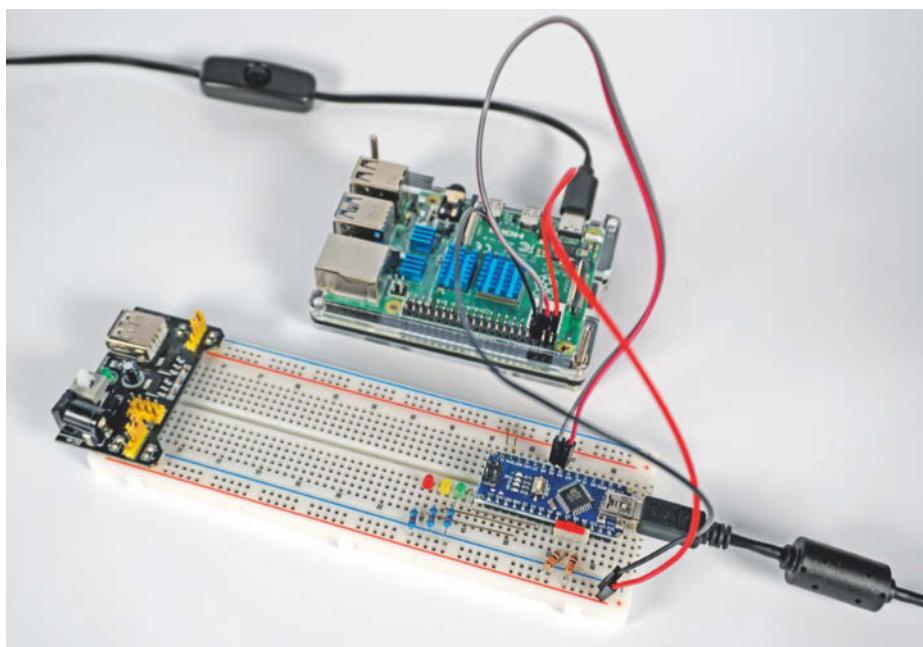
```
if (pinNo < 8) {
    Wire.write('\x14');
    bank = 0;
} else {
    Wire.write('\x15');
    bank = 1;
}
unsigned short pinNo8 = (pinNo & 7);
unsigned char pm = 1 << pinNo8;
if (value) {
    i2cOutput[bank] |= pm;
} else {
    i2cOutput[bank] &= (~'uff' ^ pm);
}
Wire.write(i2cOutput[bank]);
Wire.endTransmission();
```

Damit ein Aufruf die zuvor gesetzten Pegel für andere Pins auf der gleichen Bank nicht umsetzt, speichert die Funktion in `i2cOutput` zuerst die gesetzten Bits und sendet danach den Schreibbefehl für die ganze Bank.

Per bitweisem Und mit der Maske 7 (binär 00000111) erzeugt die Funktion zunächst eine Pin-Nummer innerhalb der Bank (`pinNo8`), also aus dem Bereich 0 bis 7. Die Variable `pm` enthält in der nächsten Zeile per bitweisem Schieben nach links



Der Beispieldraufbau auf dem Breadboard zeigt, wie man den MCP23017 verdrahtet. Pin 1 ist oben links in der Ecke und gehört zum ersten GPIO von Bank B. Der I2C-Bus wird unten links angeschlossen (gelber Draht: Daten, grüner Draht: Takt).



Verbindet man den Raspi mit dem Arduino Nano über I2C, kann man mit dem die LEDs auf dem Breadboard per Python-Programm blinken lassen. Die Stellung des kleinen roten Schalters erfährt der Raspi beim Auslesen von Bank A.

eine Bitmaske mit einer 1 an der durch pinNo8 definierten Stelle. Um der gespeicherten Bank eine 1 an der richtigen Stelle hinzuzufügen, reicht dann ein bitweises Oder (`|`) mit dieser Maske. Für eine 0 muss diese Maske per XOR (`'\xff' ^ pm`) invertiert und per bitweisem Und (`&`) mit der gespeicherten Bank verrechnet werden.

Ein Beispiel macht klar, was passiert: Die Funktion bekommt `pinNo=10` und `value=false` übergeben, soll also das dritte Bit von Bank B auf 0 setzen. Zunächst startet sie die I2C-Kommunikation. Da `pinNo` nicht kleiner 8 ist, geht es um Bank B, sodass die Funktion das Byte `'\x15'` versendet und die Variable `bank` auf 1 setzt. Anschließend berechnet sie die Nummer des Pins in Bank B, indem sie alle Bits außer den niedrigerwertigsten 3 mit der Maske `0b00000111` (Dezimal 7) auf 0 setzt und speichert den Wert in der Variablen `pinNo8`. Im Beispiel setzt sie also `pinNo8=2`. In der nächsten Zeile berechnet sie die Maske `pm`, die an der soeben berechneten Stelle eine 1 hat und deren restlichen Bits alle 0 sind. Im Beispiel ergibt `pm=1<<pinNo8` binär `0b00000100`. Da `value=false`, invertiert die Funktion im `else`-Pfad die Maske `pm` durch `'\xff'^pm`. Das XOR (`^`) mit einem Byte voller Einsen ergibt binär `0b11111011`. Diese invertierte Maske verrechnet die Funktion mit einem bitweisen Und mit dem bisherigen Byte für Bank B. Für das Beispiel könnte es `0b00001101` lauten. Dann

gilt:  $0b00001101 \& 0b11111011 = 0b00001001$ . Die Funktion hat damit erfolgreich das dritte Bit für Bank B von 1 auf 0 geändert. Die Funktion überträgt zuletzt das geänderte Byte an den MCP23017 und beendet die I2C-Kommunikation.

Das Lesen besteht aus dem Senden eines Bytes, das Bank A oder B auswählt

und dem Lesen eines Bytes bestehend aus den 8 gelesenen Bits:

```
unsigned char i2cDigitalRead(
    bool bankA) {
    Wire.beginTransmission(GPIO_E_ADDR);
    if (bankA) {
        Wire.write('\x12');
    } else {
        Wire.write('\x13');
    }
    Wire.endTransmission();
    Wire.requestFrom(GPIO_E_ADDR, 1);
    while (!Wire.available()) {};
    return Wire.read();
}
bool i2cDigitalRead(
    unsigned short pinNo) {
    bool bankA = (pinNo >> 3) == 0;
    unsigned char m = 1 << (pinNo & 7);
    return i2cDigitalRead(bankA) & m;
}
```

Für Bequemlichkeit sorgt hier die überladene Funktion, die für eine einzelne Pin-Nummer verrät, ob das Bit auf hohem (`true`) oder GND-Potenzial (`false`) liegt. Sie verwendet dafür die gleiche Bitmaske wie die Schreibfunktion und das bitweise Und (`&`) zum Anwenden der Maske.

Die Auswahl der Bank erledigt ein Shift um 3 Bit nach rechts, weil dann bei den Pin-Nummern 0 bis 7 nur Nullen stehen bleiben. Bei höheren Pin-Nummern ist nach

## Arduino Nano statt MCP23017

Falls Sie keinen MCP23017 zur Hand haben, aber noch Arduino Nanos in der Schublade einer würdigen Verwendung harren, können Sie den Arduino mit unserer Firmware (siehe ct.de/ymr6) auch als GPIO-Extender programmieren. Der kleine Arduino bringt nur 12 statt 16 GPIO-Pins mit, sodass bei Bank B in der Firmware nur die kleineren 4 Bit belegt sind. Abgesehen von dieser Einschränkung verhält sich der Nano mit unserer Firmware aber genauso wie ein MCP23017.

Als kleinen Bonus können Sie die Adresse in der Firmware beliebig festlegen. Außerdem hat der Nano zusätzlich 6 Analog-digital-Wandler (eigentlich 8, aber die Pins A4 und A5 sind durch I2C belegt), die Sie ebenfalls per I2C auslesen können: Der Master schickt dafür ein Byte zwischen

`'\x20'` und `'\x27'` (Pin A0 bis A8), um festzulegen, welchen der 8 analogen Werte er lesen möchte. `'\x24'` und `'\x25'` sind tabu, da der I2C-Bus die Pins belegt. Der Arduino antwortet dann mit dem Messwert in Form von 4 Bytes, die zusammen ein `unsigned int` mit 32 Bit ergeben. Das höchstwertige Byte überträgt die Firmware zuerst, die Bytefolge ist also Little-Endian.

In unserem GitHub-Repository liegt ein komplett konfiguriertes Projekt für PlatformIO. Im Prinzip reicht es, die Adresse zu ändern, den Arduino Nano per USB anzuschließen und den Hochladen-Pfeil zu drücken. Sie können unser Projekt aber auch gern auf GitHub forken und die Daten im Arduino vorverarbeiten. Behandeln Sie den kleinen Atmel einfach als zusätzlichen Prozessorkern.

dem Shift mindestens eines der Bits 1, so dass eine Zahl größer 0 übrig bleibt.

## I2C am Raspi

Ein MCP23017 erweitert im Handumdrehen auch die GPIOs am Raspi. Dafür müssen Sie die I2C-Schnittstelle zunächst aktivieren. Das geht am schnellsten mit der Konsole:

```
sudo raspi-config
```

Wählen Sie dort „5 Interfacing Options/P5 I2C“ und bejahen Sie die Frage, ob Sie I2C aktivieren möchten.

Das Tool trägt im Prinzip nur die beiden Kernelmodule `i2c-bcm2708` und `i2c-dev` in `/etc/modules` ein. Sie können I2C daher mit allen Linux-Distributionen für den Raspi nutzen, die diese Module mitbringen. Überprüfen Sie zusätzlich, ob die `bcm2708`-Module in `/etc/modprobe.d/raspiblacklist.conf` aufgeführt sind. Kommentieren Sie die Zeilen dort aus, falls die Datei die Module aufführt, da der Kernel sonst das Laden verweigert:

**Der Befehl `i2cdetect` fragt alle 256 Adressen ab. Antwortet ein Chip, taucht seine Adresse im Raster auf.**

```
pi@raspberrypi: ~
pi@raspberrypi: ~ $ sudo i2cdetect -y 1
  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  a  b  c  d  e  f
00: --
10: --
20: --
30: --
40: 40
50: --
60: --
70: --
```

```
#blacklist spi-bcm2708
#blacklist i2c-bcm2708
```

Um über Python und die Konsole auf I2C zugreifen zu können, installieren Sie unter Raspberry Pi OS (früher „Raspbian“) noch die folgenden zwei Pakete:

```
sudo apt install python-smbus
sudo apt install i2c-tools
```

Nach Abschluss der Konfiguration sollten Sie einmal neu starten.

Das I2C-Zeitsignal SCL legt der Raspi an seinem Pin 5 an. Daten (SDA) laufen über Pin 3. Zusätzlich braucht der MCP23017 noch eine Versorgungsspannung von 3,3 Volt (Pin 1) und eine Masseverbindung (Pin 6, 9, 14, 20, 25, 30, 34 oder 39). Insgesamt brauchen Sie also vier Jumperkabel vom Raspi zum Breadboard.

## I2C-Konsolentools

Um sich einen Überblick über die I2C-Geräte zu verschaffen, sollten Sie auf der Konsole zunächst nach Geräten suchen:



# Mac & i

## iOS in Unternehmen:

Bereitstellungsprogramme, Gerätemanagement, User Enrollment und Shared iPad

22. Juli 2020, 10:30 bis 12:30 Uhr

Viele Unternehmen händigen ihren Mitarbeitern iPhones und/oder iPads aus, die sie von der Netzwerkadministration betreuen lassen und zentral mit Software, Einstellungen, Dokumenten usw. versorgen. Aber auch die saubere Trennung von persönlichen und Unternehmensdaten auf privaten Geräten der Mitarbeiter (BYOD, Bring your own device) wird immer wichtiger.

Im Live-Webinar von Mac & i erklärt Mark Zimmermann all diese Möglichkeiten und geht ggf. auf die thematisch relevanten Neuerungen von iOS 14 ein, das Apple auf der WWDC im Juni vorstellen wird.

### Themenschwerpunkte:

- Die Begriffswelten DEP, VPP und ihre Einsatzmöglichkeiten im Firmenumfeld
- Apple Business Manager (ABM) im Zusammenspiel mit einem MDM-System und deren Einrichtung, Anbindung und Nutzung. Bonus: MDM Rollout Deep Dive und warum spielt dies mit der Frage des „Backup von iOS Geräten“ zusammen?
- Verwalten und Betreuen firmeneigener Geräte, BYOD-Geräte mit User Enrollment oder auch gemeinsam genutzte iPads (Shared iPads)



Preis: 119,00 Euro inkl. MwSt.

Mark Zimmermann  
Fachautor

```
sudo i2cdetect -y 1
```

Mit der so gefundenen Adresse 64 ('`\x40`') kann man nun die Pins von Bank A konfigurieren (A-0 bis A-2 sind im Beispiel Ausgabe-, der Rest Eingabe-Pins):

```
sudo i2cset -y 1 0x40 0x00 0xf8
```

Die drei Ausgabe-Pins schaltet der folgende Befehl danach ein:

```
sudo i2cset -y 1 0x40 0x14 0x07
```

**Ein Blinkprogramm mit I2C braucht auf dem Raspi nur wenige Zeilen. Das Beispiel liest zusätzlich noch eine Schalterstellung ein und gibt die Bits aus.**

```
import smbus
import time

DEV_ADDR = 0x40
bus = smbus.SMBus(1)

bus.write_byte_data(DEV_ADDR, 0x00, 0xf8)
bus.write_byte_data(DEV_ADDR, 0x01, 0x00)
bus.write_byte_data(DEV_ADDR, 0x14, 0x00)
bus.write_byte_data(DEV_ADDR, 0x15, 0x00)

while True:
    binary_input_data_A = bus.read_byte_data(DEV_ADDR, 0x12)
    print("%{:08b}".format(binary_input_data_A))
    bus.write_byte_data(DEV_ADDR, 0x14, 0x01)
    time.sleep(0.333)
    bus.write_byte_data(DEV_ADDR, 0x14, 0x02)
    time.sleep(0.333)
    bus.write_byte_data(DEV_ADDR, 0x14, 0x04)
    time.sleep(0.333)
```

Shell

```
AUuuuuuu
00100000
10000000
```

## I2C über Python

Das Python-Modul `smbus` erlaubt noch flexibleren Zugriff auf I2C. Initialisiert wird es ab Raspi 2 mit der Versionsnummer 1:

```
import smbus
bus = smbus.SMBus(1)
```

Das Schreiben übernimmt danach die Methode `write_byte_data()`:

```
ADDR = 0x40
bus.write_byte_data(ADDR, 0x00, 0xf8)
bus.write_byte_data(ADDR, 0x14, 0x00)
```

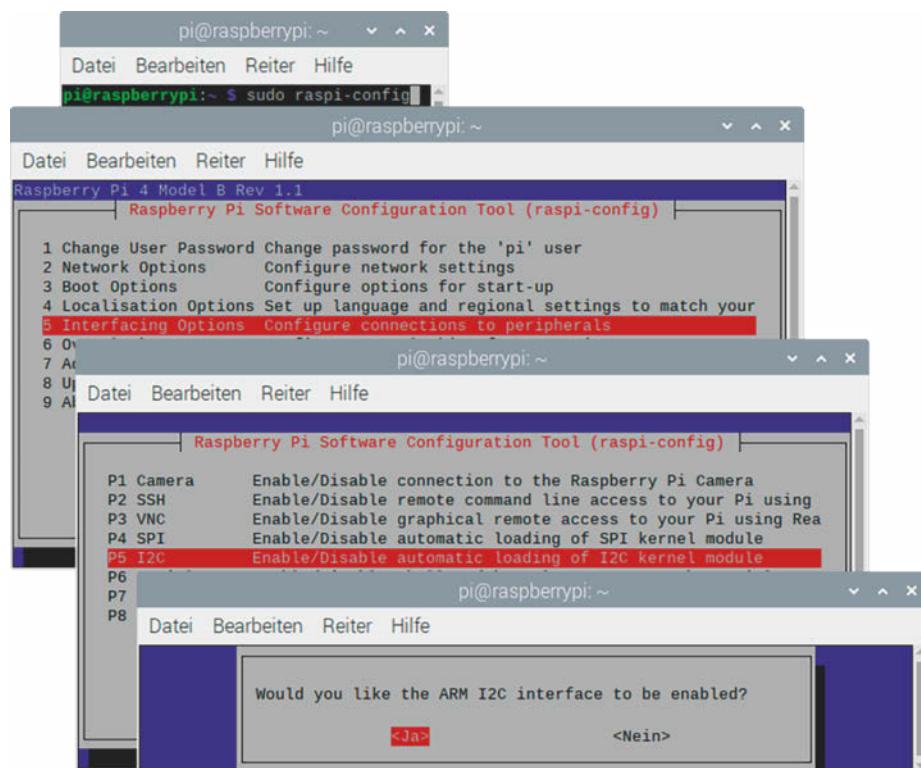
Zum Lesen steht eine praktische Kombi-Methode zur Verfügung, die in einem Befehl Bank A spezifiziert und die Daten annimmt:

```
data = bus.read_byte_data(ADDR, 0x12)
```

Es gibt auch eine Variante dieser Methode, der man als weiteren Parameter eine Anzahl an Bytes angibt. Sie liest in einem

Rutsch eine Liste von Bytes (hier zum Lesen des Analogwerts von Pin A0 vom Arduino Nano; siehe Kasten):

```
data = bus.read_i2c_block_data(ADDR, 0x20, 4)
def bytes_to_int(x) -> int:
    return (x[0] << 24 + x[1] << 16 +
           x[2] << 8 + x[3])
analog_value = bytes_to_int(data)
```



Nach der Installation ist die I2C-Schnittstelle am Raspi zunächst deaktiviert. Aktiviert man sie mit `raspi-config`, lädt das alle nötigen Kernelmodule automatisch.

## Fazit

Für viele Projekte mit zahlreichen Schaltern, LEDs und Relais ist ein per I2C angebundener GPIO-Extender die ideale Lösung, um an mehr Pins zu kommen. I2C sollte man nicht über meterlange Kabel schicken, aber für eine Modularisierung der Projekte taugt der Bus.

Man sollte allerdings nicht vergessen, dass die serielle Übertragung etwas Zeit kostet. Wer sich also für einen möglichst exakten Zeitpunkt interessiert, an dem ein Taster geschlossen wurde, sollte ihn lieber direkt an den Mikrocontroller hängen. Die Zusatz-GPIOs sind auch ungeeignet, um zeitkritische Signale für einen seriellen Bus zu erzeugen. Software-PWM geht darüber nur, wenn man mit sehr niedrigen Frequenzen schaltet.

Der MCP23017 ist mit einem Preis von meist 99 Cent billiger als ein Arduino Nano und obendrein etwas kleiner. Der Arduino punktet aber mit sechs A/D-Wandlern und der Möglichkeit, Daten schon mal vorzuverarbeiten, bevor sie an den I2C-Master, beispielsweise einen ESP, gehen.

(pmk@ct.de) ct

Repositorys und Datenblätter: [ct.de/ymr6](http://ct.de/ymr6)

NEU

# Einfach loslegen mit Python

Auch  
Heft + PDF  
erhältlich mit  
29 % Rabatt



„Learning by Doing“ ist das Motto der Neuauflage des unverzichtbaren c't Sonderhefts - vollständig überarbeitet und aktualisiert, darüber hinaus mit komplett neuen Beiträgen auf 150 Seiten.

Stürzen Sie sich in die Python-Projekte für alle Schwierigkeitsgrade – dabei lernen Sie ganz automatisch. Vom blutigen Anfänger bis zum Berufsprogrammierer findet jeder passende Projekte für sich, die ganz nebenbei auch konkrete Probleme lösen.“

[shop.heise.de/ct-python20](http://shop.heise.de/ct-python20)

14,90 € >

Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.  
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

© Copyright by Heise Medien.



heise shop

[shop.heise.de/ct-python20](http://shop.heise.de/ct-python20)





Bild: Michael Luther

# Dynamisches Raster

## Awesome: effizienter Unix-Desktop nach Maß

**Der Fenstermanager Awesome unterscheidet sich in der Bedienung grundlegend von konventionellen Desktopumgebungen: Statt freischwebender Fenster werden die geöffneten Programme in einem Raster angeordnet. Überblick und schnelle Bedienung stehen im Vordergrund.**

**Von Anna Simon**

In Unterschied zu den Fenstermanagern von KDE oder Windows, welche die Programme schwebend und überlappend platzieren (Floating), verteilt ein Tiling-Window-Manager wie Awesome die Fenster kachelartig auf dem Bildschirm. Dadurch entsteht automatisch mehr Ordnung und der Nutzer hat einen besseren Überblick über die gerade geöffneten Programme.

Vorteilhaft ist dies nicht nur beim Vergleichen mehrerer Konfigurationsdateien, sondern etwa auch beim Recherchieren im Internet: Da man Suchergebnisse in eigenen Fenstern neben der Ergebnisliste öffnet, verliert man die Ergebnisliste selbst nie aus dem Blick.

Zwar sind längst auch in Windows, Gnome und KDE einige Tiling-Funktionen eingebaut, diese können aber nicht mit einem Spezialisten wie Awesome mithalten. Eine weitere Stärke von Tiling-Window-Managern ist ihr minimalistisches Design: Sie beschränken sich auf das Notwendigste und bringen keine ablenkenden visuellen Effekte oder nicht benötigte Funktionen mit. Dadurch verbrauchen sie sehr wenige Systemressourcen und eignen sich auch für alte oder leistungsschwache Hardware.

Tiling-Window-Manager sind aufgrund ihrer tasturlastigen und daher anfangs weniger intuitiven Bedienung nicht so populär wie klassische Bedienoberflächen. Um sie effizient zu nutzen, muss man sich einige Tastenkombinationen merken. Ist diese Hürde überwunden, arbeitet es sich mit ihnen aber wesentlich zügiger und bequemer als mit traditionellen Desktopumgebungen.

Zu den bekanntesten Tiling-Window-Managern gehören i3 und Awesome. i3 ist einfach zu konfigurieren und sehr gut dokumentiert [1]. Von Nachteil ist jedoch, dass i3 ein manueller Tiling-Window-Manager ist: Er ordnet die Fenster daher zunächst alle nebeneinander an. Wenn Sie die Fenster anders positionieren wollen, müssen Sie

Größe und Position jeweils manuell anpassen. Bei Awesome hingegen wechseln Sie einfach mit Super+Leertaste zum Gitterlayout. Awesome zählt daher zu den dynamischen Tiling-Window-Managern.

Ferner werden bei Awesome Fenster virtuellen Arbeitsflächen mithilfe von Tags zugeordnet, die man per Tastenkürzel zuweist. Ein Fenster kann daher mehrere Tags haben, was vor allem dann nützlich ist, wenn man ein bestimmtes Programm immer im Blick haben muss. Sie können beispielsweise einen Webbrower, in dem eine Videokonferenz läuft, gleichzeitig an mehrere virtuelle Arbeitsflächen „pinnen“. Auf diesen können Sie zusätzlich verschiedene andere Programme öffnen. So ist es möglich, die Fenster und Arbeitsflächen nach bestimmten Aufgaben aufzuteilen.

Awesome vereint dabei das Beste aus beiden Welten, da er auch den konventionellen Floating-Modus besitzt und zudem vollständig mit der Maus bedienbar ist. Awesome funktioniert wie die meisten anderen Tiling-Window-Manager nur unter X. Wer auf Wayland angewiesen ist, muss sich Alternativen wie Sway ansehen.

### Installation und erste Schritte

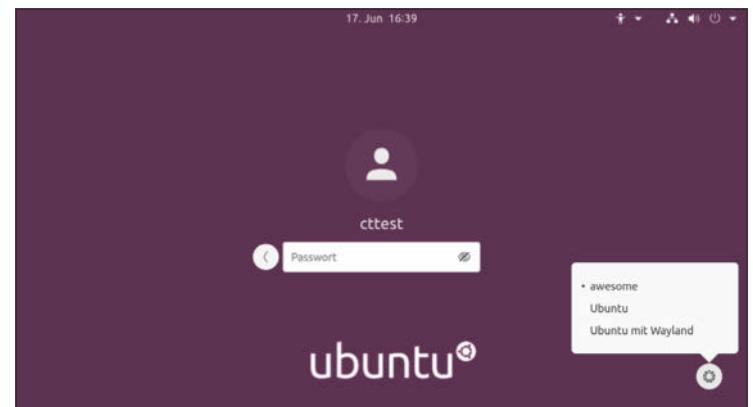
Wenn Sie Awesome ohne Installation ausprobieren wollen, laden Sie das ISO-Image

ArcoLinuxB-Awesome oder Manjaro Awesome (siehe ct.de/yndg) herunter. Beide enthalten ein auf Arch Linux basiertes Live-System mit einem vorkonfigurierten Awesome, wobei die Einstellungen variieren. Kopieren Sie das Image mit einem Programm wie Gnome Laufwerke oder balenaEtcher auf einen USB-Stick oder starten Sie es in einer virtuellen Maschine wie Gnome Boxes oder Virtualbox. Bei Manjaro müssen Sie sich mit dem Passwort „manjaro“ anmelden.

Bei den gängigen Linux-Distributionen müssen Sie nur das Paket awesome installieren, beispielsweise in Ubuntu mit `sudo apt install awesome`. Melden Sie sich anschließend von Ihrer Desktopumgebung ab, wählen Sie beim Anmeldebildschirm „awesome“ als Desktopumgebung und loggen Sie sich wieder ein. Beim von Ubuntu verwendeten GDM versteckt sich die Liste der Desktopumgebungen hinter dem Zahnrad-Symbol in der unteren rechten Ecke. Dieses sehen Sie, nachdem Sie Ihren Benutzernamen gewählt haben.

Wenn Sie Awesome das erste Mal starten, sehen Sie nur das Hintergrundbild von Awesome und die Systemleiste, genannt Wibar, am oberen Bildschirmrand. In der linken Ecke der Leiste befindet sich das Menü-Icon, über das Sie ein Anwendungs-menü aufrufen können; je nach Distribution enthält es mehr oder weniger Einträge. Die Ziffern 1 bis 9 rechts daneben stehen für die Tags, über die Sie auf die neun unterschiedlichen virtuellen Arbeitsflächen gelangen. Ganz rechts sehen Sie das Lay-

Den Fenstermanager ändern Sie in GDM vor der Anmeldung über das Zahnradsymbol.



out-Icon, das das gerade aktive Bildschirm-layout anzeigt. Awesome arbeitet zunächst im Floating-Modus, bei dem die Fenster der aktiven Anwendungen einander überlappen. Mit Super+Leertaste wechseln Sie in den Tiling-Modus. Abhängig von der Anzahl der Fenster zeigt der Fenstermanager dann links ein großes und rechts mehrere kleinere Fenster an. Wenn Sie weitere Male Super+Leertaste drücken, werden die Fenster nach anderen Schemata angeordnet: Das größte Fenster ist dann wahlweise rechts, oben oder unten. In einem anderen Schema werden die Fenster gleichmäßig auf dem Bildschirm verteilt. Es gibt noch weitere Anordnungsmuster. In der Mitte der Wibar befindet sich die Tasklist, die die aktiven Anwendungen auf der Arbeitsfläche anzeigt.

Starten Sie ein Programm wahlweise über das Menü links in der Wibar, mit dem Kontextmenü über die rechte Maustaste

oder indem Sie Super+R gefolgt vom Programmnamen, beispielsweise `firefox`, eingeben und anschließend die Entertaste drücken. Schließen können Sie Programme mit Super+Umschalt+C. Die wichtigsten Shortcuts sehen Sie in der Tabelle. Super+S blendet eine vollständige Liste der Tastenkürzel ein.

In der Standardkonfiguration besitzen Fenster eine Titelleiste, wo sich auf der rechten Seite die bekannten Schaltflächen zum Schließen, Minimieren und Maximieren befinden. Zusätzlich gibt es eine Schaltfläche, mit der man das Fenster vom Floating- in den Tiling-Modus oder umgekehrt umschaltet.

Bei der Distribution Fedora gibt es unter Awesome zunächst keinen Ton. Dies liegt daran, dass der Pulseaudio-Dienst nicht automatisch startet. Sie müssen daher Pulseaudio manuell aktivieren, indem Sie einmalig den folgenden Befehl als normaler User in einem Terminalfenster eingeben:

```
systemctl --user enable pulseaudio
```

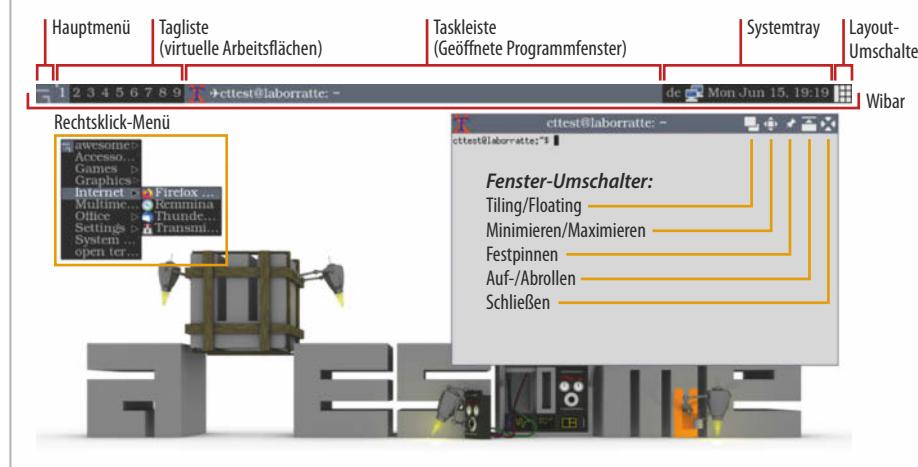
Awesome ist ein reiner Fenstermanager, daher enthält er im Unterschied zu Desktopumgebungen keine Zusatzprogramme wie einen Energiespardienst, eine Bildschirmsperre oder einen Dateimanager. Man nutzt daher Komponenten anderer Desktopumgebungen. Empfehlenswert sind hierfür insbesondere der Xfce Power Manager und der Dateimanager PC-ManFM. Für optische Einstellungen bieten sich LXAppearance und LXRandR an, sowie das NetworkManager-Applet (`nm-applet`), um das Netzwerk im Blick zu haben.

