Europas größtes IT- und Tech-Magazin

c't magazin für computer technik

29. 02. 2020 6



Erste Fritzbox mit Wi-Fi 6

Wie der Super-Trojaner private PCs und Firmen-IT befällt

Emotet verstehen und abwehren

Wirksamer Schutz • Infektionen erkennen • Erste Hilfe

IM TEST

- Gaming-Grafikkarten ab 250 Euro
- Mobile Dokumentenscanner
- 13,3-Zoll-Notebooks von HP und Razer
- Spartipp: Gebrauchte Netzwerk-Hardware

Altes Windows mit Hyper-V weiter nutzen

Windows 7 sicher in der VM

Jetzt kostenlos ausprobieren

Quantenprogrammierung



Telefon-Mitschnitte am Handy

Windows 10 im Kioskmodus

Android-Root vor Apps verstecken

Robuste Linux-Distributionen

Diagramme gestalten in Excel

€ 5,20
AT € 5,70 | LUX, BEL € 6,00
NL € 6,30 | IT, ES € 6,50
CHF 7.60 | DKK 57,00

Faktencheck: IT und Klimawandel

Die CO_2-Bilanz von Streaming, Cloud, Smartphone & Co.

FRITZ!

W L A A A



IT & Klimawandel: Genug geschämt

Schämen Sie sich auch schon? Nach Flugscham und SUV-Scham ist zurzeit Digitalscham angesagt. Die Cloud heizt dem Planeten angeblich kräftiger ein als die Fliegerei. Und Serienjunkies sind keinen Deut besser als Cayenne-Fahrer, denn Netflix & Co. pusten mehr CO_2 in die Luft als ganz Brasilien. So liest man es zumindest immer wieder.

Ob die Zahlen zumindest einigermaßen hinhauen, hinterfragt kaum jemand. Das Tolle an dem Thema ist schließlich: Endlich wird Greta Thunberg der Heuchelei überführt. Sie redet von Klimaschutz, liest ihre Reden aber vom Smartphone ab. Obendrein rottet ihr Gefolge sich jeden Freitag über WhatsApp zusammen. Und postet dann noch Fotos davon! „Das alles ist nicht emissionsfrei“, missbilligten neulich die „Tagesthemen“. Und schon hat die Generation Golf den schwarzen Peter elegant zurückgeschoben zur Generation Smartphone.

Natürlich muss IT grüner werden. Doch dieses Ziel erreicht man nicht, indem man Nutzern ein schlechtes Gewissen einredet. Trotz Flugscham steigen die Passagierzahlen, trotz SUV-Scham geht der neue X5 weg wie geschnitten Brot. Ziemlich unwahrscheinlich, dass irgendjemand wegen Digitalscham auf die dritte Staffel von Babylon Berlin oder das nächste iPhone verzichtet.

Im schlimmsten Fall geht das ganze Geschäme nach hinten los. Wenn angeblich jeder Klick das Klima killt, klicken die Leute das Thema Klimaschutz bald nur noch weg.

Man sollte also nicht den Nutzern, sondern den Netzbetreibern und Big Tech auf die Finger klopfen. Google, Apple & Co. bauen zwar Windräder für ihre Rechenzentren, doch das ist nur die grüne Fassade. Die Lieferkette in China arbeitet vor allem mit Kohlestrom, obwohl die Konzerne mehr als genug Kohle haben, das zu ändern.

Auch die Politik hat ihre Hausaufgaben noch nicht erledigt. Es fehlen Vorgaben für langlebige und recycelbare Geräte. Und ja, auch jeder Nutzer kann etwas tun. Unsere Tipps – ohne erhobenen Zeigefinger – lesen Sie ab Seite 62. Außerdem checken wir Digitalscham-Theorien und durchleuchten die Klimabilanzen der Digitalkonzerne.



Christian Wölbert

Inhalt c't 6/2020

Titelthemen

Emotet verstehen und abwehren

14 Was Emotet anrichtet und was man daraus lernt

18 Kettenreaktion Wie sich Emotet ausbreitet

22 Pragmatischer Schutz vor Super-Trojanern

28 Incident Response Was tun, wenn man betroffen ist?

Faktencheck: IT und Klimawandel

62 CO_2-Fußabdruck der IT

66 Klimaschutz Was Nutzer tun können

68 Energieeffizienz in Rechenzentren und Datennetzen

72 Klimabilanzen der Internetkonzerne

76 Öko-Suchmaschine Wie grün ist Ecosia?

Windows 7 sicher in der VM

158 Hyper-V als virtuelle Maschine für altes Windows

Aktuell

12 Klarnamenpflicht greift Grundrechte an

32 Kryptobörse Einbruch bei Altsbit

34 Krypto-Firma von BND und CIA unterwandert

36 Datenschutz Telefon ungelöscht verkauft

38 Online-Plattformen fürchten Regulierung durch EU

39 Internet Chrome 80, Deep Fakes, Markt für Daten

40 Bit-Rauschen Corona, OpenPower, Ice Lake

41 Workstations Fujitsu Celsius M7010 und M7010X

42 Server & Storage HPE MikroServer, 80-TByte-HDDs

43 Hardware Gaming-Grafikkarte, Externe SSD

44 Netze LoRaWAN-Smart-Meter, Wi-Fi-6-Chip

45 Embedded Systems Mini-Mainboard, Raspi mit UEFI

46 Smartphones Samsung Galaxy Z Flip, Sony Xperia 1 II

48 Handys mit 100-fach-Zoom Samsung Galaxy S20

49 Apple Durchsuchungen, ÖPNV für Karten-App

50 Forschung Strom aus Feuchte, App gegen Corona

51 Anwendungen Photoshop, LibreOffice, SpectraLayers

52 Open Source NetBSD 9.0, OpenSSH 8.2, KDE Plasma

53 Elektroindustrie durch Coronavirus beeinträchtigt

54 Spieledienst Geforce Now gestartet

56 Web-Tipps Fonts für Coder, Genomforschung

Test & Beratung

78 USB-NBase-T-Adapter Trendnet TUC-ET5G

78 Midi-Tower-Gehäuse Fractal Design Define 7

79 Erste Fritzbox mit Wi-Fi 6

80 Raumluftsensor Airthing Wave Plus

82 Gigabit-VPN-Router Draytek Vigor3910

84 Spiegellose Systemkamera Fujifilm X-Pro3

85 Song-Transkribierer Zplane Decoda

86 13,3-Zoll-Notebooks von HP und Razer

90 Kabellose Ohrhörer Jabra Elite 75t

91 Bluetooth-Kopfhörer Adidas RPT-01

94 Gaming-Grafikkarten ab 250 Euro

100 Spartipp: Gebrauchte Netzwerk-Hardware

104 Mobile Dokumentenscanner

108 Apps für Telefon-Mitschnitte am Handy

112 Smartphone-Telefonate mitschneiden

114 Telefon-Mitschnitte aus rechtlicher Sicht

172 Abenteuerspiel Journey to the Savage Planet

180 Bücher Neuronale Netze, Webdesign



Wissen

58 KI Neuronalen Netzen auf die Finger geschaut

118 Zahlen, Daten, Fakten PC und Hardware

120 LTE-Router Gebraucht ab 5 Euro

122 Flash-Speicher NAND und die Zukunft

124 Android-Root vor Apps verstecken

128 3D-Sound mit Dolby Atmos Music

132 Robuste Linux-Distributionen

136 Live-Streams und Podcasts Wie c't sie produziert

Praxis

142 Quantenprogrammierung

144 Qubits So unterscheiden sie sich von Bits

146 Quantengatter Einstieg in die Programmierung

152 Diagramme gestalten mit Excel

164 Windows 10 im Kioskmodus

166 Microsoft SQL Server Datenbanken reparieren

168 Spiele streamen mit Twitch Studio Beta

Immer in c't

3 Auf den Punkt IT in der Klima-Diskussion

6 Leserforum

11 Schlagseite

60 Vorsicht, Kunde Update-Panne bei Dell

174 Tipps & Tricks

178 FAQ Drucker

182 Story Eternity AG

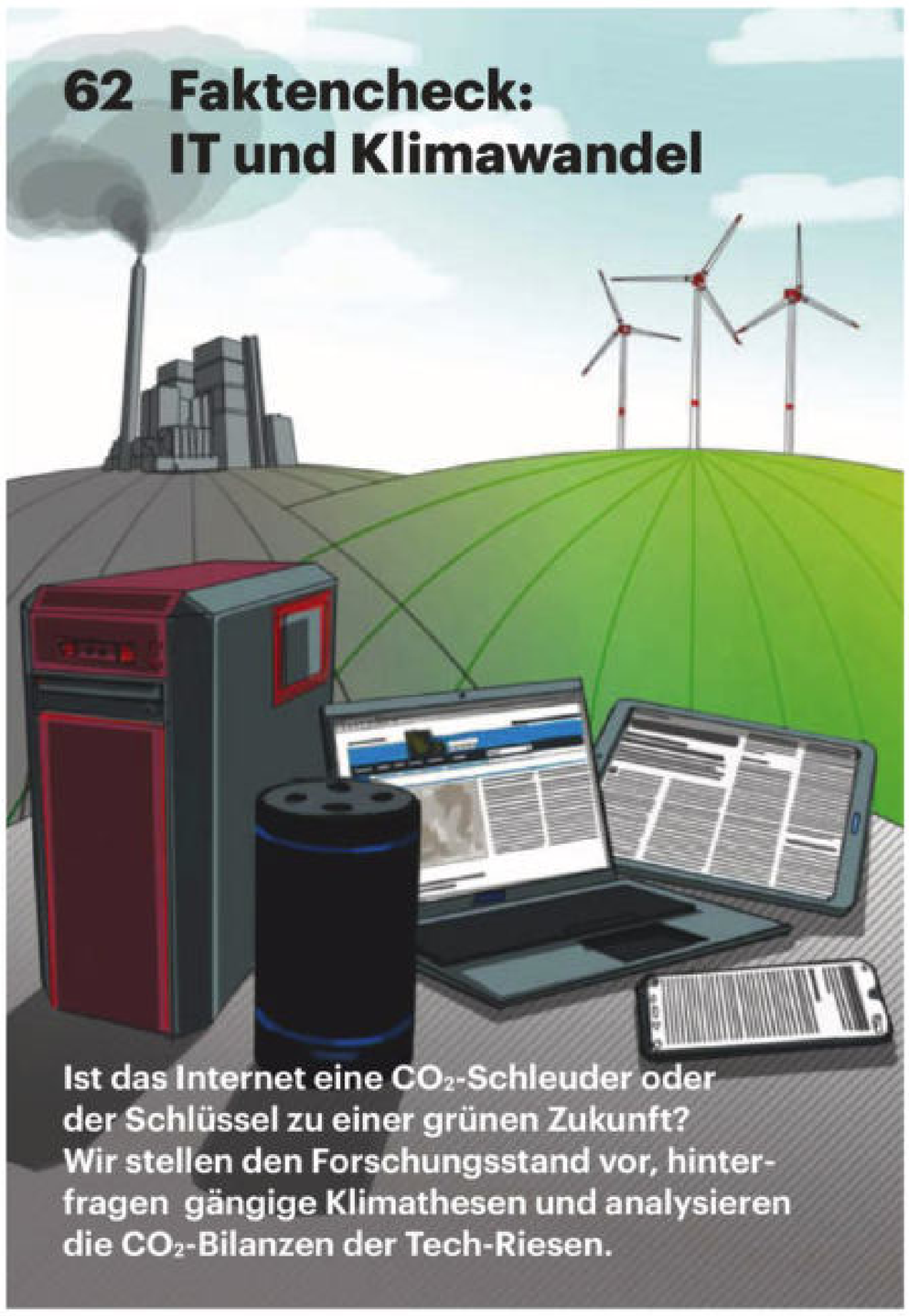
191 Stellenmarkt

192 Inserentenverzeichnis

193 Impressum

194 Vorschau

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



62 Faktencheck: IT und Klimawandel

Ist das Internet eine CO_2-Schleuder oder der Schlüssel zu einer grünen Zukunft? Wir stellen den Forschungsstand vor, hinterfragen gängige Klimathesen und analysieren die CO_2-Bilanzen der Tech-Riesen.



158 Windows 7 sicher in der VM

Wer auf seine Windows-7-Installation nicht verzichten mag, kann sie in einer virtuellen Maschine unter Windows 10 weiternutzen. Bei den 64-Bit-Pro-Editionen klappt das sogar mit Bordmitteln.

Leserforum

Pflichtfach-Quatsch

Editorial: IT-Sicherheit – Von Clowns und Affen, c't 4/2020, S. 3

Sie schreiben: „Aber was will man auch erwarten, in einem Land, wo die Informatik an den meisten Schulen kein Pflichtfach ist.“ Wir haben auch kein Pflichtfach Maschinenbau und trotzdem (noch) eine weltweit konkurrenzfähige Fahrzeug- und Maschinenbauindustrie. Und was ist der Grund? Wir haben in diesem Bereich ein sorgfältig ausbalanciertes Ausbildungssystem. An der Spitze die Technischen Universitäten, dann die Fachhochschulen, die Technikerschulen und die Facharbeiterausbildung. Je näher man der praktischen Anwendung kommt, umso breiter ist die personelle Basis. Und was dieses System inhaltlich auszeichnet, ist das fachliche Grundwissen, das von „oben“ nach „unten“ zwar immer weiter vereinfacht, aber vorhanden ist, um den Einzelnen zu befähigen, zu verstehen, was er tut, und es ihm erlaubt, selbstständig Entscheidungen zu fällen (im Gegensatz übrigens zum angelsächsischen Verständnis von Training).

Dieses System wird in den Bereichen, in denen Deutschland eine nennenswerte Industrie hat, von dieser durch Forschungs- und Entwicklungsaufträge bis hin zur Festlegung des Curriculums auf der Ebene der Industrie- und Handelskammern gestaltet und wettbewerbsfähig gehalten. Nun haben wir aber keine nennenswerte IT-Industrie, weder im Bereich Computer noch Nachrichtentechnik, und so funktioniert dieser Mechanismus dort nicht. Und weil die Politik mit Minderleistern besetzt und die Verwaltung von nichtsahnenden, aber arroganten Juristen gesteuert wird, hat dort niemand darauf geachtet, dass hier der Staat die Aufgabe hätte, ein entsprechendes System rechtzeitig zu etablieren. Und als Leser von inzwischen 751 kompletten Ausgaben der c't hat auch dieses Medium meiner Erinnerung nach das Thema praktisch völlig ignoriert und steht damit stellvertretend für die Fachöffentlichkeit.

etwasvernunft

Funktionalität entscheidet

Ein Pixel-Smartphone wechselt bei Garantietausch die Farbe, c't 5/2020, S. 62

Ich habe mich über Ihre Ausführungen und die Unterstützung für Herrn N. sehr gewundert. Herr N. hat ein gebrauchtes Smartphone gekauft und Glück gehabt, dass überhaupt Herstellergarantie dafür angeboten wird. Weder das Vorhandensein der Garantie noch deren Geltung für den Zweiterwerber sind selbstverständlich. Dass die Farbe eines Smartphones für dessen Funktionalität unerheblich ist, ist mehr als naheliegend. Anders wäre es bei einer Warnweste, die in Tarnfarbe nicht so gut funktioniert. Und nur um die Funktionalität geht es.

Die Ausführungen zum BGH-Urteil erscheinen mir daher deplatziert. Der BGH hat entschieden, dass die Lieferung eines Autos mit einer anderen Farbe als der vereinbarten beim Autokauf einen erheblichen Mangel darstellt. Für die Garantie ist das aber ohne Belang. Im Artikel werden Garantie und Mängelrechte aus dem Kauf unzulässigerweise durcheinandergeworfen. Die Aussage „Es spricht einiges dafür, dass diese vom BGH für ein Auto aufgestellten Grundsätze auf ein Oberklasse-Smartphone übertragbar sind“ ist daher mehr als fragwürdig.

Im Ergebnis haben Sie einem sehr unangenehmen Kunden zu seinem „Recht“ verholfen, aber allen anderen Gebrauchtkäufern einen Bärendienst erwiesen. Das Verhalten solcher Kunden verleitet Hersteller dazu, die Garantie ausdrücklich auf den Erstkäufer zu beschränken.

Pavel Denev

Die Garantie ist an das Gerät gekoppelt, nicht an den Käufer. Es ist unwahrscheinlich, dass ein eventueller Ausschluss von Nacherwerbern zulässig wäre. Dann würden zum Beispiel Weihnachtsgeschenke auch schon durch das Schenken ihre Garantie verlieren.



Wenn Google ein Pixel-Smartphone auf Garantie tauscht, kann einem das Ergebnis zu bunt sein.

Werbung versus Kassenbons

Zettelflut für Vater Staat, ct 5/2020, S. 44

Ich habe im Januar mal den ganzen Werbemüll gesammelt, der über meinen Briefkasten ins Haus geliefert wird. Dabei sind über 7 kg zusammengekommen. Für Umweltschützer wäre das ein lohnenswerter Ansatz und nicht der im Vergleich lächerliche Umfang der Kassenbons.

Michael Schade

Wir freuen uns über Post

redaktion@ct.de

c't Forum

c't Magazin

@ctmagazin

Ausgewählte Zuschriften drucken wir ab. Bei Bedarf kürzen wir sinnwahrend.
Antworten sind kursiv gesetzt.

Anonyme Hinweise
https://heise.de/investigativ

Style.
Smartes Tool für Ihre perfekte Work-Life-Balance.

Security.
Intuitive Sicherheitsfunktionen schützen Ihre Daten.

Service.
Genießen Sie den professionellen ThinkPad Support.

ThinkBook

Lenovo



BUILT FOR BUSINESS.
DESIGNED FOR YOU.

WWW.LENOVO.COM/THINKBOOK

Intel® Core™ i7 Prozessor der 10. Generation

intel CORE i7 10TH GEN



PSD2: Die überarbeitete EU-Richtlinie für das elektronische Bezahlen hat beim Online-Banking vieles durcheinandergebracht, das vorher gut funktioniert hat.

Chaos bei PSD2

Neues von alten und neuen Bankenschnittstellen, c't 5/2020, S. 144

Während einige Banken sehr bequem (und dennoch meines Erachtens ausreichend sicher) für den Kunden sind, scheinen andere Banken nach dem Motto: „Lieber doppelt und dreifach als haften" zu agieren. So läuft die Web-Portal-Authentifizierung bei der ING seit PSD2-Einführung wie folgt: 1. Anmeldung mit Konto-Nr. und PIN. 2. Eingabe DiBa-Key mit der Maus (2 vorgegebene Stellen aus sechsstelliger Zahl). Bis dahin war es schon vor PSD2 so. Seitdem darf man nun noch: 3. Handy-App öffnen, mit fünfstelliger PIN oder Fingerabdruck an der App authentifizieren, 4. Anmeldung am Web-Formular bestätigen, 5. (erneute) Eingabe der Mobil-Pin in der App, um die Anmeldung zu bestätigen. Und das bei jeder Anmeldung – seit Juli 2019.

Garry Glendown

„Saubere" Lizenzen

Geld sparen beim Windows-Kauf, c't 5/2020, S. 64

Die Rechnung ist doch für den PC-Einzelexemplar-Hersteller recht einfach: Billigstes Angebot – in diesem Augenblick 1,32 bei Rakuten – oder vielleicht doch das für 4,95 (fühlt sich ein bisschen besser an) verwenden und sollte Microsoft tatsächlich irgendwann einmal diese Lizenz abschießen, dann her mit dem nächsten billigen Aktivierungsschlüssel, und so fort. Da werden wohl einige Jährchen vergehen beziehungsweise über 50 Wiederbelebungsmaßnahmen anfallen müssen, bis er mit seinen Ausgaben in die Nähe der Microsoftschen Preisvorstellungen vorstößt.

Gustav Schrobsdorff

Kein Wunder

Wie Avast die Daten seiner Kunden verkaufte, c't 5/2020, S. 38

Man muss sich halt bei einem „wertvollen" Dienst fragen, ob man lieber zahlender Kunde der Firma ist oder Ware, deren Daten genutzt werden. Man wurde zwischenzeitlich schon ausgelacht, noch kostenpflichtige Programme zu nutzen; ich lächle immer noch wissend vor mich hin, während die Lacher weniger werden. (Und klar, ich bin mir bewusst, dass die Daten nicht hundertprozentig sicher sein müssen, wenn man zahlt.)

Ralf Jansen

CUPS zukünftig ohne PPDs

Tipps & Tricks: Ricoh-Mufus drucken langsam unter Linux, c't 5/2020, S. 174

Der Tipp ist nicht sonderlich attraktiv, denn aktuell ist nicht klar, ab welcher Version CUPS die PPDs nicht mehr unterstützen wird. Ich hatte hier mit dem weit verbreiteten Samsung MuFu M2675FN ebenfalls Probleme. Die konnte ich lösen, indem ich CUPS driverless mit CUPS-filters ausgewählt habe. CUPS erstellt dann im Dialog mit dem Drucker direkt eine eigene PPD-Datei, die optimal sowohl auf die Fähigkeiten des CUPS-Rasterizers als auch auf die Fähigkeiten des Druckers abgestimmt ist. Der Druckvorgang läuft bei mir seither schnell und problemlos.

Ich-weiss-zu-wenig

Ergänzungen & Berichtigungen

Smart-Meter-Schonfrist

Startschuss für verpflichtenden Smart-Meter-Einbau, c't 5/2020, S. 37

Anders als berichtet sind Haushalte, die eine Solaranlage betreiben oder ein verringertes Netzentgelt für eine Wärmepumpe zahlen, aktuell noch nicht zum Smart-Meter-Einbau verpflichtet. Die Einbaupflicht gilt erst, wenn das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik die Freigabe erteilt hat, was bislang nicht der Fall ist.

Google Nest Wifi

Mesh-WLAN-Kit mit Assistent, c't 5/2020, S. 78

In der Tabelle ging ein Detail verloren: Der Nest-Wifi-Router hat im 5-GHz-Band 4-Stream-WLAN, erreicht also bis zu 1733 MBit/s brutto. Der Nest-Point bleibt bei 2 Streams und maximal 867 MBit/s.

T-Systems: Konnektoren auf Verwundbarkeiten überprüft

Hinweise auf mögliche Verwundbarkeiten der Medizin-Telematik, c't 3/2020, S. 14

T-Systems weist in seinem Handbuch darauf hin, dass aufgrund der fehlenden Echtheitsprüfung des Zertifikats im Browser eine direkte Verbindung per Ethernet-Kabel zum Konnektor aufgebaut werden muss. Bei den vom Autor untersuchten fünf Praxen hielt sich allerdings nur eine an diese Vorgabe. Das Fehlen einer Echtheitsprüfung des Browser-Zertifikats hat der Autor auch beim Konnektor CGM KoCobox beobachtet.

T-Systems betont, dass laufend und umfassend geprüft werde, ob die im Konnektor verwendeten Software-Bibliotheken von in der CVE-Liste aufgeführten Verwundbarkeiten betroffen sind und dass diese beseitigt würden. Derzeit gäbe es im Konnektor keine in der CVE-Datenbank geführten Sicherheitslücken. Sollten in der CVE-Liste neue auftreten, würde T-Systems Firmware-Updates nach Bedarf zertifizieren lassen und ausspielen – falls nötig mehrmals im Jahr.

Wir haben T-Systems gebeten, eine genaue Liste aller beseitigten Verwundbarkeiten gemäß der für die Konnektoren gültigen Zertifizierungsanforderung ALC_FLR.2 zu veröffentlichen.

Fragen zu Artikeln

Mail-Adresse des Redakteurs am Ende des Artikels

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

Drei sind nicht genug!

1blu-Homepage 10

10 .de-Inklusiv-Domains!



1blu Homepage „10“

Nur im März 2020!
Bestellungen nach dem 31.03.2020 können leider nicht mehr berücksichtigt werden.

10 .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

2,29 €/Monat*

Preis gilt dauerhaft!

* Preis/Monat inkl. 19% MwSt. Angebot verfügbar ab dem 27.02.2020. 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/10**



heise Security Tour 2020

Wissen schützt

4. Juni 2020, **Salzburg** • 9. Juni, **Köln** • 16. Juni, **Berlin** • 18. Juni, **Hannover** • 23. Juni, **Stuttgart**

Jetzt **Frühbucherrabatt** sichern!

Was tun, wenn's brennt – richtige Vorbereitung ist mehr als die halbe Miete

Auszug aus dem Programm

- *IT-Security im Überblick – damit haben wir es akut zu tun, das kommt auf uns zu*
  (Jürgen Schmidt, heise Security)
- *IT-Sicherheitsgesetz 2.0 – was bedeutet die kommende gesetzliche Regulierung für die Praxis*
  (n.n.)
- *Notfall-Planung – so bereiten Sie sich und Ihre Kollegen richtig vor, auch ohne eigenes CERT*
  (n.n)
- *Forensik und Incident Response: Möglichkeiten und Grenzen der Spurensuche*
  (n.n.)
- *Der Datenschutz-Notfall: Pflichten gemäß DSGVO und Tipps, um Bußgelder und Bloßstellung zu vermeiden*
  (Jörg Heidrich, Justitiar Heise Medien)
- *Monitoring und Einbruchserkennung – ein Überblick zu Markt & Techniken*
  (n.n)

Richtig Vorbeugen – Sinnvoll Eingreifen – Aus Erfahrung lernen

© fotolia, Kurt Kleemann
© Adobe Stock, alphaspirit

www.heise-events.de/securitytour

Eine Veranstaltung von: heise Security

Organisiert von: heise Events



Weitere Schlagseiten auf ct.de/schlagseite



Bild: Albert Hulm

Meinungsfreiheit nur mit Anschrift

Internet: Neue Angriffe auf Grundrechte

Neue Vorschriften sollen helfen, Rechtsextremismus und sogenannte Hasskriminalität im Internet zu sanktionieren. Datenschützer, Richter sowie die Internetwirtschaft und zivilgesellschaftliche Organisationen schlagen Alarm.

Von Michael Link

Die Politik reagiert auf Hasskriminalität im Internet mit zahlreichen Verschärfungen von Gesetzen. Bereits jetzt sollen Plattformen in einer Art selbstorganisierter Zensur löschen, was gesetzwidrig sein könnte. Neu beschlossen wurde eine Meldepflicht, die Plattformbetreiber zwingt, dem Bundeskriminalamt schon bei Verdacht Gewaltdrohungen, Nazi-Propaganda sowie Volksverhetzung zusammen mit der IP-Adresse samt Portnummer mitzuteilen. Gebilligt wurde das vom SPD-geführten Justizministerium eingebrachte Gesetz zur Bekämpfung des Rechtsextremismus und der Hasskriminalität. Es bringt zahlreiche, teils gravierende Verschärfungen, beispielsweise im ohnehin umstrittenen Netzdurchsetzungsgesetz, im Strafgesetzbuch und in der Strafprozessordnung sowie im Meldegesetz und im BKA-Gesetz. Außerdem wird das grundgesetzlich verankerte Fernmeldegeheimnis eingeschränkt.

Schaut man sich beispielsweise die neuen Paragrafen 15 a und b im Telemediengesetz an, dann erweitern sie die Pflichten zur Herausgabe von Daten erheblich. Schon vor der Gesetzesänderung ließen sich Ermittlungsbehörden intensiv Auskünfte geben, doch nun sind weitaus umfassendere Zugriffe auf eine Vielzahl weiterer Inhalte, Quellen und Plattformen möglich, die Eingriffe in Grundrechte also weitaus gravierender. So müssen nun weitaus mehr Plattformen Nutzerdaten herausrücken. Dazu zählen außer sozialen Medien und Blogs auch Chat-Plattformen, Games sowie Portale, Shops und Info-Dienste aller Art und sogar Suchmaschinen. Selbst private Seiten im Web oder Webmailer, Podcasts und Partnerbörsen sind betroffen. Für Abfrage von IP-Adressen und zugehörigen Nutzernamen ist nicht einmal mehr eine richterliche Genehmigung erforderlich.

Besonders umstritten war, dass Plattformen nach Richterbeschluss Nutzerpasswörter offenlegen müssen – gegenüber dem ursprünglichen Entwurf gilt das allerdings nur bei besonders schweren Straftaten. Dass eine Herausgabepflicht für Passwörter ein nicht zu Ende gedachter Wunsch ist, dürfte Sachkundigen indes klar sein: Wenn nämlich die Betreiber, wie die DSGVO es nahelegt, Passwörter verschlüsselt speichern, müssen Ermittler schon hoffen, sie selbst entschlüsseln zu können. Die Internetwirtschaft läuft gegen die Verschärfungen Sturm, ebenso Politiker der Grünen, der Linken, der AfD und der FDP.

Identifikation statt Klarnamen

Trotz der niedrigen Zahlen an Ermittlungsverfahren sehen sich besonders Politiker Hass und Drohungen ausgesetzt, nicht nur in sozialen Netzwerken. Nun sind auch Gaming-Plattformen ins Visier der Politiker geraten. Ursache dafür war der Synagogen-Anschlag in Halle im Herbst 2019, bei dem der Täter das Geschehen live per Video auf der besonders bei Gamern beliebten Streaming-Plattform Twitch ins Netz gestellt hat. Die Bundesländer Niedersachsen und Mecklenburg-Vorpommern haben daher Mitte Februar gemeinsam eine Initiative zur Verschärfung des Netzwerkdurchsetzungsgesetzes (NetzDG) in den Bundesrat eingebracht.

Die Vorlage (Drucksache 70/20) enthält viel mehr als das, was Politiker wie Niedersachsens Innenminister Boris Pistorius (SPD) vorab in Interviews sagten. Der Minister in der Rheinischen Post: „Es kann nicht sein, dass Menschen sich im Netz hinter Fantasienamen verbergen und Straftaten begehen können, ohne dabei ein großes Risiko einzugehen, bestraft zu

werden“. Irritierenderweise erklärte er aber auch, dass es ihm nicht um eine Klarnamenpflicht gehe, sondern nur um mehr Identifizierungspflichten im Netz.

Zuerst hieß es, dass Nutzer lediglich „persönliche Daten hinterlegen“ sollen. Die nun ins Spiel gebrachte Identifikationspflichten gehen weit darüber hinaus. Demnach sollen soziale Netzwerke und – neu – auch Spieleplattformen mit mehr als zwei Millionen inländischen Nutzern die Namen, ihr Geburtsdatum sowie die Anschrift ihrer Nutzer nicht nur erfassen, sondern sie auch verifizieren. Bereits registrierte Nutzer sollen das binnen zwei Jahren nachholen. Die Kosten für die nötige Infrastruktur sollen die Betreiber der Netzwerke selbst tragen.

Meinung nur mit Ausweis

Die Identifikation soll laut Vorlage per amtlichem Ausweis, elektronischem Identitätsnachweis, mit einer qualifizierten elektronischen Signatur oder einem anerkannten elektronischen Identifizierungssystem erfolgen, zum Beispiel per Postident oder einem Videochat, wie er zur Freischaltung von Prepaid-SIMs genutzt wird.

Elisabeth Niekrenz von der netzpolitischen Organisation „Digitale Gesellschaft“ warnt: „Personen, die Straftaten begehen oder Debatten beeinflussen wollen, können weiterhin über VPN einen vermeintlich ausländischen Account ohne Identifizierung anlegen. Für den Normalnutzer würden die Hürden, am politischen Diskurs teilzunehmen, aber deutlich erhöht.“ Das gilt auch für Diskussionsforen etwa für Suchtkranke, Missbrauchsopfer oder für zivilgesellschaftliche Organisationen. Sie sind vielfach auf völlige Anonymität angewiesen.

Ein weiterer Kollateralschaden: Bei einer Identifizierungspflicht könnten sich Kinder und Jugendliche bei sozialen Netzwerken und Gaming-Plattformen nicht mehr anmelden, da eine Ausweispflicht erst ab 16 Jahren besteht. Niekrenz: „Medienkompetenz, also wie Informationen auf sozialen Medien verbreitet werden und wie man sich ein eigenes Bild macht, kann so kaum gewonnen werden.“

Auch Jüngere haben ein im Grundgesetzartikel 5 verbrieftes Recht auf Meinungsfreiheit. Im Netz könnten sie es dann nur ausleben, wenn sie vorher einen Ausweis beantragen. Meinungsfreiheit nur mit Ausweis sieht das Grundrecht aber nicht vor. Auch seinen Namen muss man nicht nennen. Eine Klarnamenpflicht verbot schon Paragraf 13 Absatz 6 des Telemediengesetzes. Das passt zu weiteren Datenschutzgesetzen.

Datenhändler und -diebe reiben sich die Hände

Sobald die Identifikationspflicht kommt, knallen bei Datendieben die Sektkorken. Denn dann horten Plattformen auf Geheiß der Politik riesige Datensammlungen mit Namen, Anschriften, Geburtsdaten und womöglich Fotos – auf Servern und mit Installationen, denen man nicht unbedingt trauen kann. So könnten echte Adressdaten auch in die Hände von Menschen geraten, die wegen einer Meinungsäußerung „besorgt“ sind und vielleicht unliebsame Besuche planen.

Der Bundesbeauftragte für Datenschutz und Informationsfreiheit, Prof. Dr. Ulrich Kelber, äußert sich zwar nicht zum laufenden Gesetzgebungsverfahren, befürchtet aber ebenfalls: „Die Betreiber freuen sich über zusätzliche persönliche Daten, mit denen sie noch genauere Nutzerprofile erstellen können. Im schlimmsten Fall sind beim nächsten Datenleck dann tausende Adressen oder Kopien von Personalausweisen zugänglich.“ Er warnt vor gravierenden Eingriffen in die Grundrechte und fordert: „Wir brauchen ein Sicherheitsgesetz-Moratorium und eine Bestandsaufnahme der Situation. Eine Pflicht zur Identifikation ist der falsche Weg.“ Auch der Geschäftsführer des IT-Branchenverbands Bitkom Bernhard Rohleder kritisiert die Eingriffe in Grundrechte durch die neuen Vorschriften und warnt, dass die Plattformen wohl eher zu viel melden werden als zu wenig.

Mehr Personal statt mehr Gesetze

Einig sind sich die meisten, dass man Kriminalität auch im Internet stärker bekämpfen muss. Sven Rebehn, Bundesgeschäftsführer des Richterbundes: „Die sozialen Netzwerke haben es bisher versäumt, Hassbotschaften auf ihren Plattformen wirksamer einzudämmen. Insbesondere haben sie sich vielfach schwergetan, die zur Strafverfolgung erforderlichen Auskünfte zu erteilen.“

Online tun sich aber weitere Lücken auf. Elisabeth Niekrenz von der Digitalen Gesellschaft: „Viele strafbare Postings werden unter Klarnamen veröffentlicht und trotzdem nicht verfolgt. Und viele Betroffene stoßen bei der Anzeigenerstattung auf Unverständnis der Beamten.“ Eine Strafverfolgung wäre aber möglich. Niekrenz: „Daten aus Nutzerkonten, die im Inland gespeichert sind, können bereits jetzt laut Strafprozessordnung beschlagnahmt werden. Zudem bieten frei verfügbare Profilinformationen oft gute Recherchemöglichkeiten.“

Der Deutsche Richterbund rechnet für den Fall des Falles mit einer sechsstelligen Zahl an Meldungen. Sven Rebehn: „Soll die jetzt beschlossene Meldepflicht der Netzwerke für bestimmte Straftaten nicht nur auf dem Papier stehen, braucht es hunderte zusätzliche Staatsanwälte und Richter, mehr Spezialisierung und vereinfachte technische Meldewege zu den Behörden. Der Schlüssel zum Erfolg liegt in ausreichenden Ressourcen der Strafjustiz. Die Bundesregierung beziffert das Investitionsvolumen der Länder allein für die Justiz auf 24 Millionen Euro pro Jahr, was angesichts erwarteter sechsstelliger Fallzahlen pro Jahr sicher nicht zu hoch gegriffen ist.“ *(mil@ct.de)* c't

PMK - Zuordnung	2017	2018	1.HJ 2019
ausländische Ideologie	11	1	0
linksmotiviert	12	17	42
nicht zuzuordnen	9	11	11
rechtsmotiviert	149	99	52
religiöse Ideologie	7	1	2
Summe	**188**	**129**	**107**

Auf eine Kleine Anfrage der FDP an die Landesregierung Niedersachsen nach der Zahl der Ermittlungsverfahren zu Hasskriminalität und Drohungen antwortete die Landesregierung in der Drucksache 18/4326.

Schmerzhafte Lektion

Was Emotet anrichtet – und welche Lehren die Opfer daraus ziehen



Lehrreicher Emotet-Angriff auf Neustadt ..... Seite 14
Wie eine Infektion verläuft ..... Seite 18
So schützen Sie sich vor Emotet ..... Seite 22
Im Notfall richtig reagieren ..... Seite 28

Im niedersächsischen Neustadt am Rübenberge hat der Trojaner Emotet mit voller Wucht zugeschlagen. Die Stadtverwaltung verlor wertvolle Daten, blieb tagelang offline und musste ihre gesamte IT neu aufsetzen. Nun spricht sie offen über das Desaster, damit andere daraus lernen.

Von Christian Wölbert

Am Morgen des 6. September 2019 bemerkte ein Mitarbeiter der IT-Abteilung der Stadtverwaltung von Neustadt am Rübenberge etwas Seltsames. Sein Monitor zeigte ihm eine extrem hohe Auslastung der Server im Rechenzentrum der Kommune – obwohl keine Tests oder Wartungsarbeiten anstanden. Es könnte Schadsoftware am Werk sein, folgerte der Mitarbeiter. Sicherheitshalber fuhr er die Server sofort herunter.

Doch da war es längst zu spät. Schon am Vorabend oder in der Nacht hatten Unbekannte damit begonnen, die Server der Verwaltung der niedersächsischen 45.000-Einwohner-Stadt zu verschlüsseln. Mails und Formulare, Flächennutzungspläne und Bauzeichnungen, die Hochzeitstermine des Standesamts und Elterngeldanträge – der eingeschleuste Kryptotrojaner machte vor nichts Halt.

Ein halbes Jahr später berichtet Maic Schillack, Erster Stadtrat und Stellvertreter des Bürgermeisters, von dem Moment, als seine Mitarbeiter ihn informierten. „Das Schlimmste für mich als Kämmerer war, dass die Daten der Buchhaltungssoftware verschlüsselt wurden“, sagt er. „Darunter 220.000 digitale Steuerakten und 350.000 Adressen von Debitoren und Kreditoren.“

Der Malware-König

Emotet ist eines der zerstörerischsten – man könnte auch sagen: erfolgreichsten – Schadprogramme der IT-Geschichte. Viele Betroffene fahren alle Server und PCs herunter, schicken Mitarbeiter nach Hause, stellen ihre Dienstleistungen oder die Produktion ein. Die Schadenssumme geht dann schnell in die Millionen. Aus Sicht von Arne Schönbohm, Chef des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), ist Emotet deshalb „der König der Schadsoftware“.

Allein in Deutschland wurden in den vergangenen beiden Jahren Dutzende verheerende Fälle bekannt. Im November 2018 schaltete das Klinikum Fürstenfeldbruck nach einer Emotet-Infektion alle 450 Rechner im Haus ab und meldete sich bei der Rettungsleitstelle ab. Im September 2019 ging das Berliner Kammergericht offline, im Dezember die Uni Gießen. Beide arbeiten immer noch am Neuaufbau ihrer IT. Auch die Medizinische Hochschule Hannover, die Katholische Hochschule Freiburg, die Stadtverwaltung von Frankfurt am Main und viele weitere wurden infiziert.

Die Fälle bei Behörden und Hochschulen bilden nur die Spitze des Eisbergs. Laut BSI wurden allein binnen weniger Tage im September „mehrere tausend E-Mail-Konten von Unternehmen und Bürgern“ durch Emotet kompromittiert und für den Spam-Versand missbraucht. Es hat also auch viele Firmen erwischt – die aber nicht davon berichten, wohl aus Sorge um ihre Reputation und aus Angst vor weiteren Angriffen.

Zu den wenigen Firmen, die ihre Erfahrungen publik gemacht haben, gehört Heise. Im Mai 2019 traf Emotet die Heise Gruppe, das Mutter-Unternehmen des c’t-Verlags Heise Medien. Es ging einigermaßen glimpflich aus: Die Firma wurde nicht komplett lahmgelegt, es wurden keine Daten verschlüsselt [1]. Massivere Schäden richtete Emotet in Neustadt an. Der Fall eignet sich deshalb, um beispielhaft zu erzählen, warum der Trojaner so schwer zu stoppen ist, welche Folgen der Befall haben kann – und welche Lehren sich daraus ziehen lassen.

Durchschlagskräftige Spam-Mails

Maic Schillack weiß zwar nicht, auf welchem Wege die Stadtverwaltung von Emotet befallen wurde. Wahrscheinlich ist aber, dass ein Mitarbeiter eine gefälschte E-Mail mit einem verseuchten Office-Dokument (z. B. .doc) im Anhang erhalten hat. Das war laut den Analysen von Antiviren-Firmen und Sicherheitsbehörden zumindest bislang die typische Angriffsmethode der Emotet-Gangster. Öffnet jemand das Dokument und folgt der Aufforderung, Makros zu aktivieren, nimmt das Unheil seinen Lauf.

Was Emotet so mächtig macht, ist die perfide Aufmachung der Mails. Sie stammen aus Sicht des Empfängers offenbar von einer tatsächlich existierenden Kontaktperson und zitieren einen realen Mailwechsel zwischen dem Empfänger und dieser Person. Im Fall von Heise wurde ein Mitarbeiter scheinbar von einem Geschäftspartner aufgefordert, Daten in einem angehängten Dokument auf Aktualität zu prüfen. So schafft es Emotet, auch vorsichtige Menschen zum Öffnen des Anhangs zu bewegen.

Die erstaunlich echt wirkenden Mails werden nicht mühsam von Hand gefälscht, sondern automatisch und massenweise. „Emotet ist in der Lage, Outlook-Konversationen (Kontaktbeziehungen und Mailinhalte) auszulesen und so automatisiert sehr authentische Spam-Mails zur Erstinfektion zu generieren“, erklärt das BSI. Emotet verbindet also die Durchschlags-



„Entscheidend ist für mich, ob wir durch unseren Vorfall etwas verändern“, sagt Neustadts Erster Stadtrat Maic Schillack.

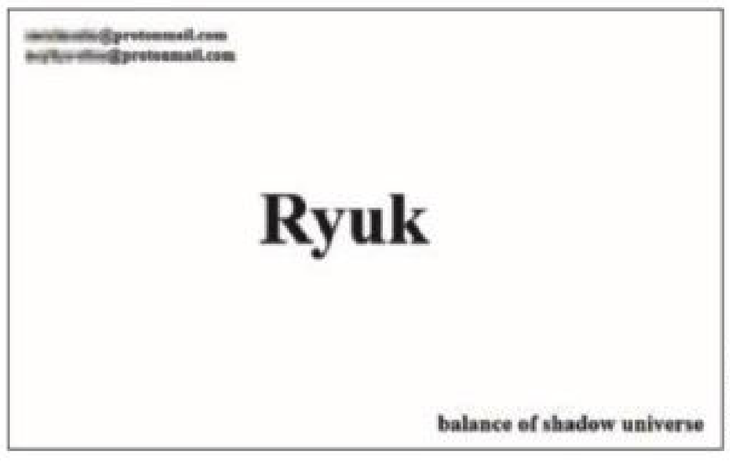


Bild: G Data

HTML-Botschaft des Verschlüsselungstrojaners Ryuk: Auch Neustadt am Rübenberge wird von den Cybergangstern erpresst.

kraft von Social Engineering mit der Breitenwirkung einer Spam-Kampagne – Fachleute sprechen von Dynamit-Phishing.

Scanner-Versagen

Ein weiterer wesentlicher Faktor: Virenscanner konnten die Infektionen zumindest bislang oft nicht verhindern. In Neustadt hätten die Scanner zwar – rund sechs Monate vor dem Verschlüsselungs-GAU – auf einigen Arbeitsplatzrechnern Alarm geschlagen, erinnern sich Stadtrat Maic Schillack und der Leiter der IT-Abteilung, Tobias Niemeyer. Nach dem Neuaufsetzen der PCs habe es aber bei mehreren Vollscans keinen Alarm mehr gegeben. Die Antiviren-Software sei stets aktuell gewesen.

Das erinnert an die Vorgänge bei Heise. Hier hatten die Virenwächter an einem Montag zwar einen Angriff gemeldet, nach oberflächlichen Reinigungen schien aber wieder alles in bester Ordnung zu sein – bis Emotet zwei Tage später plötzlich Verbindungen zu Kontrollservern aufbaute. Die AV-Software hatte also anscheinend auf einigen befallenen Systemen nicht angeschlagen oder Teile der Schadsoftware nicht als solche erkannt.

Im Berliner Kammergericht hat AV-Software von McAfee offenbar auf ganzer Linie versagt. „Diese hat Malware, die zum Zeitpunkt der Infektion bereits bekannt war, nicht erkannt“, stellte T-Systems in einer von der Berliner Justiz veröffentlichten Analyse fest.

Eine Erklärung hat Andreas Marx, Chef des Magdeburger Antiviren-Testlabors AV-Test. „Die Macher hinter Emotet & Co. prüfen ihre neuen Kreationen immer gegen alle gängigen Virenscanner“, sagt er. Die Gangster berücksichtigten dabei sowohl die statischen Signaturen der Scanner als auch ihre dynamische Erkennungsmethoden.

Katz- und Maus-Spiel

Haben die Emotet-Macher einen Weg gefunden, populäre Antiviren-Software auszutricksen, feuern sie eine Salve Mails ab. Die Antiviren-Hersteller aktualisieren dann meist binnen weniger Tage ihre Programme – und das Katz- und Maus-Spiel beginnt wieder von vorn. Zum Beispiel verzichteten die Kriminellen im Dezember plötzlich auf Dateianhänge und setzten stattdessen Download-Links in die Mails.

Nach der Infektion lädt Emotet meistens weitere Schadsoftware nach. „Emotet ist nur der Ursprung allen Übels, die enorme Schadenswirkung wird durch ein schrittweises Vorgehen der Täter erreicht“, erklärt das BSI. Typischerweise wird zunächst das Tool Trickbot eingesetzt. Dieses kann unter anderem Zugangsdaten ausspähen und sich weitgehend automatisiert im Opfer-Netzwerk ausbreiten. (Im Artikel ab Seite 18 schildern wir den Prozess detaillierter.)

Im nächsten Schritt schauen die Gangster sich aus der Ferne bei ihrem Opfer um: Um was für eine Organisation handelt es sich? Wie hoch ist der Jahresumsatz? Wo befinden sich die wichtigsten Daten und Backups?

Anschließend entscheiden sie, wie sie das meiste aus ihrer Geisel herausholen. Sie können zum Beispiel Daten verschlüsseln oder mit Veröffentlichungen drohen, um Lösegelder zu erpressen. Sie können aber auch heimlich Kryptowährungen auf den Systemen schürfen – oder den Zugang an andere Kriminelle verkaufen. „Das funktioniert wie bei einem geklauten Auto. Der Dieb kann es eine Weile selbst fahren, es weiterverkaufen oder ausschlachten“, sagt AV-Test-Chef Marx.

Der Begriff Emotet

Im Jahr 2014 entdeckte die Sicherheitsfirma Trendmicro ein neues Schadprogramm, das sie auf den Namen Emotet taufte. Kriminelle spähten mit der Software damals Bank-Zugangsdaten aus. Mittlerweile dient Emotet jedoch vor allem als „Dropper“, er lädt also weitere Schadprogramme nach. Typischerweise sind das Trickbot und der Verschlüsselungstrojaner Ryuk.

Emotet gelangt in der Regel über Spam-Mails auf Rechner, entweder durch ein Office-Dokument mit Makros im Anhang oder über einen Download-Link. Manchmal wird der Begriff Emotet auch verwendet, um das Gesamtsystem aus Spam-Mails, Anhängen oder Download-Links und dem eigentlichen Schadprogramm zu beschreiben.

Gezielte Verschlüsselung

Im Fall von Neustadt haben die Gangster – wie in vielen anderen Fällen – den Verschlüsselungstrojaner Ryuk eingesetzt. Stadtrat Schillack und IT-Mann Niemeyer wissen das, weil am Morgen des 6. September eine HTML-Datei mit dem Schriftzug „Ryuk“ und zwei E-Mail-Adressen auf dem Bildschirm eines Arbeitsplatzrechners erschien, eine Art Bekennerschreiben der Cybergangster.

Schillack und seine Mitarbeiter versuchten als Erstes, den Schaden zu begrenzen: Alle Angestellten der Stadt wurden mündlich angewiesen, ihre Rechner herunterzufahren und auf keinen Fall wieder einzuschalten. Gleichzeitig forderte die Verwaltung externe Partner telefonisch auf, keine Mails der Neustädter zu öffnen und selbst nach Schadprogrammen zu suchen. Schillack ließ außerdem die Konten der Stadt sperren und informierte die Polizeibehörden und die Landesbeauftragte für den Datenschutz.

Beamte des Landeskriminalamtes und der Polizei trafen noch am selben Morgen in Neustadt ein und begannen mit der Analyse, um die Schadsoftware zu identifizieren und das Ausmaß der Verschlüsselung einzuschätzen.

Die gute Nachricht: Es gab noch ein unverschlüsseltes, nur 24 Stunden altes Backup der Buchhaltungsdaten. Allerdings erfuhren Schillack und Niemeyer auch viele schlechte Neuigkeiten. Der Trojaner hatte zahlreiche andere Datenbanken sowie einige Backups verschlüsselt. Auf dem zentralen Fileserver der Stadt wurden etwa 550.000 Dateien verschlüsselt, etwa 830.000 blieben verschont.

Alles aus

Die Stadtverwaltung musste nun eine weitreichende Entscheidung treffen: Sollte sie die offenkundig verseuchten Rechner und Server reinigen und den Rest weiterlaufen lassen? Oder sollte sie sicherheitshalber alle Systeme herunterfahren und neu aufsetzen?

Schillack und Niemeyer entschieden sich nach Rücksprache mit dem BSI und früheren Emotet-Opfern für die zweite Op-

tion. Nur so habe man ausschließen können, dass die Malware sich irgendwo versteckt und erneut ausbreitet, sagen die beiden.

Damit war die Stadtverwaltung von Neustadt mit ihren rund 560 Mitarbeitern weitgehend lahmgelegt. Fast alle Bürgerdienste – von der Ausstellung der Geburtsurkunde über die Ehe-Anmeldung bis zur Übernahme von Bestattungskosten – mussten vorerst eingestellt werden. Die Verwaltung konnte auch keine Zahlungen mehr leisten. Deshalb mussten zum Beispiel Familien vorerst auf Elterngeld und damit auf einen großen Teil ihres Einkommens verzichten.

Auch in anderen Emotet-Fällen haben sich die Verantwortlichen für die Abschaltung und einen weitgehenden Neuaufbau entschieden – zum Beispiel am Kammergericht Berlin. Immer wieder kommt es zum Totalausfall kompletter IT-Infrastrukturen, zu Produktionsstillständen oder der Nichtverfügbarkeit von Dienstleistungen fasst das BSI zusammen.

Zurück auf Los

Schillack und Niemeyer versuchten nun, die Ausfallzeit zu minimieren. Für den Neuaufbau rekrutierten sie Verstärkung von einem kommunalen IT-Dienstleister und einem privaten Systemhaus. Zusammen mit eigenen IT-Leuten hatten sie nun etwa 30 ITler vor Ort. Ein Team baute die Infrastruktur neu auf, richtete Server und Netze wieder ein. Das zweite Team lief von Büro zu Büro und setzte die insgesamt rund 300 Arbeitsplatzrechner neu auf.

Es dauerte eine Woche, bis die Verwaltungsmaschinerie langsam wieder in Tritt kam. Zuerst nahmen die Meldebehörde und das Standesamt die Arbeit wieder auf, danach folgten Schritt für Schritt weitere Abteilungen. Die ungeplanten Mehrausgaben für den IT-Neuaufbau schätzt Schillack auf 100.000 bis 150.000 Euro.

„Mittlerweile sind wir zu 95 Prozent wieder einsatzfähig“, sagt er Ende Januar gegenüber c’t. Alle Anwendungen für Bürgerdienste liefen wieder. Viele verschlüsselte Dateien habe man aus sauberen Backups oder von externen Partnern wieder eingespielt. Anderes habe man notgedrungen neu erstellt, etwa die Pläne für ein Neubaugebiet.

Achtstellige Lösegelder

Eventuell wird die Stadtverwaltung sich dann noch mit einem besonders heiklen Thema auseinandersetzen müssen: Die Emotet-Gangster haben Neustadt angeboten, verschlüsselte Daten gegen Lösegeld wieder zu entschlüsseln. Anders gesagt: Sie erpressen die Stadt.

Die Stadtverwaltung verrät nicht, wie die Lösegeldforderung präsentiert wurde, wie hoch die geforderte Summe ist und ob man sie notfalls zahlen würde. Sie erklärt lediglich, dass sie bislang nichts gezahlt habe. Auch das LKA Niedersachsen, das in dem Fall ermittelt, äußert sich nicht dazu.

Laut BSI passen die Emotet-Macher ihre Lösegeldforderungen an den Wert der verschlüsselten Daten und an die Finanzkraft ihrer Opfer an. „Dabei wurden in Einzelfällen bis zu achtstellige Lösegelder gefordert.“ Auch das ist eine Besonderheit: Bei früheren Ransomware-Kampagnen forderten die Gangster in der Regel von allen Opfern die gleiche Summe.

Neustädter Lehren

Welche Lehren lassen sich nun aus dem verheerenden Cyberangriff auf Neustadt ziehen? Stadtrat Schillack und IT-Chef Niemeyer legen Wert auf die Feststellung, dass die IT-Systeme der Stadt auch vorher „absolut zeitgemäß“ gewesen seien. Nun achte man aber durchaus noch stärker auf Sicherheit.

Auf technischer Ebene habe man zum Beispiel strengere Regeln für Mail-Anhänge eingeführt. Alte Office-Formate wie DOC sowie verschlüsselte ZIP-Dateien würden nicht mehr akzeptiert – was im Alltag immer wieder zu Diskussionen mit anderen Behörden führe, die noch DOC-Dateien versendeten, sagt Niemeyer. Das neue Netzwerk habe man zudem streng segmentiert, um Schädlingen die Ausbreitung zu erschweren. Ein Sicherheitstest durch externe Experten sei geplant.

Außerdem habe man wieder Bandsicherungen eingeführt: Bänder mit essenziellen Daten lägen im feuerfesten Tresor der Stadt und in einem Bankschließfach. Damit könne man nach Notfällen die Grundstruktur der IT schnell wiederherstellen. Hinzu kämen wöchentliche Backups aktueller Daten auf weiteren Bändern. „Diese sind offline, also gibt es keine Angriffsmöglichkeit“, betont Niemeyer.

Niemals wirklich sicher

Mindestens ebenso wichtig wie die Technik ist aus seiner Sicht allerdings das Verhalten der Mitarbeiter. „Das größte Einfallstor in der heutigen Welt ist nicht die Technik, sondern Social Engineering.“ Die Angestellten der Stadt seien nun – durch den verheerenden Emotet-Angriff – schon sehr vorsichtig geworden. „Der letzte September war die ultimative Awareness-Schulung.“ Trotzdem werde man Schulungen durchführen, auch mit externen Experten.

Absolute Sicherheit könne es trotz all dieser Maßnahmen niemals geben, betont Niemeyer. „Die Frage ist nicht, ob man befallen wird, sondern wann.“ Man müsse also auf den Notfall vorbereitet sein – und dann schnell und konsequent handeln. „Jemand muss Entscheidungen fällen, statt um den heißen Brei herumzureden.“

Auch Stadtrat Schillack hofft, dass andere aus solchen Erfahrungen aus Neustadt lernen. Außerdem ruft er betroffene Unternehmen auf, Cyberangriffe bei der Polizei anzuzeigen. Die Ermittler gingen „sehr sensibel“ damit um, betont er, und könnten nur durch Anzeigen das Verhalten der Angreifer nachvollziehen. „Entscheidend ist für mich die Frage, ob wir durch unseren Vorfall etwas verändern.“ *(cwo@ct.de)* c't

Literatur

[1] Jürgen Schmidt, Trojaner-Befall: Emotet bei Heise, c’t 13/2019, S. 36

Wer steckt hinter Emotet?

Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) ist davon überzeugt, dass „die Entwickler von Emotet ihre Software und ihre Infrastruktur an Dritte untervermieten“. Diese setzten dann weitere Schadsoftware wie Trickbot und Ransomware ein, um „ihre eigenen Ziele zu verfolgen“. Die Motivation sei in der Regel finanzieller Natur. Das BSI geht also von Cyberkriminalität aus, nicht von Spionage.

Zur spannenden Frage, aus welchem Land oder aus welchen Ländern die Emotet-Entwickler und die Angreifer kommen, äußert sich das BSI nicht. Auch aus den Strafverfolgungsbehörden sind dazu bislang keine Erkenntnisse nach außen gedrungen. Es kursieren lediglich Gerüchte, in denen von Osteuropa oder Russland die Rede ist. Malware-Experte Andreas Marx von der Firma AV-Test betont jedoch: „Es gibt viele Vermutungen, aber eine Attribution ist nicht seriös möglich.



Leichte Beute

Wie sich Emotet durch Windows frisst

Eine typische Emotet-Infektion beginnt mit einem einzelnen PC. Der Nutzer spielt eine entscheidende Rolle: Er aktiviert unvorsichtigerweise Makros in Microsoft Office. Das stößt eine Kettenreaktion an, die sich durch ein Netzwerk frisst und nicht selten mit Forderungen der Erpresser in Millionenhöhe endet, aber auch einzelnen PC-Nutzern schadet.

Von Peter Siering

Viele gewiefte Forensiker arbeiten sich an Schädlingen wie Emotet ab: Sie analysieren und dokumentieren im Detail die einzelnen Schritte, mit denen sich deren Macher Zutritt zum Innersten von Windows und somit den Computern anderer Leute verschaffen. Kaum ist der Bericht fertig, erscheint schon die nächste Generation, die neue Wege verwendet. Der folgende Blick auf die Wirkweisen kann deshalb nur ein Schnappschuss sein. Er ist dennoch lehrreich, weil er zeigt, wie gängige Schutzmechanismen ins Leere laufen.

Aller Anfang ist Office

Die überlieferten Emotet-Infektionen fangen mit einem Office-Dokument an. Es enthält massiv verschleierten VBA-Makro-Code. Die einzige Gegenmaßnahme, nämlich das Verbot, Makros auszuführen, hebelt der Benutzer in dem Moment selbst aus – der sichtbare Teil des Office-Dokuments animiert ihn mit einem Hinweis zu einer vermeintlich technischen Einschränkung dazu. Der VBA-Code bringt es fertig, eine PowerShell zu öffnen. Die ruft er nicht direkt auf, sondern spannt die Windows Management Instrumentation (WMI) dazu ein. VBA-Code hat in Windows weitgehende Rechte. Er darf andere Programme starten, ohne dass irgendeine Instanz einschreitet.

Aus dem VBA-Code heraus wird letztlich ein „legales“ Windows-Programm gestartet, die zum Betriebssystem gehörige PowerShell. Ebenso wie der VBA-Code ist der PowerShell-Code hochgradig verschleiert. Wenn man ihn genauer studiert, so sieht man, dass er eine Liste von Servern durchgeht und versucht, von dort eine Datei herunterzuladen. Die angesprochenen Server sind häufig WordPress-Instanzen, weil die sich wegen fehlender Aktualisierung leicht übernehmen und dann als Ablageort für Malware-Komponenten missbrauchen lassen (auf GitHub gibt es ein Projekt, das zeigt, was ein für Emotet übernommenes WordPress ausmacht, siehe ct.de/ycf8).

Die heruntergeladene Datei landet als EXE-Datei im Benutzerprofilordner (etwa direkt unter C:\Users\Peter), der in Windows auch von normalen Benutzern beschreibbar ist. Anschließend führt das PowerShell-Skript die heruntergeladene EXE-Datei aus. In einer Standardkonfiguration ist auch das keine Aktion, die ir-

gendwelche Schutzmechanismen auf den Plan rufen würde. Die EXE-Datei hat als Namen oft nur ein paar Ziffern, etwa 42.exe, und ist, bei einer frischen Welle, für Virenscanner zunächst ein unbeschriebenes Blatt. Sie schreiten nicht ein.

Eine solche EXE-Datei oder ihr gefährlicher Inhalt könnte aber auch auf andere Weise in einen PC gelangen: Sie kann Huckepack mit Software aus dem Internet auf dem PC landen, die der Benutzer gern mal ausprobieren möchte. Sicherheitslücken in gängiger Software, die durch geeignete Datenbündel ausgenützt werden, würden sich ebenso gut eignen, etwa Fehler in einem PDF-Reader. Auch doppelte Dateiendungen wie klickmich.pdf.exe sind beliebt. Die Malware-Autoren sind kreativ, wenn eine Masche nicht mehr zieht.

Selbstmodifizierende EXE

Alsbald beginnt 42.exe sein Werk: Das Programm lädt Binärcode nach. Diesmal kommt der von den Command&Control-Servern derjenigen, die diese Emotet-Variante in die Welt gesetzt haben. Auch in diesem Schritt landet für Virenscanner unbekanntes Material auf dem PC. Der Code ist in früheren Versionen gepackt gewesen, heute meist „nur“ verschlüsselt. Der zum Entschlüsseln nötige Code und der Schlüssel variieren auch, sodass hier die typischen Vorwarnsysteme erneut versagen, solange die Welle frisch ist. Insider sprechen von mehreren Wochen, die solche Wellen unbemerkt bleiben.

Auf diese Weise kann die konkrete Emotet-Implementierung frisch und frei Codemutationen aus dem Netz nachladen und sie starten. Es bildet sich eine Kette von einander aufrufenden Prozessen, die über mitgegebene Parameter sicherstellen, dass sie nicht unter Beobachtung stehen, etwa indem sie Prozess-IDs für die Benennung von Synchronisationsobjekten verwenden. Schließlich ändert das mehrfach modifizierte Programm seinen Namen auf einen vergleichsweise „unverdächtigen“, zum Beispiel „Windows.Networking.Connectivity.exe“; eine gleichnamige DLL findet sich in den Eingeweiden einer jeden Windows-Installation.

Zu diesem Zeitpunkt hat Emotet es sich auf dem PC bereits bequem gemacht und dafür gesorgt, dass es bei jedem Systemstart wieder ausgeführt wird. Auffällig daran ist, dass die EXE-Datei im Benutzerprofil, in der Regel in den vom Explorer „versteckten“ Verzeichnissen unterhalb von AppData\Local in analog benannten Unterverzeichnissen liegt. An dieser Stelle residieren vergleichsweise selten reguläre Programme – allerdings gibt es Ausnahmen, OneDrive etwa.

Die Techniken, mit denen Emotet dafür sorgt, dass es dauerhaft läuft, variieren: Verbreitet ist, dass es sich in den Registry-Ast SOFTWARE\Microsoft\Windows\CurrentVersion\Run einträgt. Überliefert ist auch, dass es einen Dienst anlegt und dafür die Beschreibung eines legitimen Windows-Dienstes kopiert, um nicht weiter aufzufallen.

Modulare Malware

Die nachgeladenen Module versuchen, Emotet im lokalen Netz auf weitere Maschinen zu verbreiten. Sie suchen dort nach Freigaben und probieren eine Liste von Passwörtern für eine Anmeldung mit Admin-Rechten aus. Ziel dabei ist, den Binärcode zu übertragen und über das Eintragen eines Dienstes auf den anderen Maschinen auszuführen. Wer nur schwache Passwörter nutzt, wird an dieser Stelle von einem fleißigen Roboter überrumpelt, der für derlei Aktivitäten die offiziellen Befehle wie `sc create` verwenden kann.

Analysen haben auch entdeckt, dass ein Emotet-Modul versucht, auf dem Gateway des lokalen Netzes Port-Weiterleitungen einzurichten und dafür das UPnP-Protokoll bemüht. Indem infizierte Systeme hinter einem Router von außen erreichbar sind, können sie als Vermittler arbeiten. Die Emotet-Akteure können so die Last zwischen Bots, gekaperten Servern, kompromittierten Web-Hosts wie WordPress-Instanzen und den eigenen Servern aufteilen und den Daten(ab)fluss zusätzlich verschleiern.

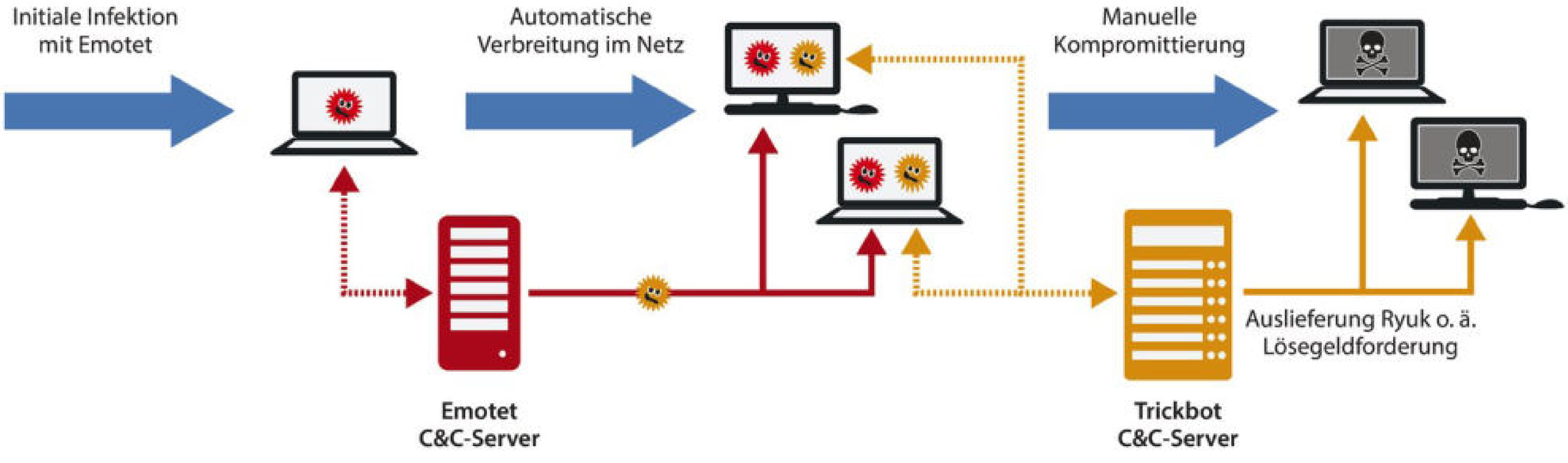
Emotet greift die in E-Mail-Programmen und Browsern gespeicherten Kennwörter des Opfers ab und überträgt sie an die Command&Control-Server. Das Gleiche geschieht mit jüngeren E-Mail-Threads aus Outlook. Teile der Mails verwendet Emotet, um weiteren Opfern manipulierte Office-Dokumente zu schicken, um auch dort aktiv werden zu können.

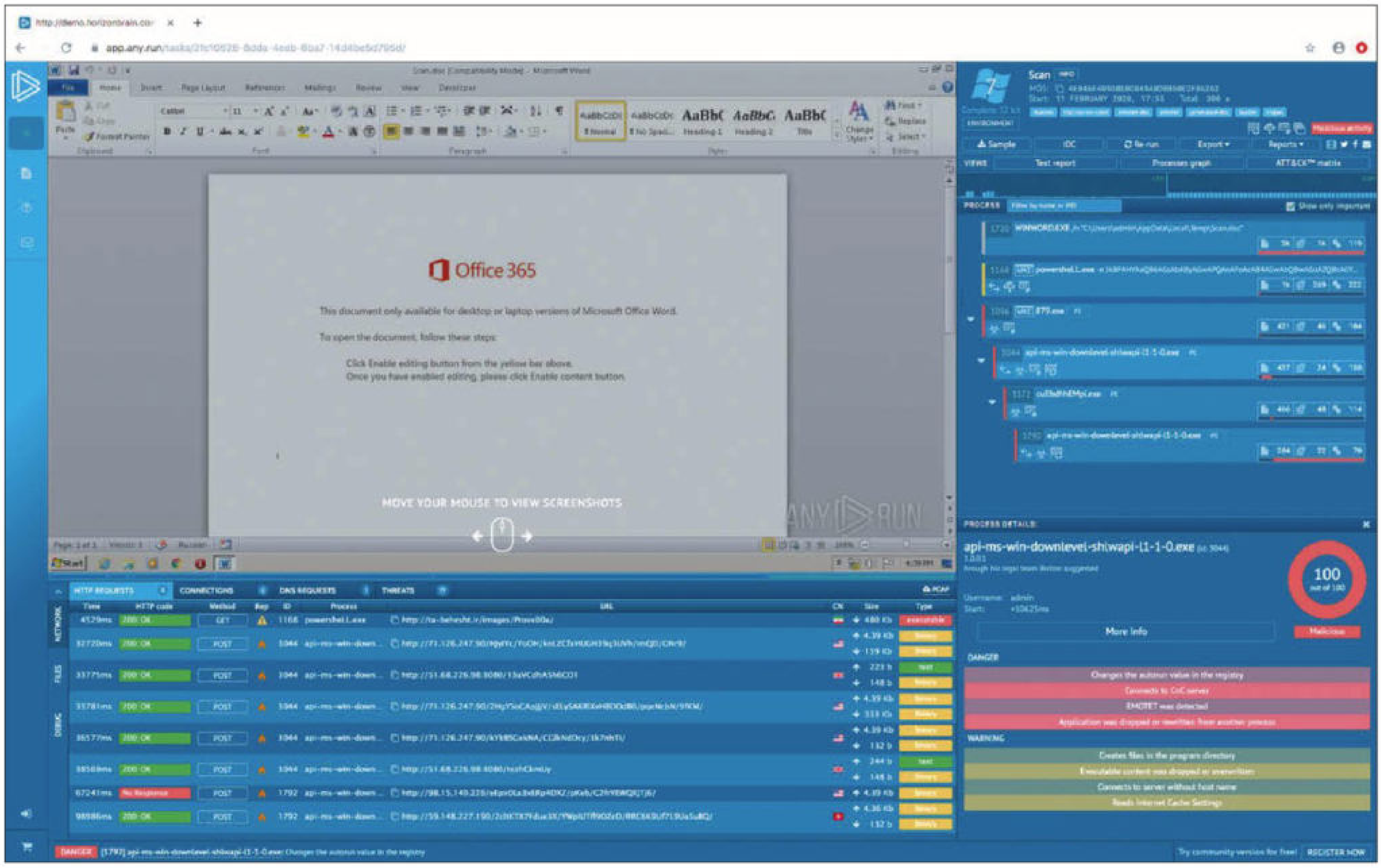
Der Versand solcher Mails erfolgt gleich vom gekaperten PC aus mit den Zugangsdaten des Nutzers über dessen Mailserver. Die Empfänger und die Inhalte der Mail mischt die Software mit Hilfe der Command&Control-Server auch mit Daten anderer Opfer. Nicht nur die Absender solcher Mails erscheinen authentisch, sondern sogar der sendende Server, die Signaturen und sogar die Inhalte nehmen Bezug auf schon Geschriebenes.

All das geschieht unauffällig und leise: Emotet lädt Module dynamisch nur in den

Emotet und sein Gefolge

In erster Linie wollen die Emotet-Akteure Kasse machen. Der Beifang kommt ihnen trotzdem gelegen: Schon bei der ersten Welle, die auch einzeln gehaltene PCs befällt, fließen Passwörter, E-Mail-Adressen und Korrespondenz ab.





Die interaktive Malware-Sandbox ANY.RUN zeigt anschaulich, wie die ersten, entscheidenden Schritte einer Emotet-Infektion verlaufen: Ein VBA-Makro startet die PowerShell. Die lädt die erste EXE herunter und startet sie. Die EXE lädt Schadcode nach und nistet sich in Windows ein.

Arbeitsspeicher nach und legt sie nicht als Dateien ab. Dadurch finden sich verhältnismäßig wenig Spuren auf einem befallenen PC. Das, was in den letzten Monaten für Schlagzeilen sorgte und vielen Administratoren schlaflose Nächte bescherte, beginnt erst danach: Emotet kann gezielt weitere Malware nachladen.

Kollege Trickbot

Es besteht der Verdacht, dass es nicht automatisch seine Kumpels hinzuholt, sondern, dass die Emotet-Akteure das gezielt beim Sichten der abgezapften Daten und eventueller statistischer Informationen veranlassen, wenn sie den Eindruck gewinnen, beim Opfer wäre mehr zu holen. In der nächsten Stufe kommt dann oft Trickbot ins Spiel.

Trickbot agiert weniger dezent: Er legt nachgeladene Module lokal ab. Zu Beginn einer Infektion macht er sich an den Sicherheitseinstellungen von Windows zu schaffen und legt den Defender lahm. Um nach dem Systemstart wieder aktiv zu werden, erzeugt er in der Aufgabenplanung eine Task, die ihn alle 11 Minuten starten lässt. Auch Trickbot grast Maildaten und gespeicherte Passwörter ab.

Was die Fortpflanzung im Netz angeht, kann Trickbot mehr: Der Trojaner arbeitet nicht nur auf Freigabeebene und versucht Passwörter zu erraten, sondern geht gezielt aufs Active Directory und los. Er bemüht Sicherheitslücken wie EternalBlue zur Verbreitung und anderes spezialisiertes Werkzeug, um sich Zugriff auf Netzwerkressourcen und lokale Admin-Konten der PCs zu verschaffen.

So gelingt es den Akteuren mit Trickbot letztlich, maximale Rechte in einem Windows-Netzwerk zu ergattern. Den Generalschlüssel dafür haben nicht selten die Admins selbst geliefert: Sie werden von einem Nutzer gerufen, dessen bereits geenterter PC sich komisch verhält. Sie melden sich dort mit ihrem Admin-Konto an und liefern es Trickbot so frei Haus – ein Werkzeug wie mimikatz greift die Zugangsdaten ab und Trickbot stellt sich damit weitere Freifahrtscheine aus, legt etwa weitere globale Admin-Konten an.

Mit ein wenig Geduld ergattern die Akteure so Zugang auf alle Netzwerkressourcen. Seien es Zugangsdaten für Switches und Router, Passwörter für Backup-Dienste und als Beifang natürlich auch alles, was auf den PCs der Admins schlummert, etwa private Zugangsdaten für eBay, Instagram & Co. In der letzten Runde zerstören die Einbrecher aktiv Backups, verschlüsseln die verbleibenden Daten und verlangen hohe Lösegelder dafür.

Der Zeitpunkt, ab dem man seinen PC beziehungsweise seine IT-Infrastruktur als gefallen ansehen muss, liegt deutlich vor diesem maximalen Schaden: Für noch unvorbereitete Opfer ist das der Moment, an dem Emotet seinen Fuß über die Schwelle setzt und den ersten Binärcode ausführen konnte. Alles was danach vielleicht noch entdeckt und beseitigt wird, mag Schlimmeres verhindern, aber eine Garantie, dass es genügt, gibt es nicht. Wie Sie sich bestmöglich vor der ersten Welle schützen, erklärt der folgende Artikel.

(ps@ct.de) **ct**

Analysen, Hintergründe, Downloads:
ct.de/ycf8

Standard kann jeder,
wir stehen für Innovationen.