## Autostart einrichten

Damit Zusatzkomponenten wie `nm-applet` automatisch starten, müssen Sie die Konfiguration von Awesome anpassen. Erstel-

## Awesome-Bedienelemente

Awesome verfügt neben bekannten Schaltflächen für Menüs und Fenster-Aktionen wie Maximieren auch über zusätzliche Buttons, um den Tiling-Modus zu steuern.



len Sie dafür in Ihrem Home-Verzeichnis mit `mkdir -p ~/.config/awesome/` den Konfigurations-Ordner für Awesome. In `~/.config/awesome/` legen Sie eine Datei mit dem Namen `autorun.sh` und folgendem Inhalt an:

```
#!/usr/bin/env bash
function run {
    if ! pgrep -f $1;
    then
        $@&
    fi
}
run nm-applet
```

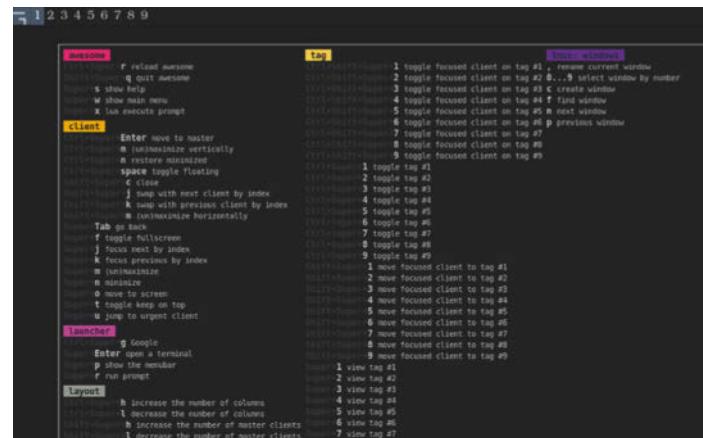
Die Funktion `run` überprüft, ob das Programm schon läuft und startet es nur, wenn dies nicht der Fall ist. Für jeden weiteren Befehl, den Sie zusammen mit Awesome ausführen wollen, ergänzen Sie eine Zeile mit `run Programmname`. Speichern Sie die Änderungen und machen Sie die Datei mit folgendem Befehl ausführbar:

```
chmod +x ~/.config/awesome/autorun.sh
```

Das Autostart-Skript müssen Sie nun in die zentrale Konfigurationsdatei von Awesome eintragen, damit dieses nach dem Anmelden aufgerufen wird.

Um nicht bei Null anzufangen, kopieren Sie die Datei `/etc/xdg/awesome/rc.lua`, die eine Beispielkonfiguration enthält, nach `~/.config/awesome/`. Wie der Dateiname schon andeutet, wird Awesome mittels der Skriptsprache Lua konfiguriert. Das macht die Konfiguration extrem fle-

**Die über Super+S eingeblendete Liste der Tastenkürzel wird direkt aus den Einstellungen erzeugt und ist immer aktuell.**



xibel. Öffnen Sie anschließend die Datei `rc.lua` in einem Texteditor und fügen Sie diese Zeile ein, damit das Skript beim Starten von Awesome ausgeführt wird:

```
awful.spawn.with_shell(
    "-./.config/awesome/autorun.sh")
```

Speichern Sie die Änderungen. Überprüfen Sie dann, ob das `nm-applet` zusammen mit Awesome gestartet wird, indem Sie `Strg+Super+R` drücken. Dadurch wird Awesome neu geladen und rechts oben in der Leiste sollten Sie nun ein kleines Netzwerksymbol sehen.

Bevor Sie Änderungen an Konfigurationsdateien vornehmen, erstellen Sie davon eine Sicherungskopie. So können Sie die Änderungen leicht rückgängig machen, falls die neue Konfiguration durch einen Fehler unbrauchbar wird.

Beachten Sie außerdem, dass die Verwendung älterer Konfigurationsdateien für neuere Programmversionen zu Fehlermeldungen führen kann. Die in diesem Artikel beschriebene Konfiguration des Fenstermanagers gilt daher grundsätzlich für die derzeit aktuelle Version 4.3.

## Programmen Tastaturkürzel zuweisen

In der Datei `rc.lua` können Sie auch eigene Tastenkombinationen definieren. Um Firefox mit der Seite `google.com` durch die Tastenkombination `Strg+Super+G` aufzurufen, gehen Sie wie folgt vor: Suchen Sie den Abschnitt „Key bindings“. Hier sind die Tastenkombinationen definiert. Sie beginnen alle mit `awful.key`. Fügen Sie unterhalb von `globalkeys = gears.table.join(` in einer neuen Zeile den folgenden Befehl für die neue Tastenkombination ein, wobei Sie die Zeilenumbrüche weglassen können:

```
awful.key(
{ modkey, "Control"}, "g",
function ()
    awful.spawn("firefox google.com")
end,
{
    description = "Google",
    group = "launcher"
},
```

Das Schlüsselwort `awful.key` definiert in der Awesome-Konfiguration eine Tastenkombination. Der Befehl erwartet in dieser Reihenfolge die Zusatztasten (Umschalt, Strg ...), die Haupttasten, dann eine Aktion und zuletzt eine Beschreibung für die Liste der Tastenkombinationen. Die einzelnen Elemente sind durch Kommata getrennt und mehrere Einträge durch geschweifte Klammern gruppiert. Zwei vollständige `awful.key`-Befehle müssen Sie mit einem Komma voneinander trennen. Auf `awful.key` folgen also in diesem Fall zuerst die Zusatztasten mit `modkey` und `Control` sowie `g`; anschließend wird der Fenstermanager mit der Funktion `awful.spawn` angewiesen den Befehl `firefox google.com` auszuführen. Der „`modkey`“ ist in der Standard-Konfiguration die Super-Taste.

Bevor Sie eine neue Tastenkombination erstellen, überprüfen Sie aber, ob die Kombination schon belegt ist. Verwenden Sie dafür die Suchen-Funktion Ihres Texteditors oder listen Sie mit `grep awful.key ~/.config/awesome/rc.lua` alle entsprechenden Konfigurationszeilen auf.

## Erscheinungsbild und Bildschirmlayouts anpassen

Sie können fast alle Eigenschaften von Awesome Ihrem Geschmack anpassen. Um die Wibar am unteren Bildschirmrand anzuzeigen, suchen Sie in der Datei `rc.lua`

## Awesome Tastaturkürzel

Aktion	Tastenkombination <sup>1</sup>
Terminal öffnen	Super+Enter
Tastenkürzel einblenden	Super+S
Programm schließen	Super+Umschalt+C
Befehl ausführen	Super+R
Programmen aufrufen	Super+P
Awesome beenden	Super+Umschalt+Q
Awesome neu laden	Super+Strg+R
Bildschirm-Layout wechseln	Super+Leertaste
Tiling-/Floating-Modus wechseln	Super+Umschalt+Leertaste
Fenster maximieren	Super+M
Auf Arbeitsfläche 1-9 wechseln	Super+1-9
Fenster auf Arbeitsfläche 1-9 schieben	Super+Umschalt+1-9
Vorheriges Fenster fokussieren	Super+K
Fenster auf Arbeitsfläche 1-9 festpinnen	Super+Strg+Umschalt+1-9
Nächstes Fenster fokussieren	Super+J
Fenster an die nächste / vorige Position schieben	Super+Umschalt+J / Super+Umschalt+K

<sup>1</sup> Tastenkombinationen in der Standardkonfiguration

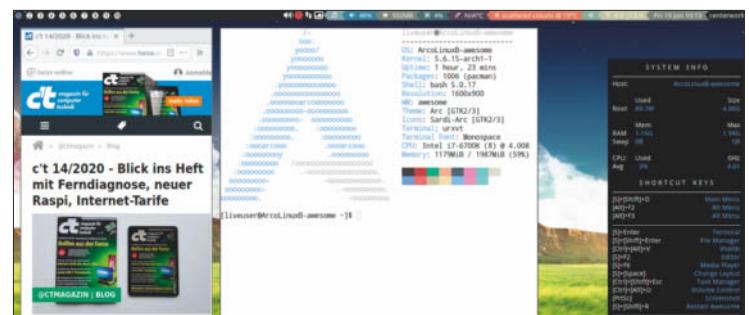
nach `awful.wibar` und ändern dort den Wert für `position` von `top` zu `bottom`. Empfehlenswert ist die Anpassung der Layout-Liste. Diese legt fest, welche der vielen eingebauten Bildschirm-Layouts Awesome verwendet und in welcher Reihenfolge sie aktiviert werden. Die Liste beginnt mit

```
awful.layout.layouts = {
```

Um das Floating-Layout zu deaktivieren und den Fenstermanager nur im Tiling-Modus zu betreiben, setzen Sie zwei Bindestriche vor `awful.layout.suit.floating`, um die Zeile auszukommentieren. Mit `awful.layout.suit.tile`, nimmt das neueste Fenster immer die ganze linke Bildschirmhälfte ein, während die anderen Fenster in der rechten Bildschirmhälfte zusammengedrängt werden; mit `awful.layout.suit.tile.left` befindet sich das große Fenster rechts. Andere Layouts ordnen die Fenster in Reihen beziehungsweise Spalten an oder etwa in Form einer Spirale. Schieben Sie die Zeile mit Ihrem Lieblings-Layout an die erste Stelle, damit Awesome die Fenster standardmäßig nach diesem Schema anordnet.

Das Erscheinungsbild von Awesome wie Schriften, Hintergrundbild oder Farben passen Sie in der Theme-Datei `theme.lua` an. Kopieren Sie dazu das Vorgabetheme `theme.lua` aus `/usr/share/awesome/themes/default/` nach `~/.config/awesome/themes/default/theme.lua`. Öffnen Sie danach `theme.lua` aus ihrer persönlichen Konfiguration mit einem Editor. Um die Schriftgröße zu ändern, suchen Sie folgende Zeile:

**Das Livesystem**  
ArcoLinuxB-awesome zeigt anschaulich wie sehr sich Verhalten und Aussehen von Awesome anpassen lässt.



```
theme.font = "sans 8"
```

Um stattdessen die Schriftart „DejaVu Sans Mono“ in 10 Punkt zu verwenden, ändern Sie den Wert zu „DejaVu Sans Mono 10“. Anschließend müssen Sie noch in der Datei `rc.lua` den Pfad zum neuen, benutzerdefinierten Theme ändern, indem Sie dort die Zeile suchen, in der das Theme geladen wird:

```
beautiful.init()
gears.filesystem.get_themes_dir()
.. "default/theme.lua")
```

Die Funktion `beautiful.init` lädt die Theme-Einstellungen aus der Datei, die in der Klammer angegeben ist. Der Aufruf `gears.filesystem.get_themes_dir()` gibt den Pfad zum Theme-Verzeichnis als Zeichenkette aus. Mit den zwei Punkten (...) wird die Angabe des Theme-Unterverzeichnisses ("`/default/theme.lua`") zu einem vollständigen, gültigen Pfad verknüpft. Ersetzen Sie die Angaben durch `gears.filesystem.get_configuration_dir()`, was auf Ihr Konfigurationsverzeichnis verweist und geben Sie den Pfad zur neuen Datei an:

```
beautiful.init()
gears.filesystem.get_configuration_dir()
.. "/themes/default/theme.lua")
```

## Weitere Hilfe

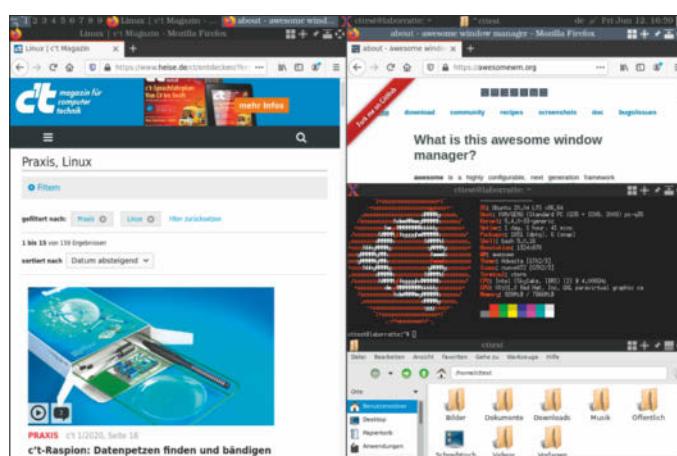
Dank seiner umfangreichen Dokumentation und der hilfsbereiten Community ist Awesome trotz des komplexen Ansatzes verhältnismäßig einfach zu konfigurieren. Einen guten Überblick über die Konfigurationsoptionen gibt neben der offiziellen Befehlsreferenz und der FAQ auch das Arch-Linux-Wiki. Hilfreich sind außerdem die fertigen Konfigurationsdateien von Manjaro Awesome und Arco Linux, die Sie auch auf GitHub finden (siehe ct.de/yndg).

(ktn@ct.de) ct

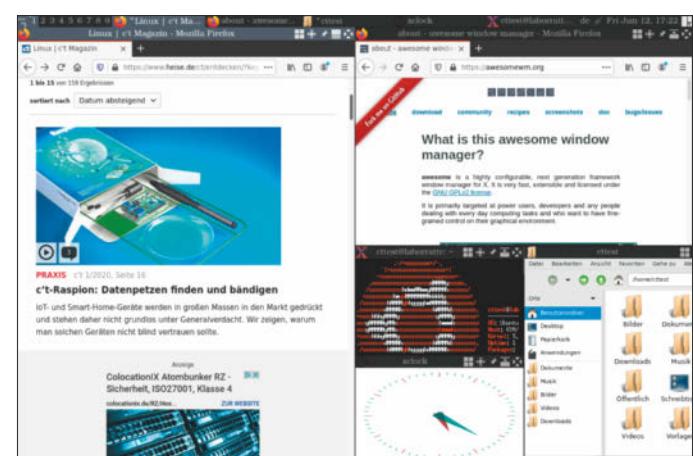
**Downloads, Hilfen und Konfigurationsdateien:** [ct.de/yndg](http://ct.de/yndg)

## Literatur

- [1] Thomas Rossow, Besser kacheln, Der Tiling Window Manager i3 für Linux, c't 16/2014, S. 154



Awesome ordnet die Programme nebeneinander an, wobei ein Fenster – wie hier Firefox – als Hauptfenster definiert ist.



Awesome kennt von einem gleichmäßigen Gitter bis hin zu einer Spirale diverse Layouts, nachdem es Fenster anordnet.



# Zweckentwendet

## Die Shell als Download-Helfer bei schwierigen Fällen

**Mit den Kommandozeilen-Tools von Linux können Sie nicht nur Dateien und Verzeichnisse verwalten. Kreativ eingesetzt, lassen sich manche auch zum Download von Bildern oder Videos zweckentfremden, an die man sonst nur umständlich oder gar nicht herankäme.**

**Von Mirko Dölle**

Eine Bildergalerie oder ein Konzertvideo herunterzuladen ist eine mühsame Fleißarbeit: Einen Download-Button sucht man oft vergeblich, also muss man in Galerien jedes Bild einzeln aufrufen und von Hand speichern und bei Videos hoffen, dass man ein möglichst kostenloses Download-Programm ohne Malware findet. Dabei enthält jedes Linux-System haufenweise GNU-Tools, die kreativ angewendet solche Arbeiten erleichtern.

Sieht man sich zum Beispiel die Bildergalerie auf der Rennsport-Fanseite rallye200-info.de an, so fällt auf, dass die Bilder jeder Veranstaltung einfach durchnumbert wurden: Die Bilder des Havelland-Pokals aus 2011 zum Beispiel heißen „Havellandpokal-2011-01.jpg“ bis „Havellandpokal-2011-44.jpg“. Mit wget, seq und einer for-Schleife sind die 44 Bilder im Nu heruntergeladen:

```
for i in $(seq -w 1 44); do
wget -q https://www.rallye200-info.de/11/havelpok/xnview/original/Havellandpokal-2011-${i}.jpg
done
```

Auch wenn es den Anschein hat, dass eine simple for-Schleife der Art for ((i=1;\$i<=44;i++)) an dieser Stelle angebracht wäre, hat der Einsatz von seq einen entscheidenden Vorteil: Der Parameter -w sorgt bei seq dafür, dass alle Zahlen aus gleich vielen Ziffern bestehen – also im Bereich von 1 bis 9 eine Null vorangestellt ist. Da das erste Bild den Namen „Havellandpokal-2011-01.jpg“ trägt, müsste man bei einer iterativen for-Schleife die führende Null aufwendig ergänzen. Der Parameter -q bei wget unterdrückt die meist unnötigen Statusmeldungen des Programms.

### Abgesaugt

Sind die Bilder in einer Galerie nicht einfach durchnumbert oder möchte man

mehrere Galerien auf einmal herunterladen, hilft folgender Befehl:

```
wget -q -r -np \n
http://example.com/gallery/
```

Der Parameter `-r` sorgt dafür, dass `wget` rekursiv alle Dateien herunterlädt, die unter der genannten Adresse verlinkt sind. Mit `-np` lädt `wget` nur Dateien, die unterhalb des genannten Verzeichnisses liegen – weshalb es entscheidend ist, dass die URL mit einem `/` endet. Andernfalls würde `wget` die URL als eine Datei interpretieren. Da das Elternverzeichnis von `/gallery` das oberste Verzeichnis `/` ist, würde `wget` die gesamte Website herunterladen – der Parameter `-np` hätte also keine Wirkung. Deshalb funktioniert diese Methode bei der Rallye-Fanseite nicht, denn dort wird die Galerie unter `/OTOS.php` dynamisch erzeugt. Sie müssten in diesem Fall die gesamte Website herunterladen, was je nach Webseite erhebliche Datenmengen bedeutete.

## Videothek modern

Manche Webseitenbetreiber, vor allem Video-Portale, geben sich sehr viel Mühe, damit ihre Videos nicht einfach mit `wget` oder dem noch mächtigeren `curl` heruntergeladen werden können. Hier ist `youtube-dl` ein probates Mittel. Auch wenn der Name anderes suggeriert, ist das Programm eine Art Schweizer Taschenmesser zum Herunterladen von Videos aller größeren Plattformen [1]. Zudem von Haus aus unterstützten Webseiten zählen neben YouTube nicht nur die Mediatheken von ARD und ZDF, sondern auch die der RTL-Gruppe mit RTL, RTL2, VOX, Nitro und TVNOW sowie die von Tele 5. Ob das Werkzeug eine Website unterstützt, finden Sie heraus, indem Sie die verfügbaren Video- und Audioformate abrufen (`-F`) und dabei die URL angeben, unter der Sie den Film im Browser schauen würden:

```
youtube-dl -F \
https://www.tele5.de/filme/roadkill/
```

Bekommen Sie eine Liste mit wenigstens einem Videoformat, so wie in der Abbildung rechts zu sehen, kennt `youtube-dl` die Website und ist auf sie angepasst. Außerdem bedeutet diese Ausgabe, dass Sie das Video ohne den Parameter sehr wahrscheinlich herunterladen können: Sollte es per DRM geschützt sein, wie im Beispiel der Sendung Top Gear gleich da-

runter, so teilt Ihnen das `youtube-dl` ebenfalls beim Abruf der Formatübersicht mit.

In der gleichen Abbildung finden Sie auch ein Beispiel für die indische Video-Plattform

Zee5: Diese unterstützt `youtube-dl` (noch) nicht und sagt dies auch ganz offen. Hier müssen

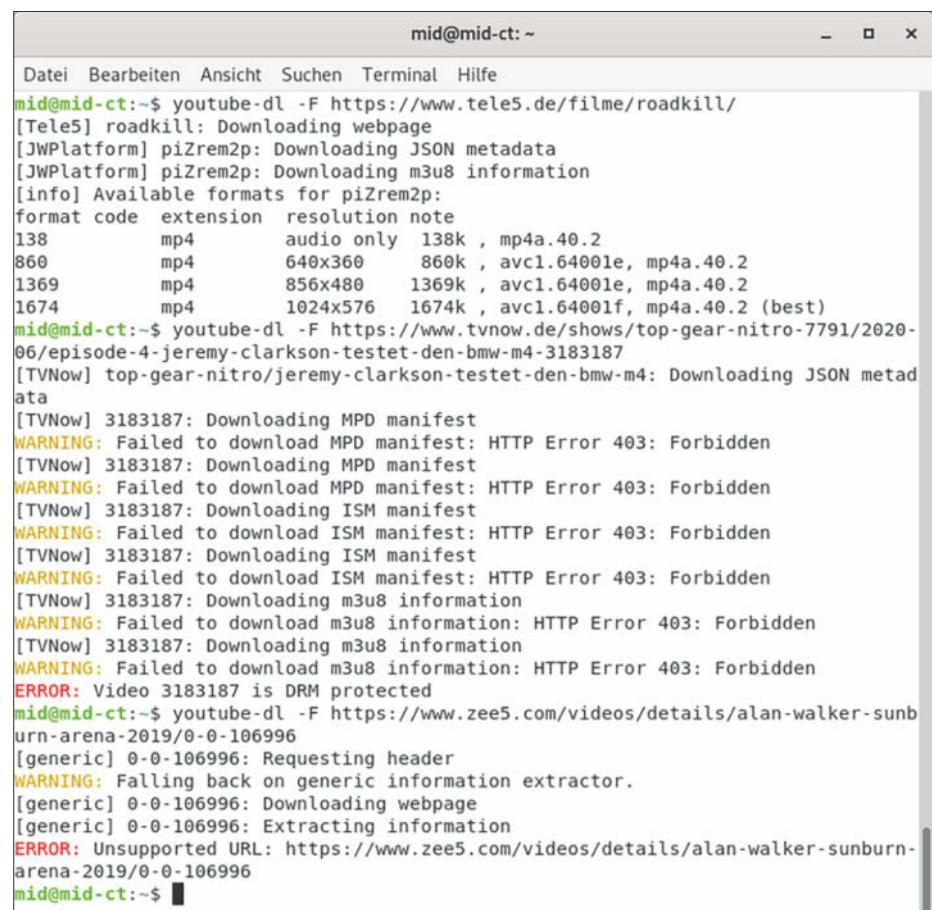
Sie also selbst Hand anlegen, und auch dabei hilft Ihnen letztlich die Shell. Ganz ohne Know-how dazu, wie Videoplattformen ihre Videos organisieren, geht es aber nicht.

## Stückwerk

YouTube und viele andere Videoplattformen zerhacken ihre Videos in extrem kurze Abschnitte, häufig sind es nur fünf Sekunden pro Videodatei. Der Vorteil ist, dass der Zuschauer so sehr leicht in dem Video vor- und zurückspringen kann: Bis die Wiedergabe an einer beliebigen Position neu starten kann, muss lediglich der ein paar hundert Kilobyte große Schnipsel

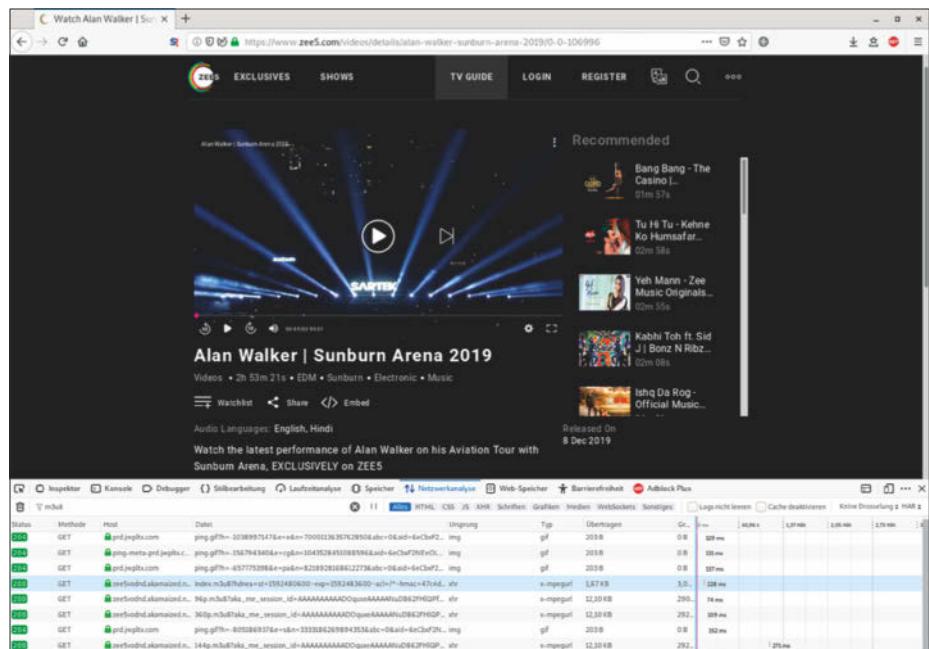
geladen werden. Dank einer Playlist im M3U8-Format weiß der Player, wie lang und in welcher Reihenfolge die Schnipsel angeordnet sind, und kann nachfolgende Teile vorab herunterladen – so ist die Wiedergabe flüssig.

Da die Playlisten auch häufig die Endung „`.m3u8`“ tragen, können Sie deren URL leicht herausfinden, indem Sie das Video in Firefox abspielen und währenddessen mit der Taste F12 die Entwicklerwerkzeuge öffnen. Dort finden Sie im Tab „Netzwerkanalyse“ alle von der Seite abgerufenen URLs und können über das Suchfeld eine Zeile tiefer nach der Endung „`.m3u8`“ suchen. Klappt das nicht, können Sie alternativ auch erst Wireshark aufrufen, die Netzwerüberwachung starten und dann das Video im Browser laden. Anschließend können Sie in Wireshark ebenfalls nach den URLs mit dem Stichwort „`.m3u8`“ suchen und so vielleicht die Playlist-URL finden. Details zur Bedienung und zur Netzwerkanalyse mit Wireshark finden Sie in [2].



```
mid@mid-ct:~ 
Datei Bearbeiten Ansicht Suchen Terminal Hilfe
mid@mid-ct:~$ youtube-dl -F https://www.tele5.de/filme/roadkill/
[Tele5] roadkill: Downloading webpage
[JWPlatform] piZrem2p: Downloading JSON metadata
[JWPlatform] piZrem2p: Downloading m3u8 information
[info] Available formats for piZrem2p:
format code extension resolution note
138      mp4          audio only   138k , mp4a.40.2
860      mp4          640x360    860k , avcl.64001e, mp4a.40.2
1369     mp4          856x480    1369k , avcl.64001e, mp4a.40.2
1674     mp4          1024x576   1674k , avcl.64001f, mp4a.40.2 (best)
mid@mid-ct:~$ youtube-dl -F https://www.tvnow.de/shows/top-gear-nitro-7791/2020-06/episode-4-jeremy-clarkson-testet-den-bmw-m4-3183187
[TVNow] top-gear-nitro/jeremy-clarkson-testet-den-bmw-m4: Downloading JSON metadata
[TVNow] 3183187: Downloading MPD manifest
WARNING: Failed to download MPD manifest: HTTP Error 403: Forbidden
[TVNow] 3183187: Downloading MPD manifest
WARNING: Failed to download MPD manifest: HTTP Error 403: Forbidden
[TVNow] 3183187: Downloading ISM manifest
WARNING: Failed to download ISM manifest: HTTP Error 403: Forbidden
[TVNow] 3183187: Downloading ISM manifest
WARNING: Failed to download ISM manifest: HTTP Error 403: Forbidden
[TVNow] 3183187: Downloading m3u8 information
WARNING: Failed to download m3u8 information: HTTP Error 403: Forbidden
[TVNow] 3183187: Downloading m3u8 information
WARNING: Failed to download m3u8 information: HTTP Error 403: Forbidden
ERROR: Video 3183187 is DRM protected
mid@mid-ct:~$ youtube-dl -F https://www.zee5.com/videos/details/alan-walker-sunburn-arena-2019/0-0-106996
[generic] 0-0-106996: Requesting header
WARNING: Falling back on generic information extractor.
[generic] 0-0-106996: Downloading webpage
[generic] 0-0-106996: Extracting information
ERROR: Unsupported URL: https://www.zee5.com/videos/details/alan-walker-sunburn-arena-2019/0-0-106996
mid@mid-ct:~$
```

Das Kommandozeilenprogramm `youtube-dl` unterstützt verschiedenste Video-Portale. Kann es ein Video nicht herunterladen oder wird die Website noch nicht unterstützt, erfährt man das bei der Abfrage der verfügbaren Videoformate sofort.



Viele Videoportale zerstücken ihre Videos in extrem kurze Teile von üblicherweise fünf Sekunden Spieldauer. Die Playlist aller Schnipsel im M3U8-Format findet man oft mit Hilfe der Entwicklungswerzeuge von Firefox.

Haben Sie die URL, laden Sie die Playlist mit `curl` herunter. Das klappt allerdings nicht immer, manchmal überprüfen die Anbieter schon für die Playlist verschiedene Cookies. Dann können Sie noch versuchen, die URL der Playlist in Firefox zu öffnen, der ja über alle nötigen Cookies verfügt, und sie dort zu speichern. Dann werden Sie aber höchstwahrscheinlich auch nicht `curl` verwenden können, um anschließend die Videoschnipsel herunterzuladen.