Nadine Heß & Gaucho

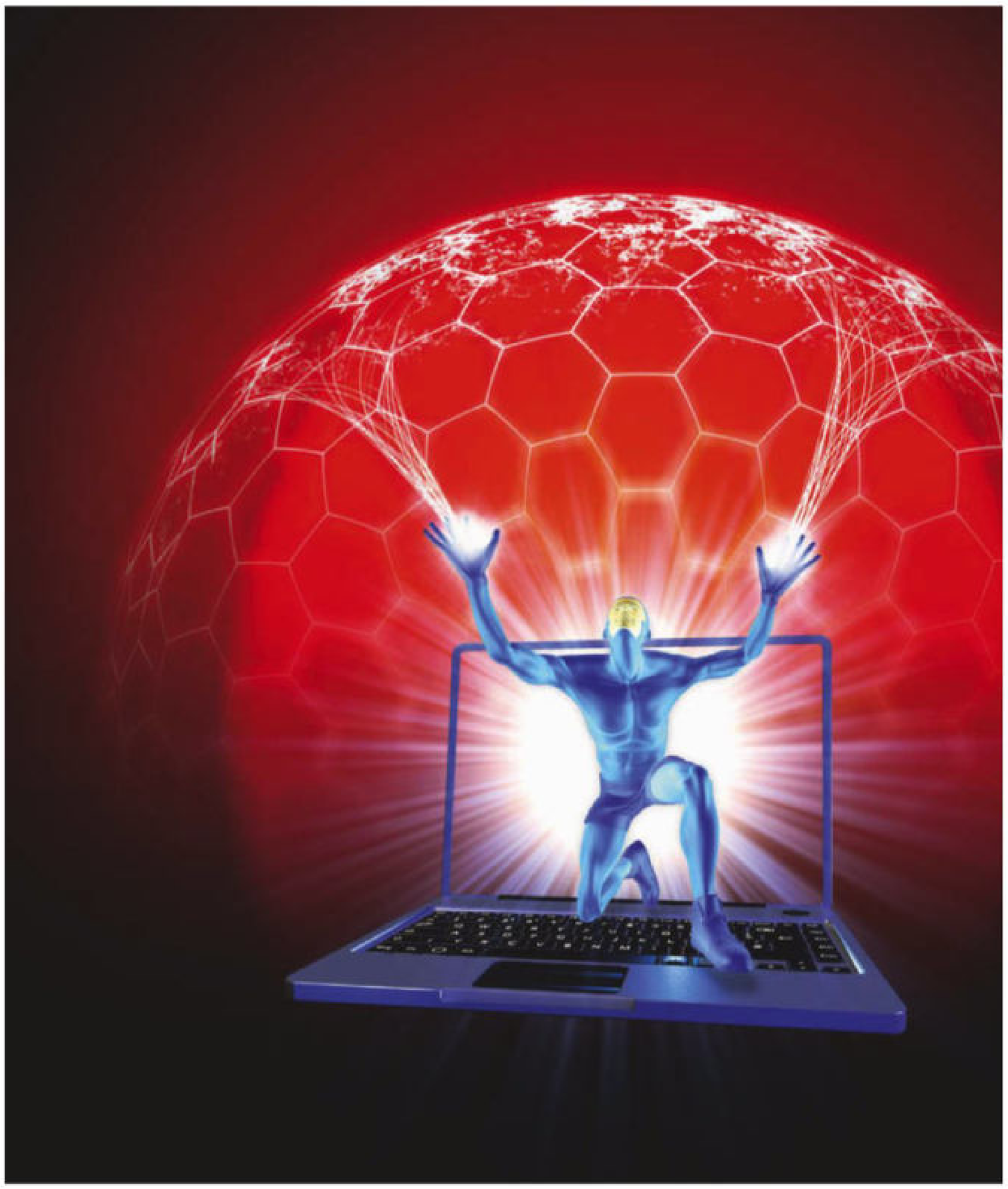
Unsere Digital-Transformation-Heldin

Im Zeitalter der Digitalisierung entwickeln wir uns ständig weiter, schreiten stets voran und neuen Herausforderungen entgegen.
Maßgeblich daran beteiligt ist Nadine und ihr Team aus Spezialisten im Bereich Digital-Transformation. Mithilfe von innovativen Technologien machen sie unsere Prozesse noch effizienter. Sie entwickeln unseren intelligenten Server-Konfigurator weiter, automatisieren Standardprozesse und schaffen für unsere Kollegen mehr Zeit für die wichtigen Dinge - Noch bessere und individuellere Beratung für unsere Kunden.
Unser Chief Executive Barker Gaucho sorgt währenddessen für gute Stimmung und den gewissen Wau-Effekt im Team.

+49 (0) 8551.9150-300

thomas-krenn.com/nadine

THOMAS KRENN®



Emotet abwehren

Pragmatischer Schutz vor Emotet & Co.

Hightech-Trojaner wie Emotet können jeden treffen, folglich sollte sich auch jeder davor schützen. Die gute Nachricht ist, dass Sie mit einigen pragmatischen Schutzmaßnahmen das Infektionsrisiko erheblich reduzieren können – ganz gleich, ob es um Ihren Rechner zu Hause oder ein ganzes Unternehmensnetz geht.

Von Ronald Eikenberg, Peter Siering und Axel Vahldiek

Ein solider Grundschutz bildet das Fundament für den Schutzwall, der Schädlinge von Ihrem System fernhält und im Falle einer Infektion die Schäden klein hält. Der Grundschutz besteht aus Updates, Backups und last, but not least, Virenschutz. Das alles ist nicht teuer und mit wenigen Handgriffen erledigt. Diese haben wir im Kasten „Kleines Schutz-Einmaleins“ auf Seite 25 für Sie zusammengefasst. Um aktuelle Super-Trojaner à la Emotet effektiv abzuwehren, sollten Sie Ihren Schutzwall noch etwas ausbauen. Und war mit gezielten Maßnahmen, die sich gegen die Angriffsmaschen der Schädlinge richten.

Schutz hoch zehn

Emotet hat es ausschließlich auf Windows-Nutzer abgesehen und hat eine Vorliebe für Windows 7. Der kürzeste Weg, sich einer Infektion zu entziehen, ist ein Wechsel auf ein anderes Betriebssystem wie Linux oder macOS. Doch das ist in einer Windows-Welt oftmals keine Option. Wer auf Windows angewiesen ist oder schlicht dabei bleiben möchte, sollte sicherstellen, dass die aktuelle Version 10 installiert ist, da sie die modernsten Schutzmechanismen mitbringt. Windows 7 und älter gehören hingegen verbannt, da diese Versionen keine kostenlosen Sicherheits-Updates von Microsoft mehr erhalten.

Emotet steht nicht nur auf Windows, sondern auch auf Microsoft Office. Die initiale Infektion erfolgt meist über Office-Dokumente, die mit schädlichen Makros gespickt sind. Auch wenn der Makro-Code variiert, seine Funktion ist stets gleich: Er übernimmt die erste Stufe der Infektion, nämlich das Nachladen einer Exe-Datei in den Temp-Ordner und das anschließende Ausführen. Auch hier gibt es wieder einen kurzen Weg, die Infektion zu verhindern. Öffnen Sie eingehende Office-Dokumente nicht mit Microsoft Office, sondern mit LibreOffice (siehe ct.de/ye7n). Das kostenlose Office-Paket beherrscht zwar auch Makros, ist dabei aber nicht vollständig zu dem Microsoft-Pendant kompatibel, weshalb die derzeit bekannten Emotet-Makros nicht zünden. Bislang sind keine erfolgreichen Infektionen via LibreOffice bekannt.

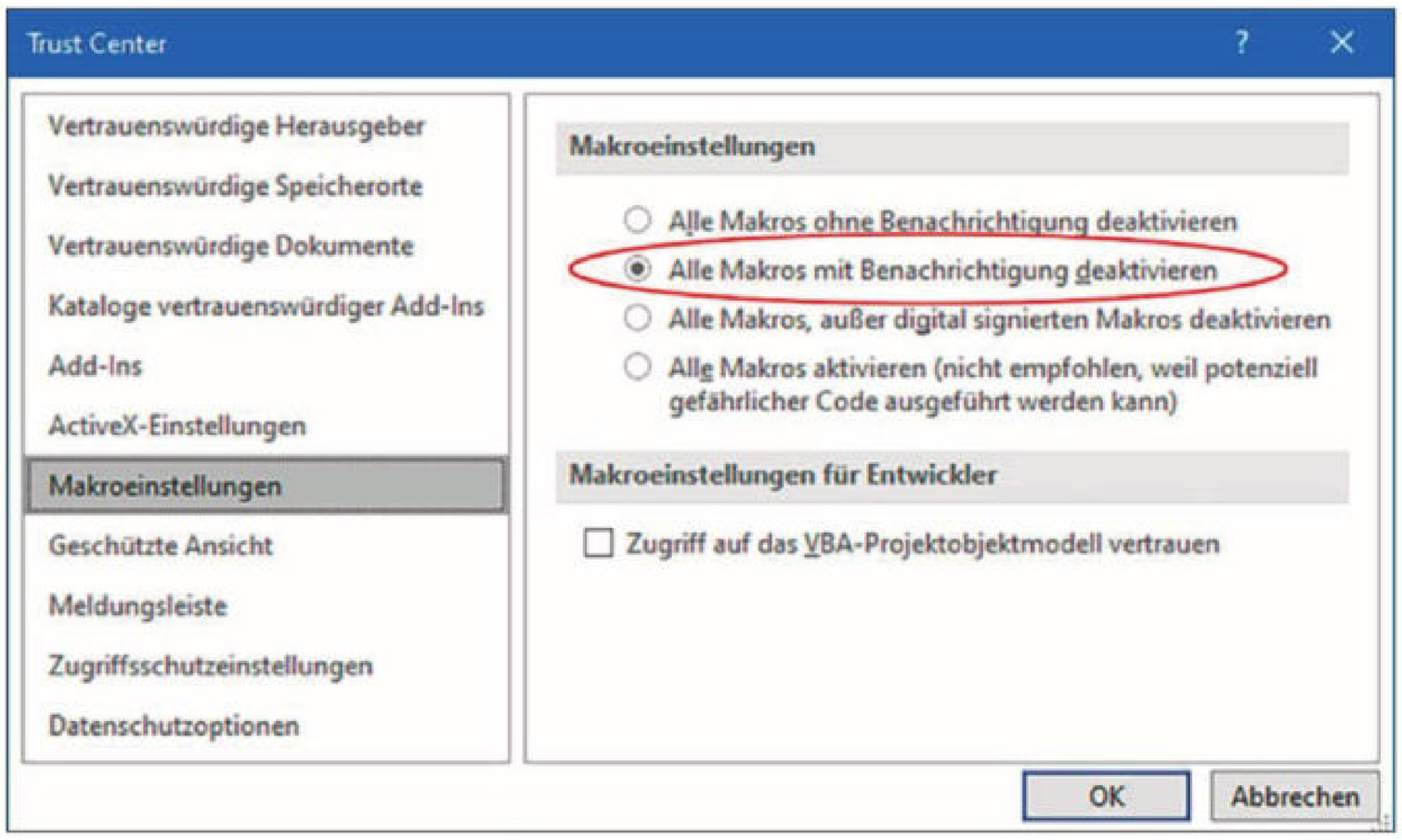
Am besten erklären Sie LibreOffice zum Standardprogramm für Office-Dokumente und öffnen fremde Dateien nur dann mit der Microsoft-Software, wenn es unbedingt sein muss und Sie sich davon überzeugt haben, dass sie harmlos sind. In jedem Fall sollten Sie Microsoft Office so konfigurieren, dass es Makros standardmäßig blockiert, sodass Sie gar nicht erst in Versuchung geraten, den Code auszuführen. In Word 2019 etwa klicken Sie hierzu auf „Datei / Optionen / Trust Center / Einstellungen für das Trust Center...“ und wählen dort „Alle Makros mit Benachrichtigung deaktivieren“.

Sie können sich auch vor gefährlichen Makros schützen, indem Sie die Annahme

bestimmter Office-Formate verweigern. Makros können zum Beispiel im alten Microsoft-Office-Format (.doc, .xls et cetera) auf Sie lauern. Bei dem aktuellen Format Office Open XML (ab MS Office 2007) dürfen nur bestimmte Dateitypen Makro-Code enthalten. Diese erkennen Sie an der Dateiendung – sind Makros erlaubt, steht hinten ein „m“ wie Makro: .docm, .dotm, .xlsm, .xltm, .xlam, .pptm, .potm, .ppam, .ppsm und .sldm. Von denen sollten Sie sich also besser fernhalten. Endet die Dateinamenerweiterung hingegen auf „x“ (.docx, .xlsx & Co.), dann sind die Dokumente makrofrei.

Erhalten Sie eine potenziell mit Makros bestückte Office-Datei, zum Beispiel ein Word-Dokument mit der Dateiendung .doc oder .docm, dann fordern Sie den Absender auf, das Dokumenten noch mal in einem ungefährlicheren Format wie .docx zu speichern und erneut zuzusenden.

Auch allen anderen Dateitypen sollten Sie skeptisch gegenüberstehen und sie im Zweifel lieber nicht öffnen. Dies gilt insbesondere für .exe-Dateien, aber auch Batch- und Skript-Formate wie .bat, .com, .vbs, ps1, .psm1, und .psd1. Cyber-Ganoven nutzen gern exotische Formate zur Verbreitung von Schadcode. Wenn eine Mail nicht nur ein verschlüsseltes Dateiarchiv, sondern auch gleich das dazugehörige Passwort enthält, dann ist ziemlich sicher etwas faul: Es handelt sich dabei höchstwahrscheinlich um einen Schädling, der auf diesem Weg vor dem Virenscanner versteckt wurde.



Schalten Sie Office-Makros besser ab. Die Skripte sind zwingend notwendig und führen häufig Böses im Schilde.

Update für brain.exe

Emotet hat Angriffe auf eine Schwachstelle perfektioniert, die man mit technischen Maßnahmen nicht absichern kann: die Person vor dem Rechner. Zu einem guten Schutzkonzept gehört daher nicht nur ein sicher konfiguriertes System, sondern auch ein gesundes Gefahrenbewusstsein. Dieses sollte nicht nur bei Ihnen vorhanden sein, vermitteln Sie es auch Freunden, Verwandten und Kollegen – denn wenn bei denen ein Virus ausbricht, dann wird das schnell auch für Sie zum Problem. Die neuen Super-Trojaner sind richtig clever programmiert und werden über Mails verbreitet, die auf den ersten Blick völlig legitim aussehen. Diese stammen vermeintlich von Personen, mit denen man ohnehin in Kontakt steht und beziehen sich sogar auf echte Mails, die in der Vergangenheit ausgetauscht wurden.

Es ist daher unerlässlich, eingehende Mails mit einem gesunden Misstrauen zu betrachten. Dies gilt insbesondere für Mails mit Dateianhängen und Links. Emotet nutzt eine weitere perfide Masche, um die Empfänger der Virenmails zum Ausführen des Schadcodes zu motivieren: In den angehängten Office-Dokumenten stehen präzise Anweisungen, um die geschützte Ansicht von Microsoft Office zu deaktivieren, in der Dokumente aus dem Internet standardmäßig geöffnet werden. Unter dem Vorwand, das Dokument könne sonst nicht dargestellt werden, soll man auf den Button „Bearbeitung aktivieren“ oder „Inhalt aktivieren“ klicken. Was harmlos klingt, kann jedoch ernste Konsequenzen haben, da man sich damit auch auf die im Dokument gespeicherten Makros einlässt. Um gefahrlos auszuprobieren, ob und wann ein Makro im Fall der Fälle ausgeführt wird, können Sie sich von heise Security (siehect.de/ye7n) eine Testdatei zusenden lassen. Sobald das harmlose Makro des Testdokuments zündet, erscheint ein Fenster mit dem Inhalt „Achtung! Makro wurde ausgeführt!“. Erscheint dieser Hinweis direkt nach dem Öffnen des Dokuments, dann sollten Sie unbedingt das automatische Ausführen von Makros wie oben beschrieben abschalten.

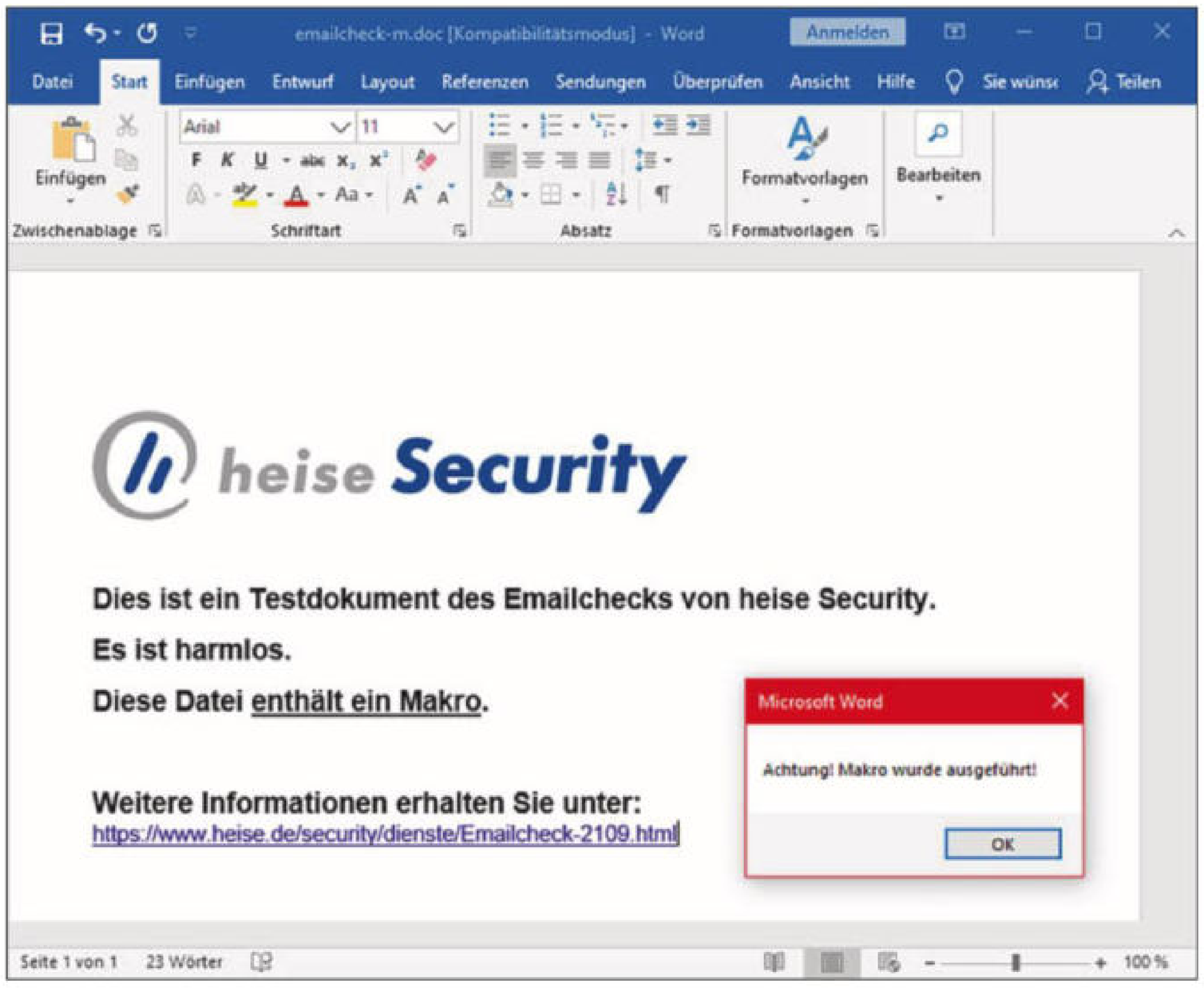
Wir bieten unter **ct.de/check2020** ein kostenloses Booklet im PDF-Format an, in dem wir die wichtigsten Schutzmaßnahmen für PCs, Smartphones, Online-Accounts und so weiter zusammengestellt haben. Diese Sicherheits-Checklisten sind leicht verständlich formuliert und somit gut geeignet, um sie im persönlichen oder beruflichen Umfeld zu verteilen – und somit für das nötige Gefahrenbewusstsein zu sorgen.

Noch mehr Schutz

Mit den oben beschriebenen Maßnahmen und einem soliden Grundschutz (siehe Kasten „Kleines Schutz-Einmaleins“) können Sie das Risiko der Erstinfektion durch Emotet & Co. erheblich reduzieren. Wer sein System darüber hinaus gegen Trojanerangriffe abhärten will, dem bietet Windows fast beliebig viele Möglichkeiten, die viel bringen, zum

MS-Office-Formate, die Makros enthalten können

Format	Erweiterung
Word 97-2003-Dokument	.doc
Makrofähiges Word-Dokument	.docm
Word 97-2003-Vorlage	.dot
Makrofähige Word-Vorlage	.dotm
Makrofähige PowerPoint-Vorlage	.potm
PowerPoint 97-2003-Add-In	.ppa
PowerPoint-Add-In	.ppam
Makrofähige PowerPoint-Präsentation	.ppsm
PowerPoint 97-2003-Präsentation	.ppt
Makrofähige PowerPoint-Präsentation	.pptm
Excel 97-2003-Add-In	.xla
Excel-Add-In	.xlam
Excel 97-Excel 2003-Arbeitsmappe	.xls
Excel-Binärarbeitsmappe	.xlsb
Makrofähige Excel-Arbeitsmappe	.xlsm
Excel 97-Excel 2003-Vorlage	.xlt
Makrofähige Excel-Vorlage	.xltm



Notfallübung: Mit dem ungefährlichen Testdokument von heise Security finden Sie heraus, ob und wann Word die in Dokumente eingebetteten Makros ausführt.

Teil jedoch zu Lasten des Komforts gehen. So ist es zum Beispiel sinnvoll, potenziell verseuchte Office-Dokumente erst gar nicht in die Nähe von Windows zu lassen. Richten Sie eine virtuelle Maschine (VM) ein, die Sie ausschließlich für Mail und das Öffnen von Anhängen nutzen, während Sie Ihren Rechner ansonsten wie gewohnt weiter nutzen. Eine solche VM ist mit dem kostenlosen Virtualisierer VirtualBox (siehe ct.de/ye7n) schnell am Start. Alternativ können Sie auch Hyper-V nutzen [1], das fester Bestandteil von Windows 10 ist.

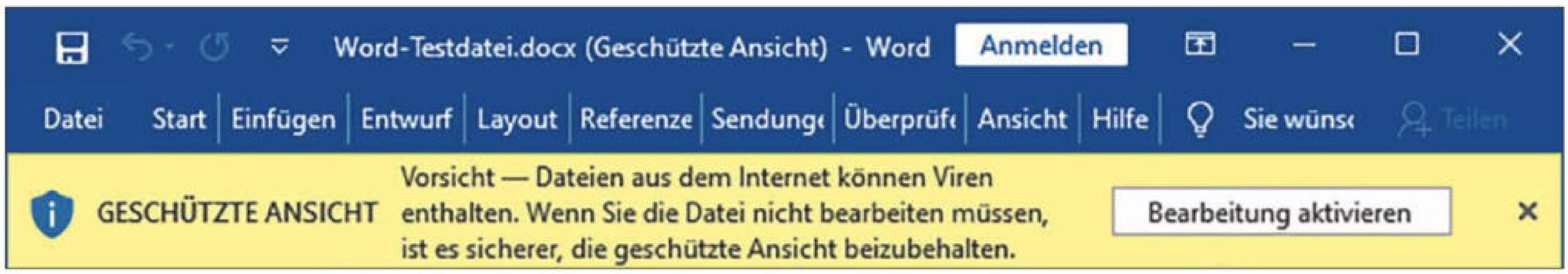
Installieren Sie in der VM ein schlankes Linux wie Xubuntu, einen Mail-Client wie Thunderbird und LibreOffice. Wenn Sie sich angewöhnen, statt des lokalen Mail-Clients die VM zu starten und darin auch die Dateianhänge zu öffnen, können Ihnen die Virenmails von Emotet & Co. nichts mehr anhaben. Auf einem aktuellen Rechner dauert es gerade mal 15 Sekunden, die eingefrorene Mail-VM über eine Desktop-Verknüpfung in einen betriebsbereiten Zustand zu versetzen. Diese Lösung können Sie auch für Personen einrichten, die technisch weniger versiert sind. Eine versehentliche Infektion durch Fehlbedienung kann man so weitgehend ausschließen. Wenn Sie Dateien aus der VM an das Hauptsystem weiterreichen müssen, können Sie einen freigegebenen Austauschordner nutzen.

Wer bereit ist, gewisse Restriktionen in Kauf zu nehmen, kann die Schutzbarriere noch höher ziehen. Mit sogenannten Software Restriction Policies kann man durchsetzen, dass der Start ausführbarer Dateien etwa nur noch aus dem Verzeichnis „C:\Program Files\“ erlaubt ist, nicht aber aus dem Temp-Ordner. So startet Windows zwar die installierten Programme, nicht aber die vom Word-Makro nachgeladene Exe aus dem Temp-Verzeichnis. Solche Policies sind mit unserem kostenlosen Restric'tor (siehe Seite 26) schnell eingerichtet.

Spezialitäten für Unternehmensnetze

Für all diejenigen, die ein Windows-Netzwerk mit Active Directory betreiben, stellt Emotet eine große Herausforderung dar, wenn sie nicht schon ihre Hausaufgaben gemacht und Microsofts Konfigurationsempfehlungen gefolgt sind: Der Konzern regt ein sogenanntes 3-Schichten-Modell für die Verwaltung an (siehe ct.de/ye7n). Dabei geht es darum, für jede Etage in einem dreistöckigen Gebäude einen anderen Hausmeister zu beschäftigen. Die drei erhalten jeweils nur die Schlüssel, die sie für ihre Etage benötigen. So lässt sich der Schaden begrenzen, wenn denn mal ein Schlüssel verloren geht. Oftmals aber trifft man das Gegenteil an: Alle Hausmeister haben einen Generalschlüssel und nutzen den, ohne sich über die Risiken im Klaren zu sein, dass ihn ein Einbrecher in einem dunklen Keller kassieren könnte.

Genau diese Konfigurationsfehler nutzt Emotet raffiniert aus: Die Einbrecher verschaffen sich zunächst Zutritt zu einem PC. Wenn dieser PC zickt und ein Admin herbeigerufen wird, benutzt der sein mächtiges Konto, um nach dem Rechten zu sehen. Das genügt den Angreifern, um sich mit seinem Konto Zugriff auf weitere Netzressourcen zu verschaffen. Sie ergattern den Generalschüssel fürs gesamte



Vorsicht, Falle: Der Knopf „Bearbeitung aktivieren“ klingt harmlos, kann aber zur Trojaner-Infektion durch Makros führen. Lassen Sie lieber die Finger davon, insbesondere wenn Sie das Dokument explizit dazu auffordert, den Button zu drücken.

Netz, verteilen weitere Malware über die eigentlich zum Ausspielen von regulärer Software gedachten Mechanismen und verschaffen sich Zugang zu allem, was der Admin sieht und mehr. In den Berichten heißt es dann: Das Active Directory ist nicht mehr zu retten und muss neu aufgebaut werden.

Microsofts Vorschläge richten sich vor allem an große Netze mit mehreren Admins und vielleicht sogar separaten Admins für eigene Anwendungen wie Datenbanken. Doch auch Einzelkämpfer-Admins können von den Ideen profitieren: Sie sollten jedes Client-System mit einem individuellen Passwort für den lokalen Admin-Zugang versehen und bei Problemen tunlichst nur den verwenden; dafür gibt es Hilfestellungen [2]. Für die Verwaltung der Infrastruktur müssen Sie einen eigenen PC verwenden, der ausschließlich für diese Zwecke dient; auf dem PC darf kein E-Mail-Client sein, kein Office und niemand darf ihn nutzen, um sich Webseiten anzusehen – auch keine, die sich mit Supportfragen befassen. Ob das ein realer PC sein muss oder ob eine VM reicht, ist am Ende eine Abwägungsfrage. Entscheidend ist die klare Rollen- und Ressourcentrennung zwischen normaler Nutzung und Administration.

Viele Unternehmen sind inzwischen dazu übergegangen, eingehende Mails zu filtern, die Anhänge mit ausführbarem Code enthalten – dazu zählen auch die in der Tabelle auf Seite 23 aufgelisteten Office-Formate. Das ist eine effektive Schutzmaßnahme, da die Nutzer erst gar nicht in Versuchung geraten, etwa potenziell gefährliche Makros in Word-Dokumenten auszuführen. .docx, .xlsx, und .pptx wären von dieser Maßnahme nicht betroffen, da diese Dateitypen keine Makros enthalten dürfen. Wenn Sie einen solchen Filter einrichten, können Sie mit dem E-Mail-Check von heise Security (siehe ct.de/ye7n) überprüfen, ob die betreffenden Mails tatsächlich herausgefiltert werden, indem Sie sich eine harmlose .doc-Datei mailen lassen. Weiterführende Empfehlungen zur Absicherung von Office im professionellen Einsatz liefert der IT-Grundschutzkatalog des BSI (siehe ct.de/ye7n). *(rei@ct.de)* c't

Literatur

[1] Axel Vahldiek, Viele PCs in einem, Virtuelle Computer mit Hyper-V unter Windows 10, c't 4/2020, S. 140

[2] Jan Mahn, Passwort-Auswürfler, Lokale Admin-Passwörter in der Windows-Domäne verwalten, c't 14/2019, S. 158

[3] Ronald Eikenberg, Backups überall, Daten schnell und einfach mit Duplicati 2.0 sichern, c't 24/2019, S. 160

E-Mail-Check und BSI-Grundschutz:
ct.de/ye7n

Kleines Schutz-Einmaleins

Insbesondere Windows-Nutzer müssen auf einen soliden Basisschutz achten, der im Wesentlichen aus drei einfachen Komponenten besteht: Backups, Updates und Virenschutz. Das Thema Backup steht nicht ohne Grund ganz vorn. Denn die Frage ist nicht ob, sondern nur wann Sie mit einem spontanen Datenverlust konfrontiert werden – sei es nun nach einer Trojaner-Infektion oder nach dem Ausfall einer Festplatte/SSD. Auf diesen Tag X sollten Sie vorbereitet sein. Sorgen Sie also dafür, dass mindestens ein trojanersicheres Backup Ihres digitalen Hab und Guts existiert, besser sogar zwei. Trojanersicher bedeutet, dass es sich außerhalb der Reichweite eines Schädling befindet, der auf Ihrem System wütet. Am besten eignen sich zwei externe USB-Datenspeicher im Wechsel, die nur während des Backup-Vorgangs mit dem Rechner verbunden werden. In c't 24/2019 erklären wir [3], wie Sie ein solches Backup einfach und komfortabel mit der Freeware Duplicati 2.0 einrichten. Backup-Tools wie Duplicati eignen sich zum Sichern von Dateien und Ordnern, eine Windows-Installation können Sie damit nicht wiederherstellen. Dazu benötigen Sie Images, die Sie zum Beispiel mit dem c't-Tool WIMage (siehe ct.de/ye7n) erstellen können.

Updates bringen nicht nur neue Funktionen, häufig schließen sie auch Sicherheitslücken. Sorgen Sie dafür, dass Betriebssystem und Anwendungen wie Browser, Office und PDF-Viewer stehts auf dem aktuellen Stand sind. Aktivieren Sie wann immer möglich die automatische Update-Installation. Unter Windows 10 überprüfen Sie den aktuellen Update-Stand durch eine Startmenü-Suche nach „Nach Updates suchen". Aktivieren Sie unter „Weitere Optionen" die Einstellung „Erhalten Sie Updates für andere Microsoft-Produkte, wenn Sie Windows aktualisieren", damit die Update-Funktion von Windows auch Microsoft Office auf dem aktuellen Stand hält. Beachten Sie, dass Microsoft sein Windows 8.1 nur noch bis 2023 mit Sicherheits-Updates versorgt, bei Office 2010 ist schon am 13. Oktober 2020 Schluss. Steigen Sie rechtzeitig auf eine neuere Version der jeweiligen Software um.

Zwar bieten auch die besten Virenjäger keinen hundertprozentigen Schutz vor allen Schädlingen – aber das ist kein Grund, komplett darauf zu verzichten. Ein gutes Antivirenprogramm ist unter Windows 10 und 8.1 mit dem Defender bereits vorinstalliert. Dieser ist insbesondere anderen kostenlosen Virenschutzprogrammen vorzuziehen, da diese häufig durch Werbeeinblendungen und Datenweitergabe negativ auffallen. Überprüfen Sie, ob der Defender aktiv und mit aktuellen Schädlingssignaturen versorgt ist. Sie finden ihn über eine Startmenü-Suche nach „Windows-Sicherheit". Klicken Sie anschließend auf „Viren- & Bedrohungsschutz", um die Defender-Übersicht aufzurufen.

Darüber hinaus ist es eine gute Idee, den Browser mit einem Skriptblocker auszustatten. Wer die volle Kontrolle über ausgeführte Skripte wünscht, kann etwa zu den Browser-Erweiterungen uMatrix oder NoScript greifen. Diese Erweiterungen müssen allerdings gelegentlich nachjustiert werden, damit Webseiten korrekt funktionieren. Wer den Aufwand scheut, ist mit einem Adblocker wie uBlock Origin besser bedient. Diese fangen zumindest den Schadcode ab, der von Anzeigennetzwerken ausgeliefert wird. Da Emotet auch Passwörter ausprobiert (etwa von lokalen Diensten), sollten Sie darauf achten, stets möglichst lange Zeichenfolgen zu nutzen, die jeweils nur zu einem Dienst passen. Dies gilt auch für Ihr WLAN – der Schädling soll sogar WLAN-Passwörter durchprobieren, um PCs in benachbarten Funknetzen zu infizieren.

Software Restriction Policies stoppen böse EXE-Dateien

Wer den damit verbundenen Aufwand nicht scheut, kann die Mauern gegen Emotet & Co noch höher ziehen als nur mit dem Grundschutz: Erlauben Sie nur noch Programme, denen Sie vertrauen. Es mag Emotet dann zwar trotzdem gelingen, eine ausführbare Datei auf Ihren PC herunterzuladen, doch das hilft dem Schädling nicht mehr weiter, denn Windows verweigert das Ausführen dieser Datei – und damit schlägt der entscheidende Teil des Angriffs fehl.

In Unternehmensnetzen dient Microsoft Windows-Admins eine Enterprise-Funktion namens „Applocker" dafür an, doch gelingt das Anlegen solcher Listen mit erlaubten Anwendungen auch in kleineren Netzen sowie daheim. Mit „Software Restriction Policies" (SRPs) legen Sie detailliert fest, welche Anwendungen gestartet werden dürfen und welche nicht. Empfehlenswert ist dabei, nicht etwa eine schwarze Liste verbotener Programme zu führen, denn Schädlinge ändern sich ja ständig, sondern weiße Listen, die nur Anwendungen enthalten, die Sie ausdrücklich erlauben. Als Folge startet nichts mehr, was Sie nicht kennen, und da das für alle Schädlinge gilt, die als ausführbare Dateien auf dem PC landen, sind Sie so vor solchen Angriffen geschützt.

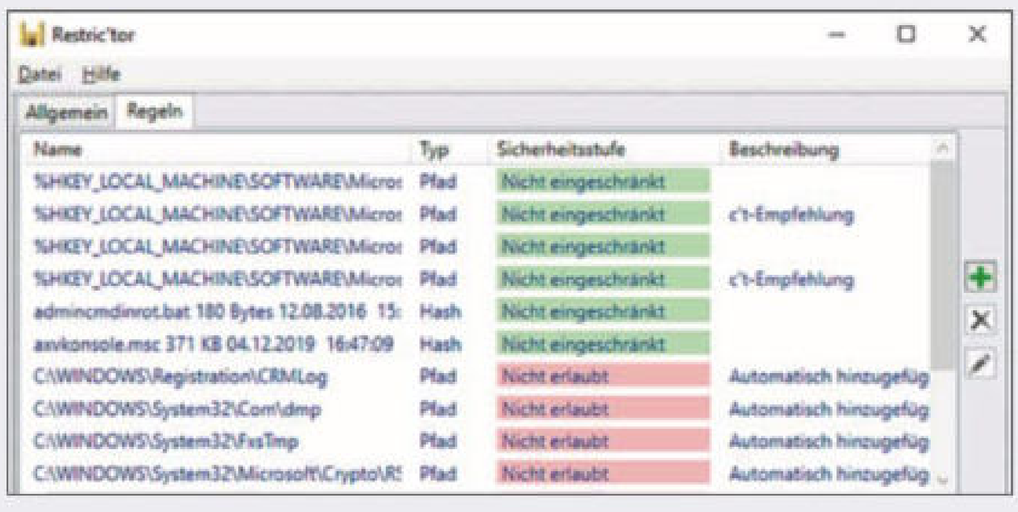
Die Beschränkungen gelten ausschließlich für ausführbare Dateien, also Dateien mit Endungen wie .exe, .bat, .vbs und so weiter (die Liste ist anpassbar). Dokumente hingegen werden von SRP nicht überwacht: Das Öffnen und Bearbeiten von Texten, Tabellen, Videos et cetera ist also auch bei aktiven SRP problemlos möglich. Wichtig ist nur, dass die jeweils mit dem Dokumenten-Dateityp verknüpfte Anwendung erlaubt ist, beispielsweise das Office-Paket. Falls allerdings ein erlaubtes Programm Code aus fremder Quelle ausführt, wie es bei Office-Makros und Browser-Skripten der Fall ist, wird es durch SRPs daran nicht gehindert. Deswegen bleibt es auch bei aktivierten SRPs empfehlenswert, zusätzlich Office-Makros und Skripte im Browser zu blockieren. Von denen nachgeladene Programme hingegen werden blockiert.

Microsoft entwickelt SRPs seit Windows 10 Version 1803 zwar nicht mehr weiter, was derzeit vorhanden ist, reicht aber völlig aus. Das Anwenden der SRPs erledigt Windows selbst, doch zum Konfigurieren benötigen Sie ein Werkzeug. Microsoft liefert dieses zwar nur in den Windows-Enterprise- und Pro-Editionen, doch mit einem c't-Programm namens Restric'tor können Sie SRP unter allen Editionen einsetzen, also auch unter Home. Unser Werkzeug vereinfacht zudem den Alltag mit SRPs, und zwar deutlich. Es erzeugt einige aus unserer Sicht unverzichtbare Regeln und bringt Empfehlungen für weitere mit. Sie können andere ausführbare Dateien, denen Sie vertrauen, per Kontextmenü an Restric'tor übergeben und brauchen danach nur noch abzunicken, dass Windows die Datei künftig erlaubt. Zudem bewahrt Sie unser Programm vor einigen Fallen – von Hand könnten Sie SRPs erstellen, mit denen Windows nicht mehr startet, doch Restric'tor schützt Sie davor. Abgesehen davon bleibt Ihnen immer ein Ausweg: Wenn es mal wieder schnell gehen muss, können Sie ein Programm per Rechtsklick und „Als Administrator ausführen" mit Admin-Rechten starten, und dann gelten die Restric'tor-Regeln standardmäßig nicht. Sie müssen aber dennoch die „Sind Sie sicher?"-Abfrage durch Windows abnicken, die (nicht nur mit Restric'tor) ohnehin Ihr guter Freund ist: Falls eine quasi aus dem Nichts erscheint, wissen Sie, dass hier irgendwas seltsam ist. Vielleicht sogar ein Angriff? Das simple Verweigern der Zustimmung wehrt ihn dann ab.