Die Playlists enthalten üblicherweise nur Dateinamen oder Teile der URL, die Sie vervollständigen müssen. Außerdem entfernen Sie die Kommentarzeilen, die mit „#“ beginnen. Um die Playlist abzuarbeiten und alle Schnipsel herunterzuladen, verwenden Sie eine einfache Schleife in der Shell:

```
while read $f do;
  curl -s $f >> video.ts
done < playlist.m3u8
```

Die Ausgabedatei `video.ts` enthält dann das vollständige Video – entstanden aus den hintereinandergehängten Schnipseln. Ein Beispiel, bei dem dies gut funktioniert, ist der Musikdienst Vevo. Auch wenn die Videoschnipsel nicht beim Dienstanbieter selbst, sondern bei einem Backbone-Anbieter wie Akamai oder CloudFlare lagern, stehen die Chancen gut, dass für den Download die Kenntnis der URL ausreicht.

Einige Videoportale schützen ihre Inhalte vor Download-Programmen wie `curl` oder `wget`, indem sie mittels Cookies oder über eine WebSocket-Verbindung überprüfen, dass der Zugriff aus einem Browser heraus erfolgt, der die Original-Videoseite besucht hat. Dafür wird mitunter hoch komplexer JavaScript-Code verwendet. Eine solche Seite ist das indische Videoportal Zee5. Wenn Sie dort etwa ein Video des Sunburn-Musikfestivals herunterladen wollen, klappt dies nicht mit `wget` oder `curl` – sie müssen jeden Videoschnipsel einzeln im Browser speichern. Eine Sisyphusaufgabe, wenn man etwa die URL jedes einzelnen der über 1500 Schnipsel eines Konzerts im Browser eingeben und das Video dann speichern muss.

## In Serie

Doch auch hier kommen Sie mit den Werkzeugen der Shell schneller ans Ziel. Dazu müssen Sie zunächst in Firefox herausfinden, wie die URLs der Videoschnipsel lauten, indem Sie wiederum in der Netzwerkanalyse der Entwicklerwerkzeuge nach einem der Videoschnipsel suchen.

Oft sind deren Dateinamen durchnummieriert, so auch bei Zee5, sodass Sie anschließend auf der Kommandozeile leicht eine Datei mit HTML-Links zu allen URLs erzeugen können. Die Basis-URL, also den Hostnamen inklusive der Unterzeichenisse, speichern Sie dazu in der

Variablen `bu` – das Hochzählen übernimmt folgende Schleife:

```
for i in $(seq -w 890 1734); do
  echo "<a href=\"${bu}/1080p_0${i}\">\n${i}.ts\">${i}</a>" >> download.html
done
```

Damit die Zahlen stets vier Ziffern und bei Bedarf eine vorangestellte Null haben, kommt wieder `seq -w` zum Einsatz. Außerdem können Sie bei `seq` zusätzlich die Schrittweite angeben, was bei manchen Diensten praktisch ist, wo die Schnipsel eine Art Timecode im Dateinamen tragen.

Der Link-Liste fehlen noch die HTML-Tags `<html>` und `<body>`, diese müssen Sie von Hand in der Datei `download.html` ergänzen. Anschließend laden Sie die Datei in derselben Browser-Instanz, in der Sie das Video abgerufen haben, als neuen Tab. Ganz ohne Fleiß geht es nicht, Sie müssen nun jeden Link einzeln speichern. Doch Sie können sich die Arbeit erleichtern, indem Sie Firefox alle Dateien automatisch im gleichen Verzeichnis speichern lassen. Danach ändern Sie in der Firefox-Konfiguration unter `about:config` die Einstellung von „`browser.altClickSave`“ von `standardmäßig „false“` auf „`true`“. Wenn Sie nun die Links der Schnipsel mit gehaltener Alt-Taste anklicken, werden sie vollautomatisch heruntergeladen und im ausgewählten Download-Verzeichnis gespeichert. Sie müssen Sie später dann nur noch hintereinanderhängen.

So haben Sie das komplette Konzert sogar bei mehreren hundert Schnipseln binnen weniger Minuten heruntergeladen. Doch selbst diese aufwendige Methode funktioniert nicht immer: Gerade größere Portale sind sehr kreativ darin, Downloads zu verhindern, und aktualisieren ihre Methoden von Zeit zu Zeit. Schließlich gehört es bei vielen zum Geschäftsmodell, dass nur zahlende Kunden Videos herunterladen können oder die Videos vor allem deshalb nur auf der Website angesehen werden sollen, weil sich der Dienst über Werbeeinblendungen neben dem Video finanziert – statt einer viel nervigeren Werbepause mitten im Video.

(mid@ct.de)

## Literatur

- [1] Tim Schürmann, Videosauger, YouTube-Videos herunterladen mit youtube-dl, c't 22/2018, S. 168
- [2] Mirko Dölle, Erwischt!, Passwort-petzende WLAN-Schaltsteckdose mit Wireshark überführen, c't 1/2020, S. 26

Alle reden heute  
über die Zukunft  
der Arbeit –  
**wir seit 2013.\***



\*Ausgabe 11/2013: Computer machen die Arbeit.

**Testen Sie 3 Ausgaben Technology Review mit 35 % Rabatt.**

Jetzt bestellen: [trvorteil.de/testen](http://trvorteil.de/testen)

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

+49 541/80 009 120



+ Ihr Geschenk:



Smartwatch

**Lesen, was wirklich zählt in Energie,  
Digitalisierung, Mobilität, Biotech.**

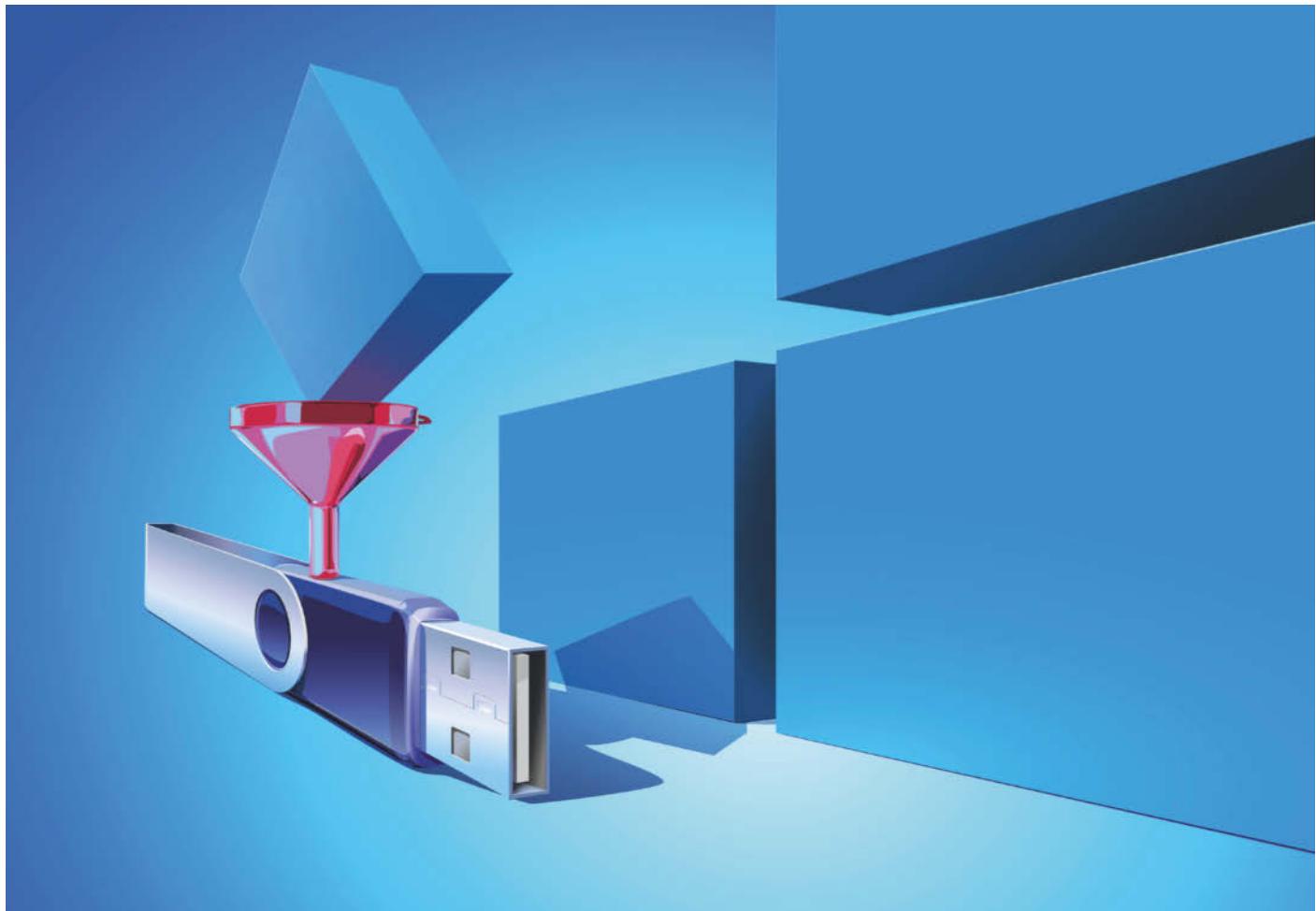


Bild: Rudolf A. Blaha

# Setup-Stick reloaded

## Installationsstick für Windows 10 erstellen

**Einen USB-Stick so zu befüllen, dass Sie davon Windows 10 installieren können, ist in einigen Fällen trivial und in anderen überraschend schwierig. Mit unseren Tipps meistern Sie alle Fälle gleichermaßen.**

**Von Axel Vahldiek**

Sie benötigen einen bootfähigen USB-Stick, mit dem Sie Windows 10 installieren können? Das Erstellen ist ziemlich einfach, sofern es um eine der vor allem für Privatanwender gedachten Client-Editionen Home, Pro oder Education geht (zu anderen später mehr): Laden Sie von Microsofts Website (siehe ct.de/ywry) das kostenlose Programm „Media

Creation Tool“ (MCT) herunter. Klicken Sie dazu auf der Website auf den Knopf „Tool jetzt herunterladen“. In Ihrem Download-Ordner landet das Programm „MediaCreationTool2004.exe“ (die 2004 steht für die aktuelle Windows-Version). Es ist ohne Installation lauffähig. Nach dem Start akzeptieren Sie die Lizenzbedingungen. Ändern Sie im Dialog „Wie möchten Sie vorgehen“ die Auswahl auf „Installationsmedien ...“, sonst aktualisiert das MCT das laufende Windows auf die aktuelle Version, statt Ihren Stick einzurichten. Als Nächstes wählen Sie Sprache, Architektur (32/64 Bit) und Edition aus. Die Vorauswahl passt zum gerade laufenden PC. Ändern Sie sie bei Bedarf.

Nun entscheiden Sie sich, ob Sie eine ISO-Datei erstellen oder einen USB-Stick befüllen wollen. Letzterer muss minde-

tens 8 GByte groß sein. Stellen Sie sicher, dass nichts Wichtiges mehr drauf ist, denn er wird gleich vollständig und unwiederbringlich gelöscht. Geben Sie ihm durch Umbenennen im Explorer einen eindeutigen Namen und merken Sie sich seinen aktuellen Laufwerksbuchstaben. So können Sie ihn im Auswahl-Dialog des MCT sicher identifizieren – passen Sie dabei gut auf, denn das MCT bietet mitunter auch interne Laufwerke zur Auswahl an. Prüfen Sie im Zweifel also lieber einmal zu viel als zu wenig. Falls Ihr Stick im MCT nicht auftaucht, liegt es in den meisten Fällen daran, dass er keine Partition enthält. Richten Sie dann in der Datenträgerverwaltung eine darauf ein.

Anschließend brauchen Sie nur zu warten: Das MCT lädt rund 4 GByte Daten herunter und speichert sie temporär auf Laufwerk C:\ im Ordner ESD. Danach

konfiguriert es den Stick und kopiert alles Nötige drauf, fertig.

In vielen Fällen ist das Erzeugen so eines Setup-Sticks allerdings weit weniger trivial. Das gilt beispielsweise, wenn Sie eine andere oder eine individuell angepasste Windows-Edition installieren wollen. Denn dann müssen Sie den Stick selbst konfigurieren. Seit Windows 10 Version 1809 trifft man zudem oft auf ein Problem, welches bis dahin meist nur bei Server-Versionen auftrat: Die Anforderungen, die erfüllt sein müssen, damit der USB-Stick an modernen Rechnern bootet, kollidieren mit dem Wachstum der Installationsdateien. Man mag es im Jahr 2020 kaum glauben, doch es geht im Wesentlichen darum, dass das 1996 eingeführte Dateisystem FAT32 keine Dateien größer 4 GByte aufnehmen kann. Deshalb führt unsere vor zwei Jahren veröffentlichte Anleitung zum Erstellen eines Setup-Sticks [1] heute leider nicht mehr immer zum Ziel. Zeit für eine Neuauflage.

## Problem!

Um zu verstehen, warum das Erzeugen mancher Setup-Sticks mittlerweile komplizierter ist als früher, kommt man um etwas Theorie nicht herum. Wer die schon kennt, überspringt diesen Abschnitt einfach. Für alle anderen der Reihe nach, wobei es sich beim Nachfolgenden um die Kurzform handelt. Ausführlichere Erklärungen finden Sie über die jeweils genannten Literaturhinweise.

Eine Windows-Installation läuft seit Windows Vista im Wesentlichen immer gleich ab: Vom Installationsmedium bootet eine Art Mini-Windows namens „Windows PE“ (Preinstallation Environment), unter dem das Setup-Programm läuft. Dieses partitioniert und formatiert gegebenenfalls den internen Datenträger, entpackt ein Abbild einer sauberen Windows-Installation darauf und versorgt es mit einem Bootloader. Danach bootet bereits das frische Windows, welches die weitere Konfiguration vom Nutzer abfragt (Name des Nutzerkontos, Passwort, WLAN und so weiter). Details dazu finden Sie in [2].

Das vom Setup-Programm auf den internen Datenträger übertragene Abbild steckt komplett in einer einzigen Datei. Die trägt immer den Namen „Install“. Ihr Dateiformat heißt „Windows Image Format“, abgekürzt WIM. Die Dateiendung lautet üblicherweise .wim, manchmal stattdessen .esd. Ist die Endung .swm, sind

üblicherweise mehrere Dateien namens Install.swm, Install2.swm, Install3.swm und so weiter vorhanden, die gemeinsam das Abbild enthalten. Egal, ob es eine Install.wim oder Install.esd oder mehrere InstallX.swm gibt: Üblicherweise enthalten solche WIM-Dateien nicht nur ein Abbild, sondern mehrere. Eine FAQ rund um das WIM-Dateiformat veröffentlichten wir in [3].

Die WIM-Datei(en), jene, aus denen Windows PE besteht, sowie die Dateien des Bootloaders für das Installationsmedium bilden zusammen einen Installationsdatensatz. Sofern man nicht das MCT nutzt, ist der übliche Weg, an einen Datensatz zu kommen, das Herunterladen einer ISO-Datei, sprich eines DVD-Abbilds.

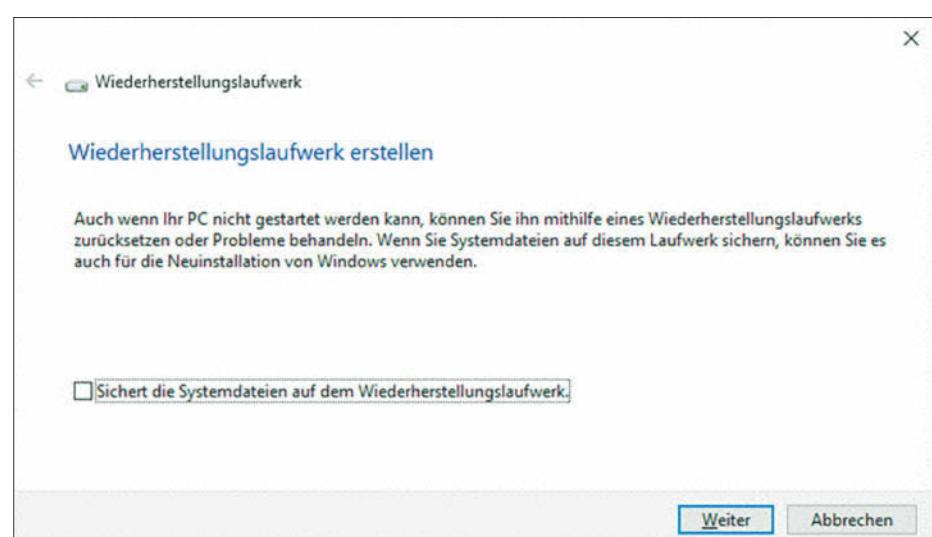
Wenn Sie Windows 10 von einem USB-Stick installieren wollen, reicht es nicht aus, diesen Datensatz per Copy & Paste darauf zu kopieren. Damit Windows PE vom Stick bootet, muss dieser korrekt partitioniert und formatiert sein und passenden Bootcode aufweisen. Und hier fangen die Schwierigkeiten an, denn PCs können heutzutage auf zweierlei Arten booten: Sie nutzen entweder klassische Legacy BIOS oder moderne UEFI-Mechanismen. Bei vielen PCs kann man das Bootverfahren auswählen, sofern das UEFI (also die Firmware des Mainboards) ein Compatibility Support Module (CSM) mitbringt und der Hersteller im BIOS-Setup einen passenden Schalter eingebaut hat. Mit aktivem CSM bootet der PC klassisch, bei inaktivem per UEFI. Im zweiten Fall kann der Bootvorgang per Secure Boot

abgesichert sein, wofür der Bootcode signiert sein muss [4].

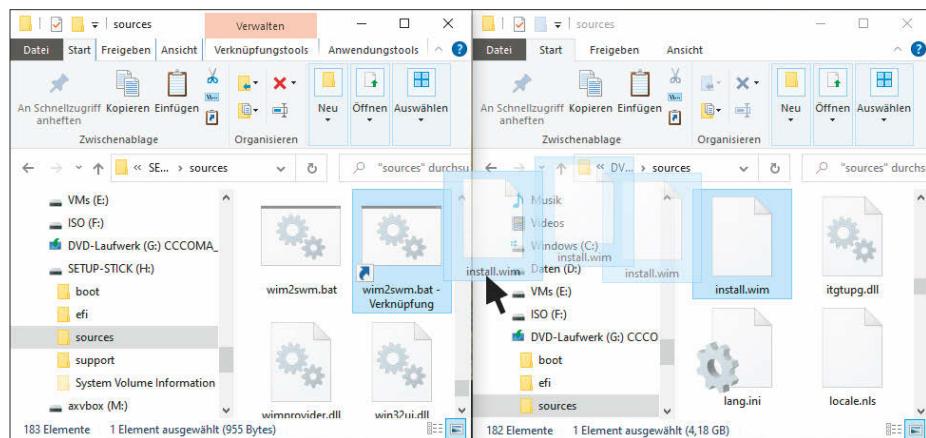
Damit ein Stick an einem PC bootet, müssen je nach Bootverfahren unterschiedliche Herausforderungen erfüllt sein. Bequemer ist es, wenn der Stick alle Anforderungen gleichermaßen erfüllt, also sowohl klassisch als auch per UEFI booten kann, und zwar auch bei aktivem Secure Boot. Details finden Sie in einer weiteren FAQ [5], hier nur so viel: Grundsätzlich erfüllt sind die Anforderungen, wenn der Stick das MBR-Partitionsschema trägt und der digital signierte Bootloader auf der ersten primären aktiven Partition liegt, die mit dem Dateisystem FAT32 formatiert ist.

Wie erwähnt, kommt bei den neueren Windows-10-Versionen mit 64-Bit-Architektur eine weitere Herausforderung dazu: Hier ist die WIM-Datei oft größer als 4 GByte und passt nicht mehr auf eine FAT32-Partition – 4 GByte ist die maximale Dateigröße des antiken Dateisystems. Auf das gleiche Problem kann man stoßen, wenn man Windows Server installieren will.

Dass das MCT nicht am 4-GByte-Maximum scheitert, liegt übrigens daran, dass es die Abbilder in besonders stark komprimierter Form auf den Stick kopiert. Die WIM-Datei heißt hier Install.esd, wobei die Endung für „Electronic Software Distribution“ steht. So eine ESD-Datei ist eine WIM-Datei mit der höchsten Komprimierungsstufe. Das spart Download-Volumen sowie Platz auf dem Stick. Für Privatanwender ist das praktisch, für Admins nicht so. Denn ESD-Dateien las-



Damit ein Stick bootfähig ist, braucht er das richtige Partitionsschema sowie passenden Bootcode. Ein Windows-eigener Assistent kümmert sich darum.



**Das Aufsplitten einer WIM-Datei größer 4 GByte gelingt mit einem c't-Skript per Drag & Drop.**

sen sich anders als weniger stark komprimierte WIM-Dateien nicht bearbeiten. Wer ein darin steckendes Abbild an seine eigenen Bedürfnisse anpassen will, muss es zuerst aus der ESD-Datei in eine andere WIM-Datei exportieren [6]. Daher stellt Microsoft für professionelle Anwender üblicherweise Installationsdatensätze mit WIM- statt ESD-Dateien bereit.

## Lösungen!

Es gibt mehrere Ansätze, um die Probleme zu lösen. Basis der hier vorgestellten Lösungswege ist das Zweckentfremden eines Windows-eigenen Assistenten, der Sticks universell bootfähig einrichten kann. Das zusätzliche 4-GByte-Problem lässt sich auf zweierlei Arten lösen. Erstens durch das Aufsplitten der WIM-Datei in kleinere SWM-Dateien, was mit einem c't-Skript bequem per Drag & Drop gelingt, zweitens mit einer zusätzlichen NTFS-Partition. Das ist aufwendiger als das Aufsplitten und belegt mehr Platz, erschließt dafür aber auf größeren USB-Datenträgern den Platz jenseits von 32 GByte. Größer kann eine FAT32-Partition insgesamt unter Windows nämlich nicht werden.

Das Nachfolgende geht davon aus, dass Sie eine ISO-Datei mit dem Installationsdatensatz bereits besitzen. Als Stick taugt im Prinzip jeder, der ausreichend Platz für die Aufnahme aller Daten bietet. USB-Festplatten und -SSDs eignen sich zwar ebenfalls, doch für ein erfolgreiches Booten davon müssen hier mehr Komponenten zusammenspielen als bei Sticks (Anschluss, Kabel, Gehäuse, Laufwerk).

Alle Handgriffe erledigen Sie unter laufendem Windows 10. Getestet haben wir alles mit der aktuellen Version 2004.

Es sollte aber mit allen anderen Versionen ab 1709 genauso funktionieren.

## Der Basis-Stick

Zuerst zur Grundeinrichtung Ihres Sticks. Obacht, er wird gleich unwiederbringlich gelöscht. Stecken Sie ihn an und prüfen Sie, welchen Laufwerksbuchstaben der Explorer ihm verpasst hat. Drücken Sie die Windows-Taste und tippen Sie „Wiederherstellungslaufwerk“ so lange buchstabenweise ein, bis der gleichnamige Suchtreffer erscheint. Starten Sie den Assistenten und entfernen Sie das Häkchen vor „Sichert die Systemdateien auf dem Wiederherstellungslaufwerk“ – die sind hier überflüssig. Im nächsten Schritt bietet der Assistent die ihm als passend erscheinenden Laufwerke zur Auswahl an. Achtung, es können interne Laufwerke dabei sein! Stellen Sie durch das Abgleichen von Laufwerksbuchstaben und -namen sicher, wirklich Ihren Stick auszuwählen.

Der Assistent partitioniert und formatiert den Stick und versieht ihn mit passendem Bootcode. Zudem kopiert er einige Dateien und Ordner darauf.

## WIM-Datei kleiner 4 GByte

Doppelklicken Sie Ihre ISO-Datei, woraufhin sie im Explorer als virtuelles Laufwerk erscheint. Suchen Sie darauf im Ordner „sources“ nach der WIM-Datei und prüfen Sie ihre Größe. Wenn sie größer als 4 GByte ist, kommen Sie ums Aufsplitten oder eine zusätzliche NTFS-Partition nicht herum (dazu gleich mehr). Doch wenn sie kleiner ist, gelingt der Rest ohne größeren Aufwand:

Der vom Assistenten gerade eingerichtete USB-Stick enthält Dateien und

Ordner, die allesamt überflüssig sind. Sie werden sie am schnellsten los, wenn Sie ihn kurzerhand via Kontextmenü formattieren (Voreinstellungen dabei belassen). Das Entscheidende bleibt dabei erhalten, nämlich das Partitionsschema und der Bootcode im MBR. Anschließend kopieren Sie kurzerhand sämtliche Dateien und Ordner des virtuellen ISO-Laufwerks auf den Stick. Der schnellste Weg dazu: Drücken Sie im Wurzelverzeichnis des virtuellen ISO-Laufwerks Strg+A, um alles zu markieren und wählen Sie im Kontextmenü der markierten Dateien unter „Senden an“ Ihr USB-Laufwerk aus. Nach dem Kopieren ist der Stick einsatzbereit.

## Splitten

Der Weg zum Aufteilen von WIM-Dateien größer 4 GByte beginnt ebenfalls damit, den gerade vorbereiteten Stick zu formattieren. Kopieren Sie anschließend sämtliche Dateien wie beschrieben per „Senden an“ auf den USB-Stick. Das produziert in diesem Fall jedoch eine Fehlermeldung: Beim Kopieren der Install.wim meckert der Explorer, dass sie zu groß sei. Macht nichts: Klicken Sie auf „Überspringen“, dann kopiert er den Rest.

Laden Sie via ct.de/ywry das c't-Skript win2swm.bat herunter. Kopieren Sie die Datei auf den Stick in den Ordner „sources“. Markieren Sie sie dort und drücken Sie Strg+C zum Kopieren und klicken Sie im Ribbon „Start“ auf „Verknüpfung einfügen“. Die Verknüpfung erscheint ebenfalls im Ordner sources. In ihren Eigenschaften klicken Sie im Reiter „Verknüpfung“ auf „Erweitert“ und setzen ein Häkchen vor „Als Administrator ausführen“.

Nun geht es ans Splitten der WIM-Datei: Platzieren Sie zwei Explorer-Fenster nebeneinander. In einem öffnen Sie das virtuelle ISO-Laufwerk, im anderen den USB-Stick. In beiden öffnen Sie den Ordner sources. Ziehen Sie die Install.wim vom ISO-Laufwerk auf die Verknüpfung (!) zum Skript auf dem USB-Stick. Es öffnet sich ein Fenster der Eingabeaufforderung, in dem es für Sie nichts zu tun gibt. Das Skript nimmt die Install.wim entgegen und schreibt ihren Inhalt in Install.swm-Dateien auf den Stick. Mangels Fortschrittsanzeige warten Sie, bis „Der Vorgang wurde erfolgreich beendet“ erscheint. Das Skript ist dann fertig und Ihr Stick auch.

## NTFS-Partition

Um das 4-GByte-Problem per zusätzlicher NTFS-Partition zu lösen, drücken Sie Win-

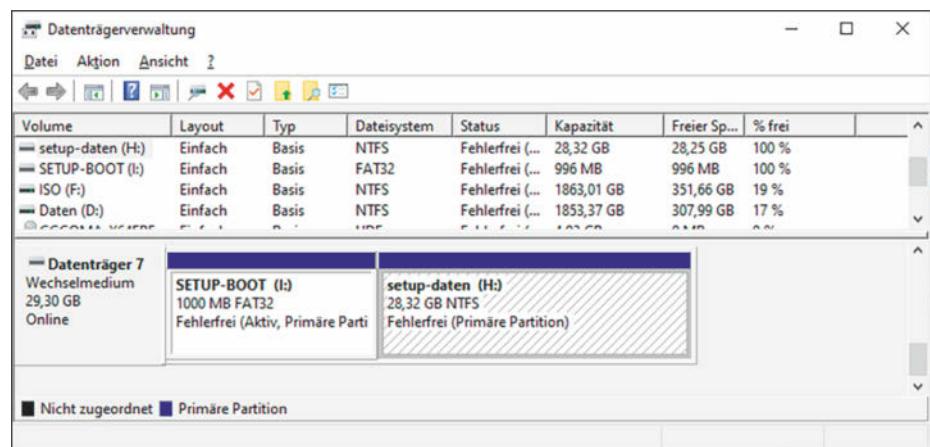
dows+X und öffnen die Datenträgerverwaltung. Suchen Sie darin den vorbereiteten Basis-Stick. Sie erkennen ihn am Laufwerksbuchstaben, an der Größe sowie daran, dass er eine einzige aktive, primäre FAT32-Partition enthält. Die gilt es zuerst zu verkleinern. Das kann Windows selbst, aber nur, wenn die Partition mit NTFS formatiert ist. Wählen Sie also aus dem Kontextmenü der FAT32-Partition „Formatieren“ und wählen Sie als Dateisystem NTFS, den Rest können Sie so belassen. Ist der Assistent fertig, wählen Sie aus dem Kontextmenü „Volume verkleinern“. Die Voreinstellungen reduzieren die Größe der Partition so weit, wie es der Datenträgerverwaltung möglich ist. Belassen Sie sie so und klicken Sie auf „Verkleinern“. Schließlich formatieren Sie die Partition wieder mit FAT32. Vergeben Sie bei der Gelegenheit eine neue „Volumebezeichnung“, das ist das, was Sie als Laufwerknamen kennen. Sie ist frei wählbar, für die bessere Wiedererkennbarkeit schlagen wir „setup-boot“ vor.

Hinter der frisch geschrumpften FAT32-Partition gibt es auf dem Stick nun nicht zugeordneten Platz. In diesem erzeugen Sie die NTFS-Partition, indem Sie im Kontextmenü „Neues einfaches Volume“ auswählen. Übernehmen Sie die vorgeschlagene Größe, um den restlichen Platz auf dem Stick zu befüllen. Als Dateisystem wählen Sie NTFS. Der Name ist wieder beliebig, wir schlagen „setup-daten“ vor. Nun können Sie Datenträgerverwaltung schließen.