Zur Wahrheit gehört aber auch: Das Einrichten von SRPs ist üblicherweise nichts, was man einmal erledigt und danach vergessen kann. Denn auch vertrauenswürdige Software kann sich ändern, etwa durch Sicherheits-Updates oder beim Umstieg auf eine neue Programmversion, und in manchen Fällen muss man die SRPs dann anpassen. Wie so oft geht dann die Sicherheit zu Lasten der Bequemlichkeit. Das gilt allerdings keineswegs immer: Windows spielt seine Updates auch bei aktiven SRPs problemlos ein, und das gilt auch für den Großteil der Anwendungen, die im Programme-Ordner installiert sind. Ausnahmen sind jene, die spezielle Update-Programme herunterladen und dann etwa im Temp-Ordner auszuführen versuchen – das geht dann nicht mehr ohne Ihr Zutun. Denken Sie auch an jene PCs, für die Sie im Familienkreis den Admin spielen: Nach unseren Erfahrungen wird Schwiegermutter von SRPs oft gar nichts merken. Und wenn Sie künftig nicht mehr ständig wegen Virenbefall zu Hilfe gerufen werden, profitieren Sie selbst dann von SRPs, wenn Sie sie auf dem eigenen PC gar nicht nutzen.

Falls Sie unsicher sind, können Sie SRPs und ihre Auswirkungen ausprobieren, ohne die SRPs wirklich scharfzuschalten – auch dabei hilft Restric'tor. So erfahren Sie vorab, an welchen Stellen es womöglich Schwierigkeiten geben könnte.

Die detaillierten Anleitungen drucken wir nicht in dieser Ausgabe ab, denn wir haben sie bereits in der Vergangenheit veröffentlicht und sie gelten unverändert. Sie können sie allesamt kostenlos online lesen, zu finden via ct.de/ye7n. Lesen Sie sie bitte komplett, bevor Sie Restric'tor zum ersten Mal scharfschalten, damit Sie wissen, was auf Sie zukommt und wie Sie gegebenenfalls die Folgen von Bedienfehlern beheben. Über den Link finden Sie auch eine Anleitung zu einem c't-Skript, welches Ihnen hilft, die Vertrauenswürdigkeit einer ausführbaren Datei in Sekundenschnelle einzuschätzen, und zwar ohne dass Sie sie dafür aufrufen müssen. Setzen Sie es stets ein, bevor Sie eine neue Ausnahmeregel für eine Anwendung im Restric'tor erstellen.



Mit dem c't-Programm Restric'tor können Sie dafür sorgen, dass Windows nur noch Programme ausführt, die Sie ausdrücklich erlaubt haben.

Bring on securing your space

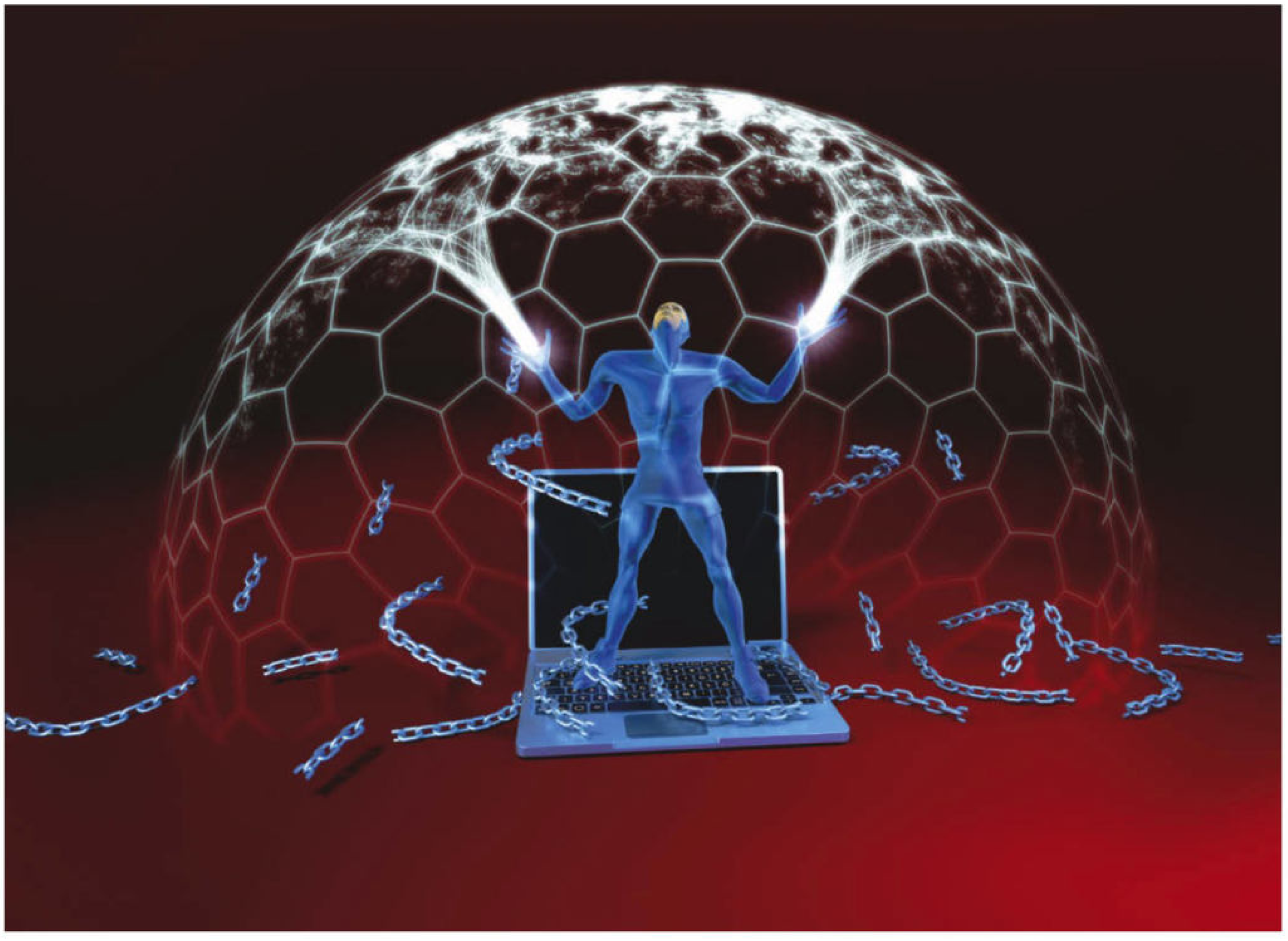


Die Technologien von heute eröffnen den Menschen bislang ungeahnte Möglichkeiten. Kaspersky sichert diese Technologien damit jeder Mensch jederzeit auf dem Weg in diese neue Zukunft geschützt ist. Digitale Sicherheit für das Leben von morgen.

kaspersky

BRING ON THE FUTURE

Copyright © 2019 AO Kaspersky Lab. All rights reserved.



Emotet austreiben

Incident Response: Was tun, wenn man betroffen ist?

Gesund werden und andere nicht anstecken – was für Menschen bei einer Grippe-Infektion gilt, ist auch für die IT wichtig, wenn Emotet zugeschlagen hat. Ein professioneller IT-Forensiker berichtet von der Emotet-Front.

Von Martin Wundram

Was passiert, wenn Emotet plötzlich im eigenen Netzwerk tobt und die Firmen-Administratoren zunehmend die Kontrolle verlieren? Was ist wann in welcher Reihenfolge zu tun und wo zwischen „wir spielen einfach mal das Backup wieder ein“ und „alles neu kaufen und neu aufsetzen“ liegt eine individuell geeignete und angemessene Reaktion?

Wenn Sie als Privatperson nur einen einzigen Computer haben, ist klar, was zu tun ist: Die Wahrscheinlichkeit, dass Sie Emotet und seinen nachgeladenen Code in der Windows-Installation zuverlässig aufspüren und unschädlich machen können, ist gering. Drum setzen Sie das System neu auf und spielen Sie saubere Backups ein.

Befinden sich aber mehrere Computer im Netzwerk, ist davon auszugehen, dass Emotet sich bereits weiterverbreitet hat. Hier muss man größere Kaliber auffahren und einen eventuellen unternehmensweiten Shutdown in Betracht ziehen, um noch größere Schäden abzuwenden. In jedem Fall sollten Sie alle Passwörter ändern.

Um sich effektiv gegen einen Schädling vom Schlage Emotet zu wehren, muss man von der Vorfallserkennung bis zur Lösung strukturiert und koordiniert vorgehen. Mit so genannten Incident-Response-Methoden stellt man einen Plan auf und arbeitet diesen ab, um den Sicherheitsvorfall zu begrenzen und eine weitere Ausbreitung zu unterbinden. Damit ist die eigene IT-Abteilung in der Regel überfordert und Unternehmen müssen sich zumeist Hilfe von außen holen. In solchen Fällen helfen vor allem Computerforensiker dabei, den Infektionsweg zu rekonstruieren und Gegenmaßnahmen einzuleiten. Hinzu kommen bedarfsweise Juristen und PR-Experten.

Man darf hier aber kein allheilendes Wundermittel erwarten: Letztlich erfolgt Incident Response immer auf Basis eines

akzeptierten Restrisikos. Nur ein kompletter Neuaufbau der IT-Umgebung auf frisch beschaffter Hardware und Neuinstallationen bietet quasi eine garantierte Malwarefreiheit. Doch nun muss man erst mal Herr der Lage werden. Eine vollständige Neubeschaffung der gesamten IT kommt aus verständlichen Gründen auch nicht immer und überall in Frage.

Jetzt handeln!

Bei einem Emotet-Vorfall ist grundsätzlich Eile geboten: Ohne Gegenmaßnahmen befällt der Schädling umgehend noch mehr Computer, kopiert fleißig Log-in-Daten und aktiviert weitere Schadmodule, um noch mehr Unheil anzurichten und beispielsweise Daten zu verschlüsseln. Um eine Streuung zu verhindern, müssen Admins infizierte Systeme umgehend vom Netzwerk nehmen. Dazu gehören auch potenziell befallene Computer. Außerdem sollten sie die Verbindung zum Internet trennen, sodass Emotet keine Steuerbefehle mehr von außen entgegennehmen und auch keine Daten an Angreifer schicken kann. Laufende Offline-Computer sollte man aber nicht ausschalten. Sie könnten wichtige Informationen zur Rekonstruktion des Vorfalls enthalten. Ausgeschaltete PCs sollten hingegen ausgeschaltet bleiben, um eine mögliche direkte Ansteckung zu verhindern.

Wichtig ist insbesondere, dass man sich auf gar keinen Fall mit Admin-Daten oder anderen privilegierten Accounts an verseuchten Computern anmeldet, solange diese am Netz hängen. Ansonsten serviert man Emotet beispielsweise die Zugangsdaten für eine ganze Domäne auf dem Silbertablett.

Admins müssen auch frühzeitig bestehende Backups separieren und gegen weiteren unerwünschtem Zugriff absichern. Häufig sabotiert Emotet auch die Backup-Infrastruktur – zum Beispiel durch Datenlöschung. Daran muss man unbedingt denken, wenn man ganze Systeme oder einfach nur Nutzdaten aus den Backups wiederherstellen will. Dem Autor sind Fälle bekannt, in denen Schadcode NAS-Systeme und andere Backup-Speicher aktiv durch Überschreiben sabotiert und die Daten damit vernichtet hat. In einem solchen Fall kann der beherzte Zug am Stromstecker einen Teil der Daten retten. Oft sind die Backup-Bestände die letzte Verteidigungslinie vor dem endgültigen Datenverlust – oder einer Lösegeldzahlung. Daher dürfen hier kein Folgefehler passieren, etwa eine versehentliche Backup-Rotation.

Jetzt kann man kurz innehalten und durchatmen. Doch das ist erst der Anfang. Als Nächstes braucht man möglichst schnell eine gründliche Bestandsaufnahme zu Umfang und Ausmaß des Problems. An dieser muss sich dann das weitere Vorgehen orientieren. Bei Emotet wird man in vielen Fällen feststellen, dass bereits signifikante Teile der Infrastruktur betroffen sind.

Teamwork

Für ein koordiniertes Vorgehen in solchen Fällen ist es wichtig, rasch ein strukturiertes Team mit einem erreichbaren Hauptansprechpartner aufzubauen. Letzteres kann beispielsweise der IT-Leiter sein. Diese zentrale Person muss andere zuverlässig koordinieren, immer wieder den aktuellen Stand erfragen und eine Anlaufstelle zur Informationssammlung und Visualisierung des aktuellen Bearbeitungsstandes darstellen.

Doch hier stößt selbst ein erfahrener Admin an seine Grenzen und kritische Computer-Forensiker und Incident-Response-Analysten sollten Auskünfte und Feststellungen stets hinterfragen. Solche Fragen lauten zum Beispiel: Ist es wirklich so, dass hier kein auffälliger Netzwerkverkehr vorliegt oder hat jemand schlicht vergessen, IPv6-Verkehr auszuwerten? Sind wirklich alle Systeme im Netz bekannt und geschützt oder sind weitere eingeschaltet, an die niemand gedacht hat? Eine ständige Gefahr liegt darin, dass kompromittierte Systeme bereinigte Systeme gleich wieder infizieren. Kritisch ist auch, wenn doch noch ein Server oder eine Appliance mit einem schon eigentlich in Vergessenheit geratenen Neben-Admin-Account und dem alten Standard-Admin-Passwort ausgestattet ist, das den Tätern bekannt ist.

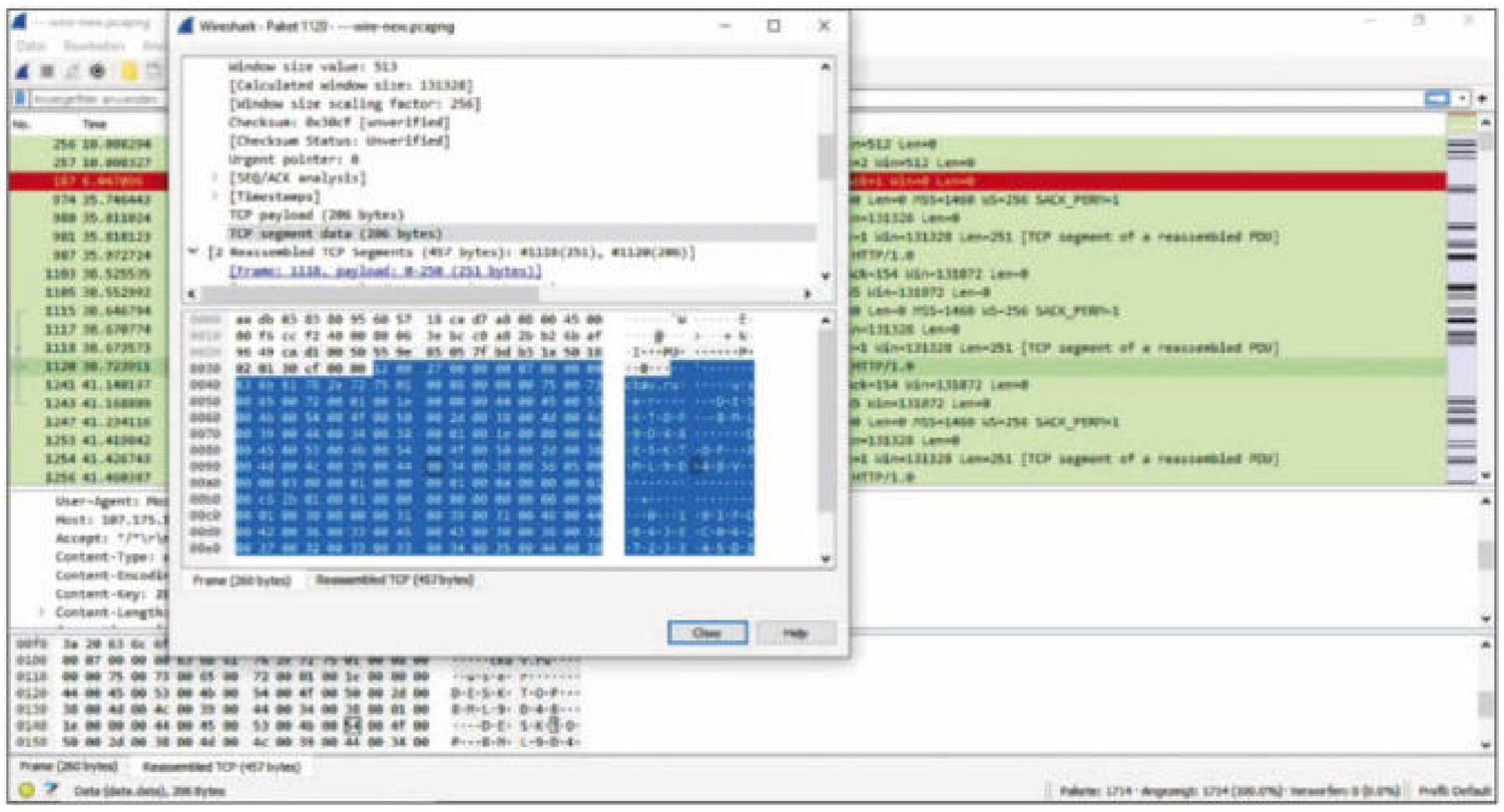
Ein nicht zu vernachlässigender Erfolgsfaktor für einen erfolgreichen Schlachtplan gegen Emotet ist eine angemessene Beteiligung der Entscheider in einem Unternehmen. Spätestens wenn es darum geht, wesentliche Teile der IT temporär abzuschalten, muss die Chef-Etage einbezogen werden. Der Autor hat Fälle begleitet, in denen das Top-Management großer Unternehmen in jeder Abstimmungsrunde des Incident-Response-Teams beteiligt war. Dies waren typischerweise auch die erfolgreichsten Fälle, weil wichtige Entscheidungen schnell und verbindlich getroffen wurden.

Bestandsaufnahme

Jetzt kann man das zweite Mal durchatmen und sich die Frage der Verfügbarkeit stellen: Wie bekommt man das eigene Unternehmen möglichst schnell wieder arbeitsfähig? Außerdem rückt die Frage nach der Vertraulichkeit und der Integrität der eigenen Daten in den Fokus: Was, wenn die Täter Daten abgegriffen haben und vielleicht online veröffentlichen wollen (Leaking, Doxing)? Oder wenn beispielsweise in Konstruktionsplänen oder komplexen Berechnungen kleine Fehler eingebaut wurden?



Als Notfallsystem, beispielsweise zur Datenrettung, bieten sich Linux-Live-Systeme wie Desinfec't an. Diese sind immun gegen Windows-Schädlinge und versetzen sich nach einem Neustart wieder in den Ausgangszustand zurück.



Beispielsweise mit dem Tool Wireshark schneidet man Netzwerk-Verkehr mit und analysiert diesen. Darüber kann man wichtige Hinweise für die Bekämpfung einer Emotet-Infektion aufspüren.

Dafür muss der Leiter der Aufräumaktion gründlich und ehrlich zu sich selbst und der eigenen Organisation sein. Dabei gilt es, unter anderem den Schutzbedarf der eigenen Daten kritisch zu bewerten. Erst mit diesen Informationen kann man Not- und Bereinigungsmaßnahmen sinnvoll und passend auswählen und umsetzen. Aus dieser wichtigen Grundmaßnahme leitet sich auch ab, in welcher Reihenfolge Systeme in einen Notbetrieb übergehen müssen. Hier zahlen sich die Hausaufgaben aus, die Admins im Zuge der DSGVO-Umsetzung (hoffentlich) gemacht haben.

Außerdem muss man mit Maßnahmen der IT-Forensik gründlich untersuchen, welche Daten betroffen sind und unter anderem die typischen Hauptfragen beantworten: Wurden Daten ausgeleitet? Wenn ja: welche, wann und wohin? Wichtig ist auch, möglichst früh zu klären, ob ein Versicherungsschutz für den entstandenen Schaden besteht und welche Verpflichtungen dazu erfüllt werden müssen. So muss die Meldung an den Versicherer vielleicht in einer bestimmten Form erfolgen oder Firmen müssen bestimmte vorgegebene Maßnahmen erfüllen.

Des Weiteren gilt es noch, Meldepflichten nachzukommen. So muss man beispielsweise gemäß DSGVO die zuständige Datenschutzaufsichtsbehörde unterrichten. Da Emotet unter anderem auch E-Mail-Adressbücher ausliest und die Hintermänner an diese Adressen teils auf real existierende Projekte abgestimmte Spam-Mails verfassen, sollte man Geschäftspartner und Kunden darüber in Kenntnis setzen.

Da es nicht den einen Emotet-Schädling gibt, verläuft eine Infektion stets vielschichtig und individuell. Im Zuge einer Kompromittierung trägt Emotet oft noch weitere Malware huckepack. Das können zum Beispiel der Erpressungstrojaner Ryuk, aber auch beliebige weitere „Überraschungseier“ sein, die Täter durchaus auch erst zu einem späteren Zeitpunkt nachladen und aktivieren. Zwar arbeiten die Täter oft nach vergleichbaren Mustern und mit ähnlichen Zielen, aber niemand kann vorhersagen, ob nicht in diesem individuellen Fall auf der ins Unternehmen geschwappten Emotet-Welle noch eine individuell abgestimmte Malware-Komponente mitschwimmt. Das kann für Computerforensiker im schlimmsten Fall die Suche nach der Nadel im digitalen Heuhaufen bedeuten. Die Emotet-Vorfallbewältigung geht immer mit einem individuellen Schlachtplan einher, den man konsequent umsetzen muss.

In so einer GAU-Situation spielen Indicators of Compromise (IOC) eine wichtige Rolle. Dabei handelt es sich um spezifische Merkmale von Schadsoftware, nach denen man im Zuge von Incident Response Ausschau halten muss. Aktuelle IOCs zu Emotet bekommen Sie etwa bei der Arbeitsgruppe Cryptolaemus (siehe ct.de/yck6).

Spurensuche

Nun gilt es, IOCs auf Computern und im Netzwerk aufzufinden und auszuwerten. Mit den daraus resultierenden Informationen versucht man den Infektionsweg vom Start bis zum Status quo zu rekonstruieren. Das ist wichtig, um unter anderem das gesamte Ausmaß so gut es geht einschätzen zu können. Für eine effektive Vorgehensweise sollte man unter anderem folgende Fragen beantworten können: Sind bereits alle Computer im Unternehmen betroffen? Wie weit konnten die Angreifer mithilfe von Emotet ins Netzwerk eindringen? Konnten sie sich bereits ein „Golden Ticket“ ausstellen und so das Firmennetz dauerhaft kompromittieren? Ein solches Golden Ticket erlaubt den Zugriff auf alle Dateien, Ordner und Konten im Windows-Netz – einschließlich des Domain-Controllers.

Bei der Untersuchung des Active Directory befindet man sich in einer Zwickmühle: Schaltet man infizierte Systeme aus, geht der für IT-forensische Untersuchungen benötigte RAM-Inhalt verloren. Lässt man die Systeme weiter laufen, kann eventuell aktiver Schadcode ungehindert sein Unwesen treiben und beispielsweise Dateien weiter verschlüsseln. Das Abschalten von Systemen müssen Projektleiter und Computerforensiker daher stets individuell abwägen.

Neben RAM-Inhalten liefern auch Log-Dateien von Firewalls und Servern wichtige Hinweise. Oft gibt es in Unternehmen jedoch keine zentrale Sammlung und Auswertung von Logdateien. Außerdem reichen sie oft nicht weit genug in die Vergangenheit zurück oder die Systeme sind nicht so konfiguriert, dass sie überhaupt relevante Daten, etwa DNS-Anfragen, protokollieren. Diesen Blindflug muss man schnellstmöglich beenden und Logging-Software zielführend konfigurieren. Für eine strukturierte Vorgehensweise müssen der Projektleiter und sein Team dafür sorgen, dass die Protokollierung lückenlos und so effizient wie möglich abläuft.

Die Auswertung von auffälligem Netzwerkverkehr ist unabdingbar. Das kann man beispielsweise mit der freien Software Wireshark machen. Für eine gewinnbringende Analyse und Auswertung sind aber mindestens grundlegende Netzwerk-Kenntnisse notwendig. Außerdem muss das Team Meldungen von Schutzsystemen im Auge behalten, stetig Auffälligkeiten sichten und damit weiteren Handlungsbedarf erkennen. Verspätete oder sogar gar keine Reaktionen können fatale Folgen haben. Es muss jederzeit klar

sein, wie viele Systeme aktuell betroffen sind und ob es Neuinfektionen gibt.

Das kostenlose Tool EmoCheck das japanischen CERT rühmt sich, Infektionen mit Emotet zu erkennen. Doch Vorsicht: EmoCheck prüft Systeme „nur“ auf spezifische Emotet zugeordnete Prozessnamen und Registry-Einträge. Diese Herangehensweise ist aber kein verlässlicher Schutz vor Emotet. Aktuelle Versionen des Schädlings werden solche Funktionen immer wieder unterlaufen. Dementsprechend sollte man sich nicht darauf verlassen, wenn das Tool „No detection“ meldet.

Um mehr Informationen über eine Infektion zu bekommen, kann man das Malware-Sample identifizieren, isolieren und davon als Erstmaßnahme einen kryptographischen Hash erstellen. Das Sample kann man dann einem Malware-Labor übergeben oder es einem Schnelltest in beispielsweise der Sandbox Cuckoo unterziehen. Auch die kostenlose Online-Analyse-Plattform VirusTotal kann weitere Anhaltspunkte liefern. Dabei muss man jedoch bedenken, dass man Daten an Dritte weitergibt.

Reinemachen

Bei einer Emotet-Infektion muss man davon ausgehen, dass Zugangsdaten von Admins und Mitarbeitern kompromittiert sind. Demzufolge sollte die IT-Abteilung die Daten komplett zurücksetzen und neue Kennwörter vergeben. Diese dürfen natürlich nur auf bereits gereinigten Computern und Netzwerken zum Einsatz kommen. Wer seinen eigenen Laptop mit ins Firmennetzwerk nimmt, sollte auch seine Privat-Passwörter ändern. Es sind Fälle bekannt, in denen Betrüger mit kopierten Zugangsdaten Bestellungen mit fremden PayPal-Konten bezahlt haben.

Für jeden Computer und Server muss man individuell abwägen, ob ein als sauber eingeschätztes Komplett-Backup Verwendung findet oder ob man das System neu aufsetzt und dann aus einem Backup mit Konfigurationen und Nutzdaten ausstattet. Nach der Wiederherstellung hat es sich bewährt, sogenannte „Clean Zones“ zu etablieren. Dafür richten Admins vom übrigen Netzwerk getrennte Subnetze und Teilbereiche ein, in denen als sicher eingeschätzte und gepatchte Systeme Einzug halten, getrennt von vermutlich noch kompromittierten Systemen. Es ist extrem wichtig, separierte infizierte Systeme nicht wieder mit dem Netzwerk zu verbinden.

Vor allem für Admins sollten neu aufgesetzte Clients zum Einsatz kommen. Dabei hat es sich bewährt, auf Linux-Live-Systeme zu setzen, die sich nach einem Neustart wieder in den Ausgangszustand zurückversetzen – das überlebt kein Schädling. Solche Systeme starten direkt von einem USB-Stick und man kann damit erste Daten retten. Wenn die betroffene Organisation eine Windows-AD-Umgebung verwendet, ist es unabdingbar, die Domain-Controller in einen vertrauenswürdigen Zustand zu bekommen und AD-Admin-Zugänge nur sehr beschränkt zu verwenden, beziehungsweise dafür zu sorgen, dass kein kompromittierter Account über AD-Admin-Rechte verfügt.

Fazit

Infektionen mit Emotet – und anderer moderner Schadsoftware – können sich aus Sicht der Angegriffenen mühelos und explosionsartig von null auf GAU entwickeln und treffen noch immer viel zu viele Unternehmen unvorbereitet. Zwar laufen die Angriffe meist nach einem typischen Schema ab, jedoch immer inklusive individueller „Überraschungseier“. Deswegen sollte man bei jeder Infektion zunächst vom Schlimmsten ausgehen. Auf Basis davon muss man dann zügig einen individuellen Reaktionsplan ausarbeiten und umsetzen. Dieser Artikel kann daher kein allgemeingültiges Rezept liefern, sondern lediglich Ratschläge und Tipps für grundsätzlich zielführende Vorgehensweisen.

Wichtig ist auch, dass man aus den eigenen Fehlern lernt und besser für die Zukunft gerüstet ist. Dementsprechend muss man Computer und Netzwerke effektiver härten. Sowohl bei modernen Windows-Servern als auch bei aktuellen Windows-Clients kann es beispielsweise hilfreich sein, mittels des Bordmittels AppLocker sowie Windows Defender Application Control (WDAC) die Ausführung von Anwendungen zu reglementieren. So kann man Schädlinge an der Installation hindern. Wichtig ist auch, dass Admins für lückenloses Logging sorgen und die Log-Dateien regelmäßig auswerten. So können sie Auffälligkeiten frühzeitig entdecken und handeln. Zu guter Letzt sollte man es nicht versäumen, Mitarbeiter in Firmen zu schulen, damit diese Spam-Mails mit Emotet im Anhang frühzeitig erkennen und am besten gar nicht erst öffnen. Schließlich ist beispielsweise die gefälschte Rechnung als Word-Dokument mit Makros, die den Schädling auf den Computer holen, immer noch der am weitesten verbreitete Infektionsweg.

(des@ct.de) c't

IOCs für Emotet: ***ct.de/yck6***

Checkliste: Effektiv gegen Emotet vorgehen

1. Potenziell infizierte Computer vom Internet und Netzwerk trennen.
2. Eingeschaltete Geräte bleiben zunächst eingeschaltet, ausgeschaltete Geräte bleiben aus.
3. Nicht als Admin an einem infizierten System anmelden, solange es noch am Netz ist.
4. Zugangsdaten für Admins und Mitarbeiter zurücksetzen und neue Passwörter vergeben.
5. Sicherstellen, dass Backups für Emotet unerreichbar sind.
6. Juristischen Rat einholen und Vorfall bei der Datenschutz-Behörde melden.
7. Im Zweifelsfall zügig externe Experten wie IT-Forensiker und Juristen hinzuziehen, um den Vorfall aufzuarbeiten.
8. Notfall-Team zur Koordination von internen IT-Mitarbeitern und externen Spezialisten mit zentralem Ansprechpartner aufstellen. Das Team sollte sich täglich, bei Bedarf mehrmals, treffen.
9. So viele Kenntnisse wie möglich über den Vorfall sammeln. Erst so kann man das Ausmaß effektiv einschätzen, den Schaden so gering wie möglich halten und eine weitere Ausbreitung eindämmen.
10. Netzwerke und Systeme neu aufsetzen und installieren. Entweder komplett aus einem Backup oder nach einer Neuinstallation nur mit Nutzerdaten.
11. Aus den eigenen Fehlern lernen und Systeme härten sowie Mitarbeiter schulen.



Fiasco!

Kryptobörse Altsbit wälzt Diebstähle auf einzelne Kunden ab

Anfang Februar informierte die italienische Kryptobörse Altsbit ihre Kunden, dass sie Opfer eines Einbruchs geworden sei. Den Schaden ersetzte jedoch nicht Altsbit, sondern bürdete ihn einzelnen Kunden auf.

Von Mirko Dölle

Mamma mia, das ging aber gehörig in die Hose: Am Morgen des 6. Februar informierte die italienische Kryptobörse Altsbit ihre Kunden via Twitter, dass man in der vorangegangenen Nacht Opfer eines Hackerangriffs geworden sei und nahezu alle Bitcoins, Ether, Komodo Coins, Pirate Coins und Versus Coins gestohlen wurden.

Den Schaden von über 300.000 Euro trug jedoch nicht das Unternehmen selbst, sondern es kürzte stattdessen die Guthaben etlicher Kunden. Dazu ermittelte Altsbit für jede der fünf betroffenen Kryptowährungen separat, welchen Prozentsatz des Kryptovermögens der Börse die Diebe erbeutet hatten – und reduzierte die Kontenstände jener Kunden um den berechneten Prozentsatz, die in die jeweilige Kryptowährung investiert hatten. So blieben Altsbit-Kunden, die etwa nur ZCash oder GameCoins gekauft hatten, vollkommen ungeschoren, während Kunden mit Bitcoins, Ether und Pirate Coins in ihrem Portfolio gleich dreifach zur Kasse gebeten wurden. Einzelne Kunden verloren auf diese Weise zwei Drittel ihres Guthabens.

Umlage nach Gutdünken

Altsbit betrachtet die Guthaben der Kunden offenbar so, als handle es sich um individuelles Barvermögen – vergleichbar mit Gold, Schmuck oder Bargeld, das im Schließfach einer Bank aufbewahrt wird. Wird ein solcher Banktresor aufgebrochen, erleiden nur jene Kunden einen Schaden, deren Schließfächer geplündert wurden. Folgt man dieser Ansicht, müsste Altsbit feststellen, welche Wallets welcher Kunden von dem Diebstahl betroffen sind. Das Guthaben aller anderen Kunden, gleich in welcher Kryptowährung, bliebe unverändert.

Doch Altsbit ist kein Wallet-Anbieter, der lediglich Aufbewahrungsmöglichkeiten für Kryptowährungen (Schließfächer) bereitstellt. Altsbit arbeitet mit Buchwerten: Um Kryptowährungen zu kaufen, haben die Kunden zum Beispiel Bitcoins an eine ihnen zugeordnete Wallet-Adresse von Altsbit geschickt. Der Betrag wurde dann intern ihrem Kundenkonto gutgeschrieben – als reiner Buchwert. Es gibt also keine einzelnen Schließfächer, sondern nur einen großen Tresor, in dem die Guthaben aller Kunden aufbewahrt werden. Die Bitcoins hat Altsbit dann frei verwendet, etwa um Gelder auszuzahlen oder sie auf das Cold Wallet der Kryptobörse zu transferieren. Die Kunden hatten darüber weder ein Weisungsrecht noch eine Verfügungsmöglichkeit.

Ein guter Vergleich hierzu ist ein Sparbuch: Man zahlt Bargeld auf das Sparbuch ein und bekommt den entsprechenden Buchwert gutgeschrieben. Bei einer Auszahlung erhält man dann wiederum Bargeld im gleichen Wert zurück – jedoch nicht dieselben Geldscheine, die man eingezahlt hat. Für die Inhaber des Sparbuchs ist es unerheblich, ob später die komplette Barkasse der Bank mit den Tags zuvor eingezahlten Geldscheinen geraubt wird. An dem Guthaben des Sparbuchs ändert sich nichts.

Altsbit hat seine Kunden aber so behandelt, als wären bei einem Bankraub 100- und 50-Euro-Scheine geklaut worden, weshalb nun die Guthaben jener Sparbücher nach unten korrigiert werden, auf die 100- oder 50-Euro-Scheine eingezahlt wurden. Wer nur 10er und 20er eingezahlt hat, bleibt hingegen verschont.

Sämtliche Kryptobörsen einschließlich Altsbit arbeiten rein mit Buchwerten, denn nur so funktioniert das Geschäft: Man verkauft eine Währung und erhält dafür eine andere, die man wiederum weiterverkauft. Das benutzen die Kryptobörsen auch regelmäßig als Argument, wieso sie Millionengewinne aus Forks wie Bitcoin Cash selbst einstreichen und nicht an ihre Kunden ausschütten – die Bitcoins gehören den Kunden nicht mehr, sie haben lediglich einen Anspruch auf einen gewissen Betrag in Bitcoin gegenüber der Kryptobörse.

Doch die Kryptobörse und deren Eigentümer sahen keinen Grund oder keine Möglichkeit, für die Diebstähle geradezustehen. Die Umlage der Verluste erfolgte strikt anhand der Prozentsätze der gestohlenen Kryptowährungen. Offenbar ist Altsbit pleite, denn man schloss kurz nach dem Diebstahl die Kryptobörse und will das

Unternehmen bis zum 8. Mai abwickeln. Wer bis dahin sein Altsbit-Konto nicht abgeräumt hat, soll gänzlich leer ausgehen. Eine Einlagensicherung wie bei Bankguthaben üblich gibt es bei Altsbit nicht.

Kunde zahlt die Zeche

Geprellte Kunden müssen sich deshalb beeilen, ihre Ansprüche geltend zu machen, wobei keineswegs klar ist, ob bei Altsbit überhaupt noch etwas zu holen ist. Anhand der von Altsbit veröffentlichten Zahlen zu den gestohlenen Kryptowährungen schätzen wir, dass Altsbit Kundengelder im niedrigen einstelligen Millionenbereich verwaltete. Ein Großteil der Gelder dürfte bereits Mitte Februar ausgezahlt worden



sein. Eine juristische Aufarbeitung des Falls scheint aber dringend geboten, denn nicht nur die willkürliche Verteilung der Verluste auf einzelne Kunden wirft Fragen auf. Es gibt auch Hinweise darauf, dass Altsbit grundlegende Pflichten verletzt haben könnte.

Einen solchen Hinweis auf einen möglicherweise problematischen Umgang mit den Kundengeldern gab Altsbit in seiner ersten Twitter-Meldung zum Diebstahl. Laut Altsbit seien nahezu alle Guthaben gestohlen und nur kleine Mengen sicher in Cold Wallets aufbewahrt worden. Im Fall der Kryptowährung Ether eine durchaus zutreffende Einschätzung, denn hiervon wurden über 70 Prozent entwendet. Altsbit hatte also nicht einmal 30 Prozent aller Ether in einem Cold Wallet aufbewahrt, wo es vor automatisierten Transfers sicher gewesen wäre – dabei ist das die wichtigste Schutzmaßnahme vor Diebstahl. Schließlich war Altsbit keineswegs die erste Kryptobörse, die Angreifer ausgeplündert haben, weil zu viel Geld gedankenlos in Hot Wallets aufbewahrt wurde.

Die Gefahr liegt vor allem im automatisierten Handel mit Kryptowährungen: Kryptobörsen handeln rund um die Uhr, eine Kontrolle durch einen Menschen findet kaum statt. Damit muss die Software auf die privaten Schlüssel des Hot Wallets zurückgreifen können – finden Hacker eine Lücke, können sie darüber das gesamte Hot Wallet plündern. Ob die Hacker bei Altsbit das erst drei Wochen vor dem Diebstahl veröffentlichte API ausnutzen, ist eine von vielen Fragen, die uns die Kryptobörse bis zum Redaktionsschluss nicht beantwortete.

Verluste sozialisieren

An dem grundsätzlichen Anspruch aus dem Guthaben der Kunden gegenüber Altsbit ändert der Diebstahl bom 6. Februar nichts – auch nicht der Umstand, dass Altsbit nach den auf Twitter veröffentlichten Zahlen nicht über genügend Bitcoins und andere Währungseinheiten verfügt, um alle Ansprüche zu befriedigen. Im Zweifel ist die Kryptobörse nach dem Einbruch insolvent. Dann jedoch müsste das noch vorhandene (Krypto-)Vermögen auf alle Gläubiger verteilt werden. Es wären dann alle Kunden von Altsbit betroffen, nicht nur jene, die Guthaben in Bitcoins, Ether, Komodo Coins, Pirate Coins oder Versus Coins haben. Altsbit zahlt jedoch seit dem 10. Februar Guthaben aus anderen Kryptowährungen in voller Höhe aus – im Falle einer Insolvenz wäre das mehr, als den einzelnen Kunden zustehen dürfte.

Immerhin würde im Falle einer Insolvenz das gesamte Firmenvermögen verwertet, während Altsbit bisher keinerlei finanzielle Verantwortung übernommen, sondern alle Verluste 1:1 an seine Kunden weitergereicht hat. Gewinne privatisieren, Verluste sozialisieren – das schon von Karl Marx beschriebene Prinzip hat sich auch in Zeiten von Bitcoin & Co. nicht geändert.

Der Fall Altsbit zeigt wieder einmal, dass man sehr genau darauf achten muss, wem man sein Geld anvertraut. Kryptobörsen ohne Einlagensicherung oder im Ausland bergen stets das Risiko eines Totalverlusts, man sollte ihnen also niemals große Beträge anvertrauen und auch nicht länger als nötig. Bewahren Sie Ihre Bitcoins und anderes Kryptogeld lieber selbst auf, etwa in mit Hardware-Token wie dem Trezor One oder Ledger Nano S gesicherten Wallets oder auf einem Multisignatur-Wallet mit Offline-Signierung auf dem Raspberry Pi, wie wir es in [1] und [2] beschrieben haben. Dann müssen Sie nicht im Fall der Fälle für die Fehler anderer geradestehen. *(mid@ct.de)* c't

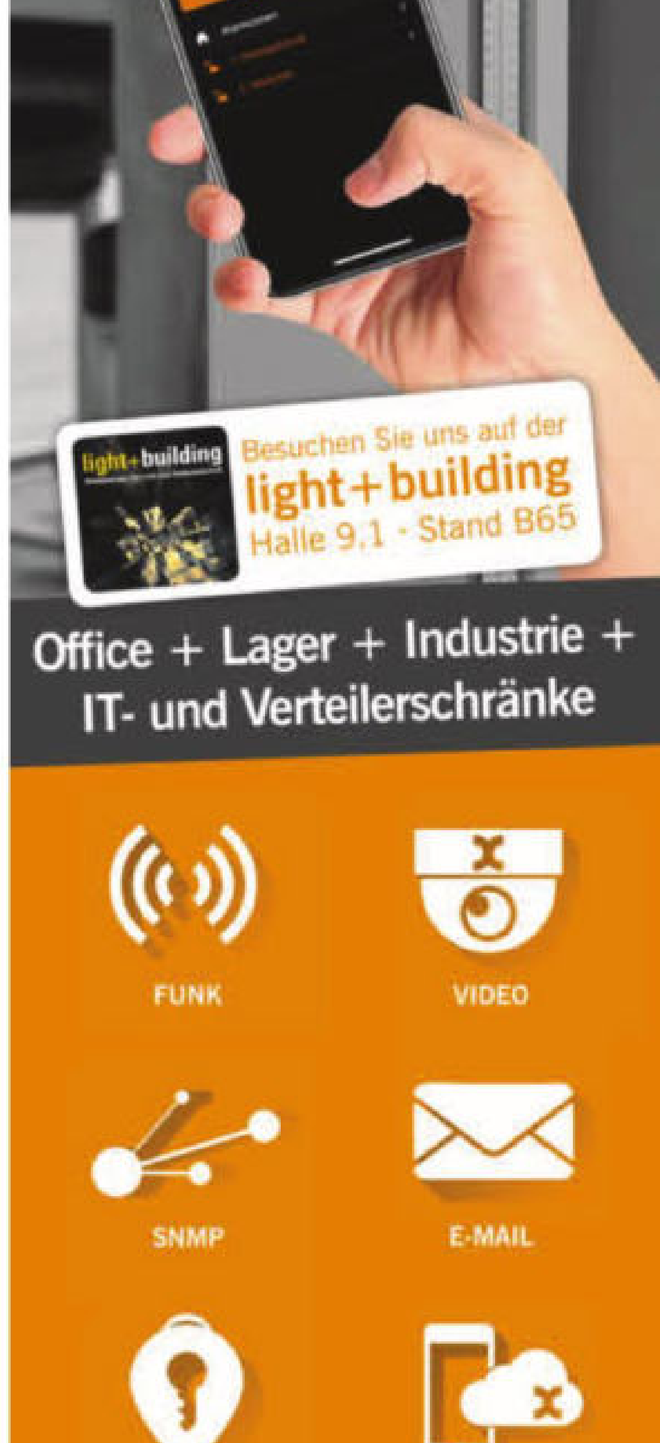
Literatur

[1] Mirko Dölle, Bitcoins doppelt sicher, Multisignatur-Bitcoin-Wallets als Diebstahlschutz, c't 4/2020, S. 106

[2] Mirko Dölle, Abrahams Schoß, Raspberry Pi als Bitcoin-Multisig-Hardware-Wallet, c't 4/2020, S. 110

KENTIX
Innovative Security

Kentix DoorLock®
SmartAccess
Zutritt einfach
IP-vernetzt



Office + Lager + Industrie +
IT- und Verteilerschränke

FUNK
VIDEO
SNMP
E-MAIL
NFC
APP

Komplette
Software integriert!

kentix.com

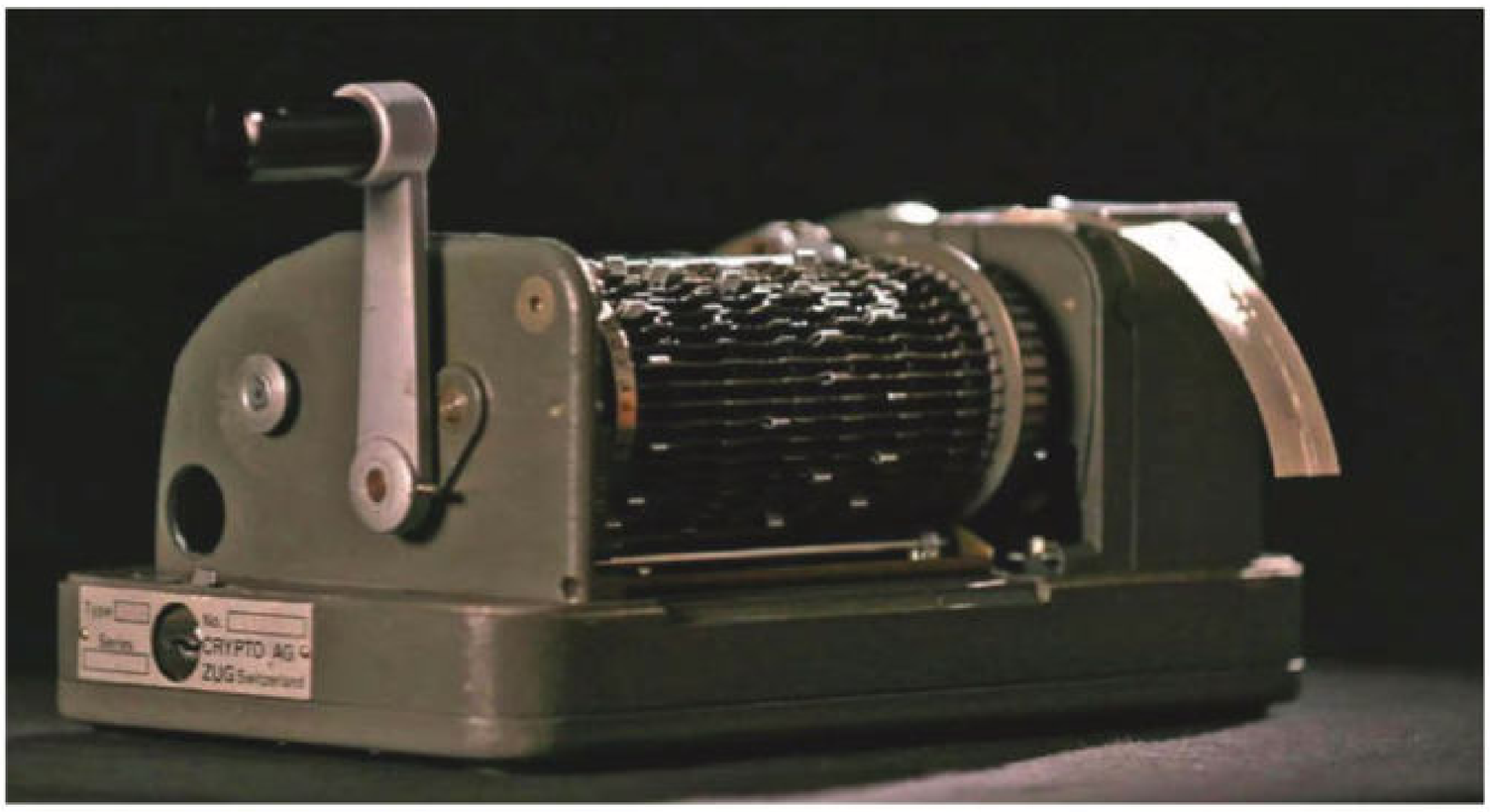


Bild: ZDF

Operation Rubikon

BND und CIA unterwandern Krypto-Hersteller

Ein halbes Jahrhundert manipulierte die US-Regierung die Chiffrier-maschinen einer Schweizer Firma, um damit Freunde und Feinde auszuspionieren. Lange war auch der BND mit von der Partie. Ein Spionagethriller, der sich tatsächlich so zugetragen hat.

Von Martin Holland

Verschlüsselung stellt Geheimdienste rund um die Welt seit jeher vor ein Problem: Ist das eingesetzte Krypto-Verfahren wasserdicht, haben die Geheimdienste keine Chance, die damit verschlüsselten Daten mitzulesen. Deshalb versuchen Regierungen immer wieder, das Problem bei der Wurzel anzupacken und die Algorithmen zu schwächen – etwa durch subtile, aber effektive Änderungen, in der Hoffnung, dass diese schon niemandem auffallen werden. Berüchtigt ist etwa der von der NSA entwickelte Zufallszahlengenerator Dual_EC_DRBG, der es im Jahr 2007 in einen offiziellen NIST-Standard geschafft hat. Schon damals war das Misstrauen in der Krypto-Community groß, doch erst im Jahr 2013 war endgültig klar, dass das Misstrauen berechtigt war und der Generator tatsächlich eine Backdoor enthielt.

Diese Aktion war sicherlich dreist, doch kein Vergleich zu der Geheimoperation „Rubikon", die bereits Ende der 60er-Jahre ihren Anfang nahm – und erst jetzt vollständig aufgedeckt wurde. Laut Recherchen von ZDF, Washington Post und SRF hat der Bundesnachrichtendienst (BND) gemeinsam mit der US-amerikanischen CIA den damaligen Weltmarktführer von Chiffriermaschinen, die Schweizer Crypto AG, übernommen und die Produkte anschließend so manipuliert, dass die Geheimdienste die verschlüsselte Kommunikation belauschen konnten. BND und CIA konnten dadurch die Kommunikation von mehr als 130 Regierungen und Geheimdiensten über Jahrzehnte mitlesen. Dies geht laut ZDF aus bislang geheimen Unterlagen hervor, in denen diese „wahrscheinlich wichtigste Geheimdienstoperation der Geschichte" zusammenfassend beschrieben werde.

Heimlich Hersteller gekauft

Wie das ZDF erklärt, lief die Operation in den USA unter dem Decknamen „Minerva" und beim BND als „Rubikon". Über eine Treuhandgesellschaft kauften die beiden Geheimdienste 1970 demnach zu gleichen Teilen für insgesamt 8,5 Millionen US-Dollar das Schweizer Unternehmen Crypto AG. Im Angebot hatte die unter anderem die als „unknackbar" geltende CX52-Maschine. Nach der heimlichen Übernahme waren demnach nur zwei Mitarbeiter der Crypto AG eingeweiht, gesteuert wurde der folgende Einbau von Hintertüren durch den Münchener Siemens-Konzern.

An wen die manipulierten Geräte geliefert wurden, darüber hätten sich CIA und BND immer wieder gestritten. Durchgesetzt haben sich aber offenbar die US-Amerikaner. Die hätten mit Verbündeten so umgehen wollen, „wie sie mit Drittweltstaaten umgehen", heißt es demnach in einem deutschen Dokument. Ausspioniert wurden dem Bericht zufolge neben Staaten in Afrika, Asien und Südamerika auch EU- sowie NATO-Partner wie Irland, Spanien, Portugal, Italien und die Türkei. Nicht einmal der Vatikan sei sicher gewesen.

CIA-Beteiligung bis in jüngste Vergangenheit

Wichtig sei die Operation etwa bei der Geiselaffäre in der Teheraner US-Botschaft gewesen, die die Welt nach der Revolution im Iran für mehr als ein Jahr lang im Atem hielt. Der Iran hat laut ZDF-Informationen auch das Ende der BND-Beteiligung an der überaus ergiebigen Operation eingeleitet. Im März 1992 sei der Crypto-AG-Mitarbeiter Hans Bühler in der Islamischen Republik unter Spionageverdacht festgenommen worden.

Monatelang habe er unter schlimmen Bedingungen im Gefängnis gesessen, obwohl er gar nicht eingeweiht gewesen sei. Nach seiner überraschenden Freilassung habe er über eine Geheimdienstintrige gemutmaßt. Der BND habe dann seine Anteile verkauft und 17 Millionen US-Dollar eingenommen. Die CIA folgte demnach erst 2017/2018 und nahm insgesamt zwischen 50 und 70 Millionen US-Dollar ein.

Aus den nun veröffentlichten Berichten geht hervor, dass Regierungen in aller Welt über Jahrzehnte Milliarden US-Dollar an die Crypto AG bezahlten, um dafür trotzdem ausspioniert zu werden. Die beiden Geheimdienste schwiegen über Verbrechen, von denen sie auf diesem Weg erfuhren. Trotzdem meint der ehemalige Geheimdienstkoordinator im Bundeskanzleramt, Bernd Schmidbauer, gegenüber dem ZDF, dass die Operation „sicher dazu beigetragen hat, dass die Welt ein Stück sicherer geblieben ist". Der Geheimdienstexperte Richard Aldrich von der Universität Warwick ergänzt, dass es sicher eine der „kühnsten und skandalträchtigsten Operationen" war, die es je gab. *(rei@ct.de)* **ct**

Das Krea-Tief überwinden!

Winter 2019/2020

Mac&i EXTRA

Workshops


ROMAN SCHREIBEN
Tipps vom Bestsellerautor Andreas Eschbach


PROFESSIONELL PRÄSENTIEREN
Rhetorik und PowerPoint


BLOGGEN/ HOMEPAGE
bauen mit WordPress


TEAMWORK
Ideen gemeinsam umsetzen


VLOGGEN
Erfolg mit dem eigenen Youtube-Kanal



NEU

Mac & i EXTRA - Workshops

Mac & i präsentiert einen Allrounder für alle, die kreativ arbeiten und sich ausprobieren wollen. Mit 14 Workshops vom kreativen Schreiben übers Vloggen, Layouten, 3D-Modellieren, Bildbearbeiten bis zum professionellen Präsentieren, bereiten Profis Schritt für Schritt alles verständlich auf.

shop.heise.de/mac-workshops

10,90 € ›


PROJEKTE MANAGEN
mit Merlin


DATENBANKEN ERSTELLEN
mit Ninox


EIGENE GROOVES
mit Ableton Live


LAYOUTEN
mit Affinity Publisher


3D-OBJEKTE MODELLIEREN
mit Blender


DAS EIGENE SPIEL
programmieren
mit Unity


BILDER BEARBEITEN
mit Affinity Photo


RAW-FOTOS
entwickeln und verwalten
mit Darktable

› 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/mac-workshops ›



Quasselstrippe

Telefon der Stadtwerke Norderstedt ungelöscht verkauft

Datenträger sind nicht nur Festplatten oder USB-Sticks, auch gebrauchte Systemtelefone können ganze Kontaktdatenbanken, Zugangsdaten und eine Historie der Telefongespräche enthalten. Stammt das Telefon aus einer Behörde oder einem kommunalen Betrieb, sind darunter möglicherweise auch Daten von Bürgern.

Von Mirko Dölle

Gebrauchte Systemtelefone von Behörden, Kommunen und kommunalen Betrieben sind begehrt, um alte Telefonanlagen in kleinen und mittleren Betrieben günstig ein paar Jahre länger zu betreiben – oder um sie als IP-Telefon an die heimische Fritzbox anzuschließen [1]. Anfang des Jahres kaufte ein c't-Leser über eBay ein gebrauchtes Siemens Unify OpenStage 60 HFA für rund 100 Euro. Bei der Inbetriebnahme stellte er fest, dass es von den Stadtwerken Norderstedt stammte – denn es enthielt noch sämtliche Daten des Vorbesitzers. Er informierte den Datenschutzbeauftragten der Stadtwerke Norderstedt über den Vorfall und übergab das Telefon an die Redaktion.

Unsere Überprüfung bestätigte den Verdacht: Es handelt sich um das Telefon mit der Durchwahl 133 der Stadtwerke Norderstedt, das ungelöscht auf eBay verkauft worden war. Da ein solches Gerät die meisten Daten von der Telefonanlage bezieht, gibt es nur wenige personenbezogene Daten auf dem Telefon: Im Wesentlichen handelt es sich um die persönlichen Kontakte und die Anrufhistorie der letzten zwei Monate mit Telefonnummern und Zeitstempeln.

Admin-Passwort und Klingeltöne

Darüber hinaus bekamen wir Einblicke in die ehemalige Telefon-Infrastruktur der Stadtwerke. So hatten die Admins das Standardpasswort der Telefone nicht geändert, außerdem konnten wir per SSH die Kontakt- und Anruflisten sowie die Klingeltöne herunterladen – darunter Musik von Abba, „Alle Farben“ und aus dem Musical „Der König der Löwen“. Nicht sehr bedeutsam im Vergleich zum Vorfall mit der ungelöschten SSD der Stadt Coburg [2], aber die Telefonnummern der Bürger und die Anrufhistorie sind trotzdem datenschutzrechtlich relevant.

Doch wie kam es zu dem Datenleck? Mit der Erneuerung der hausinternen Telefonanlage hatten die Stadtwerke Norderstedt 2019 das Tochterunternehmen Wilhelm.tel GmbH betraut. Den Abbau der Altanlage vergab man an die MeDaKom GmbH, wobei die Einhaltung und Berücksichtigung aller datenschutzrechtlichen Vorgaben Bestandteil der Auftragsvergabe gewesen und vom Auftragnehmer bestätigt worden sein soll, teilte uns der Unternehmenssprecher der Stadtwerke Norderstedt, Oliver Weiß, auf unsere Anfrage mit.

Die MeDaKom verkaufte die Telefone der Stadtwerke Norderstedt an gewerbliche Abnehmer weiter, wie uns der Geschäftsführer Erhard Menzel telefonisch mitteilte. So gelangte das uns vorliegende Gerät zur HHW electronics e.K, die auf die Reparatur und Aufarbeitung von Systemtelefonen aller Art spezialisiert ist.

Dort würden die Telefone eigentlich immer gelöscht, bestätigte uns die HHW wiederum telefonisch. Im Fall unseres Telefons sei das offenbar vergessen worden. Als unser Leser den Datenschutzbeauftragten der Stadtwerke Norderstedt darüber informierte, sei der Fall sofort gemeldet und sämtliche noch nicht verkauften Telefone überprüft worden. Weitere Datenfunde gab es nicht. Es handelt sich also offenkundig um einen Einzelfall. Ein alltäglicher Fehler im Betriebsablauf, das ist menschlich – und zum Glück waren die Daten diesmal wenig brisant.

Der Fall verdeutlicht aber einmal mehr, dass Datenlöschung bei Einrichtungen der öffentlichen Hand, die mit Bürgerdaten arbeiten, nicht per Ausschreibung delegiert werden sollte. Eine Löschungsbestätigung kann letztlich jeder ausstellen, ohne dazu eine besondere Befähigung nachweisen zu müssen. Selbstverständlich haftet ein Dienstleister für Pannen, das ändert aber nichts daran, dass sich abhandengekommene Daten nicht wieder einfangen lassen. Der Datenschutz muss an der Quelle gewährleistet werden, wenn er effektiv sein soll – am besten durch das Fachpersonal selbst. Denn diese sind auch schon im Alltag damit betraut, die Daten der Bürger zu schützen. *(mid@ct.de)* **ct**

Literatur

[1] Andrijan Möcker, Internetschnacker, Unify-VoIP-Telefone mit Fritzbox & Co. nutzen, c't 4/2020, S. 128

[2] Georg Schnurer, Daten-Schatzkiste, SSD mit Daten aus dem Jugendamt und der Kfz-Zulassungsstelle im Handel, c't 1/2020, S. 12

C

wie CLOUDFEST.

Alleskönner Appliance?
Ja! Mit der Sasquatch® Appliance von RNT Rausch. Making IT possible.



Sie sagen uns, welche Anforderungen Sie haben.
Wir gestalten Ihr **schlüsselfertiges System**, das genau diese Anforderungen erfüllt.
Software Defined, skalierbar, sicher und mit **maximaler Power**. Ohne Kompromisse.

Erfahren Sie mehr an Stand H01 - gerne auch bei einem Drink an unser Carribean-Bar.

CLOUDFEST 14.-19. März 2020 | Europa-Park

Jetzt kostenlos registrieren unter: https://registration.cloudfest.com/sign-in

PARTNER
aXZ9sd9M
CODE

RNT Rausch GmbH
Im Stöck 4a
76275 Ettlingen – Germany
+49 7243 5929-0
info(at)rnt.de
www.rnt.de

RNT Rausch. Making IT possible.

RNT RAUSCH

Charmeoffensive

Facebook & Co. fürchten neue Regulierung der EU

Die EU-Kommission hat nicht nur ein Weißbuch für eine Digitalstrategie vorgelegt, sondern will auch soziale Medien stärker in die Verantwortung nehmen.

Von Holger Bleich

Seitdem die neue EU-Kommissionschefin Ursula von der Leyen im Amt ist, wenden sich die Blicke der US-Internetkonzerne immer öfter besorgt gen Europa. Bisher konnten sie weitgehend unbehelligt von Regulierung oder Mitbewerbern ihre Felder auf dem 450 Millionen Bürger starken EU-Markt bestellen. Doch die Kommission hat sich offenbar fürs Jahr 2020 zum Ziel gesetzt, ihrer Trägheit in einigen Bereichen der Digitalpolitik mit neuen Visionen und Gesetzen entgegenzutreten.

Als klar wurde, dass sie ein Weißbuch mit Konzepten für eine Art EU-Datenbinnenmarkt und den Umgang mit KI vorstellt (siehe S. 39), schickte Apple mit John Giannandrea immerhin den Chef der Sparte Machine Learning und AI Strategy nach Brüssel. Auch Google-Chef Sundar Pichai reiste an und fühlte vor, ob Einschränkungen in der EU anstehen könnten.

Mark Zuckerberg startete sogar eine kleine Europatournee. Zunächst mischte sich der Facebook-Chef bei der Münchener Sicherheitskonferenz unter die Staatenlenker – ganz, als sei er einer von ihnen. Dort verteidigte er nicht nur seinen Konzern, sondern gab sich sogar als großer Demokrat: „Wir haben unsere Lektion aus der Wahl 2016 gelernt“, erklärte er auf dem Podium. Dann umriss er, welche Maßnahmen gegen Wahlmanipulationen, Desinformationskampagnen und Fake-Accounts Facebook ergriffen hat. Und dank KI sei Facebook inzwischen in der Lage, terroristische Inhalte zu 99 Prozent zu identifizieren, bevor sie jemand sieht.

Zuckerbergs Verschläge

Bevor Zuckerberg nach Brüssel weiterreiste, hatte er in der Financial Times einen Beitrag veröffentlichen lassen. Darin fordert er eine stärkere Regulierung von Internetkonzernen wie Facebook.

In Brüssel angekommen, führte Zuckerberg seine Ideen in Gesprächen mit den EU-Kommissarinnen Margrethe Vestager (Digitales) und Vera Jourova (Werte und Transparenz) sowie mit Kommissar Thierry Breton (Binnenmarkt) aus. Zuckerberg schwebt ein Ansatz vor, der Facebook und andere Plattformen irgendwo zwischen Telekommunikations- und Medienunternehmen eingliedert. Er möchte unbedingt verhindern, dass Facebook für die nutzergenerierten Inhalte auf der Plattform in Verantwortung und Haftung steht.

Sein dargestellter Rahmen beschränkt sich auf Regulierung der Infrastruktur. Die Politik soll konkret benennen, welche Inhalte entdeckt und beseitigt werden müssen, dann könnten die Plattformen reagieren. In der Financial Times hatte er beispielsweise erklärt, dass Facebook daran arbeite, externe Überprüfungen seiner Vorgehensweise beim Löschen von Inhalten zu ermöglichen. Offen ließ er, wer wann eine externe Überprüfung verlangen kann, wer sie durchführen darf und was das Ergebnis bewirken könnte.

Zuckerbergs Charmeoffensive verfing in Brüssel offensichtlich nicht. Als er am 18. Februar die Stadt wieder verlassen hatte, resümierte Binnenmarkt-EU-Kommissar Breton: „Das war zu wenig in Bezug auf Verantwortung und Regulierung“. Man bleibe im Dialog, aber die Uhr ticke. „Wir in der EU werden uns nicht an Facebook anpassen, das Unternehmen muss sich an uns anpassen!“

Dass die EU wirkungsvolle Instrumente schaffen kann, hatte sie zuletzt mit der DSGVO eindrucksvoll demonstriert, die Facebook immer öfter in die Quere kommt: Zuletzt musste der Konzern den für 13. Februar geplanten Europastart seines Kuppelservices „Facebook Dating“ abblasen. Er hatte die zuständige irische Datenschutzbehörde DPC erst 10 Tage vor dem geplanten Start informiert. Die DPC hat daraufhin bei Facebook Akteneinsicht genommen. In der Nacht vorm Launch teilte Facebook schließlich mit, den Service vorerst nicht in der EU zu starten.

Für die sozialen Plattformen drohen jetzt neue Probleme: Direkt zum Amtsantritt hatte Kommissionschefin von der Leyen angekündigt, das Haftungsregime neu zu klären. Sämtliche nationalen Gesetze und die Rechtsprechung in den EU-Staaten beruhen bislang auf der E-Commerce-Richtlinie aus dem Jahr 2000. Danach haften Plattformen für die Veröffentlichung von Nutzerinhalten erst ab Kenntnis derselben; Provider haften gar nicht („Providerprivileg“).

Noch im laufenden Jahr will die Kommission mit einer neuen Initiative (Arbeitstitel: „Digital Services Act“) die Haftungsfragen neu klären und die 20 Jahre alte E-Commerce-Richtlinie ablösen. Der Konsultationsprozess soll bereits im ersten Quartal 2020 starten. Kommissar Breton kündigte mit Blick auf die sozialen Plattformen an: „Es wird eine ex-ante-Regulierung geben.“ Facebook, Twitter, Google & Co. dürften ihre Köcher für die anstehende Lobbyschlacht bereits gefüllt haben. *(hob@ct.de)* **ct**



Bild: Francisco Seco/dpa

EU-Kommissarin Vera Jourova schüttelte in Brüssel Facebook-Chef Mark Zuckerberg die Hand, obwohl sie seine Plattform gerne als „asoziales Netzwerk“ bezeichnet.

EU baut am Binnenmarkt für Daten

Die EU-Kommission hat ihre Strategie für die **digitale Transformation der europäischen Wirtschaft** vorgestellt. Demnach soll sich zwischen den Mitgliedsstaaten der Gemeinschaft innerhalb der nächsten zehn Jahre ein Binnenmarkt für Daten entwickeln. In dem Datenraum sollen private, Behörden- und Firmendaten zusammenfließen und sicher verwahrt werden.

So soll ein einfacher Zugang zu einer schier endlosen Menge an hochwertigen Daten entstehen. Dies steigere das Wachstum und senke zugleich den CO_2-Fußabdruck der Datennutzung. Der Schwerpunkt soll dabei auf neun strategischen Sektoren liegen: Klimaschutz, Industrie, öffentliche Verwaltung, Handwerk, Verkehr, Gesundheit, Landwirtschaft, Finanzwesen und Energie.

Um die europäische digitale Souveränität zu stärken, will die EU in Leuchtturmprojekte für europäische Rechenzentren und gemeinsame Cloud-Infrastrukturen investieren. Ein Vorbild könnte hier die von der Bundesregierung ins Leben gerufene Cloud-Allianz Gaia X darstellen (siehe c't 24/2019, S. 12).

Ein weiterer wesentlicher Baustein ist ein Weißbuch zum Thema KI, mit dem die Kommission eine Diskussion mit der „Zivilgesellschaft, der Industrie und den Akademikern der Mitgliedstaaten" starten will. Darin betont die Kommission, wie wichtig diese Technik für das Wachstum der europäischen Wirtschaft ist. Zugleich will sie sicherstellen, dass KI „fair ist und den hohen Standards entspricht, die Europa in allen Bereichen entwickelt hat", wie Kommissionspräsidentin Ursula von der Leyen bei der Präsentation der Digitalstrategie am 19. Februar betonte.

In ersten Stellungnahmen begrüßten die deutschen IT-Wirtschaftsverbände den EU-Vorstoß grundsätzlich; ihnen fehlen aber konkrete Maßnahmen, wie die Vorschläge umgesetzt werden können. Zugleich stehe sich die EU mit Verordnungen wie der DSGVO und der weiterhin zur Diskussion stehenden Fassung der E-Privacy-Verordnung dabei selber im Weg. *(jo@ct.de)*

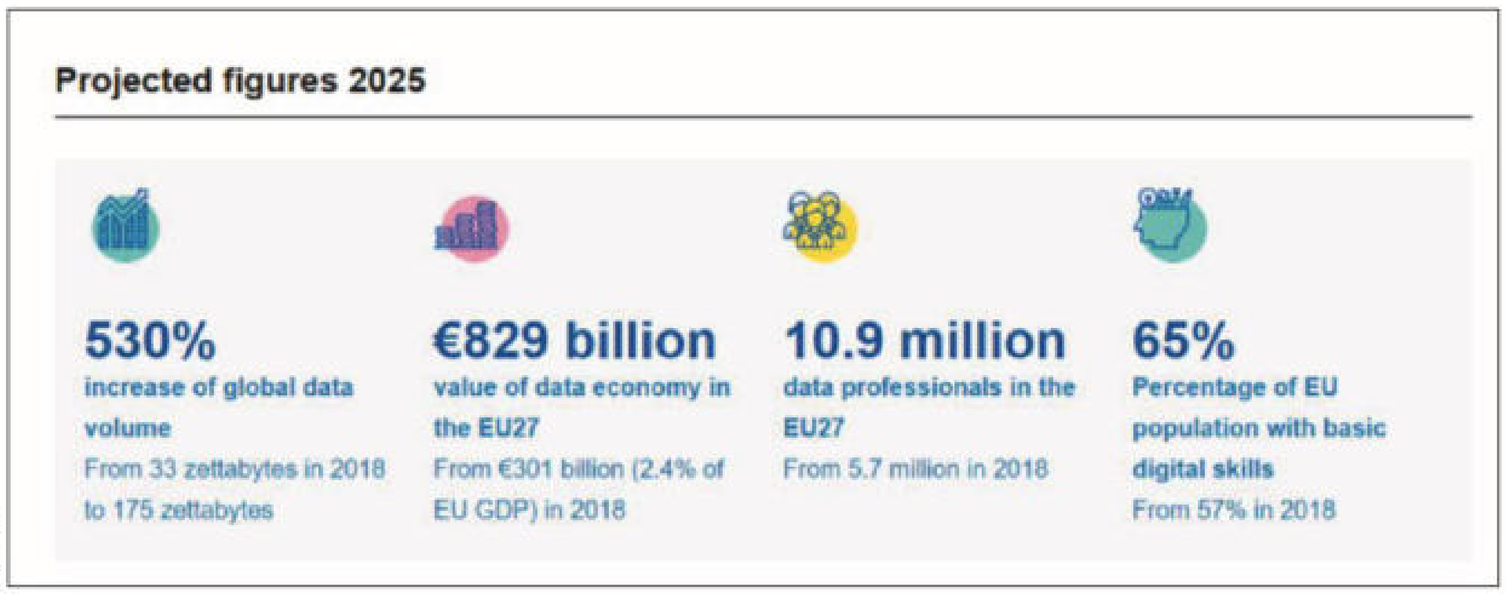


Bild: EU

Die EU informiert auf ihrer Homepage über die Datenstrategie, zum Beispiel die riesigen Wachstumspotenziale der Datenwirtschaft.

Deep Fakes im Visier

Twitter wird zukünftig **Tweets mit Deep Fakes** in Form von Videos, Audios und Bildern löschen oder mit einem Hinweis versehen. Dazu lässt Twitter die Inhalte technisch überprüfen, auch durch Dritte. Die „Nutzer sollen in der Lage sein, zuverlässige Informationen auf Twitter zu finden", heißt es in den dafür neu formulierten Policys.

Google hat mit dem Schwesterunternehmen Jigsaw, das sich mit der Bekämpfung von Extremismus und dem Schutz der Informationsfreiheit befasst, eine neue experimentelle Plattform namens „Assembler" an den Start gebracht. Sie soll Journalisten helfen, Deep Fakes und Falschinformationen zu erkennen. Getestet wird Jigsaw derzeit in den Newsrooms einiger Kooperationspartner. *(jo@ct.de)*

***Jigsaw:* ct.de/ym9f**

Chrome stoppt Belästigungen

Die **aktuelle Chrome-Version 80** entschärft nervige Push-Benachrichtigungswünsche auf Webseiten. Statt ein Pop-up-Fenster anzuzeigen, blockiert Chrome viele dieser Nachrichten per Voreinstellung und zeigt in der Adresszeile nur noch ein durchgestrichenes Glockensymbol an. Chrome wertet dazu das Nutzerverhalten aus: Lässt man kaum einen Push-Nachrichten-Wunsch zu, bekommt man sie künftig seltener zu sehen.

Um den RAM-Hunger zu reduzieren, hat Google in Chrome 80 das „Tab Suspending" in der Voreinstellung aktiviert: Wenn Tabs im Hintergrund liegen und keine Medieninhalte wiedergeben, friert der Browser sie ein. In diesem Ruhezustand benötigen sie wesentlich weniger Hauptspeicher. Außerdem erhält eine geringe Anzahl von Chrome-80-Nutzern testweise die Funktion, Tabs zu gruppieren. Das Chromium-Projekt (dem der Webbroser Chrome zugrunde liegt) experimentiert seit Längerem mit dieser Option – mit Chrome 81 soll sie für alle freigeschaltet werden.

Google hat wie angekündigt das web-Request API enfernt. An seine Stelle ist das declarativeNetRequest API getreten, was bei Entwicklern bereits für einigen Unmut gesorgt hatte. Außerdem unterstützt der Browser nun keine FTP-Verbindungen zur Dateiübertragung mehr. Laut Google haben zuletzt weniger als 0,01 Prozent aller Nutzer überhaupt noch FTP in Chrome verwendet.

Künftig soll Googles Browser mit NFC-Nahfunk sowie mit Augmented-Reality-(AR-)Anwendungen nach WebXR-Standard umgehen können. Diese Funktionen hat Google in eine Betaversion der kommenden Chrome-Version 81 für Android, Chrome OS, Linux, macOS und Windows bereits eingebaut.

Das „Web NFC"-API ist vor allem für Smartphones mit eingebautem NFC-Funk gedacht. Denkbare Anwendungen sind NFC-Spielkarten, aber auch etwa Info-Stationen in Museen, elektronische Etiketten oder Namensschilder, die per NFC weitere Informationen übermitteln. Web NFC spezifiziert aber auch das Beschreiben von NFC-Tags (im NFC Forum Data Exchange Format/NDEF), das künftig eben auch per Browser funktioniert, also ohne zusätzliche NFC-App. *(hob@ct.de)*

Bit-Rauschen

Coronavirus, AMD-Geschäfte, OpenPower und Ice Lake

Wegen des Coronavirus meiden Aussteller Messen, aber es drohen auch Umsatzeinbußen. AMD verkauft zwar viele Prozessoren, kassiert aber erst später – und Intels übernächste Xeons blitzen in Benchmarks auf.

Von Christof Windeck

Um der Ansteckungsgefahr mit dem Coronavirus Covid-19 aus dem Weg zu gehen, wurde die Mobilfunkmesse MWC in Barcelona komplett abgesagt. Gesundheitsbehörden halten das Infektionsrisiko auf deutschen Messen jedoch für gering. Die Fachmesse Embedded World in Nürnberg sollte beim Redaktionsschluss noch stattfinden, aber mehr als 50 Aussteller verzichteten auf ihre Teilnahme, darunter auch AMD, ARM und Intel. Wenn die Messehallen nicht so voll sind, sinkt aber auch die Gefahr.

Covid-19 bedroht allmählich die Kassen der Hardware-Hersteller. Prominentestes Beispiel ist die Firma Apple, die ihre Umsatzprognose zurückzog (siehe Seite 53) Auch hierzulande sorgen sich Hardware-Hersteller darum, ob sie weiterhin genügend Bauteile aus China bekommen. Andererseits dürfte auch die Nachfrage in China selbst sinken. Vielleicht mildert das dann Intels bisher unlösbare CPU-Lieferschwierigkeiten.