Weiter geht es im Explorer. Binden Sie die ISO-Datei mit dem Installationsdatensatz per Doppelklick als virtuelles Laufwerk in den Explorer ein. Kopieren Sie den kompletten Installationsdatensatz mit Ausnahme des Ordner „sources“ auf die „setup-boot“-FAT32-Partition des Sticks. Erzeugen Sie in dieser Partition von Hand einen Ordner namens „sources“. Kopieren Sie aus dem gleichnamigen Ordner vom virtuellen ISO-Laufwerk die Datei Boot.wim dort hinein. Anschließend kopieren Sie vom ISO-Laufwerk den kompletten Ordner sources auf die „setup-daten“-NTFS-Partition des Sticks, fertig.

## Ausprobieren

Nun können Sie vom Stick booten und Windows installieren. Wie der Bootvorgang abläuft, unterscheidet sich leider von PC zu PC. Oft müssen Sie direkt nach dem Einschalten des Rechners eine Taste oder Tastenkombination drücken, häufig Esc,



Mit einer zusätzlichen NTFS-Partition und ein paar Handgriffen kann man das 4-GByte-Problem ebenfalls lösen. Dann ist sogar der ganze Platz auf USB-Laufwerken größer 32 GByte nutzbar.

F2, F8, F12 oder Entf. Achten Sie auf Meldungen direkt nach dem Einschalten, die auf Tastenkürzel für ein Boot-Menü oder für die BIOS-/UEFI-Einstellungen hinweisen. Bei Problemen sei erneut auf die FAQ verwiesen [5], die online frei zugänglich ist.

Wer mag, kann den noch freien Platz auf dem Stick zum Datentransport verwenden, denn am Installationsdatensatz ändert sich nichts mehr. Der Übersichtlichkeit halber empfiehlt es sich, die transportierten Daten allesamt in einem separaten Ordner zu speichern.

## Und was ist mit Rufus?

Falls Sie die Freeware Rufus kennen, fragen Sie sich vielleicht, warum sie in diesem Artikel bislang nicht erwähnt wurde. Der Grund: Zwar kann Rufus einen Stick so einrichten, dass er sowohl klassisch als auch per UEFI bootet (dazu Alt+E drücken, um den „Dualen UEFI-/BIOS-Modus“ zu aktivieren). Doch der Stick bootet dann nur aufgrund eines Tricks: Auf der FAT-Partition landet nicht etwa der Bootloader, sondern im Wesentlichen nur ein Read-Only-NTFS-Treiber. Der sorgt dafür, dass das UEFI-BIOS anschließend den Bootloader von der NTFS-Partition starten kann. Die liegt hinter der FAT-Partition und enthält alles Weitere.

Falls Sie sich fragen, wieso das funktioniert: Zwar besagt die UEFI-Spezifikation, dass jedes UEFI-BIOS von einer FAT-formatierten Partition booten können muss (wobei außer FAT32 auch andere FAT-Varianten gemeint sind). Doch das heißt nicht, dass ein UEFI-BIOS nicht auch von anders formatierten Partitionen boo-

ten dürfte. Trotzdem läuft es in der Praxis oft auf „geht nur mit FAT“ hinaus. Doch das liegt bloß daran, dass die Mainboard-Firmware in diesen Fällen keinen anderen Dateisystem-Treiber als eben den für FAT mitbringt. Und hier springt Rufus ein: Die Freeware ergänzt den Stick um einen NTFS-Treiber.

Warum wir Rufus trotzdem nicht empfehlen: Der NTFS-Treiber ist nicht digital signiert. Ein mit Rufus eingerichteter Dual-Modus-Stick bootet daher zwar nicht nur klassisch, sondern auch per UEFI, jedoch nur, sofern Secure Boot deaktiviert ist. Man kann es bei vielen PCs zwar vorübergehend deaktivieren, doch das erfordert jedes Mal zusätzliche Handgriffe. Das erweist sich im Alltag schnell als nervig. Mit den anderen in diesem Artikel beschriebenen Wegen ersparen Sie sich das.

(axv@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Axel Vahldiek, Setup-Stick, Windows-10-Installations-Stick erstellen, c't 17/2018, S. 144
- [2] Axel Vahldiek, Auftragsarbeit, Wie eine Windows-Installation abläuft – und wo Sie eingreifen können, c't 25/2018, S. 154
- [3] Axel Vahldiek, FAQ: Windows Image-Format WIM, c't 18/2018, S. 176, auch online unter ct.de/-4133050
- [4] Christof Windeck, UEFI-BIOS im Griff, Die Hakenleinen des BIOS-Nachfolgers ausbügeln, c't 22/2018, S. 22
- [5] Axel Vahldiek, FAQ: Booten von USB-Laufwerken, c't 24/2018, S. 173, auch online unter ct.de/-4209809
- [6] Axel Vahldiek, Noch vor dem Startschuss, Windows-Installation im Voraus anpassen, c't 1/2019, S. 164

**Media Creation Tool, wim2swm.bat:**  
[ct.de/ywry](http://ct.de/ywry)



# Super Mario mag iPads

## GameCube- und Wii-Titel auf iPads spielen

**Mit einem Emulator zocken Sie Spiele der Nintendo-Konsolen GameCube und Wii auf iPads und iPhones - ohne Jailbreak. Das funktioniert auf aktuellen Geräten erstaunlich gut.**

**Von Dennis Schirrmacher**

In 3D-Zeitalter hinken Nintendos Spielkonsolen der Konkurrenz von Microsoft und Sony grafisch hinterher. Dafür punkten beispielsweise Titel aus der Super-Mario- und Zelda-Reihe mit kreativen Spiel-

mechaniken und stimmigem Artwork. Dank dem Emulator DolphiniOS für GameCube- und Wii-Spiele erleben Sie Spielesklassiker wie „New Super Mario Bros. Wii“ und „F-Zero GX“ auf einem iPhone oder iPad. Mit einem Bluetooth-Controller lassen sich Spielfiguren präzise steuern. Der Emulator poliert die Grafik gehörig auf. DolphiniOS hat übrigens nichts mit dem Emulator aus dem Dolphin-Projekt für beispielsweise PCs zu tun [1].

Wer ein iOS-Gerät mit Jailbreak und mindestens iOS 12 besitzt, installiert DolphiniOS direkt aus dem Cydia-App-Store. Dazu fügen Sie das Repository der Emulator-Entwickler hinzu ([ct.de/y1g8](http://ct.de/y1g8)). Die

Installation von DolphiniOS funktioniert auch ohne Jailbreak. Voraussetzung ist, dass auf Ihrem Gerät maximal iOS 13.4.1 läuft. In dieser und vorigen Versionen befindet sich ein Schlupfloch, über das Sie den Emulator via Sideloaden installieren können. Neben dem iOS-Gerät benötigen Sie noch einen Computer mit macOS oder Windows. Im Folgenden spielen wir die Installation exemplarisch mit einem iPad unter Windows und macOS durch.

Damit der Emulator überhaupt läuft, benötigen Sie ein Gerät mit mindestens einem A9-SoC. Dieses rechnet beispielsweise in einem iPhone 6S oder einem iPad der 5. Generation. Um eins gleich vorweg

zu nehmen: Der Chip erfüllt zwar die Mindestanforderungen, für flüssige Bildwiederholraten fehlt ihm aber die Leistung. Selbst ältere GameCube-Titel sind aufgrund von zu niedrigen Frameraten unspielbar. Richtig Spaß macht es erst ab einem iPad Pro mit einem A12x-Prozessor aus dem Jahr 2018. Darauf laufen Titel auf Hochglanz poliert in einem Vielfachen der Original-Auflösung.

Um GameCube- und Wii-Spiele auf dem iPad zu emulieren, ist eine Lizenz für den jeweiligen Titel unabdingbar. Sie müssen das Spiel besitzen. In einer Liste ([ct.de/y1g8](http://ct.de/y1g8)) finden Sie kompatible DVD-Laufwerke, die Spieldiscs erkennen. Damit ist es möglich, eine Sicherheitskopie einer legalen Vorlage zu erstellen. Zum Download angebotene ISOs sind in aller Regel rechtswidrige Vervielfältigungen. Diese Quellen sollten Sie demzufolge meiden, um juristischem Ärger aus dem Weg zu gehen.

## Emulator installieren

Die Emulator-App ist nicht von Apple signiert und taucht nicht im offiziellen App-Store auf. Für die Installation ist ein Umweg nötig. Unter macOS oder Windows muss die kostenlose Anwendung „AltServer“ laufen. Diese ist vornöten, um die „AltStore“-App und anschließend DolphiniOS via Sideloadung auf dem iPad zu installieren.

Laden Sie zuerst AltServer ([ct.de/y1g8](http://ct.de/y1g8)) herunter und installieren Sie die Anwendung. Damit signieren Sie unsigned Apps mit Ihrer Apple ID. Das ist ein von Apple vorgesehener Weg, damit Entwickler ihre Apps mit wenig Aufwand auf einem iOS-Gerät testen können. Mit DolphiniOS klappt das bis iOS 13.4.1. Der Nachteil dieser Methode ist, dass die Signierung nur für sieben Tage gilt. Damit die App weiterläuft, müssen Sie die Signierung jede Woche erneuern. Das lässt sich mit AltServer automatisieren.

Die Anwendung setzt einen Server auf, der mit dem iPad kommuniziert. Damit das klappt, starten Sie AltServer und erlauben dem Programm unter Windows in der aufpopgenden Firewall-Nachfrage den Netzwerkzugriff. Im nächsten Schritt klicken Sie auf „Download“, um die für die weiteren Schritte benötigte iTunes-Version herunterzuladen. Die iTunes-Ausgabe aus dem Windows Store funktioniert hier nicht.

Nach der Installation von iTunes starten Sie die Anwendung und schließen Ihr

iPad via USB an. Prompt taucht auf dem Gerät eine Abfrage auf, ob der Computer vertrauenswürdig ist. Bestätigen Sie sie. In iTunes wählen Sie Ihr Gerät aus und aktivieren unter „Übersicht“ die Option „Mit diesem iPad über WLAN synchronisieren“. So müssen Sie das Gerät nicht alle sieben Tage am Computer anschließen, damit AltServer die Entwicklerlizenz für abermals sieben Tage verlängert. Dafür müssen iPad und Computer eingeschaltet sein und sich im selben Netzwerk befinden. Praktisch: Auf diesem Weg kopieren Sie auch Spiele kabellos auf das iOS-Gerät.

Klicken Sie in der Windows-Taskleiste unten rechts auf den nach oben gerichteten Pfeil, um auf das AltServer-Symbol zuzugreifen. Klicken Sie im Kontextmenü auf „Install AltStore“ und wählen Sie Ihr iPad aus. Taucht das Gerät dort nicht auf, stellen Sie sicher, dass sich der Computer und das iPad im selben Netzwerk befinden. Alternativ stöpseln Sie das iPad ab und schließen es wieder an.

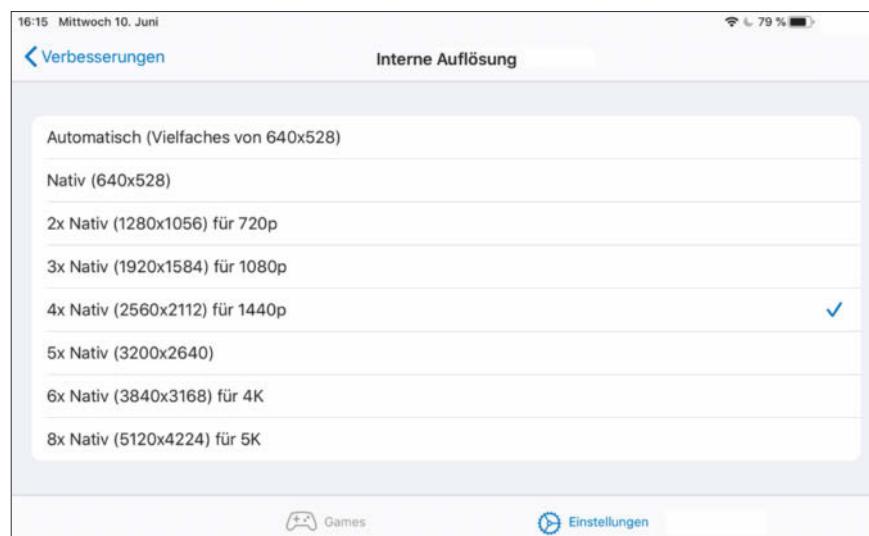
Im nächsten Schritt der Installation der AltStore-App auf dem iPad ist das Einloggen mit einer Apple ID vonnöten, um die AltStore-App und die DolphiniOS-App für die Installation zu signieren. Die AltStore-Entwickler garantieren, dass die ID ausschließlich zur Prüfung der Legitimität an Apple-Server gesendet wird. Wer seine Apple ID dafür nicht nutzen möchte, erstellt einfach eine neue.

Nach der Eingabe Ihrer Apple ID nebst Passwort laden Sie noch über den auftauchenden Dialog iCloud für Windows herunter. Auch hier funktioniert die Version aus dem Windows Store nicht.

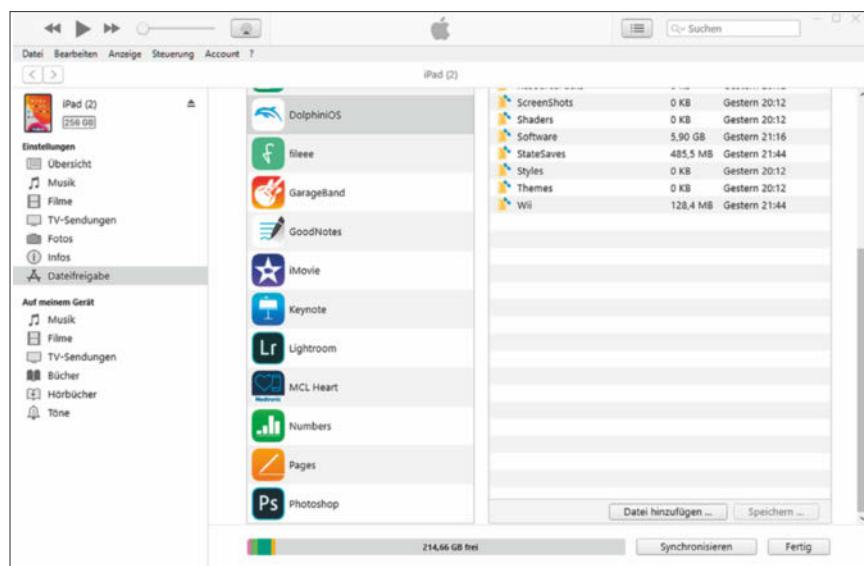
Installieren Sie iCloud. Damit die Installation des Emulators funktioniert, müssen iCloud und iTunes zwingend laufen. Nun sollte AltStore auf dem iPad sein.

Unter macOS geht die Installation leichter von der Hand: Sie kopieren das AltServer-Programmpaket in den „Programme“-Ordner von macOS und starten die Anwendung. Ist das iPad am Computer angeschlossen, stufen Sie den Zugriff über den automatisch auftauchenden Dialog als vertrauenswürdig ein. Damit die Kommunikation zwischen Computer und iPad klappt, installieren Sie noch ein Plug-in für „Mail“. Danach fragt AltServer automatisch. Rufen Sie Mail auf und prüfen Sie in den Einstellungen, ob das Plug-in aktiv ist. Der Zugriff auf das iPad, um Daten zu kopieren, funktioniert unter macOS 10.14 (Mojave) ausschließlich über iTunes. Mit macOS 10.15 (Catalina) gelingt das direkt aus dem Finder. Die weiteren Schritte verlaufen analog zur Vorgehensweise unter Windows.

Die Installationsdatei von DolphiniOS laden Sie direkt mit dem iPad von der Emulator-Homepage ([ct.de/y1g8](http://ct.de/y1g8)) herunter. Standardmäßig landen heruntergeladene Dateien im Downloads-Ordner von iCloud Drive. Öffnen Sie die AltStore-App auf dem iPad. Klicken Sie auf „My Apps“ und das Plus-Zeichen oben rechts. Ein Druck auf „Durchsuchen“ bringt Sie in einen Dateiexplorer. Suchen Sie den Downloads-Ordner und wählen die Installationsdatei aus. Erscheint die Fehlermeldung „Could not find AltServer“ starten Sie den Computer neu. Stellen Sie sicher, dass neben dem AltServer unter



Die Nintendo Wii stellt Spiele mit knapp 338.000 Bildpunkten dar. DolphiniOS kann Titel nativ maximal mit 21,6 Millionen Bildpunkten berechnen.



Sicherheitskopien von Ihren Spielen kopieren Sie unter Windows via iTunes auf ein an den Computer angeschlossenes iPad.

Windows iCloud und iTunes laufen. Standardmäßig sind die Anwendungen nach einem Neustart automatisch aktiv.

Nach dem Start der AltStore-App loggen Sie sich auf dem iPad mit Ihrer Apple ID ein. Jetzt nicken Sie die von der Emulator-App angefragte Berechtigung ab. Damit erlauben Sie, dass DolphiniOS die Dynamic-Codesigning-Funktion (JIT) von iOS nutzen darf. Diese Funktion ist eigentlich System-Apps wie Safari vorbehalten. Sie steigert die Emulationsgeschwindigkeit immens.

## Spiele hinzufügen

Um ISO-Dateien von GameCube- und Wii-Titeln unter Windows auf das iPad zu kopieren, starten Sie iTunes auf Ihrem Computer. Dort wechseln Sie in die Dateifreigabe und halten nach dem Eintrag „DolphiniOS“ Ausschau. Über den Punkt „Datei hinzufügen“ wählen Sie die ISO-Datei aus. Unter macOS Catalina finden Sie das iPad direkt im Finder. Der Emulator startet auch Spiele im WBFS-Format. In diesem Format weisen Wii-Spiele eine zum Teil deutlich geringere Speichergröße auf. Standardmäßig sind alle Wii-Titel auf 4,7 Gigabyte aufgeblasen und füllen eine DVD aus. Das WBFS-Format entdigt sich der „Füll“-Daten.

Starten Sie den Emulator auf dem iPad. Erscheint die Meldung „Nicht vertrauenswürdiger Entwickler“, öffnen Sie in den iPad-Einstellungen den Punkt „Allgemein/Geräteverwaltung“. Vertrauen Sie dort Ihrer Apple ID.

Klicken Sie in DolphiniOS unter „Games“ auf das Plus-Symbol oben rechts und auf „Durchsuchen“. Unter „Auf meinem iPad“ finden Sie den Ordner von DolphiniOS, wo sich die kopierten Spiele befinden. Klicken Sie einen Titel an, damit dieser in der Spieldatenliste des Emulators auftaucht. Um Titel zu löschen, wischen Sie nach links, damit die Löschen-Schaltfläche auftaucht. Um Spiele zu starten, tippen Sie einen Titel an.

## Bequem zocken

Spiele steuern Sie über auf dem Touchscreen eingeblendete Knöpfe. Doch das macht aufgrund der Ungenauigkeit überhaupt keinen Spaß. Die virtuellen Knöpfe lassen sich mit der jetzigen Version des Emulators nicht konfigurieren. Verbinden Sie lieber ein Bluetooth-Gamepad mit dem iPad. Seit iOS 13 klappt das beispielsweise mit dem Controller der Playstation 4.

Halten Sie am Gamepad den PS- und den Share-Knopf gedrückt, bis das Pad weiß zu blinken anfängt. Wählen Sie es im Bluetooth-Menü vom iPad aus. Steht die Verbindung, leuchtet das Pad rötlich.

Für die Konfiguration des Pads öffnen Sie über das Optionsmenü oben rechts auf dem Touchscreen die Controller-Einstellungen. Wählen Sie hier für GameCube und Wii jeweils beim ersten Eintrag bei „Gerät“ Dualshock4 aus. Bestätigen Sie das Laden der Standardwerte. Um die Verbindung zu trennen, halten Sie den PS-Knopf für zwölf Sekunden gedrückt, bis das Pad nicht mehr leuchtet.

Eine echte Wii-Mote zum Steuern von Spielen über Bewegungen ist derzeit nicht kompatibel. Um trotzdem einen Auswahlpfeil in einem Spiel auf dem Bildschirm zu bewegen, rufen Sie die Controller-Einstellungen auf. Dort klicken Sie unter „Wiimote 1“ auf Einstellungen und Point. Klicken Sie auf „Hoch“ und bewegen Sie den rechten Analogstick des Controllers nach oben.



Der GameCube-Titel „F-Zero GX“ läuft auf einem iPhone XS Max mit 5,4 Millionen Bildpunkten und konstanten 60 Bildern pro Sekunde. So macht das rasante Rennspiel richtig Spaß!



Dank der durch den Emulator aufgepumpten Grafik (rechts) muss sich „New Super Mario Bros. Wii“ grafisch nicht vor aktuellen Titeln verstecken.

Verfahren Sie analog mit den restlichen Punkten. Anschließend steuern Sie beispielsweise das Sternsymbol in „Super Mario Galaxy“ mit dem rechten Stick zum Einsammeln der Sternenteile.

In den Controller-Einstellungen können Sie noch weitere Tastenbelegungen anpassen. In manchen Wii-Titeln reagiert die Spielfigur beispielsweise auf das Schütteln der bewegungsempfindlichen Wii-Mote. Das klappt mit einem PS4-Controller trotz eingebautem Gyroscope-Sensor nicht. Um solche Spiele zu steuern, legen Sie eine derartige Eingabe auf eine Taste. Es empfiehlt sich, für verschiedene Titel individuelle Controller-Konfigurationen anzulegen. Diese speichern und laden Sie über den Punkt Profil Laden/ Speichern.

Praktisch ist die Schnellspeicherfunktion, über die Sie den Spielfortschritt zu jedem Zeitpunkt speichern können. Um darauf zuzugreifen, streichen Sie auf dem Touchscreen von oben nach unten, um das Optionsmenü zu öffnen.

## Performance und Grafikpracht

In puncto Grafik fassen Sie in den Optionen bis auf zwei Optionen besser nichts an. Die Standardeinstellungen bilden unserer Erfahrung nach das Optimum. Über die Punkte „Interne Auflösung“ und „Anisotropische Filterung“ unter „Verbesserungen“ pimpfen Sie die Grafik auf.

Wii-Spiele laufen standardmäßig mit einer Auflösung von  $640 \times 528$  Bildpunkten. Das sieht auf einem iPad Pro mit einem 11-Zoll-Bildschirm ( $2388 \times 1668$  Pixel) nicht schön aus. Zum Glück kann

DolphiniOS die Grafik auf Wunsch – und genügend Leistung vorausgesetzt – mit einem Vielfachen der Ausgangsauflösung berechnen. Darüber hinaus ist es möglich, von der Community erstellte Pakete mit HD-Texturen einzubinden ([ct.de/y1g8](http://ct.de/y1g8)).

Mit einem iPad Pro (SoC A12x) zockten wir das Jump-n-Run „Donkey Kong Country Returns“ (DKCR) mit  $2560 \times 2212$  Bildpunkten nahezu konstant mit 60 Bildern pro Sekunde (fps). Das sieht richtig schick aus und man sieht dem Titel sein Alter von zehn Jahren kaum an. Auch „New Super Mario Bros. Wii“ läuft in dieser Auflösung nahezu perfekt. Das Japan-Rollenspiel „Xenoblade Chronicles“ erstrahlt ebenfalls hochauflösend, ist aber von Haus aus auf 30 fps limitiert.

„Super Mario Galaxy“ ist einer der anspruchsvollsten Wii-Titel, wenn es um die

Emulation geht. Der Titel zwingt mit seiner anspruchsvollen Grafik sogar das iPad Pro in die Knie. Trotz einer Reduzierung auf  $1280 \times 1056$  Pixel brach die Framerate regelmäßig ein. Beim iPad Pro 2020 kommt der A12z-Prozessor zum Einsatz. Bei diesem ist ein zusätzlicher GPU-Kern aktiviert, was in Grafik-Benchmarks rund drei Prozent mehr Leistung einbringt.

Ein iPhone XS Max hat mit dem A12 eine ähnliche Hardwarebasis wie ein iPad Pro. Im Vergleich bricht die Grafik-Performance in Benchmarks aber um die Hälfte ein. Dementsprechend mussten wir die Auflösung bei DKCR auf  $1920 \times 1584$  reduzieren, damit der Titel spielbar ist. Der GameCube-Titel „F-Zero GX“ läuft wiederum mit butterweichen 60 Bildern pro Sekunden – und das mit  $2560 \times 2212$  Pixeln. Auf einem iPad (A9) der fünften Generation konnten wir keinen unserer Test-Titel flüssig spielen.

## Fazit

Um Super Mario Galaxy in Full HD auf einem PC zu emulieren, sind eine i7-CPU und eine Geforce GTX 970 nötig. Im Vergleich ist es beeindruckend, wie sich ein iPad Pro schlägt. Das zeigt aber auch, dass DolphiniOS erst mit einem Tablet ab rund 800 Euro richtig Spaß macht.

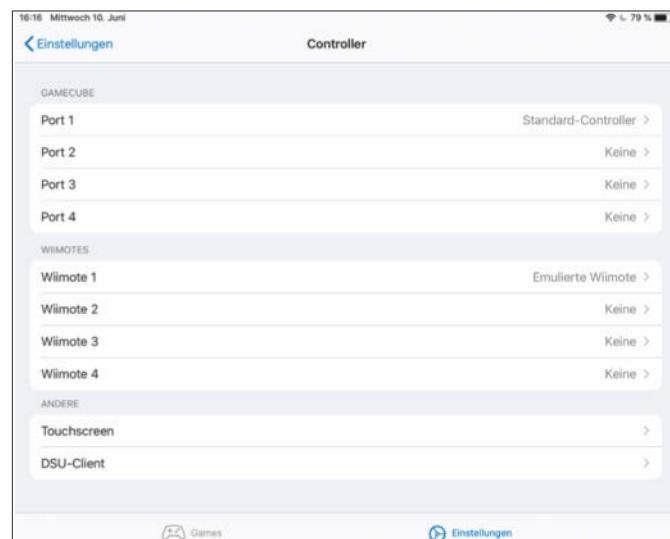
(des@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Mein altes neues Lieblingsspiel, Spiele für Nintendos Gamecube und Wii grafisch aufpolieren, Dennis Schirrmacher, c't 24/2016, S. 156

**Emulator-Download, Liste mit DVD-Laufwerken, Tutorial HD-Texturen, Link Repository:** [ct.de/y1g8](http://ct.de/y1g8)

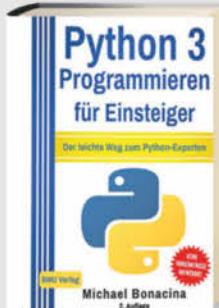
Zum bequemen Zocken haben wir einen Playstation-4-Controller über Bluetooth mit dem iPad verbunden. Um Spiele optimal zu steuern, kann man Tasten individuell konfigurieren und Controller-Profile speichern.



# Für Wissenshungrige

## Ausgewählte Fachliteratur

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



Michael Bonacina  
**Python 3: Programmieren für Einsteiger**

Dieses Buch legt besonderen Fokus auf die Objekt-orientierte Programmierung (OOP) und das Erstellen von grafischen Oberflächen. Nach dem Durcharbeiten der Übungsaufgaben des Buches kann der Leser eigene komplexere Python Anwendungen inklusive grafischer Oberfläche programmieren.

ISBN 9783966450072  
[shop.heise.de/python3-einsteiger](http://shop.heise.de/python3-einsteiger) 13,90 € >



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.

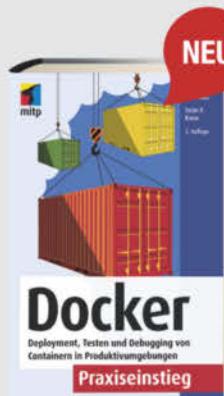
ISBN 9783836267120  
[shop.heise.de/dsgvo-websites](http://shop.heise.de/dsgvo-websites) 39,90 € >



Jörg Frochte  
**Maschinelles Lernen (2. Aufl.)**

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt. In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

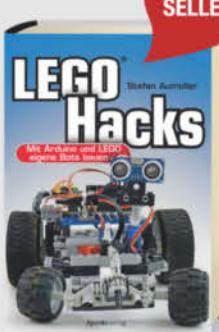
ISBN 9783446459960  
[shop.heise.de/maschinelles-lernen](http://shop.heise.de/maschinelles-lernen) 38,00 € >



Karl Matthias, Sean P. Kane  
**Docker Praxiseinstieg (2. Aufl.)**

Lernen Sie, wie Sie Docker-Images Ihrer Anwendungen erstellen, testen und deployen sowie skalieren können, und wie Sie die Container in der Produktivumgebung pflegen und warten. Die Einrichtung und das Testen von Docker-Anwendungen kommen ebenso zur Sprache wie das Debugging eines laufenden Systems.

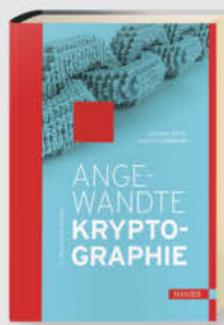
ISBN 9783958459380  
[shop.heise.de/docker-praxis2](http://shop.heise.de/docker-praxis2) 25,99 € >



Stefan Aumüller  
**LEGO® Hacks**

Dieses Buch zeigt, wie aus LEGO und dem Arduino faszinierende Modelle werden. Lernen Sie, Sensoren und Aktoren, mit LEGO-Elementen zu verbinden und daraus viele neue spannende Projekte aufzubauen. Auch Grundlagen der Elektronik werden Ihnen vermittelt

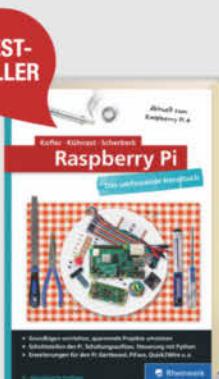
ISBN 9783864906435  
[shop.heise.de/buch-legohacks](http://shop.heise.de/buch-legohacks) 29,90 € >



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann  
**Angewandte Kryptographie (6. Aufl.)**

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 9783446463134  
[shop.heise.de/kryptographie6](http://shop.heise.de/kryptographie6) 34,99 € >

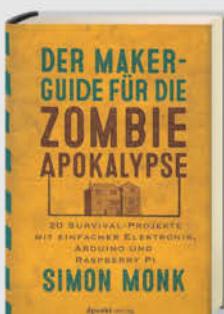


Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck  
**Raspberry Pi (6. Aufl.)**

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 für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339  
[shop.heise.de/raspberry-6](http://shop.heise.de/raspberry-6) 44,90 € >



Simon Monk  
**Der Maker-Guide für die Zombie-Apokalypse**

Bereiten Sie sich vor: mittels 20 Survival-Projekten mit einfacher Elektronik, Arduino und Raspberry Pi werden Sie Ihren eigenen Strom erzeugen, unverzichtbare Bauteile vor dem Zombie-Zugriff retten und lebensrettende Elektronikschaltungen bauen, um Untote aufzuspüren.

ISBN 9783864903526  
[shop.heise.de/zombies](http://shop.heise.de/zombies) 24,90 € >

**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.  
© Copyright by Heise Medien.

# und Maker!

## Zubehör und Gadgets

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

NEU



### ParkLite

ParkLite denkt mit. Die elektronische Parkscheibe stellt automatisch nach ca. 20 Minuten die Parkzeit ein. Damit ist Schluss mit Bußgeldern! Hitze- und kältebeständig, inklusive Reinigungstuch und Klebpads.

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

29,90 € >

NEU



### Aluminium-Case FLIRC

Das hochwertige Gehäuse aus stabilem Aluminium ist ideal, um den Raspberry Pi 4 als Media Center zu verwenden. Das elegante Design integriert sich optimal in jede Wohnumgebung. Auch im Set mit Raspi 4 Model B 2GB erhältlich.

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

23,90 € >

### musegear® finder Version 2



Finden Sie Schlüssel, Handtasche oder Geldbeutel bequem wieder statt ziellos zu suchen. Mit dem Finder können Sie z.B. das Smartphone klingeln lassen oder Wertgegenstände einfach tracken und noch mehr.

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

24,90 € >



### 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 € >

NEUER PREIS!



### ArduiTouch-Set

Setzen Sie den ESP8266 oder ESP32 jetzt ganz einfach im Bereich der Hausautomation, Metering, Überwachung, Steuerung und anderen typischen IoT-Applikationen ein!

-69,90 €

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

36,90 € >

NEU



### PoKitMeter – Multimeter, Oszilloskop und Logger

PoKit misst, zeigt und protokolliert eine Vielzahl von Parametern wie Spannung, Strom, Widerstand und Temperatur mittels Verbindung via Bluetooth mit Ihrem Smartphone oder Tablet.

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

94,90 € >



NEUER PREIS!

### Komplettset Argon ONE Case mit Raspberry Pi 4

Das Argon One Case ist eines der ergonomischsten und ästhetischsten Gehäuse aus Aluminiumlegierung für den Raspberry Pi. Es lässt den Pi nicht nur cool aussehen, sondern kühl auch perfekt und ist leicht zu montieren. Praktisch: alle Kabel werden auf der Rückseite gebündelt ausgeführt – kein Kabelsalat!

-117,60 €

[shop.heise.de/argon-set](http://shop.heise.de/argon-set)

99,90 € >

NEU



### NVIDIA Jetson Nano B01

Die neue Revision B01! Die Leistung moderner KI für Millionen Geräte. Mit dem Jetson Nano von NVIDIA können Sie als Heimbastler oder Entwickler platzsparend und effizient in die Welt der KI eintauchen. Ideale Voraussetzung für die Programmierung neuronaler Netze dank vier A57-Kerne und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen.  
Inklusive Netzteil!

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

134,90 € >



28% RABATT

### Make Family + Makey-Paket

Darüber freut sich die ganze Familie: „Make Family“ - das vollgepackte PDF-Magazin mit 21 Anleitungen zum kreativen Basteln mit Kids auf über 200 Seiten. Dazu: der knuffige Makey-Plüschorpfer und der Makey-Lötausatz mit LEDs und Batterie.

-27,70 €

[shop.heise.de/makey-paket](http://shop.heise.de/makey-paket)

19,90 € >

### „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. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmselde bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.

[shop.heise.de/no-signal-sleeve](http://shop.heise.de/no-signal-sleeve)

29,90 € >





# Gnadenlos

**The Last of Us 2: Auf Leben und Tod**

**Im Endzeitabenteuer The Last of Us 2 kommt der Tod röchelnd, brutal und unerbittlich. Der gnadenlose Rachefeldzug führt an den Rand der emotionalen und moralischen Belastbarkeit.**

**Von Andreas Müller**

Tödliche Sporen haben die Menschen in willenlose Zombies verwandelt. Die Überlebenden kämpfen nicht nur gegen die tödliche Krankheit, sondern auch gegeneinander. Inmitten des Chaos richtet Kopfgeldjäger Joel im ersten Teil des Spiels ein Blutbad an, um seine Ziehtochter Ellie zu retten.

Fünf Jahre sind vergangen. Ellie ist inzwischen zu einer jungen Frau herangewachsen, die mit Joel in einer kleinen Siedlung lebt. Gemeinsam gehen sie auf Patrouille, um ihre Mitmenschen zu schützen. Als ein tragisches Unglück geschieht, müssen sie sich ihrer Vergangenheit stellen. Mehr soll hier von der Story nicht verraten werden – The Last of Us 2 steckt voller überraschender Wendungen.

## Brutaler Überlebenskampf

Wie im ersten Teil der Serie schleicht und meuchelt man sich in Third-Person-

Perspektive durch große Areale, in denen zunächst Pilz-Zombies und später andere Überlebende herumlaufen. Die Gegner habe es in sich: Zwar sind einige Zombies blind, sie orten ihre Gegner aber mit ihrem Gehör; andere Infizierte spritzen mit Säure um sich und manche menschlichen Gegner können mit nur einem Schlag ihres Vorschlaghammers Ellie und ihre Mitstreiter erledigen.

Um das zu verhindern, schnappt sich die Protagonistin eine Handvoll Waffen, rüstet sie an einer Werkbank auf und erweitert ihre Fähigkeiten. Ellie kann ihre Gegner dann schon von Weitem hören oder wird widerstandsfähiger. Mit Schrotflinte, Armbrust oder einfach nur Messern und Händen geht es den Feinden an den Kragen, bis die Köpfe platzen oder sie röchelnd zu Boden sinken. Eines sollte klar sein: Dieser Rachetrip ist brutal und führt an die Grenze des Erträglichen. Oft will man einfach nur wegschauen und das Gamepad beiseite legen, um die Gräuel auf dem Bildschirm zu verarbeiten.

## Glaubwürdiges Drama

Dennoch ist das Spiel kein Gewaltporno, der sich wie Doom an Splatter-Effekten ergötzt. Jeder Schlag, jeder Treffer, jeder Blutspritzer wird nicht gefeiert, sondern führt den Spielern das Leid der Figuren vor Augen. Das liegt nicht zuletzt an der detail-

verliebten Gestik und Mimik und der hervorragenden Vertonung in Original und Übersetzung. Neben dem ganzen Spektakel bleibt Platz für intensive und ruhige Momente, die Empathie erzeugen. Wenn sich Ellie in eine Ecke setzt und ihre Gitarre herausholt oder ihren Ziehvater Joel mit ihrer Homosexualität konfrontiert, erreicht das dank der schauspielerischen Leistungen eine Glaubwürdigkeit, die im Videospiel bisher kaum erreicht wurde.

Hinter dem ganzen Spektakel und den Blutspritzern ist es vor allem der Mensch, der zählt. Er ist Opfer und Täter zugleich. Ein erzählerischer Kniff in der zweiten Hälfte der Handlung führt die Konsequenzen der Taten vor Augen und man muss sich fragen, ob man tatsächlich auf der guten Seite steht.

Diese Erfahrung macht The Last of Us 2 zu keinem Vergnügen. Stattdessen ist es eine konsequente und für einen Multi-millionen-Dollar-Blockbuster auch mutige Parabel auf die menschlichen Abgründe, die Ellie und ihre Weggefährten immer tiefer in eine Gewaltspirale hineinzieht, an deren Ende kaum Sieger übrig bleiben. Das ist bitter und niederschmetternd, eröffnet dem Medium Videospiel aber auch neue Wege abseits oberflächlicher Unterhaltung.

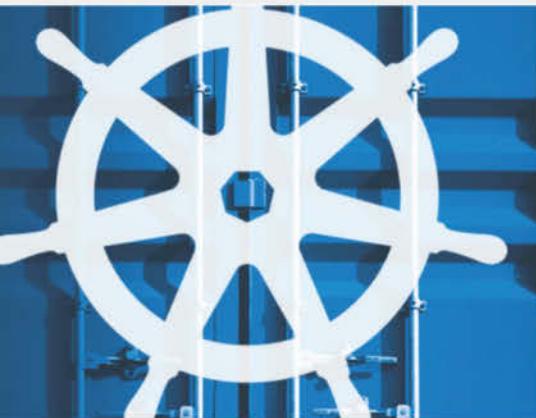
## Fazit

Naughty Dog inszeniert in The Last of Us 2 einen Rachefeldzug, wie ihn die Videospielwelt bisher noch nicht gesehen hat: gnadenlos, brutal, aber auch erstaunlich tiefgründig in seiner Reflexion von Gewalt. Niemand ist hier nur gut oder nur böse. Dennoch können die herausragende Geschichte und die detailverliebten Animationen nicht immer über das einfallslose Spielprinzip hinwegtäuschen, denn das Schleichen und Meucheln war schon im Vorgänger nur ein notdürftiges Mittel, um die packende Story zu strecken. The Last of Us 2 wird deswegen vor allem wegen seiner inhaltlichen Qualitäten und seiner schockierenden Gewaltdarstellung noch lange Zeit für Diskussionsstoff sorgen. Ein Spiel, das man nicht so schnell vergisst.

(lmd@ct.de) ct

## The Last of Us 2

Action-Adventure	
Vertrieb	Sony, Naughty Dog, <a href="https://www.playstation.com/de-de/games/the-last-of-us-part-ii-ps4/">https://www.playstation.com/de-de/games/the-last-of-us-part-ii-ps4/</a>
System	PS4
USK	ab 18 Jahren
Preis	70 €



## Docker-Container: Administration und Orchestrierung

31. August –  
03. September 2020  
in Frankfurt

## Kubernetes für Fortgeschrittene:

Netzwerke, Service Meshes und Multicloud

31. August – 02. September 2020  
in Hannover

## IT-Sicherheit: Notfallplanung und Notfallübungen

31. August –  
02. September 2020  
in Hannover



## Powerkurs vSphere- Administration

07. – 11. September 2020  
in Nürnberg



## Learn R – Der Einsteigerkurs für die Programmiersprache R

08. – 10. September 2020  
in Hannover



Weitere Infos unter:  
<http://www.heise-events.de/workshops>

© Copyright by Heise Medien.



# Garantiert kompliziert

## Von Amazon bis Trusted Shops: Garantiesysteme als Konflikt schlichtungsinstanz

**In Verbraucherohren klingen Begriffe wie „Käuferschutz“, „A-bis-z-Garantie“ und „Trusted-Shops-Gütesiegel“ nach Geborgenheit und Sicherheit. Bisweilen gewinnen solche Systeme eine starke Eigendynamik und lassen vergessen, dass im Zweifelsfall immer noch Gerichte bindend über Recht und Ansprüche entscheiden – auch wenn es um Online-Bestellungen geht.**

**Von Harald Büring**

Ungeachtet des bestehenden komfortablen Widerrufsrechts und der gesetzlichen Gewährleistungsansprüche (siehe Kasten) können Verbraucher in der Praxis Schwierigkeiten haben, im Konfliktfall mit Online-Verkäufern klarzukommen. Dann werden hauseigene Standardverfahren zur Konfliktlösung, wie Online-Plattformen sie unter ihren eigenen Bedingungen bereitstellen, besonders attraktiv: Verkäufer und Käufer haben sich als Grundlage für die Teilnahme am Plattformgeschäft gleichermaßen an diese Bedingungen gegenüber dem Betreiber gebunden. Der tritt dann selbst in Aktion, wenn eine von beiden Parteien ihn im Konfliktfall einschaltet.

Die Tücken solcher Systeme liegen im Detail. Zugesagte Leistungen der Betreiber kann ein Käufer nur unter bestimmten Voraussetzungen in Anspruch nehmen. Und wenn ein Käuferschutzsystem eine Entscheidung in einem Konfliktfall fällt, hat eben nicht ein Gericht auf Grundlage gelender Gesetze entschieden – das heißt, es bleibt einer benachteiligten Partei unbenommen, den Konflikt auf dem Rechtsweg auszutragen. Ein Gericht kann dann etwa verlangen, dass ein von einem Käuferschutzsystem zu Unrecht begünstigter Käufer den Verkäufer entschädigen muss.

Wer Leistungen eines Plattformbetreibers in Anspruch nehmen will, sieht

sich einem Dschungel komplizierter Bedingungen gegenüber, die keinen Vergleich mit Kleindruck-Textkunstwerken von Versicherungen zu scheuen brauchen. Ein Beispiel dafür liefert die für Amazons Marketplace geltende „A-bis-z-Garantie“: Sie greift nur, wenn einer von mehreren definierten Fällen eintritt [1]. Beispiele:

- Der Verkäufer hat die Ware innerhalb von zwei Kalendertagen nach dem letztmöglichen voraussichtlichen Lieferdatum oder 30 Tage nach Aufgabe der Bestellung noch nicht geliefert, je nachdem, welche dieser beiden Fristen früher abläuft.
- Die erhaltene Ware ist beschädigt oder defekt oder sie entspricht nicht der vom Verkäufer abgegebenen Beschreibung. Voraussetzung: Reparatur oder Ersatzlieferung ist nicht möglich.
- Bei einer internationalen Rücksendung bietet der Verkäufer weder eine Rücksendeadresse in Deutschland an noch stellt er eine frankierte Paketmarke für

eine kostenlose Rücksendung zur Verfügung oder bietet alternativ eine vollständige Erstattung unter Verzicht auf die Rücksendung des Artikels an.

- Der Käufer musste zusätzlich zum Kaufpreis Kosten tragen (etwa Zollgebühren), die beim Kauf nicht ausgewiesen wurden und die der Verkäufer nicht übernommen hat.

Der Antrag auf Wahrnehmung der „A-bis-z-Garantie“ darf erst erfolgen, nachdem der Käufer den Marketplace-Verkäufer über seinen Account kontaktiert und zwei Tage auf eine Antwort gewartet hat. Und die Antragstellung muss innerhalb von 90 Tagen nach dem letztmöglichen voraussichtlichen Lieferdatum erfolgen. Für bestimmte Produkte greift die „A-bis-z-Garantie“ grundsätzlich nicht: digitale Waren, Zahlungen für Dienstleistungen sowie Zahlungsmitteläquivalente.

All das birgt jede Menge rechtlichen Zündstoff: Wann beispielsweise kann

### Gesetzliches Verbraucherpolster

Anders als beim traditionellen Einkauf im Laden dürfen Verbraucher in Europa online getätigte Kaufentscheidungen innerhalb von 14 Tagen ohne Angabe von Gründen widerrufen (§ 312g Abs. 1 BGB, § 355 BGB). Für den Fall, dass bei gekauften Sachen von Anfang an ein Sachmangel vorgelegen hat oder bereits angelegt war, ist der Verkäufer gewährleistungspflichtig – bei Neuware normalerweise 24 Monate lang. Eine Rückabwicklung von Käufen im Rahmen der gesetzlichen Gewährleistung kann nicht etwa aus purem Nichtgefallen erfolgen, sondern es geht um die Mängelhaftung des Verkäufers (§ 437 BGB).

Die gesetzlichen Verbraucherrechte sind innerhalb der Europäischen Union vergleichsweise komfortabel geregelt. Über das hinaus, was das Gesetz vorschreibt, gibt es noch allerlei freiwillige

Zugeständnisse, mit denen Händler werben. So räumen etwa manche Einzelhandelsgeschäfte bei Mitnahmekäufen Rückgaberechte ein, die den Möglichkeiten des Widerrufs- und Rückgaberechts bei Online-Käufen nahekommen.

Abseits von dem, was sich im Verhältnis von Käufer und Verkäufer abspielt, gibt es noch freiwillige Garantien von Herstellern. Die beruhen nicht auf einer gesetzlichen Verpflichtung; Hersteller können Dauer und Bedingungen für ihre Garantien frei festlegen. Manche Händler nutzen den Umstand aus, dass Verbraucher Gewährleistungsansprüche und Garantieleistungen gern verwechseln: Sie versuchen dann, Kunden bei Mängelrügen einfach auf die Service-Adressen der Hersteller zu verweisen, um die Reklamation vom Hals zu haben. Kunden müssen dieses Vorgehen nicht hinnehmen.

Ware als „beschädigt oder defekt“ gelten? Wann kann man sagen, dass sie von der Beschreibung im Angebot abweicht? Und wer soll beurteilen, ob eine Reparatur oder Ersatzlieferung möglich ist? Wenn Amazon über solche Fragen entscheidet, ist keinesfalls gesagt, dass ein Gericht in einem Zivilverfahren die gleiche Einschätzung trifft.

Hinzu kommt, dass es zwei Versionen der Bedingungen für die „A-bis-z-Garantie“ gibt. Die des Zahlungssystems Amazon Pay [2] nennt noch vagere Voraussetzungen für Reklamationen: Hier muss die Ware defekt oder beschädigt sein oder „wesentlich“ nicht der Beschreibung entsprechen. Was „wesentlich“ bedeutet, wird nicht definiert.

## Also sprach eBay

Beim Online-Marktplatz eBay muss sich derjenige, der den Käuferschutz in Anspruch nehmen will, nach den allgemeinen Geschäftsbedingungen (AGB) für die Nutzung der deutschen eBay-Dienste [3] in Verbindung mit dem Grundsatz zum eBay-Käuferschutz richten [4]. Der Käuferschutz soll in den folgenden Fällen greifen:

- Der Käufer hat seinen Artikel nicht erhalten.
- Er hat etwas erhalten, was erheblich von der Beschreibung im Angebot abweicht.
- Der gelieferte Artikel ist defekt oder fehlerhaft.
- Der Käufer hat für einen ordnungsgemäß mit Sendungsverfolgung rückgesandten Artikel keine oder bloß eine unvollständige Rückerstattung erhalten.

Wenn Käufer PayPal für die Bezahlung nutzen, greift die PayPal-Käuferschutzrichtlinie. Deren Bedingungen lehnen sich eng an die der früheren Muttergesellschaft eBay an. Interessant ist eine Konkretisierung in Punkt 4.2 zur Frage, wann eine Abweichung eines gelieferten Artikels von der Beschreibung als „erheblich“ gelten soll [5]: wenn ein „völlig anderer“ Artikel geliefert worden ist oder ein angeblich neuer Artikel „offensichtlich“ bereits mehrfach benutzt worden ist, außerdem etwa bei einem gefälschten Artikel oder einer illegalen Kopie.

## Organisiertes Vertrauen

Das System des Kölner Unternehmens Trusted Shops verschafft eigenständigen Betreibern von Online-Shops einige Dienste, die denen großer Plattformen ähneln. Wer bei zertifizierten Anbietern [6] kauft, genießt einen begrenzten Käu-

Ein „Einspruch“ bei Amazon ist kein wirkliches Rechtsmittel. Der Plattformbetreiber ist bei seinen Entscheidungen nicht an gesetzliche Vorschriften gebunden.



ferschutz. Der beschränkt sich anders als die Systeme von eBay und Amazon ausdrücklich auf Lücken, die die gesetzlichen Ansprüche des Käufers offen lassen. So greift er etwa nicht bei Lieferung defekter Ware oder einer Abweichung von der Beschreibung. Punkt 10.2 der Trusted-Shops-Garantiebedingungen sagt: „Die Garantie umfasst in keinem Fall die Absicherung sonstiger Ansprüche außerhalb der abgeschlossenen Verträge, die Absicherung von Gewährleistungs- oder etwaigen Schadensersatzansprüchen.“ Darüber hinaus sind im Rahmen des kostenlosen „Basic“-Services lediglich maximal 100 Euro des Einkaufswerts je Bestellung abgesichert. Die Höhe der Absicherung und deren Dauer lassen sich bei der Bestellung abrufen: Hierzu klickt man im Shop auf das „Trusted Shops“-Gütesiegel.

Wer bei der Inanspruchnahme eines Käuferschutz-beziehungsweise Garantiesystems keine bösen Überraschungen erleben will, tut gut daran, die dafür geltenden Nutzungsbedingungen gründlich zu lesen – auch wenn diese Lektüre durchweg nervenzehrend ist. Und es ist wichtig, immer im Hinterkopf zu behalten, dass eine Konfliktschlichtung durch ein Käuferschutzsystem nur auf den einzelnen Rechtsverhältnissen zwischen der genutzten Plattform und den Kaufparteien beruht. Auf gut Deutsch: Für das direkte Rechtsverhältnis zwischen Käufer und Verkäufer ist sie nicht bindend.

## Käuferschutzsysteme sind keine Gerichte

Ein Verkäufer muss sich mit einer für ihn ungünstig verlaufenen Käuferschutzescheidung nicht abfinden. Über eine Zivilklage kann er durchaus erfolgreich Ansprüche gegenüber dem zunächst frohlockenden Online-Kunden geltend machen. Der Bundesgerichtshof (BGH) hat hierzu zwei Grundsatzentscheidungen gefällt: Ein Urteil aus dem Jahr 2017 betrifft den

PayPal-Käuferschutz [7], eines aus dem laufenden Jahr die „A-bis-z-Garantie“ des Amazon Marketplace [8]. Die Richter betonten, dass ein Verkäufer bei der Durchsetzung seiner Ansprüche gegenüber seinem Kunden nicht an Entscheidungen des Plattformbetreibers gebunden ist.

Der BGH schrieb Amazon ins Stammbuch, dass das Verfahren des hauseigenen Garantiesystems weitgehend ungeregelt sei. Laut den selbstdefinierten Bedingungen braucht Amazon bei den Garantieentscheidungen keine gesetzlichen Vorschriften zu berücksichtigen. Überdies, so die Richter, sei der Maßstab für die Überprüfung des Garantieantrags unklar. Aufgrund dessen dürfe ein Käufer nicht erwarten, dass der Verkäufer an die Entscheidung des Plattformbetreibers gebunden sei.

So kann es durchaus passieren, dass ein Käufer selbst nach Einhaltung der komplizierten Formalien und bei einem vermeintlich gut dokumentierten Konflikt letztendlich in die Röhre guckt. Besonders ärgerlich ist, wenn Verbraucher im Vertrauen auf die Systeme der Plattformbetreiber möglicherweise Fristen verstreichen lassen, die für die Wahrnehmung gesetzlicher Ansprüche wichtig gewesen wären.

(psz@ct.de) ct

## Literatur

- [1] Amazon.de, „Über die Amazon A-bis-z Garantie“, Nr. 4: <https://heise.de/s/Lw5V>
- [2] Hilfeseite zur A-bis-z-Garantie bei Amazon Pay: <https://heise.de/s/pWJG>
- [3] AGB für Nutzung der deutschen eBay-Dienste: <https://heise.de/s/6mk0>
- [4] Grundsatz zum eBay-Käuferschutz: <https://heise.de/s/IJ4D>
- [5] PayPal-Käuferschutzrichtlinie, Punkt 4.2: <https://heise.de/s/Wwlm>
- [6] „Basic-Schutz“ nach Punkt 3.2 und 10.2 der Trusted-Shops-Nutzungsbedingungen: <https://heise.de/s/OwqL>
- [7] BGH, Urteil vom 22.11.2017, Az. VIII ZR 83/16
- [8] BGH, Urteil vom 01.04.2020, Az. VIII ZR 18/19

**Online-Quellen:** [ct.de/yu3n](http://ct.de/yu3n)

## Tipps & Tricks

# Sie fragen – wir antworten!

### Unproblematische CPU-Kernzahl bei Folding@home?

**?** Ich habe gelesen, dass der F@h-Client die Berechnung von CPU-Workunits abbricht, wenn zu viele logische CPU-Kerne zur Verfügung stehen. Das ist mir nun auch einige Male passiert, und ich musste dem Rechen-Slot immer wieder manuell die Kernzahl vorgeben, die er nutzen soll. Das nervt, weil ich den Stillstand manchmal stundenlang nicht bemerke und nicht immer nachjustieren will. Gibt es keine Einstellung, die immer funktioniert?

**!** Ein Tipp aus dem offiziellen „Folding-Forum“ lautet, dass die Werte 2, 4, 8, 12, 16, 24 und 32 immer funktionieren, weil diese Kernanzahl auch bei den Entwicklermaschinen der Wissenschaftler zum Einsatz kommt. Bedenken Sie aber, dass der Client noch je einen logischen CPU-Kern für das Betriebssystem und jeden GPU-Slot abzieht und es nicht mag, wenn sich die eingestellte Kernzahl in Primzahlen >3 zerlegen lässt. Bei einem Ryzen 9 3950X mit 16 Kernen und 32 Threads sind Sie also mit 24 Threads auf der sicheren Seite. (bkr@ct.de)

### Linux: Monitor drahtlos anbinden

**?** Ich habe Ihren Artikel zum Betrieb von Linux mit mehreren Monitoren interessiert gelesen („Gute Aussichten“, c't 9/2020, S. 152). Dazu fehlt mir unter Ubuntu eine Lösung, wie ich einen Monitor drahtlos anbinde. Ich benötige das für Präsentationsbildschirme und für Schulungen. Haben Sie eine Lösung?

**!** Dies gelingt recht einfach mit einem Chromecast-Empfänger und dem Browser Chrome beziehungsweise dessen Open-Source-Pendant Chromium. Installieren Sie Chromium beispielsweise unter

Ubuntu über die Software-Verwaltung. Wählen Sie anschließend „Streamen“ aus dem Menü oben rechts. Dort werden Cast-Geräte aus Ihrem lokalen Netzwerk aufgelistet – neben dedizierten Chromecast-Empfängern auch Fernseher mit integriertem „Google Cast“.

Mit der Schaltfläche „Quellen“ bestimmen Sie, was gestreamt wird: Zur Auswahl stehen Browser-Tabs, (Multimedia-)Dateien und der Desktop. Um die Übertragung zu starten, klicken Sie auf den gewünschten Chromecast-Empfänger. Haben Sie den Desktop als Quelle gewählt, fragt ein Dialog, ob Sie ein einzelnes Anwendungsfenster oder den gesamten Bildschirm übertragen wollen. Bei mehreren angeschlossenen Bildschirmen müssen Sie sich für einen entscheiden.

Während der Übertragung erscheint das Chromecast-Symbol in der Symbolleiste und leuchtet blau. Klicken Sie noch mal auf den Namen des Chromecast-Gerätes, um das Streamen zu beenden. Möchten Sie öfter Inhalte mit Chromium streamen, dann können Sie mit der rechten Maustaste auf das Symbol klicken und im Kontextmenü „Symbol immer anzeigen“ auswählen. So haben Sie schnell Zugriff auf die Funktion. (ktm@ct.de)

### TAN-Generatoren getrennt aufbewahren?

**?** Im Internet stößt man immer wieder auf den Hinweis, dass chipTAN-Generatoren „separat aufzubewahren“ seien. Sogar auf Bankenwebsites findet man entsprechende Anweisungen. Aus den Artikeln von c't schließe ich aber, dass es beim chipTAN-Verfahren nicht auf den Generator, sondern auf die Bankkarte ankommt. Wer hat recht?

**!** Die Sicherheit des chipTAN-Verfahrens ruht in der Tat auf einem Geheimnis im Chip der Bankkarte. Diese Karte



Beim chipTAN-Verfahren stellt der Generator die Verbindung zwischen Bankkarte und Anwendung her. Die Berechnung der TAN übernimmt der Chip auf der Karte.

müssen Sie ohnehin sicher verwahren und zwar – falls Sie App-Banking nutzen – getrennt vom Smartphone, damit nicht beide zusammen gestohlen werden können. Die chipTAN-Generatoren dienen lediglich der Kommunikation mit dem Chip und sind beliebig austauschbar. Diebe können also auch einfach einen eigenen Generator nutzen und wenn Ihnen ein chipTAN-Generator abhanden kommt, ist das kein Sicherheitsproblem.

Von uns befragte Banken sehen das übrigens genauso. Möglicherweise röhrt der Ratschlag von alternativen TAN-Verfahren und wurde fälschlicherweise übertragen: Es gibt nämlich auch Verfahren, bei denen man nicht die Bankkarte in den Generator stecken muss. Dann trägt tatsächlich der Generator das relevante Geheimnis und muss entsprechend geschützt werden.

Manche Banken behalten den Hinweis deshalb bei, sodass Kunden sich nicht mit den Unterschieden zwischen TAN-Generatoren beschäftigen müssen. Schaden kann eine getrennte Aufbewahrung nicht. (syt@ct.de)

## Partition aktivieren unter Windows 10

**?** Ich habe einen USB-Stick unter Windows 10 in der Datenträgerverwaltung neu partitioniert und formatiert. Damit er bootfähig ist, wollte ich die erste primäre Partition auf dem Stick aktiv setzen. Doch der Eintrag in ihrem Kontextmenü ist ausgegraut.