Ein Mitarbeiter der Webseite wccftech.com hat sich die eigentlich guten AMD-Ergebnisse für das vierte Quartal 2019 genauer angeschaut und ist auf einen interessanten Punkt gestoßen: AMD meldete dabei ausstehende Forderungen (Accounts Receivable) von mehr als 1,8 Milliarden US-Dollar – bei einem Umsatz von „nur“ 2,1 Milliarden. Zum Vergleich: Bei Intel sind es 7,7 von 20 Milliarden. Das deutet darauf hin, dass AMD seinen Kunden großzügige Zahlungsziele einräumt. Vielleicht hängen die hohen Außenstände auch mit Vorauslieferungen an Notebookhersteller zusammen, die derzeit viele Geräte mit Ryzen 4000U und 4000H bestücken. Erste Vorab-Benchmarks lassen hier gute Performance erwarten, aber auch mit den bisherigen Ryzen-3000-Mobilprozessoren sind immer mehr attraktive Notebooks lieferbar. Jetzt muss AMD hoffen, dass das Coronavirus die Laptop-Nachfrage nicht allzu sehr dämpft.

OpenPower als Open Source

Schon länger versucht IBM, die Verbreitung der hauseigenen Power-Prozessoren zu fördern: Die OpenPower Foundation hat fast sieben Jahre auf dem Buckel. Doch nach anfänglichem Enthusiasmus etwa bei Google wurde es relativ still darum, die Supercomputer Summit und Sierra sorgten als Top500-Spitzenreiter Mitte 2018 bloß für ein Zwischenhoch. Nun formuliert die OpenPower Foundation die Lizenzbedingungen klarer – es wäre ja spannend, wenn endlich auch mal ein starker OpenPower-Chip erschiene, der nicht von IBM selbst kommt wie der immer noch aktuelle Power9. Der Power10 wird erst 2021 erwartet, IBM lässt ihn bei Samsung mit 7-Nanometer-Strukturen produzieren. Die Open-Source-Szene hatte OpenPower wohlwollend begrüßt, auch weil die Server mit offener Firmware arbeiten. Mittlerweile ist die Begeisterung für RISC-V noch viel größer, obwohl die bisher lieferbaren Chips in viel niedrigeren Leistungsbereichen liegen. Und während Cloud-Giganten Intel immer stärker zu offener Firmware drängen – was sich etwa an mehreren Vorträgen auf dem kommenden Open Compute Summit zeigt –, bekommt nun auch der Raspberry Pi eine optionale UEFI-Firmware (siehe Seite 45) selbstverständlich als Open-Source-Version.

In der Benchmark-Datenbank der PC-Diagnosesoftware SiSoft Sandra tauchten erste Messungen von Intels für Ende 2020 versprochenen Ice-Lake-SP-Xeons aus der 10-Nanometer-Fertigung auf. Jeder CPU-Kern hat demnach je 1,25 MByte eigenen L2-Cache und bringt einen L3-Cache-Anteil von 3 MByte mit – deutlich mehr als 14-Nanometer-Xeons. Glaubt man den SiSoft-Benchmarks, liefert Ice Lake-SP wesentlich höhere Rechenleistung pro Taktschritt; fragt sich bloß, wie hoch die Taktfrequenz dann letztlich liegen wird und wie viele Kerne in den Chips stecken werden. Es sind auch Hinweise auf ein passendes Mainboard mit zwei LGA4189-Fassungen und PCI Express 4.0 aufgetaucht, ansonsten ähnelt dieses Supermicro X12DPi-N seinem Vorgänger X11DPi-N.

Während Intel noch immer keine PCIe-4.0-Plattformen liefern kann, steht man für 2021 mit PCIe 5.0 im Wort: Dann soll der nach dem Xeon-Phi-Ende bereits einmal komplett neu konzipierte, 200 Millionen US-Dollar teure Exaflops-Superrechner Aurora am Argonne National Laboratory bei Chicago laufen. Kürzlich tauchten Präsentationen auf, laut denen Intels dafür vorgesehene Xe-Beschleuniger „Ponte Vecchio“ bis zu 500 Watt verheizen, die sich allerdings auf mehrere Chips verteilen.

Einen exotischen Intel-Prozessor namens CC150 setzt Nvidia in den Servern für den Game-Streaming-Dienst GeForce Now ein. Dahinter verbirgt sich wohl ein von Intel modifizierter Core i9-9900K ohne Turbo, der bis zu 3,5 GHz schafft. Im RTX Server for Cloud Gaming packt Nvidia 20 einzelne Serverknoten zusammen in einen Rack-Einschub mit 8 Höheneinheiten. Jeder Server hat einen CC150-Prozessor und zwei Grafikchips, die sich bis zu vier Spieler teilen – aber bei GeForce Now teilt Nvidia die Ressourcen je nach Spiel dynamisch zu.

Zu guter Letzt gilt jetzt auch für die Fritzbox: „Intel inside“ – siehe Seite 79.

(ciw@ct.de) **c't**



Bild: Nvidia

Nvidia verkauft nicht mehr bloß Grafikkarten und Rechenbeschleuniger, sondern komplette Server-Infrastrukturen wie den RTX Server for Cloud Gaming.

Leistungstarke Workstations mit großem Arbeitsspeicher

Die Workstations **Fujitsu Celsius M7010 und M7010X** richten sich mit bis zu 18 CPU-Kernen an Ingenieure und Grafikdesigner. Sie taugen unter anderem für CAD-Anwendungen sowie fürs 3D-Rendering und für Videoschnitt. Im Inneren arbeiten je nach Konfiguration LGA2066-Prozessoren der Serien Core i9-10900X und Xeon W-2200.

In der Workstation Celsius M7010 sitzt ein Mainboard mit dem vPro-tauglichen Chipsatz C422. Es nimmt 512 GByte ECC-RAM auf. Als Betriebssystem liefert Fujitsu Windows 10 Pro für Workstations mit. Im Unterschied dazu unterstützt die Celsius M7010X mit X299-Chipsatz lediglich 256 GByte Arbeitsspeicher ohne zusätzliche Fehlerkorrekturmechanismen. Als Betriebssystem kommt hier Windows 10 Pro zum Einsatz.

Die übrige Hardware-Ausstattung der beiden Workstations ist identisch: Zur Auswahl stehen Profigrafikkarten von AMD und Nvidia, als leistungsfähigste Option bietet Fujitsu die Quadro RTX 8000 mit 48 GByte Grafikspeicher an. Für schnellen Datenzugriff sorgen zwei NVMe-SSDs mit je 2 TByte Kapazität. Alternativ lassen sich die Workstations mit SATA-SSDs sowie SATA- und SAS-Festplatten ausrüsten.

Die Celsius-Workstations sind modular aufgebaut, sodass sich die Hardware-Komponenten leicht wechseln und aufrüsten lassen. Prozessor, Grafikkarte(n) und Netzteil sitzen in drei separaten Abschnitten, die unabhängig voneinander gekühlt werden. Der Preis für die Grundausstattung der Fujitsu Celsius M7010 beziehungsweise M7010X beträgt jeweils 1799 Euro. *(chh@ct.de)*



Bild: Fujitsu

Im Inneren der Celsius-Workstations ist genug Platz für zwei kräftige Quadro-Grafikkarten im SLI-Verbund. Das werkzeuglos auswechselbare Netzteil unterhalb der Grafikkarten fehlt auf dem Foto.

MITTWALD
Webhosting. Einfach intelligent.

Webhosting mit Gigahertzblut – einfach smart und extrem leistungsstark

Ein **Shop**, der läuft.
Damit es deine Geschäfte auch tun.

- Top-Performance
  Hält jedem Sale stand
- Smarte Tools
  Für echte Zeitsparer
- Shop-Experten
  Deine persönliche Unterstützung



Gib deinem Shop ein Zuhause!
www.mittwald.de

HPE baut MicroServer kompakter

Vor zehn Jahren erschien der erste HPE ProLiant MicroServer für vier Festplatten, nun wird er noch kompakter.

Der HPE ProLiant MicroServer Gen10 Plus hat ein flacheres Gehäuse als seine Vorgänger.



Bild: HPE

Das Gehäuse des HPE ProLiant MicroServer Gen10 Plus ist deutlich flacher als das seiner Vorgänger; zuletzt kam 2017 der „Gen10“ (ohne Plus) mit AMD Opteron X3000. Der Neuling ist mit dem Quad-Core Intel Xeon E-2224G bestückt oder mit dem Doppelkerner Pentium G5240. Weiterhin passen vier 3,5- oder 2,5-Zoll-SATA-Festplatten (oder SSDs) ins Gehäuse, aber kein optisches Laufwerk mehr. Auch das 180-Watt-Netzteil lagert HPE aus.

Zwei DIMM-Slots nehmen je 16 GByte DDR4-ECC-RAM auf, Module mit 32 GByte bietet HPE bisher nicht an. Statt bisher zwei sind nun vier Gigabit-Ethernet-Ports vorhanden. Gegen Aufpreis gibt es ein iLO5-Fernwartungsmodul mit eigenem Netzwerkanschluss. Über eine Riser-Card lässt sich eine PCIe-3.0-x16-Karte im Low-Profile-Format einbauen.

Mit einer hauseigenen Firmware macht HPE die SATA-Ports des Intel-Chipsatzes RAID-tauglich, das firmiert dann unter Smart Array S100i SR Gen10 Software RAID. Die im Prozessor eingebaute Intel-UHD-Grafik steuert eine VGA-Buchse und einen DisplayPort an. An der Frontseite gibt es zwei USB-A-Buchsen mit 10 GBit/s (USB 3.2 Gen 2), hinten vier mit 5 GBit/s (USB 3.0 alias USB 3.2 Gen 1). Auf dem Mainboard steht eine USB-2.0-Buchse für einen Boot-Stick bereit.

Die bislang günstigsten Angebote des ProLiant MicroServer Gen10 Plus mit Pentium G und 8 GByte RAM liegen bei rund 720 Euro – deutlich mehr als beim Vorgänger. *(ciw@ct.de)*

Magnetscheiben für 80-TByte-Festplatten

Das Rennen um immer höhere Festplattenkapazitäten geht weiter: 70 bis 80 TByte, so schätzt der japanische Hersteller Showa Denko (SDK), würden in ein übliches 3,5-Zoll-Gehäuse passen, wenn man darin die neuen **HAMR-Scheiben** des Unternehmens einbauen würde. Aktuell speichert ein Quadratzoll einer Festplattenscheibe maximal 1,15 TBit, mittels Heat Assisted Magnetic Recording (HAMR) steigt sie laut SDK auf 5 bis 6 TBit pro Quadratzoll. Die Entwicklung der Aluminiumscheiben (Platter) soll abgeschlossen sein, aber Angaben zum Produktionsstart liegen noch nicht vor.

Seagate will als erster Festplattenhersteller in diesem Jahr eine HAMR-Festplatte auf den Markt bringen, nutzt dabei nach unseren Informationen jedoch Scheiben aus eigener Fertigung. Toshiba und Western Digital, die beiden anderen verbliebenen Festplattenhersteller, setzen für die kommenden Kapazitätsstufen auf Microwave Assisted Magnetic Recording (MAMR) beziehungsweise Energy Assisted PMR (ePMR). Beide Verfahren sind jedoch für Kapazitäten oberhalb von 30 bis 40 TByte weniger gut geeignet als HAMR – SDK dürfte daher bereits jetzt Prototypen an Toshiba und Western Digital verschickt haben. *(ll@ct.de)*

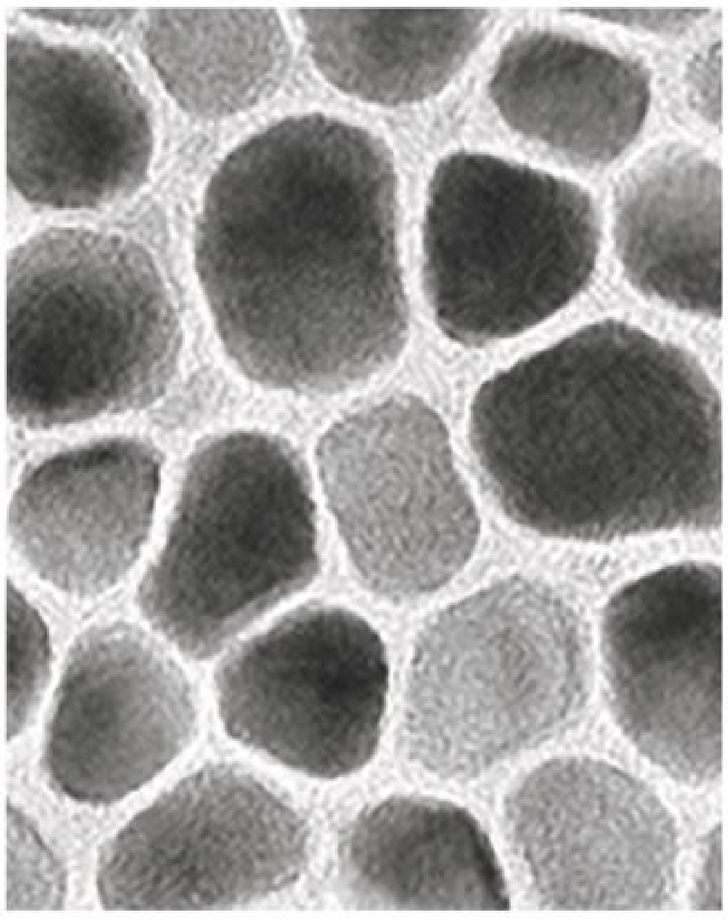


Bild: Showa Deno

Elektronenmikroskop-Aufnahme der Medienschicht von oben – in der Realität ist dieser Ausschnitt etwa 33 Nanometer breit.

Server fürs Edge-Rechenzentrum

Beim Aufbau der 5G-Netze spielen sogenannte **Edge-Rechenzentren** eine wichtige Rolle: Mobilfunk-Basisstationen brauchen mehr Rechenleistung, zwecks niedriger Latenzen sollen Server näher an Sensoren stehen. Dell EMC will ab Mitte 2020 dafür den Edge-Server PowerEdge XE2420 mit zwei Prozessoren und bis zu 92 TByte Massenspeicher liefern. Er erfüllt die strengen NEBS-Vorgaben für Telco-Server und passt in den Serverschrank Modular Data Center MDC 415. Dieser wiederum ist optional mit Rauchmelder und Löschanlage lieferbar. Auch die Fernwartung Dell EMC iDRAC 9 Datacenter bekommt Zusatzfunktionen für Edge-Rechenzentren. *(ciw@ct.de)*



Bild: Dell EMC

Dell Poweredge XE2420 für 5G-Basisstationen

Lüfterlose Gaming-Grafikkarte

Der Kartenhersteller Palit bietet die erste Grafikkarte vom Typ GeForce GTX 1650 an, die ohne Lüfter auskommt. Zugleich ist sie die derzeit leistungsfähigste, passiv gekühlte Gaming-Karte. Die GeForce GTX 1650 KalmX taugt fürs **Spielen in Full-HD-Auflösung**, sofern man auf allerhöchste Detailstufe und Kantenglättung verzichten kann, weil sie mit lediglich 4 GByte GDDR5-RAM ausgestattet ist.

Die 896 Shader-Kerne der GPU arbeiten mit 1485 MHz und können per Boost bis auf 1665 MHz hochtakten. Im Unterschied zur leistungsschwächeren, günstigeren und ebenfalls passiv gekühlten GeForce GT 1030 von MSI entlastet die Palit GeForce GTX 1650 KalmX den Prozessor beim Encoding aktueller Videoformate wie H.264 und H.265/HEVC. Monitore steuert sie über 1 × HDMI 2.0b und 2 × DisplayPort 1.4a an.

Der große Lamellenkühlkörper belegt den Raum eines zweiten PCIe-Steckplatzes. Für kompakte PC-Gehäuse ist die GeForce GTX 1650 KalmX ungeeignet, weil der Kühlkörper deutlich über die Slot-Blende hinausragt. Die Grafikkarte kommt unter Volllast mit 75 Watt Leistungsaufnahme aus und hat deshalb auch keinen PEG-Stromanschluss.

Die GeForce GTX 1650 KalmX ist ab sofort für rund 180 Euro erhältlich und kostet damit rund 40 Euro mehr als vergleichbar ausgestattete, aktiv gekühlte Varianten der GeForce GTX 1650.

(chh@ct.de)



Bild: Palit

Die GeForce GTX 1650 KalmX mit großem Passivkühlkörper eignet sich für geräuschempfindliche PC-Spieler.

Schnelle externe SSD

Die **externe SSD SE760 von Adata** passt mit ihren kompakten Abmessungen von 12,2 cm × 4,4 cm × 1,4 cm in eine Jackentasche. Sie liefert per USB-C Daten mit SuperSpeed-10-GBit-Tempo (USB 3.2 Gen 2). Der Hersteller verspricht eine Lesegeschwindigkeit von 1000 MByte/s, macht aber keine Angaben zum Schreibtempo. Durch ein robustes Metallgehäuse sind die Daten beim Transport geschützt.

Die 95 Gramm leichte SSD gibt es in drei Kapazitätsstufen mit 256 GByte, 512 GByte und 1 TByte. Im Lieferumfang ist ein USB-C-auf-C- sowie ein USB-C-auf-A-Kabel enthalten, damit sie sich auch an Rechner ohne Typ-C-Buchse anschließen lässt. Adata gewährt auf die SSD SE760 drei Jahre Garantie. Preise konnte der Hersteller auf Nachfrage bis Redaktionsschluss nicht nennen. *(chh@ct.de)*



Bild: Adata

Adata bietet die SE760 in Schwarz und Titangrau an.

Zentrum für Informationssicherheit

CAk Cyber Akademie

Sicherheit durch Knowhow – Praxisnah vermittelt

Auswahl CAk-Seminare 1. Halbjahr 2020:

- **Zertifizierter Business Continuity Manager** (mit TÜV Rheinland geprüfter Qualifikation): **09.–13.03.2020, Köln**
- **Webanwendungssicherheit und Penetrationstests: 24.03.2020, Düsseldorf**
- **SONDERSEMINAR: Effektiver Schutz vor Emotet & Co.: 26.03.2020, Frankfurt am Main**
- **Kompaktseminar: IT und IT-Sicherheit für Einsteiger und Aufsteiger: 28.–29.04.2020, Bonn**
- **Digitalisierung als Führungsaufgabe – Von der Reaktion zur Aktion: 29.–30.04.2020, Berlin**
- **Netzwerk- und WLAN-Sicherheit: 12.–14.05.2020, Berlin**
- **Security Awareness und Training: 23.–24.06.2020, Berlin**

Allianz für Cyber-Sicherheit Partner

Weitere Informationen zu diesen und anderen Seminaren unter:
www.cyber-akademie.de

LoRaWAN-Aufsatz für Verbrauchszähler

Mit dem „KLAX Bundle“ kann man Strom- und Gaszähler, die nicht smart genug sind, bald drahtlos fernablesen.

Die meisten in Deutschland installierten digitalen Stromzähler (Smart Meter) haben zwar eine Ausleseschnittstelle, aber kein Funkmodul, um ihren Stand automatisch an den Messstellen- beziehungsweise Netzbetreiber zu melden. Alpha-Omega Technology bietet demnächst ein Set an, mit dem Kunden selbst fernauslesen können: Der „KLAX“ ist ein **autonomer Lesekopf**, bestehend aus Infrarotschnittstelle, Mikrocontroller und **LoRaWAN-Modem**, der magnetisch an der Zählerschnittstelle haftet. Er versteht die Protokolle IEC 62056-21 B/C, Logarex und SML 1.04. Letzteres kommt bei in Deutschland üblichen Smart Metern zum Einsatz. Zum Set gehört noch das The Things Indoor Gateway, das einem WLAN-Repeater für die Steckdose ähnelt. Es stellt die Verbindung zum community-basierten LoRaWAN-Netz „The Things Network“ (TTN) her.

Ab Werk funkt der Klax die Verbrauchswerte alle 15 Minuten ins TTN. Damit prognostiziert der Hersteller dem austauschbaren 3-Volt-AA-Akku rund dreieinhalb Jahre Standzeit. Wer will, kann das Intervall ändern. Die Werte landen im Webportal „ElementIOT“, wo Kunden den Zählerstand, den momentanen Verbrauch und weitere Größen ablesen und beispielsweise ohne Gang in den Keller an den Stromanbieter übermitteln können. Das „KLAX Bundle“ ist ab Ende Februar über iot-shop.de erhältlich.

(amo@ct.de)



Bild: Alpha-Omega Technology

Das Klax-Set (rechts der Lesekopf, mittig das The Things Indoor Gateway) liest moderne Strom- und Gaszähler ab und liefert den Zählerstand drahtlos per LoRaWAN.

Wi-Fi-6-Chip für mehr Spektrum

Broadcoms **WLAN-Chip BCM4389 für Smartphones** ist der erste für Wi-Fi 6E: Der Baustein soll bis 7,1 GHz hinauf funken, um die geplante Erweiterung des 5-GHz-Bandes zu nutzen. Das verspricht mehr Durchsatz, weil sich benachbarte WLANs besser ausweichen können.

Ferner kann er mit zwei WLAN-Kernen beide Funkbänder (2,4 und 5 GHz) für mehr Datenrate gleichzeitig bedienen (simultanes Dual-Band) sowie – bei Smartphones erstmalig – 160-MHz-Kanäle nutzen. Der 160-MHz-Betrieb bringt mehr Durchsatz, spürbar aber nur in der Nähe der Basis (siehe auch S. 79).

Ein drittes Low-Power-Funkmodul soll als Background-Scanner arbeiten, damit sich das Smartphone beim WLAN-Roaming oder Bluetooth-Pairing schneller verbinden kann. Außer Wi-Fi 6 hat der BCM4389 Bluetooth 5 an Bord, das mit Beamforming für bessere Verbindungen über zwei Antennen funken soll.

(ea@ct.de)

Kurz & knapp: Netze

Der Distributor LevelOne hat **BIDI-Optikmodule für große Distanzen** ins Programm genommen: Laut Anbieter liefern die paarweise einzusetzenden SFP+-Transceiver der Reihen SFP-64xx/65xx 10 GBit/s in beide Richtungen über eine einzelne Glasfaser (bidirektional mit Wellenlängenmultiplex, BIDI). Je nach Typ haben sie 10 bis 60 Kilometer Reichweite und kosten 100 bis 205 Euro.

Die Vortex Serial Bridge von Coniugo soll per **LTE-Mobilfunk** Industrieanlagen mit **serieller Schnittstelle** fernsteuerbar machen: Die Bridge wird wahlweise als transparentes serielles Kabel oder als Modem mit AT-Steuerbefehlen konfiguriert.

Satellite, der Ableger des Düsseldorfer VoIP-Providers Sipgate, will in seiner gleichnamigen App eine **eSIM per In-App-Kauf** anbieten. Nutzer moderner Android- und iOS-Smartphones sollen so ganz simpel einen außerhalb Deutschlands nutzbaren Mobilfunk-Datentarif ohne Mindestlaufzeit aktivieren können, über den auch Telefonie laufen darf. Bis zur Reisezeit im Sommer will Satellite Datenvolumina und Preise festlegen.

Zyxel hat zwei **Multi-Gigabit-Switches** für kleine Firmen, Selbstständige und engagierte Heimanwender neu im Portfolio: Beide haben 8 Gigabit-Ethernet-Buchsen, 2 NBase-T-Ports bis 2,5 GBit/s und 2 SFP+-Slots. Der 190 Euro teure XGS1210-12 ist konfigurierbar (VLAN/QoS, Mirroring, Link Aggregation), der XGS1010-12 für 155 Euro nicht.

ICP Deutschland ergänzt das LoRaWAN-Gateway Ursalink UG85 (c't 1/2020, S. 36) zu einem **LoRaWAN-Sensor-Kit für die Landwirtschaft**: Im Paket liegen neben dem Gateway Fühler für Lufttemperatur und -feuchte sowie ein per Kabel (RS-485) anzuschließender Boden-Kombisensor (Temperatur, Feuchte, Stickstoff-, Phosphat- und Kalium-Gehalt). Die Ursalink-Cloud ist damit ein Jahr lang kostenlos nutzbar.

Mini-Mainboard mit vier DisplayPorts

Vor allem für digitale Anzeigetafeln (Digital Signage), Spielautomaten und ähnliche visuelle Anwendungen ist das **Kontron-Mainboard D3713-V/R im Mini-ITX-Format** mit vier DisplayPorts gedacht. Die Grafikausgänge hängen an einem AMD-Kombiprozessor vom Typ Ryzen Embedded V1000 oder R1000. Fünf Varianten sind wählbar, die sich in CPU- und GPU-Performance unterscheiden. Zwei SO-DIMM-Fassungen ermöglichen bis zu 32 GByte RAM, zwei M.2-Fassungen nehmen SSDs auf. Per PCIe MiniCard lassen sich ein WLAN-Adapter oder ein LTE-Modem nachrüsten. Zwei Intel-Netzwerkchips (I210-LM) sorgen für Ethernet-Anschluss. Ein Soundchip, zwei COM-Ports sowie mehrere USB-A-Buchsen (USB 3.2 Gen 2) und GPIO-Pins binden Peripheriegeräte an.

Kontron verkauft das von der zugekauften Fujitsu-Mainboard-Sparte entwickelte Board auch kundenspezifisch vorbestückt und mit modifiziertem BIOS. Bald soll es auch als Barebone im Gehäuse Smartcase S711 erhältlich sein. Die Preise für das D3713-V/R beginnen bei 270 Euro, dann ist der AMD Ryzen Embedded V1202B mit zwei CPU-Kernen und 12 bis 25 Watt TDP an Bord. *(ciw@ct.de)*



Bild: Kontron

Das Mini-ITX-Mainboard Kontron D3713-V/R hat vier DisplayPorts, etwa für digitale Anzeigetafeln.

Servermodule mit viel Rechenleistung

Für Embedded Systems mit besonders hoher Rechenleistung und vielen (PCIe-) Lanes entwickeln Adlink, Congatec und Kontron die standardisierte Bauform COM HPC. Sie ist für **Computermodule mit bis zu 300 Watt Leistungsbedarf** und bis zu 64 PCIe-Lanes ausgelegt und soll künftig auch mit Schnittstellen der Generation PCIe 5.0 funktionieren. Einsatzgebiete sind beispielsweise Server für Telekommunikationsdienste und Edge-Rechenzentren mit KI-Beschleunigern. Auf der Fachmesse Embedded World 2020 stellt Congatec COM HPC vor.

Schon im Herbst 2019 hatte Congatec das Ökosystem COM Express Type 7 für Servermodule mit bis zu 100 Watt angekündigt. Das Modul Conga-B7E3 ist mit einem AMD Epyc Embedded 3000 bestückt, der bis zu 16 Rechenkerne, 32 PCIe-3.0-Lanes und vier 10GE-Ports bereitstellt. In drei SO-DIMM-Fassungen sind bis zu 96 GByte ECC-RAM möglich. Auf ähnliche Systeme zielt Intels kommender 10-Nanometer-Xeon Ice Lake-D. *(ciw@ct.de)*

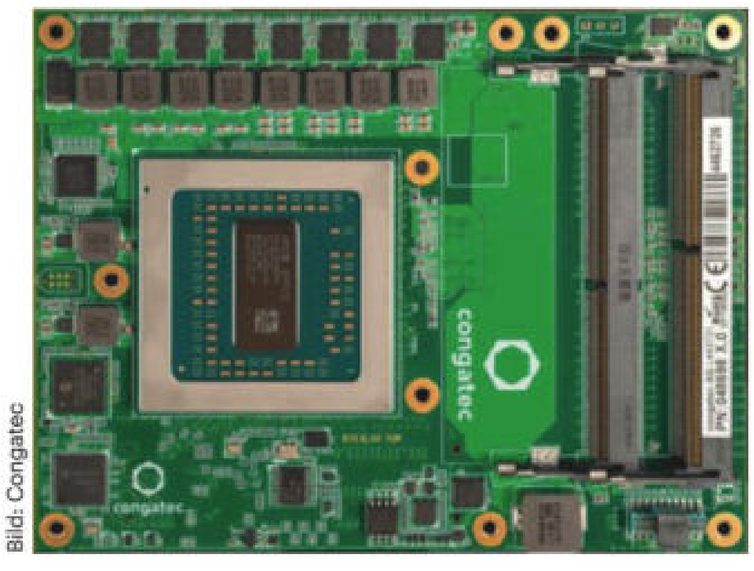


Bild: Congatec

Das Servermodul Congatec Conga-B7E3 ist mit einem AMD Epyc Embedded 3000 mit bis zu 100 Watt TDP bestückt.

UEFI-Firmware für den Raspi

Um gängige 64-Bit-Linux-Distributionen leichter auf dem Raspberry Pi 4 installieren zu können, arbeiten mehrere Entwickler an einer UEFI-Firmware für den Raspi. 2014 hatten sich mehrere Firmen auf die Server Base System Architecture (SBSA) mit ACPI-kompatiblem **UEFI-Unterbau für Server mit 64-Bit-ARM-Prozessoren** geeinigt. Für den Systemstart gibt es die Spezifikation Server Base Boot Requirements (SBBR). UEFI steht schon länger als Open Source zur Verfügung (EDK II/Tiano).

Unter ct.de/y82h stehen schon erste Versionen der UEFI-Firmware für den Raspi 4b bereit. Im Prinzip funktioniert das auch schon, aber es gibt etwa noch Probleme mit USB 3.0. *(ciw@ct.de)*



UEFI-Firmware für den Raspberry Pi 4 soll die Installation von Linux-Distributionen für 64-Bit-ARM-Prozessoren erleichtern.

Kurz & knapp:

ARM hat die **KI-Recheneinheit Ethos-U55 für Cortex-M55-Mikrocontroller** angekündigt. Sie zielt auf sparsame, billige Systems-on-Chip für Sensoren und Kameras. Entwickler können den Ethos-U55 mit 32 bis 256 Multiply-Accumulate-(MAC-)Einheiten für INT-8-Werte (8x8) konfigurieren, bei 1 GHz schafft er bis zu 0,5 TOps.

UWE Technology (Uwetek) hat einen **RISC-V-Controller für USB Power Delivery** mit USB Type-C Authentication im Angebot. Der Uwetek UPD350 ist für USB-PD-Netzteile gedacht, die sich gegenüber Notebooks „ausweisen" können. Für denselben Zweck liefert Samsung etwa den SE8A mit Secure Element.

Falthandy für kleine Taschen

Das Galaxy Z Flip für 1480 Euro kombiniert High-End-Mechanik mit einer nicht so aktuellen Kamera. Ist das Display halb aufgeklappt, nutzen einige Apps es auf innovative Weise.

Das Galaxy Z Flip ist Samsungs zweites Klapphandy und verfolgt ein anderes Konzept als das voriges Jahr vorgestellte Galaxy Fold (siehe Test in c't 25/2019, S. 112), das eingeklappt ein eher fettes Smartphone und ausgeklappt ein Tablet ist. Das Z Flip soll ausgeklappt ein normales Smartphone, eingeklappt aber ein besonders kompaktes Gerät sein, das ähnelt alten Klapphandys wie dem Motorola Razr.

So richtig klein ist das Z Flip allerdings nicht geworden, zusammengefaltet misst es 87 mm × 74 mm × 17 mm – das erinnert an eine quadratische Schokolade. Nutzen lässt es sich zusammengeklappt nur eingeschränkt. Das 1,1 Zoll große Außendisplay mit 300 × 112 Pixeln zeigt die Uhrzeit oder eingehende Nachrichten an, dank Touch steuert man etwa einen Musikplayer.

Ausgeklappt misst das Handy 167 Zentimeter in der Höhe und ist 7 mm dünn. Das OLED-Display zeigt 2636 × 1080 Pixel auf 6,7 Zoll Diagonale (425 dpi). Die ersten 200.000 Faltvorgänge sollen keine negativen Auswirkungen auf die Darstellungsqualität haben. Bürsten im Innern der Scharniere sollen das Eindringen von Schmutz verhindern.

In einem kurzen Test wirkte das Display widerstandfähiger als das des Galaxy Fold. Aufgeklappt ist es nicht vollkommen eben, sondern zwischen den Scharnieren ist eine leichte Einkerbung zu erfühlen, je nach Lichteinfall auch zu erkennen. Das Scharnier wirkt hochwertig, hält stufenlos in jeder Position und lässt sich einhändig öffnen. Ersten Meldungen über Seriengeräte zufolge soll allerdings die auf dem Spezialglas von Schott aufgebrachte Schutzschicht recht empfindlich gegen Kratzer sein.

Klappt man das Display nicht ganz auf, nutzen einige Apps es zweigeteilt. Beispielsweise zeigt Googles Videochat den Gesprächspartner auf der oberen Hälfte und Bedienelemente auf der unteren. Abgesehen davon nutzen aber nur Samsungs eigene Apps diese Möglichkeit.

Die Kamera enttäuscht, sie entspricht der des Galaxy S10e vom vorigen Jahr: Normal- und Ultraweitwinkel mit je 12 Megapixel, kein Tele, Frontkamera mit 10 MP. Ordentlich sind der Prozessor Snapdragon 855+, 8 GByte Hauptspeicher und 256 GByte Flash, aber ein MicroSD-Slot fehlt. Eingebaut sind ein NanoSIM-Slot und eine eSIM. Varianten mit 5G oder mehr Speicher sind nicht vorgesehen. Der Akku fasst mäßige 3300 mAh und ist auf beide Gerätehälften verteilt, er lässt sich per USB-C und drahtlos laden. Ein Kopfhöreranschluss fehlt. Das Z Flip kostet 1480 Euro und ist in schwarz und lila erhältlich. *(jow@ct.de)*



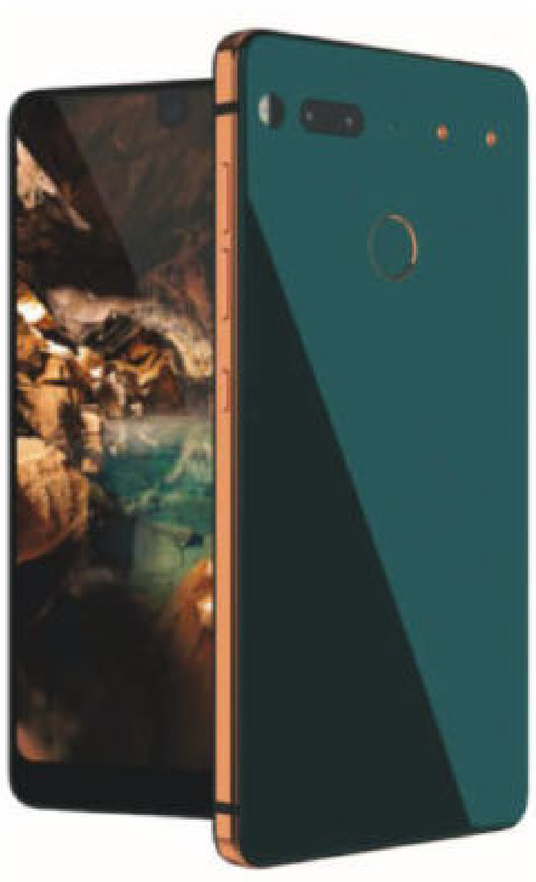
Bild: Samsung

Zusammengeklappt lässt sich das Samsung Galaxy Z Flip besser verstauen als andere Smartphones.

Handy-Start-up des Android-Erfinders pleite

Andy Rubin hat Android erfunden, das weltweit dominierende Smartphone-Betriebssystem. Doch als Gerätehersteller ist er nun mit seinem **Start-up Essential Phones** gescheitert. Man sehe keine Möglichkeit, das Smartphone Essential Gem auf den Markt zu bringen, teilte das Unternehmen mit. Keiner der großen US-Mobilfunkbetreiber hatte Interesse an dem Gerät gezeigt.

Das einzige Smartphone des Unternehmens bleibt das 2017 erschienene Essential Phone PH-1 – das erste Smartphone mit dem markanten Notch, der Displayaussparung für die Frontkamera. 2018 waren Gerüchte über einen Verkauf des Unternehmens aufgekommen, nachdem die Entwicklung des Essential Phone 2 gestoppt worden war. *(rbr@ct.de)*



Das Essential Phone PH-1 war das erste Smartphone mit Notch.

High-End mit Kopfhörerbuchse

Sony hat den Nachfolger seines Topmodells Xperia 1 angekündigt. Das **Xperia 1 II** kommt mit komplett neu entwickelter Triple-Kamera (16 mm / 24 mm / 70 mm Brennweite gemäß Kleinbildformat). Außer größeren Sensoren soll diese mehr Geschwindigkeit bringen, bis zu 20 Aufnahmen pro Sekunde in voller Auflösung verspricht Sony. Wie gewohnt setzt der Hersteller ein 6,5-Zoll-OLED im 21:9-Format ein. Neu sind die Kopfhörerbuchse und Qi-Laden. Das 5G-fähige Topmodell ist mit Qualcomms Snapdragon 865 bestückt, der 256 GByte fassende Flash lässt sich per MicroSD-Karte erweitern. Gegen Wasser und Staub ist es gemäß IP68/65 geschützt. Sony ruft für das im ersten Halbjahr erscheinende Gerät 1199 Euro auf. *(rbr@ct.de)*

Keine Smartphones mehr von Blackberry

Das kanadische Software-Unternehmen Blackberry und der chinesische Fertiger TCL, von dem Geräte wie das Key2 und Motion stammen, beenden ihre Partnerschaft zum September. Der Support für die Geräte läuft noch zwei Jahre. TCL hatte die Rechte an der Marke und an der Android-Distribution von Blackberry für drei Jahre erworben, fertigte aber auch Smartphones unter anderen Marken wie Alcatel. Zukünftig will das Unternehmen verstärkt Smartphones unter eigenem Namen anbieten.



TCL fertigte einige Blackberry-Handys wie das Key2.

Ob es weiterhin Blackberry-Smartphones geben wird – selbst gefertigt oder von einem neuen Partner –, ist noch unklar. Einen Funken Hoffnung schöpfen die Fans der Marke, als ein großer Kunde von Blackberry sagte, er sehe einen Trend weg von BYOD zurück zu Flottenhandys, die Arbeitgeber ihren Angestellten zur Verfügung stellen. Blackberry-Chef John Chen sagte daraufhin, dass ihn das motivieren könne, wieder mit Telefonen anzufangen. *(jow@ct.de)*

Sonderheft c't Android

Smartphones sollen unser Leben vereinfachen und bereichern – klappt oft, aber falls nicht, hilft das Sonderheft c't Android 2020. Unter dem Schlagwort „Digital Detox" zeigen wir, wie Sie die Zeithoheit über alle Störenfriede im Smartphone behalten. Die gewonnene Zeit können Sie zum Meditieren oder für Hörbücher nutzen – wir haben passende Apps getestet. Oder Sie entspannen sich bei den Lieblingsspielen der Redaktion. Sie lernen, wie Sie ein Android-Smartphone perfekt einrichten – nicht nur für sich selbst, sondern auch für Android-unerfahrene Neueinsteiger in Ihrer Umgebung. Ein großer Schwerpunkt klärt über den Kinderschutz auf: Wo drohen Gefahren, wie konfiguriere ich das Smartphone des Nachwuchses richtig?