**!** Das passiert, wenn der Stick als Partitionsschema nicht MBR, sondern GPT trägt – GPT kennt keine aktiven Partitionen. Das Problem kann aber auch bei MBR-partitionierten Sticks auftreten, was wir für einen Windows-Bug halten. Es passiert nämlich nach unseren Beobachtungen nur, wenn das gerade laufende Windows per UEFI bootete statt klassisch (Legacy BIOS). Dann will die Datenträgerverwaltung auf keinem Laufwerk eine Partition aktiv setzen, obwohl das wie bei Ihrem Stick erforderlich sein kann.

Immerhin gibt es mit dem Kommandozeilenprogramm Diskpart.exe ein weiteres Bordmittel zum Partitionieren, und das leidet nicht unter dem Bug. Eine ausführliche Einführung in Diskpart finden Sie in c't 3/2018 auf Seite 144. Hier die Befehle in Kurzform: Drücken Sie Windows+R und tippen Sie diskpart ein. Verschaffen Sie sich mit list disk einen Überblick über die Laufwerke. Ihren Stick erkennen Sie meist an der Größe. Wenn er beispielsweise die Datenträgernummer 5 abbekommen hat, wählen Sie ihn mit select disk 5 aus. Mit detail disk bekommen Sie die Volumes auf dem Stick zu sehen, inklusive Laufwerksbuchstaben und -namen. Haben Sie den richtigen Datenträger erwischt, lassen Sie sich mit list partition die Partitionen darauf anzeigen. Suchen Sie die Partitionsnummer heraus und tippen dann select partition 1 ein (Nummer anpassen). Zum Schluss setzt der Befehl active die Partition aktiv. (axv@ct.de)

## Fritz-VPN unter Windows 10

**?** Schade, dass sich mit Windows-10-Bordmitteln wegen der in Fritzboxen fehlenden IKEv2-Unterstützung keine VPN-Verbindung aufbauen lässt. Geht das vielleicht auf einem Umweg?

**!** AVM beschreibt im Service-Bereich (siehe ct.de/yyxf), wie man mit den

wichtigsten Mobil- und Desktop-Betriebssystemen eine Verbindung zum Fritz-VPN einrichten kann. Unter Windows 10 funktioniert der dort verlinkte Shrew-Soft-Client nach unserer Erfahrung immer noch gut. Für Linux gibt es jedoch keinen Tipp. Wir nutzen dafür das vpnc-Plug-in des NetworkManagers. Die nötigen Parameter zeigt die Fritzbox in den VPN-Einstellungen ihrer Nutzer an. Wo sie in die Einstellungen des vpnc-Plug-ins hingehören, erschließt sich leicht.

Der im Fritz-VPN nach wie vor verwendete IPsec-Schlüsseltauschalgorithmus IKEv1 wurde schon 2005 durch IKEv2 abgelöst. In den letzten Jahren offenbarten sich immer wieder IKEv1-Implementierungsfehler (ct.de/yyxf). Zwar gibt es bisher keine Anzeichen, dass auch die AVM-Implementierung anfällig wäre. Weil sie aber auch auf modernen Fritzboxen langsam ist (c't 11/2020, S. 20), sollten Sie einen separaten VPN-Router wie die „Schwesterkiste“ (siehe c't 10/2019, S. 28) in Erwägung ziehen, die das moderne und effizientere VPN-Protokoll WireGuard nutzt. (ea@ct.de)

**AVM-Tipps, Literatur:** [ct.de/yyxf](http://ct.de/yyxf)

## SD-Karte lässt sich nicht beschreiben

**?** Ich will auf eine SD-Karte aus meinem Fundus ein neues Betriebssystem für einen Raspi installieren. Aber der Raspbian Installer meldet: „Error removing partitions“. Er scheint recht zu haben: Das manuelle Löschen der zweiten Partition auf der Karte funktioniert weder per Datenträgerverwaltung noch mit diskpart. Das Programm SD Formatter 4.0 steigt mit der Meldung „Disk write protected“ aus. Ist die Karte also nun hinüber? Oder gibt es eine Möglichkeit, ihr wieder Leben einzuhauen? Ich würde mich notfalls auch mit weniger als den aufgedruckten 16 GByte zufriedengeben.

**!** Wahrscheinlich ist die Karte kaputt. Und wenn sie das ist, dann gibt es auch keine Möglichkeit, sie mit weniger Kapazität wieder zum Leben zu erwecken. Die Meldung „schreibgeschützt“ ist ein deutliches Zeichen für einen Defekt.

Eine Möglichkeit gibt es aber noch: Vielleicht hat sich nur unbemerkt der kleine Schreibschutz-Schieber an der Karte verschoben. In der unteren Position – in



Damit eine SD-Karte beschreibbar ist, muss sich der Schreibschutz-Schieber in der oberen Stellung befinden.

Richtung der Kante mit den Kontakten – bewahrt er die Karte vor versehentlichem Überschreiben. Ein unwissentlich aktiver Schreibschutz sieht aus wie ein Defekt. (ll@ct.de)

## Docker für Windows: Uhr geht falsch

**?** Auf meinem Windows 10 Pro mit Hyper-V nutze ich Linux-Container in Docker als Testumgebung. Wenn das Notebook einige Zeit im Ruhezustand war, verhalten sich hinterher die Container sehr seltsam. Es scheint, dass ihre Uhren nicht richtig gehen. Was kann ich dagegen tun?

**!** In der Tat werden beim Aufwachen aus dem Ruhezustand die Uhren oft nicht mit der Systemuhr synchronisiert und gehen dann um die Dauer der Schlafphase nach. Die Synchronisierung können Sie erzwingen, indem Sie den Hyper-V-Integrationsdienst „Zeitsynchronisierung“ für die virtuelle Maschine von Docker ab- und wieder anschalten. Dazu geben Sie in einer PowerShell mit Admin-Rechten die folgenden beiden Befehle ein:

Fragen richten Sie bitte an

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

**f** [c't Magazin](#)

**t** [@ctmagazin](#)

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter [www.ct.de/hotline](http://www.ct.de/hotline).

```
Disable-VMIntegrationService ↴
↳-Name Zeitsynchronisierung ↴
↳-VMName DockerDesktopVM
Enable-VMIntegrationService ↴
↳-Name Zeitsynchronisierung ↴
↳-VMName DockerDesktopVM
```

Mit dem WSL2-Backend tritt das Problem übrigens nicht auf.

(Johannes Endres/ps@ct.de)

## Steckplätze für RAM-Riegel frei?

**?** Ich wurde zu einem Windows-10-PC zu Hilfe gerufen, dessen wesentliches Problem offenbar zu wenig Arbeitsspeicher ist. Also soll mehr RAM rein. Über das bord-eigene Programm „Systeminformation“ (msinfo32.exe) finde ich zwar heraus, welches Mainboard im PC steckt, und kann mir so ergooglen, welche RAM-Riegel passen. Doch eine Frage bleibt: Sind noch Steckplätze frei oder nicht? Muss ich dafür wirklich extra den PC aufschrauben?

**!** Das geht auch ohne. Starten Sie etwa mit der Tastenkombination Strg+Umschalt+Esc den Task-Manager. Klicken Sie unten auf „Mehr Details“ und danach auf den Reiter „Leistung“. Markieren Sie links „Arbeitsspeicher“. Unten können Sie nun ablesen, wie viele Steckplätze vorhanden und wie viele davon belegt sind.

Obacht: Während die Angaben bei Desktop-PCs üblicherweise zuverlässig sind, können sie sich bei Notebooks als nutzlos erweisen – nämlich dann, wenn das RAM nicht gesteckt, sondern aufgelö-

tet und damit auch nicht auswechselbar ist.

(axv@ct.de)

## IPv6-Tunnel einrichten unter Linux

**?** Ich bekomme IPv6 über einen Tunnel-Provider zur Verfügung gestellt. Wie konfiguriere ich den statischen IPv6-in-IPv4-Tunnel unter Linux?

**!** Mit dem Kommando ip können Sie unterschiedliche Tunnelarten (GRE, IPv6 in IPv4, 6to4 etc.) konfigurieren. Für den angegebenen Fall legen Sie als Erstes mit dem Befehl ip link ein Tunnel-Interface an, beispielsweise namens „TUN6“, und aktivieren dieses. Im folgenden Beispiel enthält die Variable rem4 die IPv4-Adresse des Tunnelproviders und loc4 ist die Adresse einer lokalen Schnittstelle:

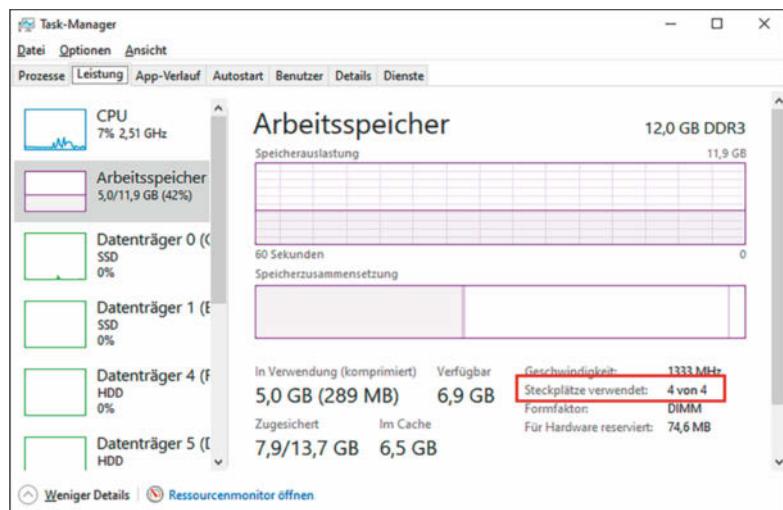
```
sudo ip tunnel add TUN6 mode sit \
    remote ${rem4} local ${loc4}
sudo ip link set TUN6 up
```

Anschließend konfigurieren Sie das IPv6-Subnetz der Punkt-zu-Punkt-Verbindung auf das Tunnel-Interface:

```
sudo ip addr add ${loc6}/64 dev TUN6
```

Zuletzt legen Sie für IPv6 eine Default-Route auf das Tunnel-Interface. Da es sich um ein Punkt-zu-Punkt-Interface handelt, können Sie auf die Angabe eines Nexthop verzichten:

```
sudo ip -6 route add ::/0 dev TUN6
```



Ob auf dem Mainboard noch Platz für weitere RAM-Riegel ist, lässt sich unter Windows 10 im Task-Manager ablesen.

Die Kommandos packen Sie am besten in eine Skriptdatei, um diese automatisiert beim Start des Rechners auszuführen.

(Holger Zuleger/ktn@ct.de)

## Host-ID mit IPv6

**?** IPv6-Adressen sind sehr lang. Ich habe verstanden, dass die linken 64 Bit die Subnetz-Adresse darstellen und zum großen Teil durch den Internetprovider vorgegeben sind. Die rechten 64 Bit identifizieren den Host innerhalb des Subnetzes (Host-ID) und sind ebenfalls sehr lang. Die IPv4-Adresse meines Servers ist die 192.168.1.27. Ich möchte gerne die „27“ als Host-ID für die IPv6 Adresse verwenden, also zum Beispiel als 2001\_db8:1:1::27. Die statische Konfiguration der IPv6-Adresse führt nur kurzfristig zum Erfolg. Sobald ich von meinem Internetprovider ein neues Netz-Prefix bekomme, ist die IPv6 Adresse ungültig, da sich der Netzwerkanteil geändert hat.

**!** Eine statische (manuelle) Konfiguration einer IPv6-Adresse ist generell keine gute Idee, auch nicht bei Servern. In IPv6 bildet sich ein Host seine IP-Adresse automatisch über das Netzwerk-Prefix, das vom Router bekanntgegeben wird, und einen 64 Bit langen Interface Identifier (Host-ID). Das Verfahren nennt sich Stateless Address Autoconfig (SLAAC) und erlaubt ein automatisches Ändern der IP-Adresse (Renumbering) im laufenden Betrieb eines Endsystems.

Der Host-Anteil der IPv6-Adresse kann durch unterschiedliche Verfahren gebildet werden. Früher wurde er meist aus der MAC-Adresse abgeleitet (EUI-64), heutzutage kommen häufig datenschutz-freundlichere Verfahren zum Einsatz. Alle nutzen dabei den Adressraum der 64 Bit vollständig aus, wodurch eine doppelte Adressbelegung wirkungslos verhindert wird.

Wer unbedingt einen bestimmten Host-Identifier verwenden möchte, setzt diesen Wert mithilfe des Subkommandos token bei einem Netzwerkinterface:

```
sudo ip token set ::27 dev eth0
```

Das Setzen des Tokens muss über sudo mit Systemverwalterrechten durchgeführt werden. Mit ip token list kontrolliert man den aktuell eingestellten Wert, und mit ip -6 a sieht man das vollständige Ergebnis. (Holger Zuleger/ktn@ct.de)

# 3 Profi-Ratgeber

## liegen Ihnen zu Füßen:

**ct Fotografie SPEZIAL Meisterklassen Fotoprojekte**

Auf DVD Video-Trainings Kreativtrend Moodboards So gelingen Zeitraffer Doppelbelichtung in der Kamera E-Books Einfache Tricks für Food-Fotos Composing in Photoshop Workshop Bildoptimierung

Ideen zum Du Neue Motive entdecken Kreativität lernen und üben Eigene Bilder präsentieren

Gekonnt mehrfach belichten Pflanzenporträts im Garten Langsamkeit sichtbar machen

**ct Fotografie SPEZIAL Meisterklasse Bildbearbeitung 2019**

Auf DVD Video-Trainings zu Photoshop CC Smartobjekte richtig nutzen Mischoptionen für Ebenen Freistellen über Kanäle und Mischpinsel Vollversion Bildverwaltung Photo Commander 15 E-Book-Auszug Bildmontagen und Freistelltechniken

shop.heise.de/specials2019

Datenträger erhält Info- und Lehrprogramme gemäß § 14 JuSchG

**7 Workshops 21 Schritt-für-Schritt-Anleitungen**

Freistellen von Basis bis Kür Mächtige Ebenentechniken Digitales Make-up Retusche klassisch bis modern Kreative Composings erstellen 11 Alternativen zu Adobe Monitore für Fotografen Raw mit Open-Source Grafik-Konsolen & -Tablets

**ct Fotografie SPEZIAL Meisterklasse Landschafts- und Tierfotografie**

Auf DVD Video-Trainings Tipps für Naturfotografen mehr Licht für Pflanzenporträts Spezialobjektive für Makroaufnahmen In die vor der Kamera WORKS 3 elements

Datenträger erhält Info- und Lehrprogramme gemäß § 14 JuSchG

**Live stimmungsvoll gestalten**

Fotostimmen gezielt planen Auf der Spur des Polarlichts Nahaufnahmen mit Tilt/Shift Himmel in Schwarz-Weiß Knallbunte Frühlingsmakros Fotoshooting mit Haustieren Spektive als Tele-Ersatz Tricks für gute Wildtierfotos

NEU

**Fotoprojekte**

Spielen Sie mit Zeitraffer und Mehrfachbelichtungen, lassen Sie sich inspirieren durch die Werke kreativer Masterminds und holen Sie sich Anregungen für Ihre eigenen Vorhaben. Ob Outdoor- oder Food-Fotografie: Schritt für Schritt lernen Sie Hürden zu meistern und Ideen zu verwirklichen.

[shop.heise.de/mk-projekte](http://shop.heise.de/mk-projekte)

12,90 € >

**Bildbearbeitung 2019**

Die Profis von c't Fotografie führen Sie Schritt für Schritt durch den Dschungel aus komplexen Kompositionen, wichtigen Werkzeugen und Methoden für das perfekt bearbeitete Bild. Freistellen und Bildretusche gelingen so problemlos. Dazu der große Überblick zu Soft- & Hardware: Photoshop- und Lightroom-Alternativen, sowie die besten Monitore, Grafik-Tablets und -konsolen für die Bildbearbeitung.

[shop.heise.de/mk-bildbearbeitung19](http://shop.heise.de/mk-bildbearbeitung19)

12,90 € >

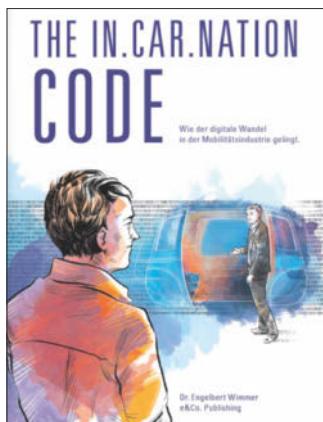
**Landschafts- und Tierfotografie**

Auf zu neuen Fototouren! Freuen Sie sich auf einen farbenfrohen Mix an Know-how und Praxis-Workshops zu verschiedenen Arten der Naturfotografie. Scheue Tiere vor der Kamera, Polarlichter gezielt einfangen, perfektes Makro-Zubehör und vieles mehr. Auf der DVD: wertvolle Videotutorials.

[shop.heise.de/mk-landschaft](http://shop.heise.de/mk-landschaft)

12,90 € >





Engelbert Wimmer  
**The In.Car.Nation.Code**

Wie der digitale Wandel  
in der Mobilitätsindustrie gelingt  
e & Co., München 2019  
ISBN 978-3-0006-0987-9  
460 Seiten, 26 €

## Modellfall Autoindustrie

**Turbulente Paradigmenwechsel in Technik, Politik und Gesellschaft wirken sich in der Autobranche vielleicht deutlicher sichtbar aus als anderswo. Engelbert Wimmer wirft einen ganzheitlichen Blick auf das, was Autoleuten im Zuge der Digitalisierung zu schaffen macht.**

Ob es an Deutschland als „Autoland“ liegt, an der Schlüsselbedeutung der Mobilitätsfrage für Branchen aller Art oder daran, dass Autokonzerne anliegende Veränderungen besonders intensiv verschlafen haben: Bisweilen dramatische Schlagzeilen rund ums Auto füllen die Nachrichtenkanäle. Umweltfreundliche Antriebe, neue Mobilitätsgewohnheiten, die Aussicht auf autonomes Fahren – all das ruft nach Antworten.

Wimmer lässt zwei fiktive Protagonisten zum Dialog antreten: Mahlich, den frischgebackenen Vertriebsvorstand der Auto-Inc, und den Unternehmensberater Bremer. Beide sind sich darüber einig, dass die größten Konkurrenten des Autobauers selbst gar keine Fahrzeuge produzieren. Die kommenden geschäftlichen Schlachtfelder betreffen Dienste rund ums Auto sowie neue Mobilitätskonzepte. Sobald sich etwa autonome Fahrzeuge durchsetzen, warten zahllose Displays vor den Augen unterbeschäftiger Nicht-mehr-selbst-Fahrer darauf, gewinnbringend genutzt zu werden. Dergleichen haben branchenfremde Riesen wie Google, Apple und Facebook schon lange im Visier – ebenso wie kleine Start-ups. So passt es, dass der Autor einen ausführlichen fiktiven Streifzug durch die Technikbrennpunkte Silicon Valley, China und Israel beschreibt.

Wichtiger als konkrete Technik sind für Wimmer die organisatorischen Umbrüche, die die Digitalisierung mit sich bringt. Das allgegenwärtige Thema Agilität betrachtet er pragmatisch: Agile IT in einem ansonsten nicht-agil aufgestellten Unternehmen nutzt nicht viel. Ansätze wie die Pace Layered Architecture kommen zur Sprache – dabei arbeiten unterschiedlich agile Bereiche in unterschiedlichen Geschwindigkeiten. Spannend ist Wimmers Analyse von Microservice-Architekturen. Er überträgt sie schließlich als „Microbusinesses“ auf ganze Unternehmensstrukturen. Das geht noch deutlich weiter als das vielfach propagierte Squad-Modell von Spotify.

Das ungewöhnliche Buch ist für jeden interessant, der sich mit Herausforderungen der Digitalisierung für Wirtschaftsunternehmen befasst. Über manches Marketing-Sprech, das streckenweise ein wenig nach Klischee schmeckt, kann man gut hinweglesen.

(Maik Schmidt/psz@ct.de)

## Wir und die da

**Der Philosoph Christoph Türcke wagt eine düstere Prognose: Er sieht eine Gesellschaft kommen, die durch die Mechanismen digitaler Plattformen zu archaischem Clanverhalten zurückkehrt.**

Der Autor zieht Linien vom Beginn der ersten industriellen Revolution bis in die Zukunft. Einerseits normiert großtechnische Fertigung alle Prozesse bis hin zu den einzelnen Handgriffen eines Arbeiters. Andererseits hat die Industrialisierung gewachsene soziale und ökonomische Strukturen geschwächt. Türcke beobachtet gleichzeitig Formalisierung und die Auflösung von Formen.

Er findet aktuelle Entsprechungen beim Wirken von Internetplattformen. So bringt Uber auf digitalem Weg Fahrgäste und Fahrer zusammen, wobei Algorithmen und formularmäßige Abläufe prägend sind. Dabei fallen jedoch Sicherheits- und Sozialstandards, Betriebsräte und ein kollegiales Miteinander, wie es bei klassischen Transportunternehmen noch bestand, unter den Tisch.

Der Autor sieht alle Wirtschaftszweige und auch die Kommunikation betroffen. Social Media reduziere Diskurse auf den Austausch von Likes und knappen Statements. In diesem Stimmengewirr bleibe das auf der Strecke, was Öffentlichkeit eigentlich sei, nämlich ein vermitteltes und vermittelndes Miteinander, das Stabilität voraussetze und stiffe. „Die Technologie, die so geschwind Empörungsschwärme zusammenziehen kann, hintertriebt zugleich, dass daraus dauerhafte soziale Gebilde mit verbindlichen Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten werden.“

Türcke stellt diese Umbrüche in einen Zusammenhang mit dem Trend zur Privatisierung öffentlicher Aufgaben. Er extrapoliert das Prinzip der Plattformökonomie in die Zukunft: Plattformen übernehmen Bereiche politischen Handelns bis hin zur Geldschöpfung, während die Spielräume staatlicher Akteure sich verengen.

Am Ende stehen Plattformen, die ihre Teilnehmer wie die Mitglieder von Clans um sich scharen. „Für irgendeine wird man sich entscheiden müssen“, schreibt Türcke. Woher diese Ausschließlichkeit kommen soll, wird nicht wirklich klar. Das Buch bietet zwar denkwürdige Ansichten und Querverbindungen, aber der Autor argumentiert oft unkonzentriert und unscharf. Er stellt Erwartungen als Tatsachen dar und untermauert seine interdisziplinären Exkurse nicht hinreichend mit Quellen. So bleibt das Ganze unbefriedigend: Entweder man glaubt das, was er sagt – oder nicht.

(Pit Noak/psz@ct.de)



Christoph Türcke  
**Digitale Gefolgschaft**  
Auf dem Weg  
in eine neue  
Stammesgesellschaft

C. H. Beck, München 2019  
ISBN 978-3-4067-3181-5  
251 Seiten, 17 €  
(Epub-/Kindle-E-Book: 13 €)

# 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.



GRATIS  
ZUR  
WAHL!



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)

© Copyright by Heise Medien

**Mac & i**  
Das Apple-Magazin von c't.



# UNBEKANNTETIEFEN

von Helge Lange

Kalt pfiff der Wind den Berghang entlang und trieb spärliche Schneeflocken mit sich. Die letzten Tage des April brachten in diesem Teil der Welt allenfalls eine leise Vorahnung des nahenden Frühlings mit sich. Wilko Reffert schlug die Kapuze seines Anoraks hoch und sah ins Tal hinab.

Dort leuchteten die Lichter des Firmengebäudes und der dazugehörigen Siedlung, die Befeuierung des Airstrips und nicht zuletzt der beiden großen Glaskuppeln, die tropische Vegetation beherbergten.

Er grinste in sich hinein bei dem Gedanken, dass ganz gewöhnliche Mitarbeiter der Deep Echo Ltd. wie er so verwöhnt waren von dem Tropenparadies und dem Luxus in der Firma, dass er lieber die raue ostsibirische Landschaft genoss als unter Palmen zu faulenzen.

In die tief stehende Sonne des frühen Abends blinzelnd machte er sich auf den Rückweg durch die Landschaft aus Felsen, Tundra und Gruppen von niedrigen Nadelgehölzen. Als er Deutschland von mehr als einem Jahr verlassen hatte, war er einerseits froh gewesen, aus Europa herauszukommen, hatte andererseits aber nicht erwartet, sich hier so schnell zu Hause zu fühlen. Sibirien galt schließlich nicht gerade als das Paradies der Träume. Wieso Deep Echo ihn eingestellt hatte, wusste er bis heute nicht. Die Auswahlkriterien des erfolgreichen Unternehmens waren ein Mysterium, aber nur eins von vielen, die es umgaben. Ein weiteres war die erstaunliche Anzahl von Erfindungen, die hier praktisch in Serie entstanden. Ursprünglich war die Deep Echo Ltd. ein Nukleartechnikunternehmen, aber hauptsächlich lebte die Firma wohl von den Patenten auf ihre unzähligen Erfindungen, die sie laufend hervorbrachte. Eine Serienproduktion materieller Güter würde hier ohnehin daran scheitern, dass der Airstrip die einzige halbwegs zuverlässige Verbindung zum Rest der Welt war. Es gab noch eine Art Straße, doch die war nur in gefrorenem Zustand befahrbar – in den Sommerwochen wurde sie zu einem Schlammgraben.

Ein weiteres Mysterium der Firma betraf ihren Hauptanteilseigner, den niemand je zu Gesicht bekommen hatte: Emerald Singh galt als einer der geheimnisvollsten Menschen überhaupt. Mysteriös war nicht zuletzt der langfristige Pachtvertrag, den er mit Russland ausgehandelt hatte und der dieses Stück ostsibirischer Einöde zu einer Art eigenem Staatsgebiet von Deep Echo machte.

Es war also kein Wunder, dass ein ganzer Dschungel von Gerüchten das Unternehmen umrankte: Es galt gleichzeitig als ein Eldorado und als die Hölle selbst, sollte abwechselnd

jedem größeren Geheimdienst der Welt gehören oder eine Basis von Außerirdischen sein – manchmal auch das Hauptquartier des Teufels selbst, ganz zu schweigen von den Reptiloiden.

Obwohl niemand wirklich wusste, welche Qualifikationen überhaupt gefragt waren, bewarben sich bei Deep Echo ziemlich viele Menschen, wie es hieß. Allerdings waren auch darüber keine Zahlen bekannt. Wilko hatte sich spontan als Wartungstechniker beworben, den Job einfach bekommen und es keinen Augenblick bereut.

Er schaute hinüber zu der kleinen Herde zottiger Mammute, die ein wenig abseits der Siedlung Gestrüpp ausrißen und geräuschvoll fraßen. Mit der Wiedererschaffung der Mammute hatte Deep Echo zwar nicht viel zu tun gehabt, war aber in einer späten Phase als Unterstützer eingesprungen und hatte die Patenschaft über die erste Herde übernommen.

Jemand näherte sich auf einem Quad. Er erkannte die Fahrerin an ihrer stylischen selbstleuchtenden Kleidung und winkte ihr zu. Mit dem Quad oder Schneemobil durch das Gelände zu crossen war der Lieblingssport seiner französischen Kollegin Leoni Lachance. Sie bremste dicht vor ihm mit knirschenden Reifen.

„Hi, Leoni!“, begrüßte er sie.

„Hi, Wilko! Du hast dich schon wieder abgeschaltet, stimmt's?“

Das mit der Kommunikation war so eine Sache. Es gab in der Firma, ja eigentlich in der ganzen Siedlung, in der etwa zweitausend Menschen lebten, so gut wie keine Hierarchie und keine wahrnehmbaren Kontrollstrukturen. Die Vernetzung geschah über die persönliche KI eines jeden, die beständig mit ihm in Kontakt war, so lange er sein Armband nicht abschaltete. „Industrie 11.0“ wurde das allgemein genannt und niemand wusste wirklich zu sagen, ob das scherhaft oder ernst gemeint war. Die Armbänder hatten eine explizite Abschaltfunktion, die es erlaubte, ganz radikal ihre Stromversorgung zu unterbrechen. Das war ein Vertrauensbeweis seitens des Unternehmens, denn die meisten Europäer kamen mit einem tiefen Misstrauen gegenüber Datenverbindungen hierher. Es funktionierte: Die meisten empfanden es schnell als peinlich, die vorhandene Abschaltfunktion tatsächlich zu nutzen. Wilko bestand allerdings auch nach über einem Jahr noch auf seiner Privatsphäre, wenigstens auf seinen Wanderungen durch die Wildnis. Niemand machte ihm deshalb Vorwürfe, allenfalls rissen die Kollegen Witze darüber.

„Einen Kaugummi?“ Leoni reichte ihm eine Schachtel.

Er griff zu, dann stutzte er: „Moment mal, bei dir bin ich doch immer Versuchskaninchen für neue Kreationen; sind das wieder die mit Knoblauch?“

„Nein, Brathähnchengeschmack!“

„Das klingt lecker!“ Er nahm einen.

Leoni hob ihr Armband und ließ die 3D-Projektion ihres persönlichen Begleiters neben sich erscheinen. Dieser zog mit einer weit ausholenden Bewegung seinen gefiederten Hut, verbeugte sich und sagte: „Bonjour, Monsieur Wilko! Mademoiselle Leoni lässt Ihnen auszurichten, dass Sie zur Teilnahme an einer Expedition eingeladen sind.“

Verwirrt blickte Wilko von dem eleganten Renaissanceherren zu Leoni und raunte: „Wer ist das doch gleich?“

„Der Graf von Saint Germain, tatsächlich unsterblich, wie du siehst“, raunte sie zurück.