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



3. Auflage
2019, 824 Seiten
€ 84,90 (D)
ISBN 978-3-86490-596-4



2019, 414 Seiten
€ 39,90 (D)
ISBN 978-3-86490-618-3



4. Auflage
2019, 734 Seiten
€ 44,90 (D)
ISBN 978-3-86490-705-0



3. Auflage
2019, 960 Seiten
€ 69,90 (D)
ISBN 978-3-86490-503-2



2020, ca. 264 Seiten
ca. € 34,90 (D)
ISBN 978-3-86490-734-0

plus+
Buch + E-Book:
www.dpunkt.plus

dpunkt.verlag
www.dpunkt.de

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

Handy mit 100-fach-Zoom

Die drei High-End-Smartphones Samsung Galaxy S20, S20+ und S20 Ultra kommen im März

Neben das diesjährige Top-Duo Galaxy S20 und S20+ stellt Samsung erstmals ein teureres Modell: Das S20 Ultra hat ein größeres Display und eine bessere Kamera als das S20+. Beim Zoomfaktor gibt sich Samsung allerdings ungewohnt intransparent.

Von Jörg Wirtgen und Patrick Bellmer

Samsung schwärmt von 108-Megapixel-Sensoren, Zooms mit 30- oder gar 100-facher Vergrößerung, 48- und 64-Megapixel-Teles – nach Auflösen dieser Verschwurbelungen anhand der Datenblätter erweisen sich die Kameras zwar nicht als ganz so spektakulär, aber noch als beeindruckend. So nutzt die Hauptkamera des S20 Ultra einen Sensor mit 108 Megapixeln und Blende *ƒ*/1,8. Im Normalbetrieb verrechnet sie neun benachbarte Pixel zu einem, sodass 12-Megapixel-Fotos entstehen. Das soll vor allem Farbinterferenzen bei schlechtem Licht verringern. Die Telekamera nimmt Fotos mit einem 48-Megapixel-Sensor mit Dreifach-Vergrößerung und Blende *ƒ*/3,5 auf – die Vorgänger boten hier nur ein Zweifach-Tele. Es entstehen allerdings ebenfalls nur 12-MP-Fotos. Möglicherweise bedeutet das, dass bei der dreifachen optischen Vergrößerung analog zur Hauptkamera vier Pixel zu einem zusammengefügt werden und bei höheren Zoomstufen – bis zu 100-fach verspricht Samsung – gecropte und per Software überarbeitete 12-MP-Fotos heraus kommen.

Bei den Telekameras des S20 und S20+ geht Samsung ähnlich vor: Der Sensor liefert 64 Megapixel mit Blende *ƒ*/2 bei nicht einmal 1,1-fachem optischem Zoom; die Kamera-App baut daraus einen bis zu 30-fachen Digitalzoom. Auf dem Papier ist das ein Rückschritt gegenüber dem echten Zweifach-Tele des S10/S10+, doch die Qualität der Fotos hängt letztlich auch von der Sensorgröße und der Qualität der Linse ab – das wird erst unser Test zeigen.

Alle drei Modelle haben die gleiche Ultraweitwinkelkamera mit 12 Megapixeln und Blende *ƒ*/2,2. Im S20+ und S20 Ultra kommt eine Kamera für Tiefenmessungen hinzu, die unter anderem für ein besseres Bokeh sorgen soll. Die Frontkameras des S20 und S20+ nehmen 10 Megapixel auf, die des S20 Ultra 40; sie sitzen in einer Aussparung im Display.

Displays und Technik

Alle Modelle haben Dynamic-AMOLED-Panels mit HDR10+-Zertifizierung und 3200 × 1440 Pixeln. Das S20 hat 6,2 Zoll Diagonale (563 dpi), das S20+ 6,7 Zoll (525 dpi), das S20 Ultra 6,9 Zoll (511 dpi), alle drei sind 120-Hz-tauglich, was Schlieren verhindern soll. Anders als in den vergangenen Jahren reicht das Display nicht mehr so weit in den rechten und linken Rand der Smartphones hinein. Unter den Displays sitzt ein Ultraschall-Fingerabdruckscanner.

Die europäischen Varianten nutzen Samsungs eigenes System-on-Chip (SoC) Exynos 990 mit acht CPU-Kernen; die zwei schnellsten erreichen bis zu 2,73 GHz. Vor allem die US-Varianten laufen mit dem Qualcomm Snapdragon 865. Das S20 und S20+ haben 8 oder 12 GByte Speicher, das Ultra 12 oder 16. Der Flash-Speicher ist mindestens 128 GByte groß, vom S20+ und Ultra gibt es Varianten mit 256 und 512 GByte. Alle drei haben einen MicroSD-Kartenslot. Von allen drei Modellen gibt es 5G-Varianten, die auch allesamt nach Deutschland kommen sollen.

Die Akkus fassen 4000, 4500 respektive 5000 mAh. Das Wiederbefüllen erfolgt entweder per USB-C (bis 25 Watt beim S20/S20+, bis 45 Watt beim Ultra) oder drahtlos. Letzteres funktioniert in beide Richtungen, das Smartphone kann andere Qi-fähige Geräte mit Strom versorgen. Eine Kopfhörerbuchse fehlt.

Alle drei Smartphones sind gemäß IP68 vor dem Eindringen von Wasser und Staub geschützt und vergleichsweise schwer. So bringt es schon das S20 auf 163 Gramm (152 mm × 69 mm × 8 mm), beim S20+ sind es 186 Gramm (162 mm × 74 mm × 8 mm), beim S20 Ultra 220 Gramm (167 mm × 76 mm × 9 mm).

Das S20 startet bei 900 Euro, das S20+ bei 1000 Euro; 5G kostet jeweils 100 Euro Aufpreis. Mit 5G und 512 GByte kostet das S20+ 1250 Euro. Das S20 Ultra mit 128 GByte und 5G kostet 1350 Euro, mit 512 GByte ruft Samsung 1550 Euro auf. Alle Modelle sollen ab Mitte März erhältlich sein. *(jow@ct.de)* **ct**



Bild: Samsung

Das Galaxy S20 gibt es in Grau, Blau und Rosa, das S20+ in Schwarz, Grau und Blau, das S20 Ultra in Blau und Grau.

Apple muss für Taschendurchsuchungen zahlen



Seit Jahren kontrolliert der Konzern seine Verkäufer nach Schichtende. Ein Gericht wertet diese Taschendurchsuchungen nun als Arbeitszeit und wäscht Apple für seine beschönigenden Argumente den Kopf.

Die Zeit, die Apples Retail-Mitarbeiter während der Durchsuchung ihrer Taschen mit Warten verbringen, muss Apple bezahlen. Die „Exit Searches“, die bei jedem Verlassen der Ladengeschäfte vorgeschrieben sind, hat der oberste Gerichtshof Kaliforniens in seiner Entscheidung vom 13. 2. 2020 einstimmig als Arbeitszeit eingestuft (siehe ct.de/ybuc).

Die Mitarbeiter seien in dieser Zeit, die rund 5 bis 45 Minuten dauern kann, klar unter Apples Kontrolle. Die Angestellten müssten Sicherheitspersonal suchen und warten, bis es Zeit für sie hat und bei der Durchsuchung Anweisungen befolgen, darunter Taschen öffnen, Apple-Geräte vorzeigen und den rechtmäßigen Besitz belegen.

Apple hatte dagegengehalten, **die Mitarbeiter müssten ja keine Taschen oder Geräte mitbringen und die Durchsuchung sei sogar ein „optionaler Vorteil“**, weil der Konzern das Mitbringen persönlicher iPhones und anderer Gegenstände so überhaupt erst erlaube.

Das wies das Gericht zurück: Es sei offensichtlich, dass die Durchsuchungen zur Abschreckung gedacht sind. Auch halten die Richter Apple den Spiegel vor: „Zu beachten sind die Ironie und Inkonsistenz von Apples Argumentation. Das iPhone für die eigenen Mitarbeiter als unnötig einzustufen, steht klar im Widerspruch zu Apples Beschreibung des iPhones als integraler Bestandteil des Lebens aller anderen.“

Die Entscheidung gilt rückwirkend und die Sammelklage schließt alle in Kalifornien von solchen Durchsuchungen betroffenen Apple-Mitarbeiter seit dem Jahr 2009 ein – es dürfte sich um mehrere Millionen US-Dollar handeln. Die schon im Jahr 2013 eingereichte Klage scheiterte 2015 im ersten Anlauf vor einem kalifornischen Gericht. Im Rahmen des Berufungsverfahrens entschied nun der oberste Gerichtshof von Kalifornien. Der Fall geht jetzt zurück an das Berufungsgericht. *(dz@ct.de)*

***Urteilsbegründung:* ct.de/ybuc**

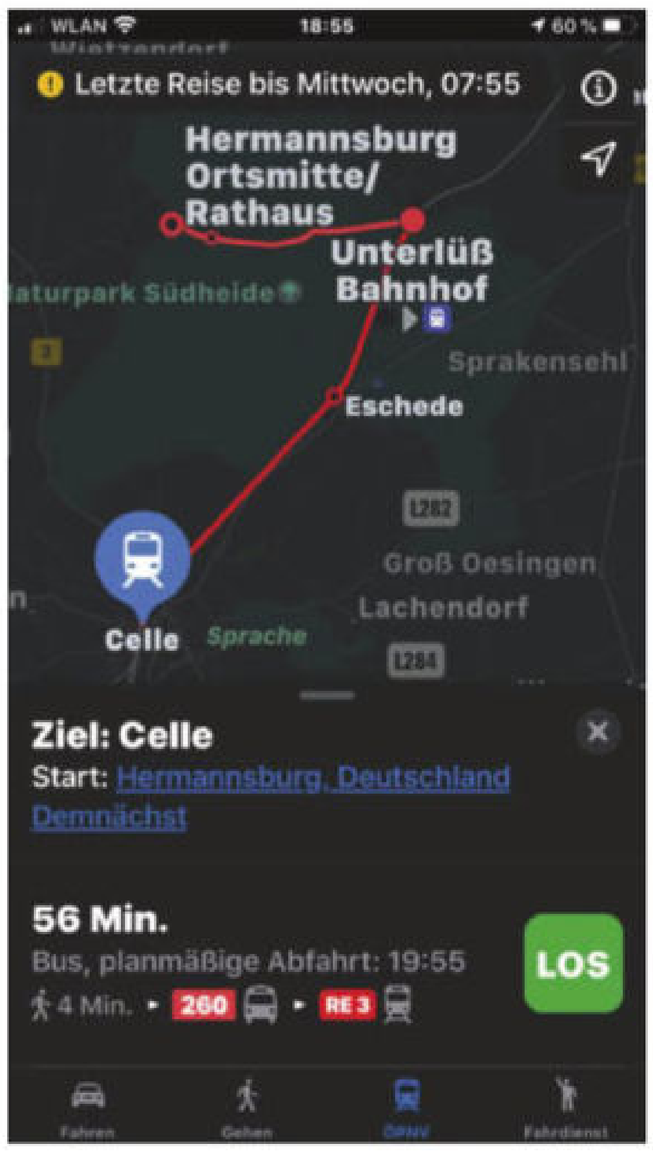
Erweiterte ÖPNV-Infos

In Deutschland lieferte Apple in der hauseigenen Karten-App ÖPNV-Informationen bislang nur für Berlin. Entsprechend hat die Anwendung nicht nur Fußgänger oder Autofahrer zu Zielen in der Hauptstadt geführt, sondern auch Nutzer von öffentlichen Verkehrsmitteln.

Seit Anfang Februar bietet der Konzern den Service auch in vielen weiteren Städten und Regionen an. Die Anwendung enthält deutlich mehr Nahverkehrsinfos, darunter **detaillierte Fahrpläne, dynamische Abfahrts- und Ankunftszeiten, Haltestellen und Anschlussinformationen.**

Alle abgedeckten Städte führt Apple auf seiner Webseite auf (siehe ct.de/ybuc). Mit dabei sind beispielsweise Hamburg, Hannover, Leipzig und München. In manchen Städten sind Verkehrsmittel wie die S-Bahn und die Regionalbahn eingebunden, aber Busse und U-Bahnen fehlen noch (z. B. in Frankfurt). Apple muss dazu Verträge mit den jeweiligen ÖPNV-Anbietern schließen. Man kann also erwarten, dass der Konzern bald nachlegt. *(dz@ct.de)*

***ÖPNV-Navigationsangebot:* ct.de/ybuc**



Navigationshilfe auch für öffentliche Verkehrsmittel: Apple hat den Service seiner Karten-App auf etliche Städte und Regionen ausgedehnt.

FIDO-Nachzügler

Apple hat sich als eines der letzten IT-Schwergewichte dem offenen Branchenverband Fast IDentity Online (FIDO) angeschlossen, der das „Passwort-Problem der Welt“ lösen will. Das geht aus einer aktualisierten Übersicht auf der Webseite der Allianz hervor. Als „Board Level Member“, die höchste zahlende Mitgliedsstufe, kann sich Apple nun **aktiv an der Weiterentwicklung der Technik beteiligen** – im Verbund mit Konzernen wie Google, Microsoft oder Amazon, die bereits länger Board-Level-Mitglieder sind.

iOS und iPadOS können die zugehörigen NFC-Sicherheitsschlüssel seit Version 13.0 nutzen. Den FIDO2-Support für seinen Safari-Browser (WebAuthn) hat Apple mit iOS 13.3 nachgerüstet. Damit lassen sich endlich auch Apple-Geräte für die moderne passwortlose Online-Anmeldung oder die Zwei-Faktor-Authentifizierung nutzen. Der Sicherheitsschlüssel liegt auf einem externen Stick, der drahtlos per NFC oder via USB- oder Lightning-Port angebunden wird. Bisher hat Apple eigene biometrische Anmeldeverfahren favorisiert. *(dz@ct.de)*

Strom fürs Handy einfach aus der Luft

Mikroben der Spezies Geobacter sulfurreducens gewinnen elektrische Energie aus Luftfeuchtigkeit. US-Forscher haben dieses Verfahren nun nachgebaut.

Eine neue Entwicklung wirft ein ganz neues Licht auf biologische Elektronikfertigung und dezentrale Energiegewinnung in der Zukunft: ein mit Luftfeuchtigkeit betriebener Generator. Der Elektroingenieur Jun Yao und der Mikrobiologe Derek Lovly an der University of Massachusetts Amherst haben im Labor den sogenannten Air-gen entwickelt. Das Geheimnis ihrer neuartigen Technik liegt in **leitfähigen Protein-Nanodrähten**, die Lovly in Mikroben der von ihm entdeckten Gattung Geobacter fand.

Das Team um Yao entwickelte sieben Mikrometer dicke Schichten aus den Protein-Nanodrähten, mit denen sie eine Elektrode bedecken. Eine gegenüberliegende kleinere Elektrode bedeckt die Nanodrähte nur teilweise, sodass diese der Luftfeuchtigkeit ausgesetzt sind. Die Proteinschicht adsorbiert nun Wassermoleküle aus der Luft, bindet sie also fest an die Oberfläche, und dient zugleich als ein chemischer Katalysator. Dabei ist dann ein leichter Elektronenfluss entlang des Feuchtegradienten zwischen den Elektroden zu beobachten. Die Air-gen-Generatoren im Labor liefern damit etwa 0,5 Volt und 17 Mikroampere pro Quadratzentimeter – und das konstant.

Die Technik ist genügsam: Die Forscher betonen, dass sie im Freien oder in geschlossenen Räumen und wahrscheinlich sogar in der Wüste funktioniert. Sie rechnen damit, ihre Entwicklung schon bald als einfache Stromversorgung für elektronische Bauteile anbieten zu können. Zudem schwebt ihnen vor, eine Version in Form eines Aufnähers als Energielieferant für Wearables, Smart Watches und sogar Smartphones zu entwickeln. Die Hydrovoltaik-Anlage liefere kontinuierlich erneuerbare Energie, ohne auf Wind oder Sonne angewiesen zu sein. Inzwischen haben die Forscher Laborbakterien zur Herstellung der begehrten Protein-Nanodrähte gezüchtet. In der Zukunft lasse sich die Technik auch im großen Rahmen einsetzen, beispielsweise auf Wandflächen, um ganze Haushalte mit Strom zu versorgen. *(agr@ct.de)*



Bild: UMass Amherst

Das leitfähige Mikrobenprotein bindet an seiner Oberfläche Wasser aus der Luft und erzeugt verlässlich elektrische Spannung.

Smartphone erkennt Netzhautfehler

Ein einfacher Abstandhalter mit Speziallinse macht aus dem Smartphone ein **Diagnosegerät für Augenhintergrund-Untersuchungen**. Klinikpersonal kann damit ohne teure Ausrüstung Screenings durchführen und zum Spezialisten senden. Bonner Mediziner haben belegt, dass dieser Ansatz Reihenuntersuchungen an Neugeborenen in Schwellenländern verbilligen kann.

Frühchen sind von der sogenannten Frühgeborenen-Retinopathie bedroht, die zur Erblindung führen kann. Hierzulande führen Augenärzte in solchen Fällen eine einfache Retinoskopie aus. Für die notwendigen Screenings fehlen in Schwellenländern aber oft die Augenärzte. Selbst die Kosten für aktuell zur Netzhaut-Bildgebung bei Frühgeborenen verfügbare Geräte überfordern viele Kliniken. Die Telemedizin verspricht nun Hilfe: Für die Aufnahme mit der Speziallinse nutzt man einfach die Handykamera. Die Qualität der so angefertigten Fotos bezeichnet Professor Tim Krohne, Leiter der Frühgeborenenambulanz der Bonner Universitäts-Augenklinik als „hervorragend". Die Bildauflösung sei konventionellen Geräten mindestens gleichwertig. *(agr@ct.de)*

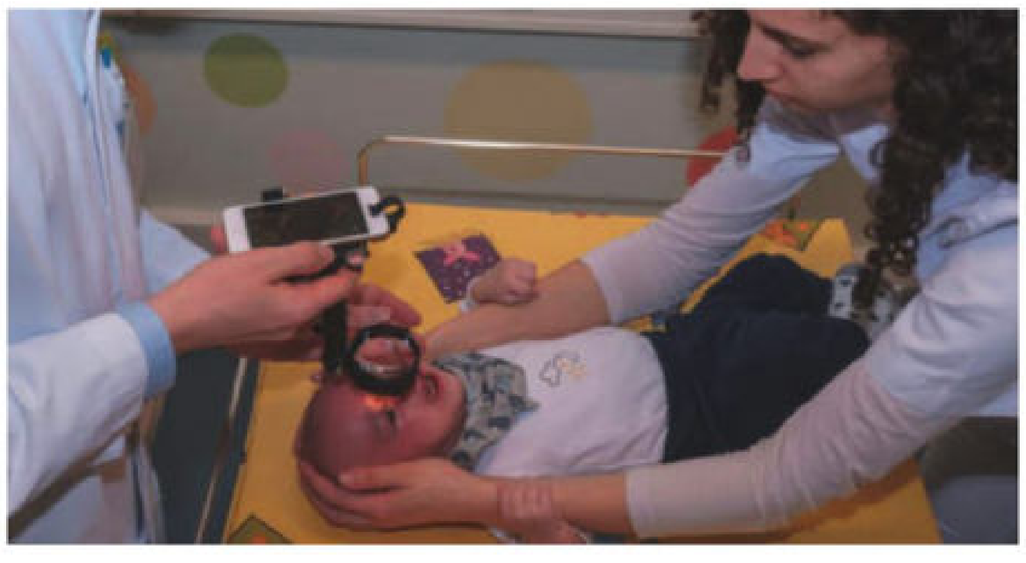


Bild: Uni Bonn

Der Adapter mit Speziallinse arbeitet mit handelsüblichen Smartphones zusammen und ermöglicht scharfe Fotos vom Augenhintergrund.

App gegen das Corona-Virus

Überwachung gegen Viren-Vormarsch: Mit einer App will China die Ausbreitung des Corona-Virus COVID-19 eindämmen. Bürger, die den **Close Contact Detector** auf ihrem Smartphone installieren, sollen überprüfen können, ob sie durch persönliche Kontakte in besonderer Ansteckungsgefahr sind. Die staatliche China Electronics Technology Group Corporation hat diese App im Auftrag der Regierung entwickelt.

App-Nutzer müssen sich mit Namen und persönlicher ID anmelden. Die Software checkt, ob der Anwender infizierte Kollegen, Mitschüler oder Familienangehörige hat oder auf Reisen einen Sitzplatz in der Nähe eines gemeldeten COVID-19-Trägers belegte. Mehrere staatliche Stellen unterstützen das App-Projekt mit Daten, darunter die National Health Commission, das staatliche Eisenbahnunternehmen China Railway und die Luftfahrtbehörde. Wer den Hinweis „Close Contact" erhält, ist aufgefordert, zu Hause zu bleiben und sich beim lokalen Gesundheitsamt zu melden. *(agr@ct.de)*

Photoshop CC: Neue Versionen für Desktop und iPad

Zum 30. Jubiläum von Photoshop hat Adobe Updates veröffentlicht. Sie bringen auf dem Desktop Erweiterungen für die Filter Objektivunschärfe und inhaltsbasierte Füllung, auf dem iPad für Auswahl- und Textwerkzeug.

Der Filter Objektivunschärfe von Photoshop CC für Windows und macOS kann künftig die Tiefeninformationen von Smartphones nutzen, beispielsweise von Dual-Lens-iPhones. Den Fokuspunkt setzt man über einen Schieberegler oder per Mausklick ins Bild.

Die KI-gestützte inhaltsbasierte Füllung bringt in der neuen Version eine Zweifensteransicht mit einer Vorschau, die zeigt, wie die gefüllte Region aussehen wird. Alle Füllungen legt Photoshop auf separate Ebenen.

Die iPad-Version unterstützt längst nicht alle Funktionen des Vorbilds, wird aber kontinuierlich erweitert. Das Objektauswahlwerkzeug stellt das Hauptmotiv des Fotos automatisch frei. Ein Werkzeug zur Rechteckauswahl gibt etwas mehr Kontrolle darüber, indem man das gewünschte Motiv mit einem Rechteck grob markiert. Auf die gleiche Weise kann man beispielsweise Lücken und Aussparungen von der Auswahl abziehen. Im Laufe des Jahres soll der Filter „Kante verbessern“ auch auf dem iPad verfügbar sein. Mit ihm lassen sich schwierige Kanten, beispielsweise Haare, bearbeiten.

Mit dem Textwerkzeug der aktuellen iPad-Version kann man Ausrichtung, Größe und Abstände intuitiver als in der Desktop-Version mithilfe einer Reihe von Schieberegelrn bestimmen. Ein Auswahlmenü gibt direkten Zugriff auf Adobe Fonts. Kerning wird bisher nicht unterstützt.

Die Nutzung beider Versionen setzt eine Creative-Cloud-Mitgliedschaft voraus, beispielsweise das Foto-Abo für 11,89 Euro pro Monat. *(akr@ct.de)*

Texteigenschaften steuert man in Photoshop fürs iPad intuitiv über Schieberegler.



Bild: Adobe

LibreOffice 6.4 generiert QR-Codes

The Document Foundation hat Version 6.4 der freien **Bürosoftware** LibreOffice veröffentlicht. Die gemeinnützige Organisation hat die Hypertextkontextmenüs in allen Modulen vereinheitlicht und das Hilfesystem verbessert. Neu hinzugekommen sind ein QR-Code-Generator, der Web-Adressen mit unterschiedlichen Fehlertoleranzen kodiert, und die Funktion „automatische Redigierung“. Damit lassen sich klassifizierte und sensible Inhalte anhand von Textübereinstimmungen oder regulären Ausdrücken ausblenden.

In Writer wurde der Umgang mit Tabellen verbessert. So enthält die Seitenleiste ein Tabellenfeld und es gibt eine Option, verschachtelte Tabellen einzufügen. Die Kommentarfunktion kennt jetzt den Status „gelöst“ und erlaubt zudem das Kommentieren von eingebetteten Bildern und Diagrammen.

Aus Calc kann man Tabellen nun wahlweise in eine einzige PDF-Seite exportieren, statt den Inhalt auf mehrere Blätter zu verteilen. Eine neue Funktion in Impress und Draw erlaubt das Zusammenführen mehrerer Textfelder zu einem einzigen, was vor allem beim Importieren von PDF-Dateien hilfreich sein kann. In der Webversion von LibreOffice Online wurden der Zugang zu den Eigenschaften von Tabellen und die Verwaltung von Inhaltsverzeichnissen verbessert und der Funktionsassistent von Calc vervollständigt. *(swi@ct.de)*

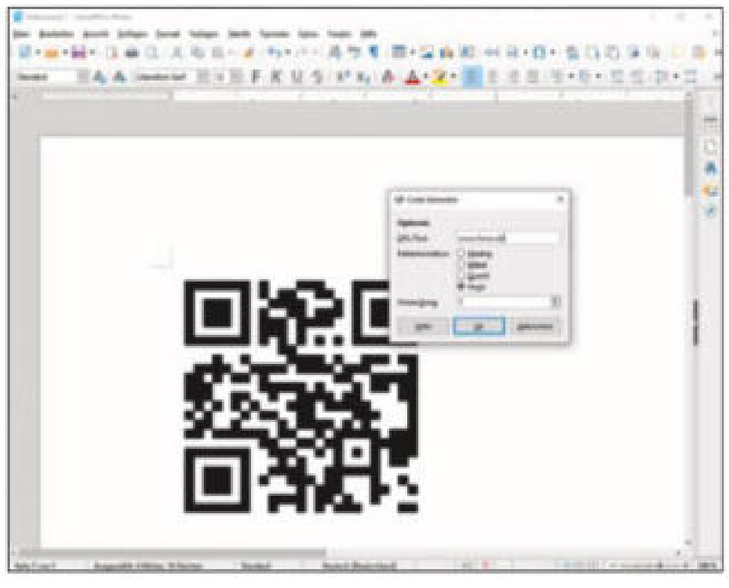


Bild: The Document Foundation

LibreOffice 6.4 bringt einen QR-Code-Generator für Writer und viele Detailverbesserungen.

SpectraLayers Elements 6

Steinberg hat eine abgespeckte Version seiner **Audiobearbeitung** SpectraLayers 6 veröffentlicht. Das Programm nutzt eine Spektrumsansicht, in der sich Tonaufnahmen mit visuellen Tools bearbeiten lassen. Das Programm bietet 16 Echtzeittools und auswahlgestützte Effekte. Dazu gehören sichtbare Fade-Masken, ein Auswahlwerkzeug und ein Verschiebewerkzeug, mit dem sich einzelne Audio-Ebenen bewegen und skalieren lassen.

Die Elements-Version unterstützt zwei statt acht Kanäle, eine Samplingrate von bis zu 96 kHz und acht statt 64 Undo-Schritte. Außerdem fehlen gegenüber der Vollversion einige Werkzeuge wie Reverb-Reduktion, Lassoauswahl und Frequenzauswahl. Das Programm lässt sich in ARA-2-kompatible Digital-Audio-Workstations wie Cubase oder Nuendo integrieren.

SpectraLayers Elements 6 läuft unter Windows sowie macOS und kostet 99,99 Euro, 200 Euro weniger als die Vollversion. *(akr@ct.de)*

NetBSD 9.0 mit neuem Hypervisor

Mit der neuen Version führt das Unix-Betriebssystem NetBSD einen eigenen Hypervisor ein. Der **NetBSD Virtual Machine Monitor (NVMM)** löst damit die Xen-Virtualisierung ab, die seit 2004 Bestandteil von NetBSD war. NVMM ist in einen hardwareabhängigen Kernel-Treiber und ein plattformunabhängiges API (libnvmm) unterteilt. Ein eigenes Frontend wie Virtual Box liefert NVMM von Haus aus nicht mit. Dieser reine API-Ansatz ist vergleichbar mit dem Hypervisor Framework (HVF) von macOS oder der Windows Hypervisor Platform (WHPX). Als unabhängiges Frontend dient ein gepatchtes qemu, das via pkgsrc verfügbar ist. Als Gastsysteme sind aktuell die 32-Bit- und 64-Bit-Varianten von NetBSD, OpenBSD und FreeBSD sowie diverse Linux-Distributionen verfügbar. Windows läuft ab XP bis einschließlich 10.

Als neue Plattform kommt aarch64 hinzu, womit NetBSD auch auf Einplatinenrechner wie Raspberry Pi, NanoPi und Odroid läuft. Damit unterstützt NetBSD gut 56 Hardwareplattformen. Für die x86-Plattform gibt es aktualisierte GPU-Treiber für viele aktuelle Grafikchips von Intel, Nvidia und AMD.



Nach dem ersten Start gibt sich NetBSD zunächst spartanisch.

Mit NetBSD 9.0 ist das Dateisystem ZFS für den produktiven Einsatz geeignet. Allerdings kann das System nicht von ZFS booten und auch das root-Dateisystem darf nicht im ZFS liegen.

Hinzugekommen sind eine Reihe von Sicherheitsmechanismen auf Kernel-Ebene. Hierzu gehören zwei Mechanismen zum Erkennen von unberechtigten Speicherzugriffen sowie eine zufällige Anordnung des Kernel-Adressraumes (Kernel Address Space Layout Randomization). Durch KASLR können sich Angreifer beispielsweise bei Pufferüberläufen nicht mehr sicher sein, wo sie im Kernel landen. Bereits in der Standardkonfiguration ist KASLR in Teilen aktiv.

Neben neuen Funktionen hat das NetBSD-Team auch alte und nicht mehr gepflegte Komponenten entfernt. Dazu zählt das gesamte NETISDN-System ebenso wie das veraltete Netzwerkprotokoll ATM.

NetBSD ist ein quelloffenes Unix-Derivat und wurde erstmals 1993 veröffentlicht. Es ist vor allem auf Plattformunabhängigkeit und Netzwerkfunktionen spezialisiert. *(Oliver Mueller/ktn@ct.de)*

KDE Plasma fragt nach Nutzerdaten

Die Entwickler der **Bedienoberfläche für Linux und Unix**, KDE Plasma, wollen ihre Nutzer besser verstehen. Dazu haben sie in Version 5.18 ein Feedback-System eingebaut, das auch Anwendungsentwickler in ihre Programme integrieren können. Die Funktion schickt dann im Hintergrund automatisch Telemetriedaten an den jeweiligen Entwickler. Wie umfangreich die übermittelten Daten ausfallen, regeln Plasma-Anwender im neuen Bereich „User Feedback“ in den Systemeinstellungen. Standardmäßig ist die Funktion deaktiviert.



In den Systemeinstellungen ist aufgeführt, welche Daten zu den Entwicklern übertragen werden.

Weitere Verbesserungen finden sich eher in Details: GTK-Anwendungen übernehmen konsequenter das Aussehen von Plasma, etwa bei Schriften oder Fensterleisten. Für KDE Plasma 5.18 gibt es Langzeitunterstützung. Die Entwickler versprechen, die Software mindestens 1,5 Jahre zu pflegen statt wie bei regulären Releases nur vier Monate. *(ktn@ct.de)*

OpenSSH mit U2F und FIDO2

Mit der Veröffentlichung von Version 8.2 unterstützt OpenSSH das **Anmeldeverfahren FIDO2** und dessen Vorgänger U2F. Erzeugt man im Zusammenspiel mit einem U2F-Stick einen SSH-Schlüssel, dient der Stick als zweiter Faktor. Für die Anmeldung über SSH reicht dann nicht mehr der SSH-Schlüssel allein, sondern der Sicherheitsstick muss angeschlossen sein. Im Unterschied dazu ist es mit FIDO2 möglich, einen portablen Schlüssel zu erzeugen, der sich nur auf dem FIDO-Stick befindet. Diesen kann man an verschiedenen Rechnern zum Aufrufen einer SSH-Verbindung verwenden, ohne dass dort der eigene SSH-Schlüssel hinterlegt sein muss.

Mit OpenSSH 8.2 markieren die Entwickler den Hash-Algorithmus SHA-1 als veraltet. Erst Anfang des Jahres hatten Sicherheitsforscher einen Angriff auf SHA-1 demonstriert. *(ktn@ct.de)*

Nicht nur Apple muss bangen

Das Coronavirus beeinträchtigt die Elektroindustrie

Die iPhone-Produktion leidet unter dem Coronavirus. Doch nicht nur Apple lässt seine Elektronik in China fertigen – Experten rechnen mit Lieferengpässen.

Von Marcel Jossifov

Apple meldet, dass die iPhone-Produktion in Folge der Corona-Epidemie zurückliege. Die Auftragsfertiger mussten ihre Fabriken wochenlang stilllegen und brauchen nun länger als erwartet, um sie wieder hochzufahren. Der US-Konzern senkt daher seine Quartalsprognose, hat aber noch keine konkreten Zahlen genannt. Produktionsprobleme weiterer Unternehmen zeichnen sich ab.

„Einige Firmen sind gerade im Krisenmodus“, ist sich Caroline Meinhardt von der China-Denkfabrik Merics sicher. Das Coronavirus grassiert bereits seit Dezember 2019. Seinen Anfang nahm es in der chinesischen Provinz Hubei, bei Redaktionsschluss sind mehr als 77.000 Infektionen in China gemeldet. Rund 2600 Menschen sind am Virus gestorben. Chinas Fabriken waren in Folge der Epidemie bis Mitte Februar geschlossen. Zwar öffnen die Fabriken nach und nach wieder, doch die Infiziertenzahl steigt weiter.

Elektroindustrie könnte hart getroffen werden

„Den Markt erreichen die Auswirkungen des Virus mit einigen Wochen Verspätung“, sagt Meinhardt. Sie schätzt, dass die Elektroindustrie eine der Industrien sein wird, auf die sich das Virus besonders stark auswirkt. Europäische Leiterplattenhersteller hätten die Produktionsausfälle aus China nicht auffangen können. Weitere Beispiele finden sich unter den Elektronikherstellern. So haben unter anderem Arrow Electronics und Future Electronics Produktionsausfälle angekündigt. Sie vertreiben etwa Kondensatoren, Dioden und Schalter. Im Notebook-Sektor erwartet man ebenfalls Probleme. Wie die taiwanischen Marktforscher von Digitimes Research berichten, soll der Absatz im ersten Quartal um rund ein Drittel zurückgehen.

Unklar ist die Lage bei den Mainboard- und Grafikkarten-Herstellern. MSI gab auf Nachfrage an, dass man mit Einschränkungen bei der Produktverfügbarkeit rechne. Die Stellungnahmen weiterer Hersteller stehen noch aus. Gleiches gilt für die Smartphone-Branche: Von Apples Quartalsprognose abgesehen lag bis Redaktionsschluss nur eine Stellungnahme von Huawei vor, laut derer es derzeit zu keinen Verzögerungen in der Lieferkette komme. Die Produkte seien weiterhin verfügbar.

Kleine Unternehmen leiden am stärksten

Das Virus trifft nicht alle Industriezweige gleich stark. „Die Halbleiterindustrie konnte zum Beispiel teilweise weiterproduzieren“, berichtet Meinhardt. Hier benötige man vergleichsweise wenig Personal in den Fabriken. Zudem seien durch die besonderen Ansprüche der Halbleiterfertigung die Hygiene- und Sicherheitsstandards höher.

„Besonders sind kleine und mittelständische Unternehmen betroffen, die weniger liquide sind und weniger Waren auf Lager halten als große Konzerne“, so Caroline Meinhardt. Außerdem ist ein Dominoeffekt vorstellbar: Fällt ein Zulieferer aus, leiden darunter gleich mehrere Fertiger.

Ein weiteres Problem: Selbst wenn Fabriken nun wieder öffnen, kämen oft nur 10 bis 20 Prozent der Belegschaft zum Arbeitsplatz, berichtet Meinhardt. Die China-Expertin weist zudem auf Logistikprobleme hin. Reisen seien beschränkt, Grenzkontrollen fielen sehr streng aus. Die produzierten Waren an ihr Ziel zu bringen, ist daher schwierig.

Der Präsident der EU-Handelskammer in Peking, Jörg Wuttke, sprach gegenüber Journalisten von chaotischen Zuständen. Er nennt die Situation in China einen „logistischen Alptraum“ und fordert, dass sich die Behörden besser koordinieren.

Entscheidung in den nächsten Wochen

Das Virus führt vor Augen, was schon lange klar ist: Viele Unternehmen – nicht nur in der Elektroindustrie – sind sehr abhängig von chinesischen Zulieferern. Die betroffenen Unternehmen könnten sich nun veranlasst sehen, ihre Produktion auf mehr Länder zu streuen. Apple soll bereits begonnen haben, Teile seiner Produktion nach Indien, Taiwan und Vietnam zu verlagern. Damit stünde Apple nicht alleine da: Laut den taiwanischen Martkforschern von TrendForce lässt Samsung seine Smartphones schon seit längerer Zeit hauptsächlich in Vietnam fertigen.

Wie schwer die Auswirkungen auf die Elektroindustrie sein werden, kann man noch nicht beziffern. „Der weitere Verlauf wird sich wohl in den nächsten Wochen entscheiden“, erwartet Caroline Meinhardt. *(mjo@ct.de)* **ct**



Deng Hua/XinHua/dpa

Angestellte arbeiten mit Mundschutz in der Elektronikfertigung einer chinesischen Fabrik.

Cloud-Gaming-Dienst Geforce Now ohne Spiele von Activision-Blizzard

Nach mehreren Monaten Betaphase hat Nvidia Anfang Februar seinen Cloud-Gaming-Dienst **Geforce Now** offiziell gestartet. Zwei Varianten stehen zur Wahl: ein Abo für 5,50 Euro monatlich sowie eine eingeschränkte Gratis-Nutzung. Bei letzterem ist die Sitzung auf eine Stunde begrenzt, danach muss man sich neu in die Warteschlange einreihen. Bei hoher Serverlast kann es zu Wartezeiten von mehreren Stunden kommen. Mit Abo wird man in der Warteschleife bevorzugt und kann sechs Stunden durchgehend spielen.