Er wandte sich wieder der Projektion zu: „Vielen Dank, Herr Graf, ich glaube, die Details wird mir Mademoiselle Leoni erklären.“

Mit einer kurzen Verabschiedung erlosch der Graf und Leoni meinte feixend: „Das mit der höfischen Etikette musst du aber noch üben.“

„Habe ich nicht vor, mein Begleiter ist einfacher gestrickt.“ Er hatte sich einen aufrecht gehenden Tiger ausgesucht und ihn auch einfach nur Tiger genannt. Er fand ihn passend für Sibirien, obwohl es in dieser Gegend angeblich niemals Tiger gegeben hatte. „Aber nun sag mal, was es mit dieser Expedition auf sich hat!“

Sie zuckte mit den Schultern, was Dampfwölkchen aus dem Kragen ihrer beheizten Jacke steigen ließ. „Es geht um eine Tour mit einem neuartigen Fahrzeug, mehr weiß ich selbst noch nicht. Ich warte einfach darauf, dass du mir dann alles erzählst.“

„Jetzt bin ich neugierig.“

Er schaltete sein Armband ein und Leoni meinte: „Na komm, steig auf, ich wette, du hast es jetzt eilig mit dem Rückweg!“

\*\*\*

„Was für ein Fahrzeug soll das denn sein?“, fragte Wilko. Leoni hatte ihn vor der Firmenzentrale abgesetzt und sich dann mit durchdrehenden Reifen wieder davongemacht. Wilko hatte das Deep-Echo-Gebäude nur schnell durchquert und auf der Rückseite wieder verlassen - geführt von Tiger, dessen Projektion nun neben ihm herlief.

„Ein Subterrene, das ist ein Untererdfahrzeug.“

„Du verarschst mich, oder?“

Tiger protestierte: „Nein, das tue ich nie!“

Da die Firma immer weiter wuchs, gab es im Randbereich ein ständiges wanderndes Baustellengebiet. Auf den Schildern, die dessen Rand markierten, stand „Betreten auf eigene Gefahr“.

„Hinter dem gelben Bagger links am Hang“, kündigte Tiger an. Wilko stapfte durch knirschende Eisfützen und halbgefrorenen Schlamm. Gerüche nach Erde und Maschinenöl lagen in der Luft.

Wo die Baugrube an einem felsigen Hang endete, stand etwas, das einer riesigen Granate ähnelte, von komplizierten Wendeln und Rädern umgeben, mit einem tief versenkten

seitlichen Bullauge und einer erst auf den zweiten Blick erkennbaren Einstiegluke. Im Hang war ein kreisrundes Loch zu sehen, das tief in den Fels reichte.

Ein Mann mittleren Alters in Arbeitskleidung kam hinter der Maschine hervor auf ihn zu, zog die Arbeitshandschuhe aus und reichte ihm die Hand. „Hallo, du musst Wilko sein, der Fahrer, stimmts? Ich bin Eduard, von der Konstruktion, von mir stammt das Plasmaaggregat.“

## MIT EINEM ANSCHWELLENDENDEN DRÖHNEN FUHREN DIE SYSTEME DER PRITHIVI HOCH UND DIE BILDSCHIRME ZEIGTEN NACHEINANDER BEREITSCHAFT AN.

„Wow!“ Wilko war beeindruckt. „Wieso habe ich von so einem Projekt bisher nichts mitgekriegt? Ich dachte, Deep Echo hat vor seinen Mitarbeitern keine Geheimnisse?“

„Du bekommst alle Antworten, wenn du nur die richtigen Fragen stellst! Die Abteilung Bohrtechnik kennst du doch, oder?“ Eduard lachte. „Die Sache mit den Geheimnissen ist bloß eine Frage der Sichtweise.“

„Wer fährt denn alles mit bei der Expedition? Ich meine, viele können da nicht reinpassen, oder?“

„Nur du und ein Geologe.“

„Wieso nicht du oder sonst jemand von den Konstruktoren?“

Eduard räusperte sich. „Ähm, ich habe Klaustrophobie. Die Kollegen würden sich unter der Erde auch nicht recht wohlfühlen. Weißt du, um einen Rennwagen zu bauen, muss man nicht selbst ein Rennfahrer sein.“

Tiger ergänzte: „Und du bist nun mal jemand, der sich gern in der Wildnis herumtreibt und in jede Höhle geht, die er finden kann.“

„Was du alles über mich weißt!“ Eine goldene Plakette mit einer bombastischen Schnörkelschrift an dem Vehikel fiel Wilko auf. „Was steht denn da drauf?“ fragte er.

Eduard antwortete: „Prithivi, das ist der Name, auf den wir es getauft haben, eine Gottheit oder so; dein Begleiter müsste Genaueres wissen.“

„Das ist eine Hindu-Gottheit der Erde oder auch die Erde selbst als Gottheit,“ erklärte Tiger.

„Na, das passt ja. Wann soll es losgehen?“

„Wenn du bereit bist, gleich morgen.“ In Eduards Worten schwang Vorfreude mit.

\*\*\*

„Na, bist du aufgeregt?“ Tiger lief als durchscheinende Geistergestalt neben Wilko her, aber im Grau des trüben Morgens war jedes einzelne Haar seines Fells gut zu sehen.

„Mein erhöhter Puls kommt von dem Dauerlauftempo, das ist als Frühsport gedacht.“

„Findest du eine Fahrt in einem Subterrene nicht aufregend?“

Wilko lachte: „Doch, natürlich! Ich habe dir nur mal wieder zu einfache Gedankengänge unterstellt.“

Nur wenige erwarteten ihn bei der Prithivi, doch allmählich kamen siebzehn Leute zusammen – ein paar Konstrukteure, unter ihnen Eduard, ein paar persönliche Freunde von Wilko und eine Frau vom Management. Sie wies ihn mehrmals nachdrücklich darauf hin, dass das Vorhaben gefährlich sei, und fragte, ob er das wirklich tun wolle. Er sei schließlich der erste Mensch, der sich mit der Prithivi auf den Weg mache. So ängstlich, wie sie darauf bedacht war, sich abzusichern, schien sie noch nicht lange bei Deep Echo zu sein.

„Hey, ihr könnt mich nicht erst neugierig machen und mir dann Angst einjagen!“, erklärte er schließlich. „Mir ist klar, dass das gefährlich ist.“

Und überhaupt – wieso eigentlich „der erste Mensch“? Der Geologe fuhr ja schließlich auch mit. Wilko fragte nach ihm; Sven Eriksson hieß er, wie er von Tiger erfahren hatte.

„Er ist schon drin“, erklärte Eduard. „Das Ganze ist etwas verbaut; er ist schon sehr früh eingestiegen und der Ausstieg wäre aufwändig. Ihr werdet euch also erst nach der Fahrt direkt begegnen. Ich kenne ihn übrigens selbst noch nicht persönlich.“

„Mal dumm gefragt – sollte ich nicht erst mal lernen, wie man mit so etwas umgeht?“

„Sven fährt und bringt dir den Umgang mit der Prithivi unterwegs bei. Sie kann sowohl von der Bug- als auch von der Heckkabine aus gesteuert werden.“

Während er unter guten Wünschen der Anwesenden durch die Luke stieg, musste er daran denken, was der Rest der Welt für ein Theater um jedes neue Auto- oder auch nur Telefonmodell veranstaltetete.

„Worüber lachst du?“, fragte Tiger.

„Ich fühle mich wie ein Raumfahrer. Der unbekannte Raumfahrer am Ende der Welt, der von einer Handvoll Leute verabschiedet wird. Für genau so etwas liebe ich Deep Echo.“

Die Steuerkabine war geräumiger, als er befürchtet hatte. Außer einem kleinen Bullauge auf jeder Seite gab es keine Fenster. Für die Sicht sorgten Kameras, soweit nötig.

„Willkommen an Bord, Wilko!“, tönte eine sympathische Stimme aus einem Lautsprecher.

„Hi, Sven, danke! Dir ist klar, dass ich von dem Ding hier keine Ahnung habe?“

„Das ist in Ordnung! Ich habe hier die Reaktorkontrolle und du lenbst die Prithivi, wir haben aber auch gegenseitige Sekundärsteuerungen. Außerdem weiß Tiger, wie es geht.“

„Auch ohne Netz? Das werden wir unter der Erde ja sicher verlieren.“

„Nicht ganz, eine langsame Datenkommunikation über VLF ist noch möglich, bis zu einer gewissen Tiefe jedenfalls. Unterschätzt aber unsere KIs nicht, die können auch eigenständig eine ganze Menge.“

VLF, das war ein sehr langwelliges Funkband mit minimaler Bandbreite. Darüber konnte tatsächlich nicht viel übertragen werden.

Mit einem anschwellenden Dröhnen fuhren die Systeme der Prithivi hoch und die Bildschirme zeigten nachein-

ander Bereitschaft an. Während sich die Maschine aufwärmte, erklärte Sven die wesentlichen Elemente der Steuerung, die im Grunde einfach war. Ein Joystick für die Hauptsteuerung, ein Fahrtpedal, und zur Orientierung dienten ein künstlicher Horizont und eine 3D-Aufzeichnung der gefahrenen Route.

„Wo ist die Bremse?“

„Gibts nicht“, erklärte Sven. „So schnell fahren wir selbst im Freien nicht. Sobald du den Fuß vom Pedal nimmst, stoppt die Prithivi.“

„Okay, ich bin so weit.“

„Na, dann los!“

Langsam setzte sich das Subterrene in Bewegung, auf das Loch in der Felswand zu. Der Bug der Maschine wurde von einem blendend hellen Inferno aus Plasma umströmt, das durch die Bullaugen leuchtete. Das Fahrgeräusch änderte sich und ein lautes Schaben kam hinzu, als das Ende des vorgebohrten Loches erreicht war. Die Geschwindigkeit wurde mit 5 km/h angezeigt. An den Bullaugen zog dunkelrot glühendes Gestein vorüber.

## „DIE PRITHIVI IST EIN PROTOTYP. HIER FEHLT NOCH EINIGES.“

„Sag mal, Sven, was geschieht eigentlich mit dem Abraum?“, fragte Wilko.

„Der landet hinter uns.“

„Da bleibt also kein Tunnel, durch den man im Notfall herauskäme?“

„Nein. Hast du Angst?“

„Nein, war nur so eine Frage.“ Das stimmte nicht ganz; ein gewisses Unwohlsein konnte er nicht unterdrücken. In der Kabine wurde es warm und der Geruch von heißem Metall lag in der Luft.

„Wie wär's, wenn du tiefer gehst? Wir sind erst auf minus zwanzig Meter.“

Wilko drückte den Stick nach vorn und wagte es, etwas mehr Gas zu geben. Die Prithivi schaffte leicht auch 10 km/h. Die Fahrt verlief problemlos und der monotone Lärm wirkte beruhigend.

Sven brach schließlich das Schweigen: „Sag mal, was hältst du eigentlich allgemein von eigenständigen künstlichen Intelligenzen?“

Wilko zuckte mit den Schultern. „Die sind ja Alltag bei Deep Echo. Wobei ich mir nie sicher bin, wie viel von ihrem Verhalten nur Imitation und wie viel echt ist.“

„Vielleicht verschwindet der Unterschied ab einem gewissen Punkt“, meinte Sven. „Könntest du dir vorstellen, dass die ganze Firma von einer KI geführt wird?“

„Nein, das wäre sicher eine schlechte Idee; so weit kann man einfach nicht gehen.“

„Wieso?“

„Kennst du das Gedankenexperiment mit der Büroklammernfabrik? Die KI bekommt die Aufgabe, Büroklammern herzustellen. Sie wird dann danach streben, alles auf der Welt nur auf dieses Ziel hin zu optimieren. Wenn sie tüchtig

genug ist, wird sie am Ende den gesamten Planeten in Büroklammern umwandeln – und danach das Sonnensystem.“

„Dieses Beispiel bezieht sich ursprünglich nicht auf KIs, sondern auf Unternehmen. Viele von denen verhalten sich tatsächlich genau so, weil auch viele Menschen sich mit kurz-sichtiger Optimiererei begnügen.“

„Stimmt, so gesehen... Ich hatte tatsächlich schon mit solchen Büroklammernfabrikanten zu tun. Zu Hause in Deutschland, meine ich, nicht hier. Ist es das Erfolgsgeheimnis von Deep Echo, keine Büroklammernfabrikanten einzustellen?“

„Nur eins von mehreren. Was ich sagen wollte: Damit eine KI wirklich eigenständig sein kann, muss sie anders sein, Entwicklungsfähig, nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ.“

„Maschinelle Fantasie, maschineller Erfindergeist? Hältst du so etwas für möglich?“

„Hey, du redest doch täglich mit deinem Begleiter Tiger! Hast du so etwas wirklich nie an ihm bemerkt?“

Wilko dachte nach und meinte dann unsicher: „Vielleicht habe ich einfach nur Vorurteile. Was würden eigentlich religiöse Menschen zu so etwas sagen? Ich meine, hat so eine KI dann für sie eine Seele?“

„Wenn es Seelen gibt, dann wird sich vielleicht in allem eine niederlassen, was komplex genug ist, sie aufzunehmen.“

„Du hast echt abgefahrene Gedanken! Aber ein Unternehmen wie Deep Echo unter KI-Führung? Moment mal, hat Emerald Singh so etwas tatsächlich vor? Weißt du etwas, was ich nicht weiß?“

„Zweimal ja, sozusagen.“

Wilko stieß überrascht die Luft aus. Schon verblüffend, was man hier alles erfuhr, wenn man nur danach fragte! „Und wie ist der Plan, wann hat er das vor?“

„Das ist nun tatsächlich ein Geheimnis, denn es soll auch ein Test sein, ob es jemand bemerkt.“

\*\*\*

Die Innentemperatur war auf über 40 Grad gestiegen. Wilkos Hemd war durchgeschwitzt, obwohl er sich schon nach wenigen Minuten seiner Jacke entledigt hatte. Laut Sven war das normal.

„Das reicht“, meinte Sven schließlich. „Minus einhundertfünfzig Meter Tiefe sind genug für die erste größere Fahrt, außerdem sind wir in einem geologisch interessanten Gebiet unterwegs. Wir sollten jetzt zurückkehren. Ich gebe dir die Route auf den Schirm.“

Der Rückweg führte in einem Bogen an einem farblich markierten Gebiet vorbei.

„Was ist das?“, fragte Wilko.

„Eine Anomalie, die wir seismisch geortet haben, oberflächennah bestätigt durch Georadar. Vermutlich ein Höhlensystem.“

„Wieso fahren wir dann im Bogen darum herum? Ist die Prithivi nicht genau dafür da, so etwas zu erkunden?“

„Nicht unbedingt bei der ersten Fahrt. Das könnte gefährlich werden.“

„Das ist nicht dein Ernst, oder? Willst du als Geologe da nicht rein?“

„Es war nicht so geplant. Aber wenn du willst, können wir den Plan ändern. Fahr es von unten her an, damit wir nicht abstürzen können.“

„Na, dann los!“ Mit einer kleinen Bewegung des Joysticks änderte Wilko die Richtung und fragte: „Was bedeutet eigentlich ‚geologisch interessant‘? Heißt das soviel wie ‚keine Ahnung, was da ist, aber auf jeden Fall ungewöhnlich‘?“

„Das trifft es ziemlich genau. Du kannst es dir jederzeit anders überlegen.“

Wilko ließ die Prithivi in allmählicher Aufwärtssfahrt auf minus 65 Meter steigen und näherte sich dem unscharf markierten Gebiet. Als sich das Fahrgeräusch änderte, verringerte er die Geschwindigkeit. Plötzlich verschwand die vorbeiziehende Glut vor den Bullaugen und wich Dunkelheit, schwach erhellt von orangefarbenem Schein.

„Wir sind in einer Höhle aufgetaucht, richtig?“, fragte er.

„Ja, du kannst die Kameras und Scheinwerfer ausfahren.“

Auf den Bildschirmen wurden unregelmäßige Felsformationen sichtbar, zwischen denen sich das Scheinwerferlicht in der Dunkelheit verlor. Vorsichtig fuhr er weiter in der Hoffnung, mehr zu Gesicht zu bekommen.

„Eigentlich könnte ich doch aussteigen, oder?“

„Ja, aber zieh den Hitzeschutzanzug an; die Außenhülle ist einige hundert Grad Celsius warm. Das Atemgerät wirst du auch brauchen, hier gibt es wahrscheinlich keinen Sauerstoff.“

„Wahrscheinlich? Können wir das nicht messen?“

„Nein, die Prithivi ist ein Prototyp. Hier fehlt noch einiges.“ Er nahm die Ausrüstung unter dem Sitz hervor, legte sie an und öffnete die Luke. Es war einiger Kraftaufwand nötig, bis sie sich knirschend öffnete. (psz@ct.de) ct

(Fortsetzung im nächsten Heft)

## Jetzt gibts was auf die Ohren!

Wenn Ihnen das Lesen dieser Story Lust auf mehr gemacht hat, möchten wir Ihnen unsere Podcast-Reihe **c't SciFiCast** ans Herz legen: Unter [heise.de/-4491527](http://heise.de/-4491527) warten kostenlose Hörfassungen ausgewählter Geschichten aus dem c't-Story-Fundus auf Sie!



Unsere „pechschwarzen Technikmomente“ gibt es zum Herunterladen oder als direkte Audiostreams – professionell eingesprochen und ideal als Begleiter für Fahrten oder auf Laufstrecken, wenn Sie Smartphone und Kopfhörer dabei haben.

Hören und per RSS-Feed abonnieren können Sie die Storys unter anderem auch auf Player.FM, Spotify und iTunes:

- [www.heise.de/ct/rss/ctstories.rss](http://www.heise.de/ct/rss/ctstories.rss)
- [open.spotify.com/show/37UbzCwzzCiiju8501HUwL](http://open.spotify.com/show/37UbzCwzzCiiju8501HUwL)
- [de.player.fm/series/ct-scificast](http://de.player.fm/series/ct-scificast)
- [podcasts.apple.com/de/podcast/ct-scificast/id1480700673](http://podcasts.apple.com/de/podcast/ct-scificast/id1480700673)

Auf Wiederhören!

**ORACLE Feuerwehr** [www.oraservices.de](http://www.oraservices.de) 

**DATENRETTUNG** v. HDD, RAID, SSD – Erfolg >99%  
[www.datarecovery.eu](http://www.datarecovery.eu) – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 

**Embarcadero Delphi / C++**, Festgefahren? Auf  
Fehlersuche? Troubleshooting sofort unter soluti-  
ons@provigor.de, Tel.: +49 1522-1 61 05 02 

**EDELSTAHL LED Schilder:** [www.3D-buchstabe.com](http://www.3D-buchstabe.com)  
HAUSNUMMERN nobel 230V~: [www.3D-hausnummer.de](http://www.3D-hausnummer.de) 

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen,  
Website Boosting, Online-Pressemitteilungen,  
Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach an-  
rufen, Faxen oder eine E-Mail schicken.  
Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024,  
Telefax: 0511/3884512, E-Mail: [service@soft-aktiv.de](mailto:service@soft-aktiv.de), Internet: [www.softaktiv.de](http://www.softaktiv.de) 

nginx-Webhosting: [timmehosting.de](http://timmehosting.de) 

**Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE** 

[www.patchkabel.de](http://www.patchkabel.de) - LWL und Netzwerk Kabel 

**WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet** – [schneeweiss.de](http://schneeweiss.de) 

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 

**Embarcadero Delphi:** Migration und Modernisie-  
rung von Anwendungen und Komponenten.  
Zügiges Fresh up unter [solutions@provigor.de](mailto:solutions@provigor.de)  
Tel.: +49 1522 1 61 05 02 

**xxs-kurze Daten- & Netzkabel:** [kurze-kabel.de](http://kurze-kabel.de) 

## Anzeigenschluss für die nächsten erreichbaren Ausgaben:

**17/2020: 14.07.2020**

**18/2020: 28.07.2020**

**19/2020: 11.08.2020**

## 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  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.





Vernetzen,  
Weiterbilden,  
Studium &  
Karriere fördern

Hochschule Furtwangen  
22.-26.09.2020

Einfach Kurs(e) buchen und ECTS Punkt(e) sammeln:  
[www.informatica-feminale-bw.de](http://www.informatica-feminale-bw.de)

# HIER KÖNNTE IHR SEMINAR STEHEN

Seminar-Angebot viele Hunderttausend wissenshungrige Leser erreichen.  
Dazu müsste an dieser Stelle nur Ihr

↳ Weiterlesen, wo andere aufhören.



## 21 Problemlösungen von Entwicklern für Entwickler

### Mac & i kompakt Software- Entwicklung 2020

Unter der Rubrik Developer's Corner erscheinen in jeder Ausgabe der Mac & i Artikel namhafter iOS- und Mac-Entwickler, die sich speziellen Problemen oder Frameworks von Apple widmen. Das neue ePaper Mac & i kompakt Software-Entwicklung fasst auf über 130 Seiten 21 dieser tiefgehenden Beiträge zusammen.

[shop.heise.de/mi-softwareentwicklung](http://shop.heise.de/mi-softwareentwicklung)

7,99 €

### Mac & i kompakt

Das Apple-Magazin von ct

### Software- Entwicklung

↪ CoreML

↪ Machine Learning

↪ Networking

↪ ARKit

↪ UI

↪ iPadOS

↪ Siri

↪ Swift

↪ NFC

↪ Debugging



NEU

Sofort zum  
Download  
verfügbar



heise shop

[shop.heise.de/mi-softwareentwicklung](http://shop.heise.de/mi-softwareentwicklung)



Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

# Abgeschirmt, mitten in Kreuzberg

Eine digitale Verwaltung ist zum Standortfaktor und Basis für einen modernen Staat geworden. Doch wer trägt dazu bei, dass Bürger Behördengänge bald online erledigen können? Unsere Recherche führt uns nach Berlin. In einen besonders abgesicherten Bereich der Bundesdruckerei.

Lukas entwickelt Features für das Verwaltungsportal des Bundes und macht damit die digitale Revolution amtlich.

**W**er von uns erinnert sich gerne an seinen letzten Besuch beim Amt? Wohl kaum jemand. Für Millionen Bürger stellt sich diese Frage auch bald nicht mehr, denn zunehmend werden sie die meisten Behördengänge online von zu Hause aus oder mobil erledigen. Gebündelt werden ihre Zugriffe auf die neuen Bürgerdienste über eine zentrale Plattform – dem Bundesportal. Wir wollten wissen, wer bei der Umsetzung hilft. Kurz gesagt: Wer schreibt den Code?

## Arbeiten im abgeschirmten Bereich

Wir sprechen mit Lukas. Der Backend-Senior-Software-Entwickler arbeitet am Bundesportal-Projekt mit. „Ich arbeite mitten in Berlin-Kreuzberg in einem abgeschirmten Bereich – meine Arbeit wird aber bald schon sehr öffentlich werden“, schildert er uns. Uns interessiert, wieso Lukas nicht bei einem der großen Tech-

Konzerne angeheuert hat. „Erstens bin ich auch hier bei digitalen Anwendungen ganz vorn mit dabei; zudem will ich mit meinen Arbeitsergebnissen rund um intelligentes Datenmanagement das Leben möglichst vieler Menschen erleichtern – und so etwas Gutes für die Gesellschaft tun“.

## Nutzer-Authentifizierung ist entscheidend

Zunächst sammelte der Diplom-Fachinformatiker Berufserfahrung in der Verkehrsautomatisierung, IT-Sicherheit, Geschäftsprozessoptimierung und Telekommunikation. Seine Erfahrungen helfen bei der Entwicklung neuer Features. „Besonders wichtig ist die Nutzer-Authentifizierung, sie ist entscheidend für die Sicherheit des Bundesportals“, betont er.

## Attraktive und kreative Jobs

Das Fazit unseres Gesprächs: Bei der Bundesdruckerei gibt es anspruchsvolle

Jobs für IT-Experten. Lukas formuliert es so: „Wir arbeiten mit den neuesten Technologien in einem Arbeitsumfeld, das viel Platz für Eigeninitiative und Kreativität lässt.“ Ein Blick auf die Karriereseite der Bundesdruckerei lohnt sich also: [www.bdr.de/zukunft-gestalten](http://www.bdr.de/zukunft-gestalten).

Denn die digitale Revolution hat noch Stellen frei.



BUNDESDRUCKEREI

Bundesdruckerei GmbH  
Kommandantenstraße 18, 10969 Berlin  
(Weitere Standorte: Hamburg, Hannover und München)

[www.bdr.de/karriere](http://www.bdr.de/karriere)  
[karriere@bdr.de](mailto:karriere@bdr.de)  
(030) 2598 – 0

# Einmal Palo Alto und zurück

**Was können Hardware getriebene Unternehmen von digitalen Start-ups lernen? Wenn's nach Michael geht, ist es, wirklich auf Kunden zu hören. Das war eine Erkenntnis, die er aus dem Silicon Valley mitgenommen hat. Heute treibt er die Digitalisierung der Kundeninteraktion bei ZEISS – obwohl das sogar nicht sein Plan war.**

In Gedanken war Michael morgens schon bei der ersten Vorlesung seines Informatikstudiums, wenn er das Auto Richtung Hochschule steuerte. Der tägliche Weg führte ihn über die Landstraßen der Ostalb, die Kleinstadt Oberkochen lag auf halber Strecke. Von den Dächern der massiven ZEISS Werke rechts neben ihm leuchteten die blauen Logos. Allerdings war das kein Anblick, der ihn sonderlich beeindruckte. „In so ein traditionelles Unternehmen passe ich nicht“, war er sich sicher. Zu angestaubt. „Ich bin kein Anzugträger.“

Für ihn war die nächste Ausfahrt klar: Auslandssemester in Palo Alto. Silicon Valley. Im Mekka der digitalen Innovation angekommen, fühlte er sich beruflich zuhause. Hier konnte er die Transformation mitgestalten. Zu einer Zeit, in der Start-ups eine Industrie nach der anderen auf den Kopf stellten – weil sie auf die Kunden und deren Bedürfnisse hörten. Konzentriert darauf, Probleme zu lösen. Genau das wollte Michael auch, das ist seine Stärke: Die Anforderungen der Endnutzer hören, ernst nehmen und umsetzen. Das prägt ihn bis heute.

## Der Digital Customer Companion

Zehn Jahre später steht Michael im Oberkochener ZEISS Werk und erklärt die Digitalisierung der Kundeninteraktion. Seine Cap hat er nach vorn gedreht, an den grellen Sneakers erkennt man ihn schon von Weitem. Er ist immer noch kein Anzugträger, muss er auch nicht sein. Das hätte er vor zehn Jahren nicht geglaubt.

„Ich habe recht schnell gemerkt, dass Leute, die denken wie ich, einem Traditionals Unternehmen echt guttun“, sagt er. Außerdem weiß er heute: Auch in Firmen, die traditionell mit Hardware groß geworden sind, steigt der Stellenwert für Software immer mehr – Megatrend Digitalisierung. „Wir wollen mit unserer Software den Kunden einen einfacheren, digitalen Umgang mit unseren Produkten und Services ermöglichen – und das 24/7“. Und dazu braucht es Leute, die anders denken. Digital und mutig – so wie Michael.

Die Plattform, die er und seine Kollegen entwickeln, nennt sich Digital Customer Companion. Cloudbasiert, modular und intuitiv. Mit dem Ziel, alle Kunden über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts oder einer Dienstleistung als guter Kumpan zu begleiten. In der Messtechnik genauso wie in der Mikroskopie. Im Vordergrund stehen die Bedürfnisse der Kunden. Diese Herausforderung reizte Michael, darum kam er zu ZEISS. Denn eine solche Entwicklung erfordert neue Methoden.

## Nicht lange fackeln – im Sinne des Kunden

Lange Abstimmungsrunden gibt es nicht. Mit seinem Team setzt Michael alles daran, die Bedürfnisse der Kunden so schnell wie möglich umzusetzen. Dabei helfen intensive Interviews und Methoden wie Design Thinking. Er betont: „Wir beginnen sehr zügig mit der Entwicklung und erproben die Ergebnisse direkt im Dialog mit den Kunden.“

Anschließend folgen schnelle Iterationen, solange bis ein Mindestmaß an Anforderungen umgesetzt ist. Das Minimum Viable Product. So hat sich das digitale Innovationslabor, in dem Michaels Team angehängt ist, zunächst mit kleinen Projekten einen Namen gemacht. Mittlerweile ist



daraus eine eigene Einheit bei ZEISS entstanden – die Digital Innovation Partners, die alle Geschäftsbereiche bei der Digitalisierung unterstützen. Michael rückblickend: „Wir haben nicht lange erklärt, was wir tun, sondern einfach gemacht und die Ergebnisse präsentiert.“ Das schaffte Vertrauen in das agile Team. Ein Team, das natürlich auch ohne Anzugträger funktioniert.

**Mehr Infos unter:**  
[www.zeiss.ly/zukunftsbeschreiben](http://www.zeiss.ly/zukunftsbeschreiben)



Seeing beyond



An der Hochschule Neubrandenburg ist im Rahmen des Projektes „Digitale Lehre“ zum nächstmöglichen Zeitpunkt die Stelle

## E-Learning Producer / Mediengestaltung (all genders welcome)

Kennziffer: 40370103\_2/2020

in Vollzeit, vorbehaltlich zur Verfügung stehender Haushaltsmittel befristet auf 2 Jahre zu besetzen.

Die Vergütung erfolgt bei Vorliegen der persönlichen und tariflichen Voraussetzungen in der Entgeltgruppe 11 TV-L.

Die Befristung des Arbeitsverhältnisses richtet sich nach § 14 Abs. 2 TzBfG. Bewerber/-innen, die bereits in einem befristeten oder unbefristeten Arbeitsverhältnis zum Arbeitgeber Land M-V gestanden haben, können leider nach dieser Befristungsnorm nicht berücksichtigt werden.

### Ihre Aufgaben

Stelleninhalt ist einerseits die Konzeption und Entwicklung digitaler Lehr- und Lernszenarien sowie die didaktische Beratung von Lehrenden bei dessen Umsetzung und andererseits die zielgruppenspezifische Erstellung von digitalen bzw. medialen Inhalten für die Lehre und Marketing. Im Einzelnen sind dies:

- Erstellung und Implementierung von bedarfs- und zielgruppengerechter digitaler Medien für den Einsatz in Lehre und Marketing
- Evaluation möglicher Medientechnik und Software-Werkzeuge für die Erstellung und Wartung entsprechend aufbereiteter Inhalte
- Unterstützung bei der Nutzung bzw. dem Einsatz der Lernmedien im Lern-Management-System moodle, im Web-Content-Management-System und Medienportalen
- medientechnischer und -didaktischer Support, Beratung, Begleitung, Schulung, aktive Ideengenerierung in Marketingthemen
- interdisziplinäres Arbeiten in mediengrenzen übergreifenden Marketing-Projekten und Kampagnen
- Produktionsmaßnahmen wie Storyboarding, Recording, Prä- und Postproduktion, Videodreh (inkl. dem erfahrenen Einsatz von Licht- und Tontechnik)

Informationen über die Hochschule Neubrandenburg - sowie diese Stellenausschreibung finden Sie im Internet unter:

[www.hs-nb.de/Stellenangebote](http://www.hs-nb.de/Stellenangebote)

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!



The Max Planck Institute for Human Cognitive and Brain Sciences, Leipzig, Germany (MPI CBS) is offering a position as

## Head of Computing and Databases Services

The successful candidate will be responsible for strategic planning, effective organizing and managing of the scientific computing and databases service unit at a research- and data-intensive Max Planck Institute that produces, processes, and stores large amounts of data. The position is a central leadership position in the institute enabling it to achieve the fundamental scientific advances.

The position is funded for 2 years with the possibility of a permanent contract. Remuneration is based on the pay scale of the Max Planck Society. More detailed information on the call for proposals can be found at: <http://www.cbs.mpg.de/vacancies/open-positions>

Application is via our online system at <http://www.cbs.mpg.de/vacancies/open-positions> (subject heading: "HCD\_20"). The application deadline is 03 August 2020.



Die Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg (OTH Regensburg) ist mit mehr als 11.000 Studierenden, 221 Professorinnen und Professoren sowie 630 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern eine der größten Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Bayern.

In der Fakultät Elektro- und Informationstechnik ist zum nächstmöglichen Zeitpunkt eine

## Professur

der Bes.-Gr. W 2 für folgendes Lehrgebiet zu besetzen:

## Software- und System-Engineering eingebetteter Echtzeitsysteme

### Schwerpunkte:

- Modernes Software Engineering eingebetteter Systeme
- Grundlagen der Programmierung
- Systemorientierte Modellierung eingebetteter Echtzeitsysteme
- Betriebssysteme für eingebettete Systeme

Wir suchen eine engagierte Persönlichkeit mit hervorragender und praxiserprobter Kompetenz im Berufungsgebiet, die sich darauf freut, ihre Industrieerfahrung in die Ausbildung unserer hochmotivierten Studierenden in den Studiengängen der Fakultät Elektro- und Informationstechnik sowie fakultätsübergreifend, über die Regensburg School of Digital Sciences (RSDS), einzubringen.

Hierbei steht neben hochaktuellen fachlichen Inhalten in einer praxisnahen Ausbildung insbesondere auch der Einsatz adäquater Lehrmethodik im Fokus. Wir erwarten dementsprechend außerordentliches Engagement in der Lehre sowie in der Weiterentwicklung der fachspezifischen Lehrmethodik. Ein entsprechend breites Weiterbildungsprogramm steht Ihnen hierfür u.a. über das Didaktizentrum der bayerischen Hochschulen (DIZ) zur Verfügung.

Disziplin-, fakultäts- und hochschulübergreifende Kooperationen in Forschung und Lehre sind für uns selbstverständlich. Hierfür stehen durch die vielfältigen an der OTH Regensburg vertretenen Fachrichtungen sowie durch leistungsstarke Partner in der Wirtschaftsregion Ostbayern umfangreiche Kooperationsmöglichkeiten zur Verfügung. Die kollegiale Arbeitsatmosphäre in der Fakultät erleichtert Ihnen eine schnelle Einarbeitung und den Aufbau von Kooperationsnetzwerken.

Von Vorteil ist die Qualifikation und Bereitschaft, Lehrveranstaltungen auch in englischer Sprache abzuhalten. Zudem erwarten wir Engagement in Technologie- und Wissenstransfer und Weiterbildung sowie die Bereitschaft zur Mitarbeit in der Selbstverwaltung der Hochschule sowie zur aktiven Mitgestaltung des Hochschullebens. Die Bereitschaft zur Mitwirkung in der Regensburg School of Digital Sciences (RSDS) sowie die Bereitschaft zur Unterstützung der Internationalisierungsstrategie der Hochschule setzen wir voraus.

Die OTH Regensburg verfolgt das Konzept der intensiven Betreuung der Studierenden und erwartet deshalb, dass Sie diese Einstellung teilen.

Die ausführliche Stellenausschreibung mit den **Einstellungsvoraussetzungen** finden Sie unter [www.oth-regensburg.de/hochschule/jobs-karriere](http://www.oth-regensburg.de/hochschule/jobs-karriere).

Wir weisen darauf hin, dass in der aktuellen Situation möglicherweise das gesamte Verfahren (inklusive Probelehrveranstaltungen) virtuell durchgeführt wird.

Die OTH Regensburg ist mit dem TOTAL E-QUALITY-Prädikat für vorbildlich an Chancengleichheit und Diversity orientierter Personal- und Hochschulpolitik ausgezeichnet, Bewerbungen von Frauen sind demzufolge ausdrücklich erwünscht.

Schwerbehinderte Bewerberinnen und Bewerber werden bei ansonsten im Wesentlichen gleicher Eignung, Befähigung und fachlicher Leistung bevorzugt eingestellt.

Bewerbungen in elektronischer Form (PDF-Format) mit den üblichen Unterlagen (Lebenslauf, Zeugnisse, Nachweise über den beruflichen Werdegang und die wissenschaftlichen Arbeiten) werden bis **26.07.2020** erbeten an:

**Präsident der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg**  
**E-Mail: berufungen@oth-regensburg.de**



## Senior Java-Anwendungsentwickler (m/w/d)



### Senior Java-Anwendungsentwickler (m/w/d)

Ihr Herz schlägt für die Anwendungsentwicklung? Dann suchen wir Sie für unseren Standort **Hannover** als Senior Java-Anwendungsentwickler (m/w/d).

#### Ihre Aufgaben

- Sie entwickeln Anwendungen rund um den Vertrieb bzw. die Herstellung von Produkten für verschiedene Verzeichnisse und neue Medien mit Java und nutzen Frameworks wie Spring Boot und Angular.
- Darüber hinaus sind Sie für den gesamten Entwicklungsprozess verantwortlich – von der Anforderungsanalyse über die Konzeption bis hin zu den Tests der Anwendungen.
- Zu Ihrer Arbeit gehört auch die Kommunikation über REST/JSON sowie die Arbeit mit relationalen Datenbanken (u.a. PostgreSQL).
- Mit Ihrer Tätigkeit bilden Sie die Schnittstelle zwischen der IT und den Kunden bzw. Fachabteilungen und tauschen sich regelmäßig aus.

#### Ihre Talente

- Sie verfügen über ein abgeschlossenes Studium aus dem Bereich Informatik/Mathematik oder haben eine Ausbildung zum Fachinformatiker (m/w/d) Anwendungsentwicklung absolviert.
- Sie bringen mindestens zwei Jahre einschlägige Erfahrung aus dem Bereich der (Java-) Anwendungsentwicklung mit.
- Das Arbeiten mit diversen Frameworks wie Spring Boot und Angular sowie die Kommunikation mit REST/JSON ist für Sie selbstverständlich.
- Sie verfügen des Weiteren über fundierte Kenntnisse im Bereich Relationale Datenbanken inklusive der Verwendung von OR-Mappern wie Hibernate.
- Wünschenswert sind zusätzliche Kenntnisse in SAP ERP.
- Sehr gute Deutschkenntnisse in Wort und Schrift sowie gute Englischkenntnisse runden Ihr Profil ab.

#### Ihre Benefits

- Die Mitarbeit in einem etablierten und mitarbeiterorientierten Unternehmen mit familiär geprägter Arbeitsatmosphäre und flachen Hierarchien.
- Profitieren Sie von flexiblen Arbeitszeiten und der Möglichkeit, auch im Homeoffice arbeiten zu können.
- Sie arbeiten in engagierten und qualifizierten Teams mit regelmäßigen Weiterbildungsmöglichkeiten.
- Wir bieten Ihnen zudem eine tarifliche Bezahlung, betriebliche Altersvorsorge, Kantine, ein Mitarbeiter-Fitnessprogramm und einiges mehr.

#### Haben wir Sie neugierig gemacht?

Lernen Sie uns im Video kennen und besuchen Sie uns auf Xing und Kununu.



#### Ihre Ansprechpartnerin

Anika Otten, Teamleiterin, IT-Anwendungsentwicklung JAVA  
Tel.: 0511 5352-264

Bitte bewerben Sie sich online: [karriere.heise-gruppe.de](http://karriere.heise-gruppe.de)

#### Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Bei uns ist jede Person, unabhängig des Geschlechts, der Nationalität oder der ethnischen Herkunft, der Religion oder der Weltanschauung, einer Behinderung, des Alters sowie der sexuellen Identität willkommen.

#### Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG (Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover)

Unter der Dachmarke Heise RegioConcept bietet der Verlag Heinz Heise kleinen und mittleren Unternehmen Dienstleistungen für deren lokales Marketing an. Unser Produktportfolio reicht dabei von der Erstellung von Homepages, Apps und Videos, über den professionellen Facebook-Auftritt, der erstklassigen Platzierung bei Google und Bing bis hin zur Schaltung von Werbung in Das Telefonbuch, Gelbe Seiten und Das Örtliche – gedruckt und auch digital. Als Microsoft Advertising Select Channel Partner und Google Premium Partner entwickeln wir unser Fachwissen ständig weiter und bieten unseren Kunden alle wichtigen Online-Werbeformen aus einer Hand.

**DAS DUALE HOCHSCHULSTUDIUM  
MIT ZUKUNFT.**



Die Duale Hochschule Baden-Württemberg (DHBW) zählt mit ihren derzeit rund 34.000 Studierenden (an 9 Standorten und 3 Campus) und 9.000 kooperierenden Unternehmen und sozialen Einrichtungen zu den größten Hochschulen des Landes.

Der Standort Mosbach bietet gemeinsam mit seiner Außenstelle Bad Mergentheim 37 Studienangebote in den Fakultäten Wirtschaft und Technik an. Zum Studienjahr 2019/2020 studieren 3.600 Studierende an der DHBW Mosbach.

**ZUM NÄCHSTMÖGLICHEN ZEITPUNKT IST AN DER DHBW MOSBACH DIE FOLGENDE STELLE ZU BESETZEN:**

**Professur für Wirtschaftsinformatik (m/w/d)**  
in Vollzeit, Kz. 5/140  
Campus Mosbach  
Besoldungsgruppe W2

Wir suchen eine Persönlichkeit mit einem abgeschlossenen Hochschulstudium der Wirtschaftsinformatik, Informatik oder einem verwandten Wissenschaftsbereich sowie einer fachlich einschlägigen Promotion.

Der/Die Bewerber/-in verfügt über einschlägige wissenschaftliche Grundlagen.

Er/Sie besitzt mehrjährige Erfahrungen im Themenfeld der Künstlichen Intelligenz und insbesondere im Bereich Machine Learning.

Er/Sie ist in der Lage, die entsprechenden Themen in Forschung und Lehre angemessen zu vertreten.

**Einstellungsvoraussetzungen:**

Vorausgesetzt werden gemäß § 47 LHG ein abgeschlossenes Hochschulstudium, besondere wissenschaftliche Befähigung (in der Regel Promotion), pädagogische Eignung sowie mindestens fünf Jahre berufspraktische Erfahrung, davon mindestens drei Jahre außerhalb des Hochschulbereichs. Sie sollten zudem bereit sein, an der wissenschaftlichen Entwicklung, insbesondere durch Forschung und wissenschaftliche Weiterbildung, teilzuhaben. Erwartet wird ein besonderes Maß an Engagement, Kooperationsbereitschaft mit den beteiligten Unternehmen sowie die Bereitschaft zur Gremienarbeit.

Die Übernahme in das Beamtenverhältnis auf Lebenszeit als Professor\*in ist in der Regel nach dreijähriger Bewährung im Beamtenverhältnis auf Probe möglich, falls das Lebensalter bei der Einstellung 47 Jahre, bei Erfüllung besonderer Voraussetzungen 52 Jahre, nicht übersteigt.

Zur Lehre gehört auch die Betreuung von wissenschaftlichen Arbeiten (Projekt-/Studien- und Bachelorarbeiten). Die allgemeinen Dienstaufgaben einer Professur ergeben sich aus § 46 LHG.

**Weiterentwicklungsmöglichkeiten:**

An der DHBW besteht die Möglichkeit, sich neben dem Schwerpunkt Lehre bei der strategischen Ausrichtung, Betreuung und Organisation des Studienganges und/oder in der Kooperativen Forschung zu engagieren.

Der Standort Mosbach mit Campus Bad Mergentheim wurde bereits 2008 als erster DHBW-Standort als familiengerechte Hochschule zertifiziert. Dies ist Ausdruck des DHBW-Interesses, die Vereinbarkeit von Familie und Beruf zu fördern.

Die landschaftlich sehr schön gelegene Stadt Mosbach bietet umfangreiche Infrastruktur für Familien (zahlreiche Schulen, Neckar-Odenwald-Kliniken, S-Bahn-Anschluss nach HD/MA bzw. HN/S).

Bewerbungen von Frauen sind besonders erwünscht. Schwerbehinderte werden bei entsprechender Eignung vorrangig berücksichtigt (bitte Nachweis beifügen).

Aufgrund der derzeitigen Corona-Einschränkungen wird das Bewerbungsverfahren in digitaler Form bearbeitet und Bewerbungsgespräche entweder in virtueller Form abgehalten oder mit den entsprechenden Hygienemaßnahmen durchgeführt. Die Entscheidung dazu treffen wir je nach aktueller Situation und werden Sie dazu während des Besetzungsverfahrens informieren. Wir bitten um Ihr Verständnis.

Bei Fragen zum Berufungsverfahren können Sie sich an den Dekan, Herrn Prof. Dr. Strecker (albert.strecker@mosbach.dhbw.de), den Studiendekan, Herrn Prof. Dr. Neuendorf (herbert.neuendorf@mosbach.dhbw.de) oder an die Gleichstellungsbeauftragte, Frau Prof. Dr. Köberle (gisela.koeberle@mosbach.dhbw.de), wenden.

Bitte richten Sie Ihre Bewerbung online (idealerweise in einer PDF-Datei) bis zum **23.07.2020** unter Angabe der Kennziffer an:

**Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach**

Verwaltung

Lohrtalweg 10, 74821 Mosbach

Bewerbungen per E-Mail bitte an: bewerbungen\_mos@mosbach.dhbw.de

Homepage: www.mosbach.dhbw.de

**DARÜBER HINAUS SIND WIR AUF DER SUCHE NACH QUALIFIZIERTEN**

**nebenberuflichen Lehrbeauftragten (m/w/d)**

Aufgrund unseres Wachstums sind wir ständig auf der Suche nach qualifizierten Lehrbeauftragten in weiteren Fächern des gesamten Studienangebotes der DHBW Mosbach und Bad Mergentheim. Informationen erhalten Sie auf unserer Homepage unter: <https://www.mosbach.dhbw.de/dhbw-mosbach/lehrauftrag-finden/>



# Inserenten\*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur	196	Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, Regensburg	189
1blu AG, Berlin	21	Verlag Heinz Heise GmbH & Co. KG, Hannover	190
3S-Smart Software Solutions GmbH, Kempten	33		
Bundesdruckerei GmbH, Berlin	187		
Carl Zeiss AG, Oberkochen	188		
Centron GmbH, Hallstadt	13		
Dell GmbH, Frankfurt	2		
dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	141		
EPOS Germany GmbH, Berlin	11	VOICE, heise Events	8, 9
eQ-3 AG, Leer	49	Make Digitaler Workshop	41
HETEC Datensysteme GmbH, Germering	47	enter JS	85
O'Reilly, dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg	43	IT Sicherheitstag	89
OPTIMAL SYSTEMS GmbH, Berlin	35	storage2day	119
Proact Deutschland GmbH, Nürnberg	39	Internet Security Days	133
Secomba GmbH, Augsburg	37	Container Conference	139
Thomas Krenn.com, Freyung	81	Webinar iOS im	
WIBU-SYSTEMS AG, Karlsruhe	41	Unternehmen	Mac & i, Heise Events
WORTMANN AG, Hüllhorst	4, 5	iX Workshops	149
		Webinar Plattformübergreifend programmieren	iX, heise Events
			Mac & i, Heise Events
			171
			192

## Stellenanzeigen

Duale Hochschule Baden-Württemberg Mosbach, Mosbach	191
Hochschule Neubrandenburg, Neubrandenburg	189
Max-Planck-Institut für Kognitions- und Neurowissenschaften, Leipzig	189

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen der EXTRA Computer GmbH, Giengen-Sachsenhausen.

\* Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich.  
Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.



# Mac & i

## Plattformübergreifend programmieren

29. Juli 2020, 11:00 bis 12:30 Uhr

In diesem Webinar werden aktuelle Mehr-Plattform-Ansätze vorgestellt und ihre spezifischen Vor- und Nachteile verglichen. Im Vordergrund steht der professionelle Einsatz in Unternehmen und damit das Erstellen von Apps für Mitarbeiter und Kunden.

### THEMENSCHWERPUNKTE:

- \* Was bedeutet Cross Plattform?
  - Welche Arten gibt es?
  - Warum möchte ich Cross Plattform?
  - Was sind Vor- und Nachteile?
  - Welche Rahmenbedingungen gibt es?
  - \* Bewertungsmöglichkeiten und Ausblick, Fragen und Antworten
- \* Beispiele für Cross-Plattform-Frameworks, jeweils mit Live-Demo
- Xamarin
  - Flutter
  - PWA



Thomas Künneth  
Principal Consultant und  
Head of Mobile bei der  
MATHEMA Software GmbH

Preis: 99,00 Euro inkl. MwSt.

Weitere Informationen unter: [www.heise-events.de/webinare/plattform](http://www.heise-events.de/webinare/plattform)

# 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, E-Mail: ct@ct.de

**Titelthemenkoordination in dieser Ausgabe:** „Passwortmanager“: Jan Schüßler ([jss@ct.de](mailto:jss@ct.de)), „Tablet-Kaufberatung“: Jörg Wirtgen ([jow@ct.de](mailto:jow@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 Internet, Datenschutz & Anwendungen

**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

**Leitende Redakteure:** 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)), 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 Vahldiek ([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 Müsigg ([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)), Steffen Herget ([sht@ct.de](mailto:sht@ct.de)), Ulrich Hilgefort ([uh@ct.de](mailto:uh@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](mailto:Ltg), [uk@ct.de](mailto:uk@ct.de))

**Koordination News-Teil:** Hartmut Gieselmann ([hag@ct.de](mailto:hag@ct.de)), Christian Wölbert ([cwo@ct.de](mailto:cwo@ct.de))

**Koordination Heftproduktion:** Martin Triadan ([mat@ct.de](mailto:mat@ct.de))

**Redaktionsassistenten:** 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 Assistenten:** Ralf Schneider ([Ltg](mailto:Ltg), [rs@ct.de](mailto: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, Dieter Wahner, Ulrike Weis

**Art Direction:** Nicole Judith Hoehne (Leitung & Weiterentwicklung)

**Junior Art Director:** Martina Bruns

**Fotografie:** Andreas Wodrich, Melissa Ramson

**Videoproduktion:** Johannes Börnsen

**Digitale Produktion:** Melanie Becker, Pascal Wissner

### Illustrationen

Jan Bintakies, Hannover, Rudolf A. Blaha, Frankfurt am Main, Thorsten Hübner, Berlin, Albert Hulm, Berlin, Hagen Kober, Nagold, Thomas Kuhlenbeck, Münster, Michael Luther, Berlin, Andreas Martini, Wettin

**Editorial:** Hans-Jürgen „Mash“ Marhenke, Hannover, **Schlage Seite:** Ritsch & Renn, Wien, **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](https://pgpCA@heise.de)>

D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A

Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://pgpCA@ct.heise.de)>

A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000

Key-ID: DBD245FCB3B2A12C

ct magazine CERTIFICATE <[pgpCA@ct.heise.de](https://pgpCA@ct.heise.de)>

19ED 6E14 58E8 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: [sq4lecqyx4izcpkp.onion](https://sq4lecqyx4izcpkp.onion)

## Verlag

Heise Medien GmbH & Co. KG  
Postfach 61 04 07, 30604 Hannover  
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover  
Telefon: 05 11/53 52-0  
Telefax: 05 11/53 52-129  
Internet: [www.heise.de](http://www.heise.de)

**Herausgeber:** Christian Heise, Ansgar Heise, Christian Persson

**Geschäftsführer:** Ansgar Heise, Dr. Alfons Schräder

**Mitglieder der Geschäftsleitung:** Beate Gerold, Jörg Mühle

**Verlagsleiter:** Dr. Alfons Schräder

**Anzeigenleitung:** Michael Hanke (-167)  
(verantwortlich für den Anzeigenteil),  
[www.heise.de/mediadaten/ct](http://www.heise.de/mediadaten/ct)

**Anzeigenpreise:** Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 37 vom 1. Januar 2020.

**Anzeigen-Auslandsvertretung (Asien):** Media Gate Group Co., Ltd.,  
7F, No. 182, Section 4, Chengde Road, Shilin District, 11167 Taipei City, Taiwan,  
[www.mediagate.com.tw](http://www.mediagate.com.tw)  
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,  
E-Mail: [mei@mediagate.com.tw](mailto:mei@mediagate.com.tw)

**Leiter Vertrieb und Marketing:** André Lux (-299)

**Werbeleitung:** Julia Conrades (-156)

**Service Sonderdrucke:** Julia Conrades (-156)

**Druck:** Firmengruppe APPL echter druck GmbH, Delpstraße 15, 97084 Würzburg

**Kundenkonto in der Schweiz:** PostFinance, Bern, Kto.-Nr. 60-486910-4,  
BIC: POFICHBEXXX, IBAN: CH73 0900 0000 6048 6910 4

**Vertrieb Einzelverkauf:**

VU Verlagsunion KG  
Meßberg 1  
20086 Hamburg  
Tel.: 040/3019 1800, Fax: 040/3019 145 1800  
E-Mail: [info@verlagsunion.de](mailto:info@verlagsunion.de)

### c't erscheint 14-täglich

Einzelpreis 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, 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 121,05 €, 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.

Hergestellt und produziert mit Xpublisher: [www.xpublisher.com](http://www.xpublisher.com)

Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

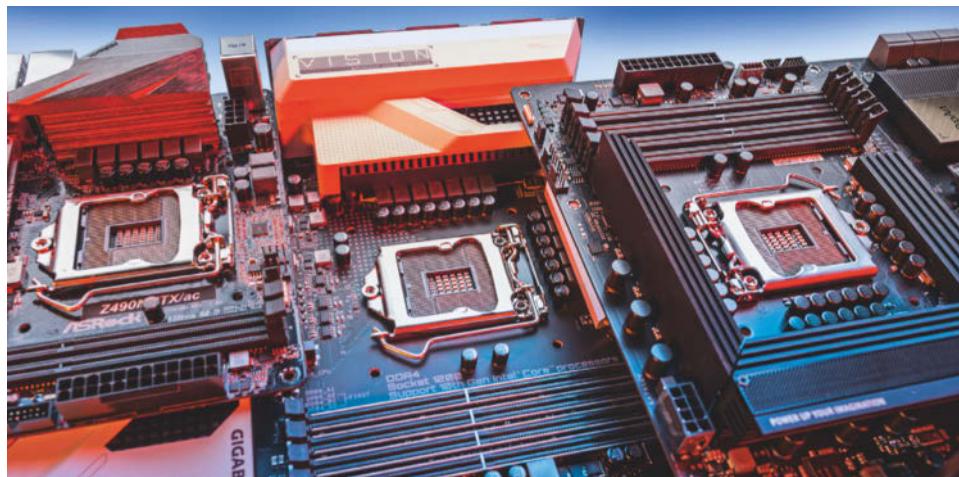
© Copyright 2020 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA



# Vorschau 16/2020

Ab 18. Juli 2020 im Handel und auf ct.de



## PC-Mainboards für Intel Core i-10000

Intels neue Prozessorgeneration Core i-10000 bringt bis zu zehn Kerne, die sehr hoch takten. Passende Mainboards mit der Fassung LGA1200 und dem Chipsatz Z490 haben schnellere Ethernet-Adapter mit NBase-T, viele auch USB 3.2 Gen 2 mit bis zu 20 Gigabit/s – manche sogar im Kompaktformat Mini-ITX.



## Netzwerk extraflott

Gigabit-Ethernet bremst Sie aus, weil 115 MByte/s zwischen PC und Netzwerkspeicher längst zu langsam für Videobearbeitung oder Backups sind? Multigigabit-Geräte geben Ihnen mindestens doppelten Schub, ohne dass Sie neue Kabel verlegen müssen.

## Das Gute an Windows 10

Wenn von Windows 10 die Rede ist, geht es oft um Mängel bei Datenschutz und Privatsphäre. Doch es steckt auch viel Gutes darin, was privaten Nutzern, Admins und Entwicklern den Alltag erleichtert und die Sicherheit erhöht. Wir zeigen, wie Sie es finden.

## Intelligente Banknoten

Hat Bargeld in der digitalisierten Welt eine Zukunft? Ja, wenn es intelligent gemacht ist, sagen Forscher und testen Geldmuster mit Speichermolekülen im Papier. Banknoten der Zukunft lassen sich knüllen, elektronisch aktivieren, fast nicht fälschen – und bleiben anonym.

## Videosprechstunde beim Arzt

Plattformen wie Teleclinic und Jameda versprechen kostenlose Videosprechstunden auch für gesetzlich Versicherte. Doch in welchen Fällen ist der digitale Arztbesuch überhaupt sinnvoll? Und wie löst man ein Rezept über das Internet ein? c't erklärt, worauf Patienten achten müssen.

Noch mehr Heise-Know-how



c't wissen Raspi 2020  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de



iX 7/2020 jetzt im Handel  
und auf heise-shop.de



c't Fotografie 4/2020  
jetzt im Handel und auf  
heise-shop.de

# WORTE BRAUCHEN FREIHEIT

PRESSEFREIHEIT PRESSEFREIHEIT PRESSEFREIHEIT  
FREIHEIT FREIHEIT FREIHEIT  
DISKUSSION KOMPROMIß  
WIE IN AENDER GEMEINSCHAFT  
IMPATHIE  
PRESSEFREIHEIT PRESSEFREIHEIT PRESSEFREIHEIT

Zeitschriftenverleger  
gemeinsam für Pressefreiheit

VDZ

Verband Deutscher  
Zeitschriftenverleger

# TOP-HANDYS, TOP-SERVICE



0,- €\*  
einmalig

## 1&1 ALL-NET-FLAT

- ✓ FLAT TELEFONIE
- ✓ FLAT INTERNET
- ✓ FLAT EU-AUSLAND

9,99  
ab

€/Monat\*

10 Monate, danach  
29,99 €/Monat. Inklusive  
Samsung Galaxy A21s.

Vom Einsteiger- bis High-End-Smartphone – bei 1&1 findet jeder das Richtige!



### Alles in einer Karte: Top-Service inklusive.

- ✓ **Alt gegen Neu:** 1&1 zahlt Ihnen eine hohe Tauschprämie für Ihr altes Handy beim Kauf eines neuen Geräts.
- ✓ **24 h Austausch-Service:** Die clevere Alternative zur Handy-Versicherung. Immer inklusiv bei Smartphones, Tablets und Laptops.\*
- ✓ **Priority Hotline:** 1&1 ist rund um die Uhr persönlich für Sie da. Kein Sprachcomputer.



1und1.de  
02602 / 96 96

\* - 3% MwSt.-Abzug auf der Rechnung: Angegebene Preise inkl. 19% MwSt. Zwischen dem 01.07.-31.12.2020 fällt bei Ihnen nur der reduzierte MwSt.-Satz in Höhe von 16% an. Samsung Smartphones für 0 € einmalig beim Abschluss eines Laufzeitvertrages z.B. der 1&1 All Net Flat S mit 3 GB Highspeed-Volumen/Mon. (bis zu 50 MBit/s im Download danach jew. max. 64 kBit/s) ab 9,99 €/Monat in den ersten 10 Monaten und 29,99 € ab dem 11. Monat inkl. Samsung Galaxy A21s. Telefonate in dt. Fest- und Handynetze inklusive sowie Verbindungen innerhalb des EU-Auslands und aus EU nach Deutschland plus Island, Liechtenstein und Norwegen. Einmaliger Bereitstellungspreis 29,90 €. 24 Monate Vertragslaufzeit. Sonderkündigung im ersten Monat möglich. Es gelten die separaten Bedingungen für den 24 h Austausch-Service und Alt gegen Neu (Trade-In). Austausch-Service bei gleichzeitiger Vertragsverlängerung um 24 Monate. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.