Wie Google Stadia im Dezember kämpft auch dieser Cloud-Gaming-Dienst mit Startschwierigkeiten: Etwa eine Woche nach dem offiziellen Start des Dienstes verschwanden populäre Titel von Activision-Blizzard aus dem Programm. Unter anderem ist weder die „Call of Duty"-Reihe noch Overwatch spielbar. Während die Spiele in der kostenlosen Betaphase noch verfügbar waren, fehlte Nvidia die Lizenz, die Spiele von Activision-Blizzard auch im kommerziellen Produkt anzubieten. Hier wird nun nachverhandelt, der Ausgang ist jedoch ungewiss.

Anders als bei Google Stadia gibt es in Geforce Now keine eigene Spielebibliothek. Stattdessen meldet man sich in Plattformen wie Steam an und startet bereits erworbene Titel – vorausgesetzt der Publisher hat der Nutzung zugestimmt. Das Beispiel Activision-Blizzard zeigt, wie schnell die Liste der spielbaren Titel schrumpfen kann. *(lmd@ct.de)*



Bild: Nvidia

Server-Power für Games: Mit Nvidias Cloud-Gaming-Dienst Geforce Now nutzt man die eigene Spielebibliothek – allerdings längst nicht alle Titel.

Finanzprobleme bei Daedalic

Das Hamburger Entwicklerstudio **Daedalic Entertainment** ist wirtschaftlich angeschlagen. Der Mehrheitseigner Bastei Lübbe hat eine millionenschwere Wertminderung angekündigt. Begründet wird das Vorgehen mit hohen Investitionen in eine Daedalic-Produktion, die sich nicht gerechnet habe. Damit könnte das Spiel „A Year of Rain" gemeint sein, dessen Entwicklung Daedalic Entertainment vor Kurzem in der Early-Access-Phase frühzeitig eingestellt hat.

Von der Wertminderung in Höhe von 12 bis 14 Millionen Euro für das Studio und sein Spieleportfolio entfallen 5 Millionen auf den Firmenwert. Das wirkt sich auf die Geschäftszahlen von Bastei Lübbe aus, der Verlag erwartet einen Verlust von 6,7 bis 10,5 Millionen Euro bei einem Umsatz von rund 85 Millionen Euro. *(mjo@heise.de)*



Bild: Daedalic

Mit Adventure-Spielen wie „Edna bricht aus" hat sich Daedalic Entertainment einen Ruf als renommiertes deutsches Studio erarbeitet.

Kurz & knapp:

Valve Software hat seinen VR-Shooter **Half-Life: Alyx** für den 23. März 2020 auf Steam angekündigt. Voraussetzung für das Spiel ist ein VR-Headset. Grundsätzlich soll Alyx mit allen PC-Headsets laufen, am besten aber wohl mit Valves eigener Brille Index. Die ist seit der Ankündigung von Alyx aber ausverkauft.

Valve will in seinem Multiplayer-Shooter **Counter-Strike: Global Offensive** mit einem neuen Beschwerdesystem durchgreifen. Wer in CS:GO negativ auffällt, soll nach einer Verwarnung automatisch stumm geschaltet werden.

Am 12. Februar ist das handgezeichnete Rätsel-Adventure **LUNA – The Shadow Dust** erschienen. Das Indie-Game erzählt seine Geschichte ohne Worte durch grafische Filmsequenzen und einen eigens komponierten Soundtrack.

PUR 2020
Professional User Rating

Mehr Infos:

Ihre Entscheidungshilfe in der Lösungsauswahl:

PUR Security Solutions

techconsult hat bereits zum vierten Mal in Folge IT-/Security-Verantwortliche die von ihnen eingesetzten IT-Security-Lösungen in den folgenden Kategorien bewerten lassen:

- **VPN**
- **E-Mail Security**
- **Backup & Recovery**
- **MDM/EMM**
- **Vulnerability Management**
- **Malware Protection**



Über 2.000 Entscheider sind dem Aufruf zur Anbieterbewertung gefolgt. Unter dem Motto „Anwender beraten Anwender" sind die Ergebnisse des Professional User Rating – Security Solutions 2020 jetzt verfügbar.

Security Solutions

techconsult
The IT Market Analysts

- Prüfen Sie, welcher Security-Anbieter zu Ihnen passt.
- Vergleichen Sie Ihre Anforderungen an die Security-Lösung mit den Bewertungen der jeweiligen Anwender.
- Sichern Sie Ihre Investitionsentscheidung mit den Ergebnissen des Benchmarkbands ab.
- Erfahren Sie, warum **BackupAssist, baramundi, LANCOM, NoSpamProxy, SEP, tenable und WatchGuard** von den Anwendern zu den Champions ihrer Lösungskategorie gekürt wurden.



Informationen zum Benchmarkprojekt und dem Bezug des jeweiligen Benchmarkbands erhalten Sie über

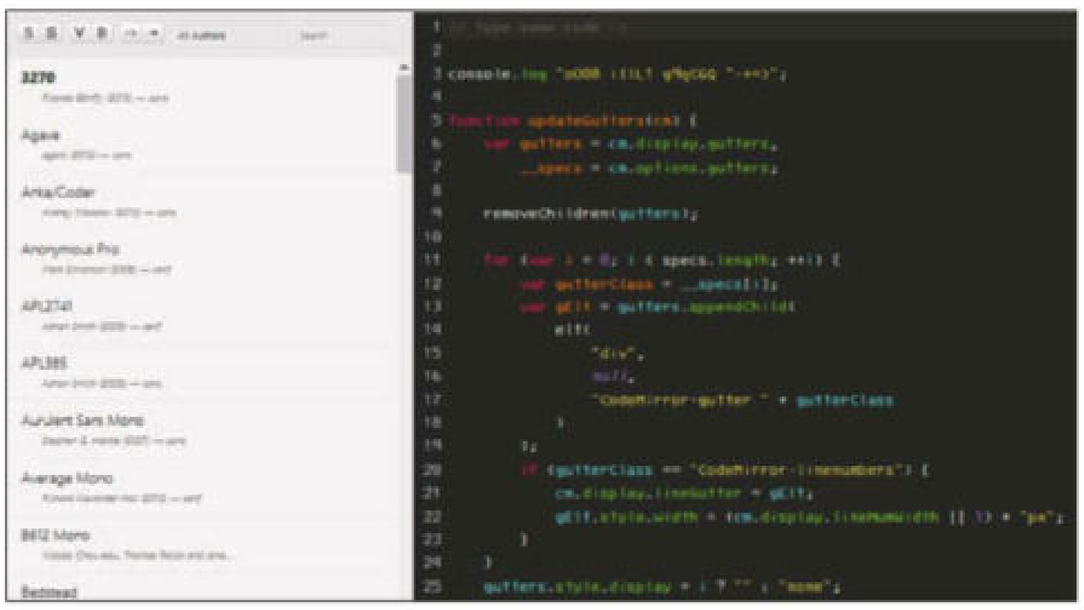
www.techconsult.de/pur-s-2020

BackupAssist™ baramundi LANCOM Systems noSpam proxy SEP Hybrid Backup tenable WatchGuard

Schriften zum Programmieren

app.programmingfonts.org

programmingfonts.tumblr.com



Zum Programmieren nutzt man üblicherweise Schriften mit fester Buchstabenbreite. Mittlerweile ist das Angebot speziell für Programmierer groß: Kostenlose Festbreitenfonts von diversen Software-Konzernen und vielen kleineren Projekten buhlen um die Gunst der Coder.

Die Seite **Programming Fonts** listet fast hundert solcher Schriftarten, bietet Links zu den Quellen und erlaubt vor allem, das Angebot mittels Beispielcode zu vergleichen und wichtige Details abzuklopfen. Neben Unterschieden im Schriftbild – was auch eine Geschmacksfrage ist –, bieten viele der Schriftarten nämlich kleine Finessen, die Entwicklern das Leben angenehmer machen: Zum Beispiel unterscheiden sich Zeichen wie l und 1 oder O und 0 deutlich voneinander oder es sind spezielle Ligaturen an Bord. Diese decken dann Zeichenkombinationen ab, die zwar in natürlichen Sprachen rar sind, in Programmcode allerdings häufig auftreten. Rein optisch werden so etwa „!=“ zu „≠“ und „->“ zu „→“. Das zur Website gehörende Blog stellt einzelne Schriftarten vor. *(syt@ct.de)*

Finanzen im Wandel

bankstil.de

Digitalisierung und Globalisierung sowie die „FinTech“-Szene formen den Finanzsektor bereits seit Jahren spürbar um. Unter dem Motto „Anmerkungen zum Stilwandel im Banking“ ordnet der Banker, Berater und Experte Ralf Keuper auf seinem Blog **Bankstil** die vielen Artikel, Studien und Mitteilungen darüber kommentierend ein.

Dabei deckt er ein breites Feld ab: Außer Banking nimmt er sich auch Themen wie elektronisches Bezahlen, Kryptowährungen oder Identitätsdienste vor. Er reagiert zudem umgehend auf wichtige Tagesmeldungen wie den kürzlichen Rückzug der Start-up-Bank N26 aus Großbritannien, bei dem er Zweifel an der „Brexit“-Begründung anmeldete. Die vielen verlinkten Beiträge liefern dem Besucher dabei stets Futter zum Weiterlesen. Darüber hinaus stellt Keuper auch eigene Reports und Präsentationen auf die Blogseite. *(mon@ct.de)*

Mac und Kommandozeile

github.com/herrbischoff/awesome-macos-command-line

Apples Betriebssystem macOS hat den Ruf, mit einem intuitiven GUI und vielen Einstellungsoptionen aufzuwarten. Unter der Haube steckt ein Unix, und das heißt: Analog zur Konkurrenz können Nutzer über Kommandozeilenbefehle noch weitaus mehr aus dem System herausholen. Allein – es fehlte lange eine wohlgepflegte und -sortierte, übersichtliche Liste dieser Befehle, selbst bei Apple selbst.

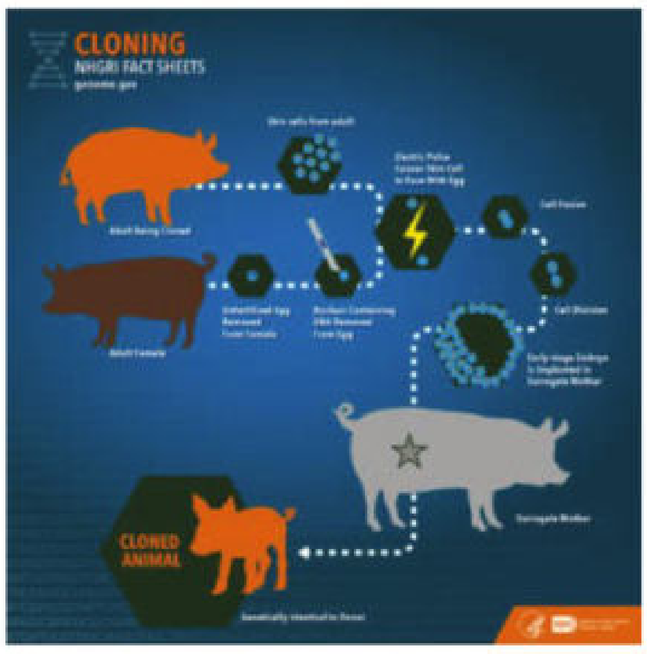
Marcell Bischoff hat sich auf GitHub unter **Awesome macOS Command Line** genau dieser Aufgabe angenommen. Mac-User finden hier eine nach sinnvollen Kategorien sortierte englischsprachige Sammlung. Die Kategorien reichen von „A“ wie „Applications“ bis „T“ wie „Terminal“. Mit den Befehlen kann der Nutzer simple Dinge tun wie den voreingestellten Font in Safari wechseln oder Backup-Intervalle anpassen. Möglich sind aber auch tiefere Eingriffe wie eine Änderung des Software Update Servers. Die jeweiligen Befehle kann man einfach per Copy & Paste auf den eigenen Rechner übertragen und muss dort nur noch etwaige Parameter anpassen. *(mon@ct.de)*

Genomforschung

genome.gov/about-genomics/fact-sheets

Begriffe wie DNA-Sequenzierung hört man oft, aber was ist das eigentlich? Dahinter steckt die Genomik, die als interdisziplinäre Wissenschaft den kompletten DNA-Satz von Organismen erforscht und bearbeitet – auch den des Menschen. Schwere Kost, doch angesichts der raschen Weiterentwicklung kann es hilfreich sein, Grundlagen nachschlagen zu können. Das zeigt schon der Schwerpunkt in c’t 5/2020 zur kommerziellen Verwertung der Daten von Online-DNA-Tests.

Eine Anlaufstelle ist das National Human Genome Research Institute (NHGRI) in Maryland, USA, mit 22 (englischsprachigen) **Fact Sheets about Genomics**. In den als Unterrichtsmaterial gedachten Beiträgen wollen die Autoren einem nichtwissenschaftlichen Publikum die komplexe Forschung zugänglicher machen. Im Frage-und-Antwort-Muster beleuchten sie Themen wie Klonen (hätten Sie gewusst, dass es auch natürliche Klone gibt?) oder eben DNA-Sequenzierung (kann mittlerweile preisgünstig im Massenverfahren erledigt werden). Ein weiteres Fact Sheet klärt vorher Fragen zur DNA selbst. Zu jedem Beitrag bekommt der Leser außerdem übersichtliche Infografiken. *(mon@ct.de)*



Diese Seite mit klickbaren Links: ***ct.de/yh2k***

WIR MACHEN
KEINE WERBUNG.
WIR MACHEN EUCH
EIN ANGEBOT.

c't

ct.de/angebot

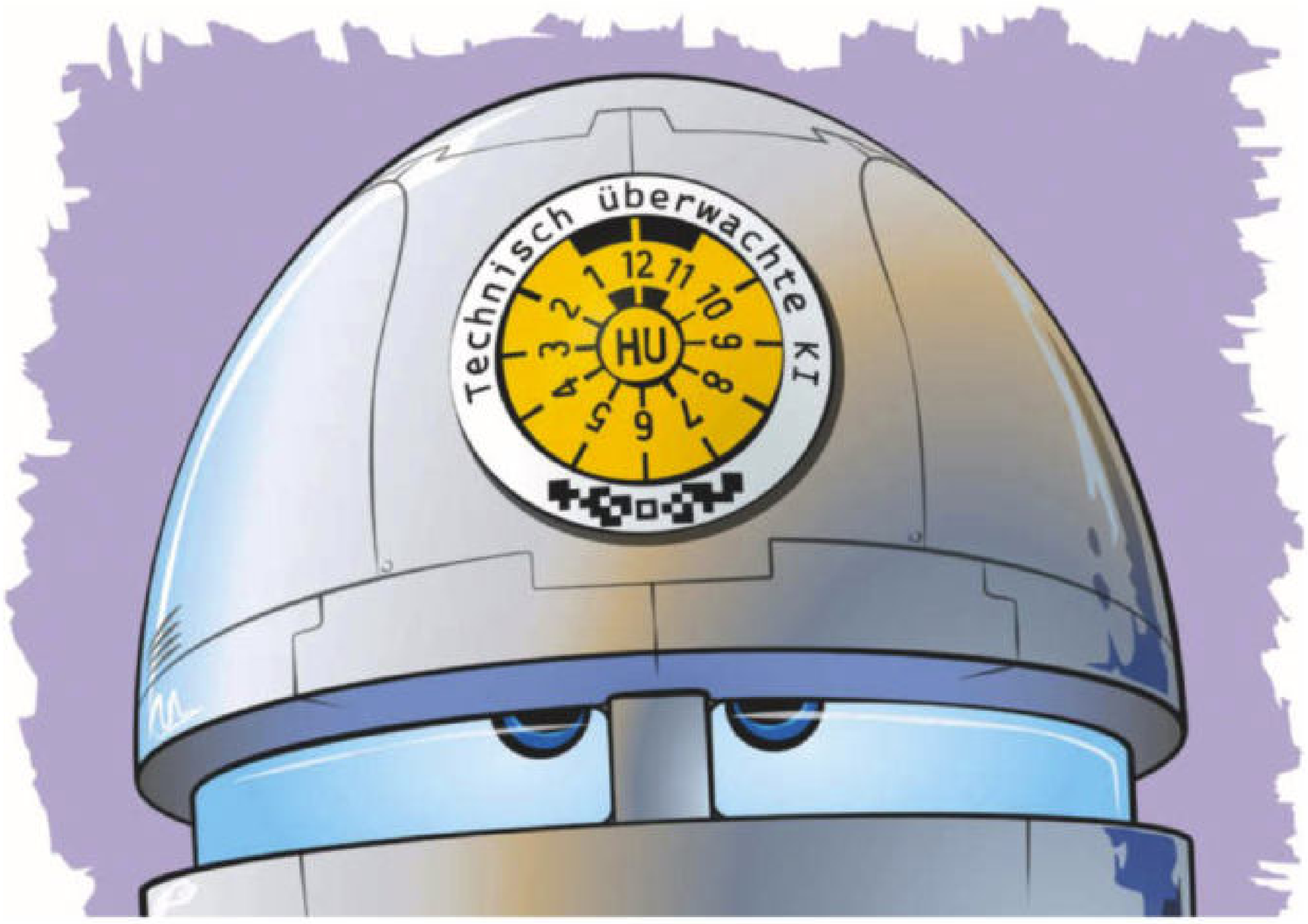
Jetzt gleich bestellen:
ct.de/angebot
+49 541/80 009 120
leserservice@heise.de

ICH KAUF MIR DIE c't NICHT. ICH ABONNIER 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.**





Rudolf A. Blaha

Intelligenztest für KI

Wie sich KI-Entscheidungen überprüfen lassen

Ob im Straßenverkehr oder in der Medizin: KI-Systeme treffen oft wichtige Entscheidungen, ohne dass Anwender diese nachvollziehen können. Das soll sich künftig ändern. Wissenschaftler tüfteln bereits an Prüfverfahren, die neuronalen Netzen auf die Finger schauen.

Von Arne Grävemeyer

Künstliche Intelligenz erkennt Krebs in Röntgenaufnahmen, beurteilt Kreditanträge und wählt bei der Personalsuche den besten Bewerber. Aber bislang müssen Patienten und Kunden den Entscheidungen der KI blind vertrauen. In der Regel haben sie keinen Einblick, mit welchen Datensätzen Algorithmen und neuronale Netze trainiert wurden und nach welchen Kriterien sie ihr Urteil fällen. Das europäische Parlament verlangt hier mehr Transparenz (ct.de/y2ta) und fordert die EU-Kommission zur Umsetzung auf (zu deren Plänen siehe S. 39).

Laut der Resolution des EU-Parlaments von Anfang Februar sollen KI-Systeme nachvollziehbare und tendenzfreie Algorithmen anwenden, sonst kann der Betroffene die Verantwortlichen für Nachteile haftbar machen. Zudem müsse die EU-Kommission dafür sorgen, dass nur sichere und konforme KI-Anwendungen in Verkehr gebracht werden.

Das sind komplexe Forderungen angesichts einer breiten Vielfalt an KI-Anwendungen. Deren Entscheidungen entspringen oft tiefen neuronalen Netzen, gebildet und verfeinert (trainiert) mithilfe umfangreicher Beispieldatenbanken und in automatisierten Deep-Learning-Verfahren. Ein derart entstandenes neuronales Netz gilt gemeinhin als Black Box. Mit neuen Methoden gelingt es Forschern jedoch, diese transparent zu machen und eventuelle Irrtümer aufzudecken.

Klare Regeln

Wird man neuronalen Netzen künftig beim Denken zusehen können? Dr. Maximilian Poretschkin, Leiter des Projekts KI-Zertifizierung am Fraunhofer Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (IAIS), antwortet vorsichtig: Im Prinzip sei das möglich, wenn auch auf Umwegen. Oft sei es einfacher, von vornherein transparentere KI-Anwendungen zu konzipieren. Forscher des IAIS haben zum Beispiel ein System gebaut, das Kreditkartenbetrug erkennt. Zunächst analysiert das System historische Transaktionen mithilfe maschinellen Lernens. Hierbei kommt eine sogenannte Subgruppensuche zum Einsatz. Die Ergebnisse dieses Lernprozesses dienen dazu, Verhaltensweisen von Betrügern zu identifizieren und daraus Regeln abzuleiten. Diese Regeln erlauben es einer regelbasierten KI anschließend, in Echtzeit zu entscheiden, ob eine Transaktion wahrscheinlich betrügerisch ist oder nicht. Gleichzeitig gibt sie aus, welche Regel zum Tragen kommt, wenn sie eine Ausgabe blockt. Das ist transparent.

Alle Arten von Scoring-Systemen, die an sensiblen Stellen zum Einsatz kommen, sollten transparente Entscheidungen fällen, sagt Poretschkin, etwa bei der Kreditvergabe in der Bank oder bei der Personalauswahl im Unternehmen. Zwei weitere große Bereiche sind medizinische Diagnosesysteme und das autonome Fahren. Spätestens dort komme man künftig um die Prüfung von KI-Anwendungen nicht herum. „Das Problem bei vielen neuronalen Netzen ist, dass man sie nicht in Module zerlegen kann, um die dann separat zu testen“, erläutert Poretschkin. Aber man könne die zugesicherten Eigenschaften einer KI testen.

Zeig mir, warum

Wie man eben doch einem tiefen neuronalen Netz beim Entscheiden genau auf die Finger sehen kann, hat Dr. Wojciech Samek als Gruppenleiter Maschinelles Lernen am Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI) gezeigt. Gemeinsam mit einem Team um Professor Klaus-Robert Müller an der TU Berlin entwickelten die Fraunhofer HHI-Forscher bereits 2015 das LRP-Verfahren (Layer-wise Relevance Propagation). Gerade in der Bilderken-

nung können die Forscher damit eine KI-Entscheidung analysieren und die vielen Berechnungen und Gewichtungen innerhalb des neuronalen Netzes nachverfolgen. Das LRP-Verfahren identifiziert dann die Eingangspixel, die am meisten zur Entscheidungsfindung beigetragen haben, und markiert diese farblich in einer sogenannten Heatmap. LRP zeigt also die Bildbereiche, die für die KI am bedeutendsten sind.

Allerdings erklärt LRP immer nur eine Einzelentscheidung. Das Verfahren hebt Bildbereiche hervor, aufgrund derer die KI auf einem Foto ein Pferd, einen Hund oder einen Menschen erkennen konnte. Oder es markiert die Bereiche einer Röntgenaufnahme, die für eine bestimmte Erkrankung sprachen. Das ist noch zu wenig, um das erwünschte Verhalten einer KI vollständig in den Griff zu bekommen. Ein neuronales Netz, das ein braunes Pferd im Sonnenschein erkennt, könnte bei einem Schimmel im Regen patzen.

So haben die Forscher der TU Berlin und des Fraunhofer HHI im vergangenen Jahr nachgelegt und ihr LRP-Verfahren erweitert zur Spectral Relevance Analysis (SpRAy). Dieses neue Verfahren ist in der Lage, eine Vielzahl an LRP-Heatmaps automatisiert zu gruppieren. Zu jeder dieser Gruppen liefert es einen typischen Repräsentanten. Wenn ein neuronales Netz beispielsweise eine Million Bilder analysiert und im LRP-Verfahren eine Million erklärende Heatmaps bildet, dann liefert SpRAy dazu ein paar Dutzend oder vielleicht hundert Cluster. Anhand von deren Repräsentanten könne man schnell erkennen, was die dominanten Entscheidungsstrategien sind, sagt Samek.

Schlau wie ein Pferd

Und man kann vor allem Entscheidungen entdecken, die neuronale Netze anhand falscher Grundlagen fällen. „Wir waren sehr erstaunt über die große Bandbreite der gelernten Problemlösungsstrategien. Selbst moderne KI-Systeme haben nicht immer einen aus menschlicher Perspektive sinnvollen Lösungsweg gefunden, sondern nutzten sogenannte Clever-Hans-Strategien.“ Diese Tricks gehen auf ein Pferd zurück, den „klugen Hans“, der um 1900 die deutsche Wissenschaftswelt in Aufruhr versetzte, weil er angeblich rechnen und sogar buchstabieren konnte. Später erkannte man, dass Hans die richtigen Antworten lediglich aus dem unbewussten Verhalten des Fragestellers ableitete.

Mit SpRAy deckten die Forscher auf, dass eine KI Pferde auf Fotos nicht an der Mähne erkannte, sondern an einem Copyright-Hinweis, den viele Pferdefotos gemeinsam hatten. Flugzeuge auf Fotos erkannten neuronale Netze an Wolken auch am unteren Bildrand. Aus dem medizinischen Bereich kann Poretschkin von einer KI berichten, die bei der Suche nach einer Herzvergrößerung miteinbezog, ob der Patient bei der Röntgenaufnahme stand oder im Bett liegen musste. War ein Patient bettlägrig, so tippte die KI eher auf Herzvergrößerung.

Jagd auf Artefakte

Mit SpRAy analysieren die Forscher die Entscheidungsqualität von KI-Anwendungen. Mittelbar ziehen sie damit auch Rückschlüsse auf die Qualität der Datensätze, die im Deep-Learning-Verfahren die Grundlage für das Training und damit die Bildung tiefer neuronaler Netze bilden. Sie entdeckten sogenannte Artefakte selbst im ImageNet, einer internationalen Standarddatenbank mit heute mehr als 14 Millionen verschlagworteten Bildern. Artefakte können beispielsweise die genannten Copyright Tags sein oder auffällige Nachbearbeitungen, Schnittkanten, Einschränkungen des Farbraums. Selbst KIs der University in Berkeley und der University of Oxford, die mit Bilddaten aus ImageNet trainiert worden sind, offenbarten in der SpRAy-Analyse klare Clever-Hans-Strategien.

Die Auswahl der Trainingsdaten ist also entscheidend für die Qualität einer KI-Anwendung. Wenn aber Fehler oft schon in dieser Auswahl begründet sind, dann macht das deutlich, dass die Zertifizierung einer KI diesen Prozessschritt einbeziehen muss. Stimmt die Datenqualität nicht, weil die späteren Entscheidungsklassen unausgewogen repräsentiert sind, dann wird ein sogenannter Bias (übersetzt etwa: Voreingenommenheit) vom neuronalen Netz gleich mitgelernt.

„Die KI-Forschung kann von anderen Zertifizierungssystemen lernen, etwa in der Luftfahrt oder bei normalen Medizinprodukten“, regt Samek an. Demnach sind alle beteiligten Prozesse über den gesamten Lebenszyklus abzusichern, von der Auswahl der Trainingsdaten über das Deep Learning bis hin zur Validierung der Erklärungen für Entscheidungen. Das System könne Urteile über redundante Wege absichern oder bei Unsicherheit auf ein Fallback-System verweisen.

Auch die Modularisierung in separat entwickelte Einzel-KIs kann ein Weg sein. Poretschkin verweist auf das Beispiel des autonomen Fahrens. Heute erlaubt man Autos noch nicht, vollständig KI-gesteuert am Straßenverkehr teilzunehmen, hat aber bereits Einzelanwendungen wie etwa Notbremsassistenten zugelassen.

Angesichts der unterschiedlichen Einsatzfelder plädiert Dr. Michael Fübi als Präsident des TÜV-Verbands für die Einführung von Risikoklassen und Prüfsiegel. Sein Verband arbeitete bereits mit dem Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) gemeinsam an Prüfschritten für KI-Anwendungen. Im Projekt KI-Zertifizierung kooperiert auch das Fraunhofer IAIS mit dem BSI. Poretschkin hofft, dass in zwei bis fünf Jahren ein finaler Prüfkatalog steht und auch die Akkreditierungsverfahren abgeschlossen sind. Anhand solcher Siegel bekämen Endanwender immerhin eine Chance, vertrauenswürdige KI-Systeme zu bevorzugen. *(agr@ct.de)* c't

KI-Resolution des europäischen Parlaments: ***ct.de/y2ta***

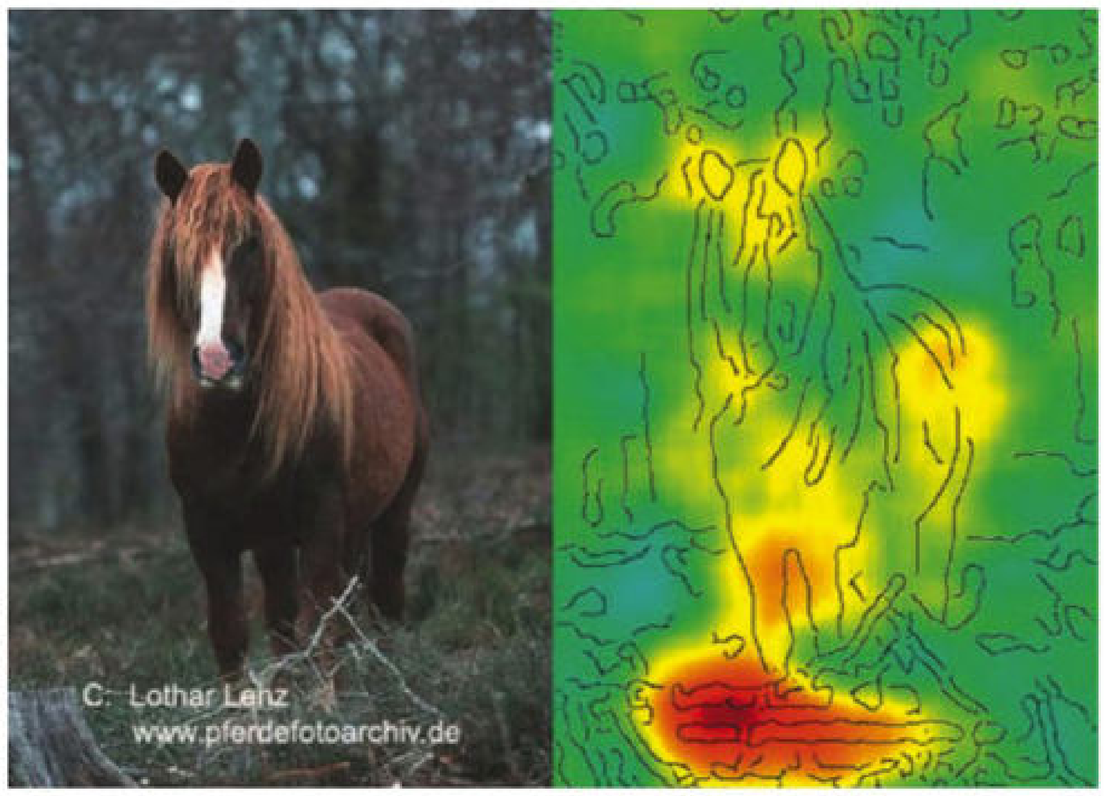


Bild: Fraunhofer HHI

Eine KI erkennt ein Pferd. Erst die erklärende Heatmap offenbart: Erkannt wurde eigentlich nur ein Copyright-Zeichen.



Teures Update

Dell verlangt nach Update-Panne Reparaturkosten

Wenn ein vom Hersteller empfohlenes Update ein Gerät beschädigt, anstatt es zu verbessern, erwartet man Support. Doch der kann bei Dell auch teuer werden.

Von Tim Gerber

Henning B. engagiert sich seit Jahren in einem Arbeitskreis, der sich um die Integration von Flüchtlingen kümmert, die in seiner Heimatstadt aufgenommen wurden. Unter anderem betreut der c't-Leser den PC des Vereins, ein Dell Inspiron 3650, auf dem Windows 10 installiert ist. Mitte Januar offerierte Dell für Rechner dieses Typs ein Update.

Als erfahrener IT-Admin führte Henning B. das Update wie empfohlen durch. Es handelte sich um ein Softwarepaket mit insgesamt drei verschiedenen Updates, eines davon betraf offenbar das BIOS des Inspiron-Rechners. Die Update-Prozedur verlief fehlerfrei, doch nach dem abschließenden Neustart fuhr der Rechner nicht wieder hoch. Bei Versuchen, ihn wieder einzuschalten, liefen lediglich die Lüfter kurz an. Der Rechner blieb aber aus, nicht einmal das BIOS-Setup war erreichbar.

VORSICHT KUNDE!

Nun wandte sich Henning B. an die telefonische Support-Hotline des Herstellers. Eine Garantie bestand nicht mehr, also lehnte Dell eine kostenlose Reparatur ab. Den Hinweis des Kunden, dass der Fehler durch Dells Update entstanden sei und der Hersteller deshalb eigentlich haften müsste, wollte der Support-Mitarbeiter nicht gelten lassen. Nach Ablauf der Garantie führe man keine Updates mehr durch, habe ihm der Gesprächspartner zur Antwort gegeben, schildert Henning B.

Zähneknirschend willigte Henning B. in eine kostpflichtige Reparatur ein, schließlich musste der Rechner der Hilfsorganisation schnell wieder flott gemacht werden. Am 13. Januar erstellte Dell die Rechnung für den Austausch des Mainboards durch einen Techniker beim Kunden vor Ort. Nachdem die 345 Euro bezahlt waren, erschien dieser auch umgehend wie verabredet bereits am 17. Januar. Durch den Mainboard-Tausch brachte der Service-Mann den PC wieder zum Laufen.

An der Abwicklung der Reparatur durch Dell gebe es nichts zu bemängeln, auf diese Feststellung legt Henning B. wert.

Nachfrage zwecklos

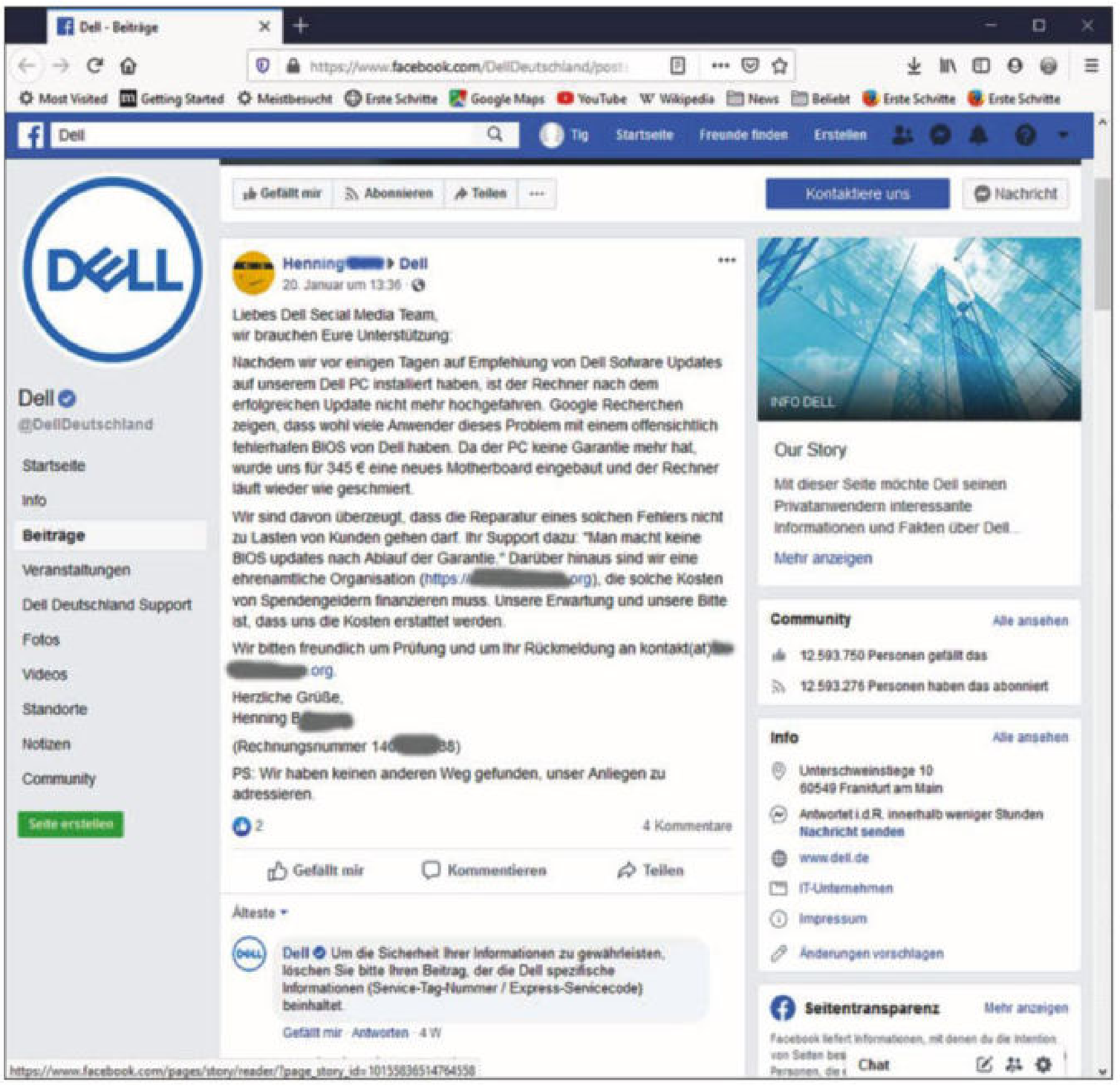
Allerdings wollte sich der Kunde nicht damit abfinden, dass ihm die Kosten für das verpfuschte Update aufgebürdet werden sollten. Da er keinen anderen Weg fand, wandte er sich am 20. Januar via Facebook an das Social Media Team von Dell. Doch auch von dort kam keine Abhilfe: „Ich habe dein Anliegen auch mit meinen Kollegen besprochen“, antwortete ihm Martin via persönlicher Nachricht über den Facebook-Account von Dell am 21. Januar. „Leider können wir das Geld für die Reparatur in diesem Fall nicht zurückerstatten. Entscheidend ist da die Gewährleistung, die schon ausgelaufen war, als das Problem vorgekommen ist.“ Zum Schluss bedankte sich der Dell-Mann noch für Hennig B.s Verständnis.

Doch das hielt sich in engen Grenzen, deshalb kontaktierte Henning B. nun die c’t-Redaktion. Wir fragten Dell-Pressesprecher Michael Rufer am 21. Januar nach dem Fall von Henning B. Am 23. Januar erhielten wir eine ausführliche Auskunft von Rufer: Man habe den Kunden umgehend kontaktiert und ihn darüber informiert, dass dem Tech-Support-Mitarbeiter hier leider ein individueller Fehler unterlaufen sei, für den man sich entschuldige. Natürlich muss der Kunde die Kosten für die Reparatur nicht selbst tragen, die Erstattung sei bereits in die Wege geleitet.

Alle von Dell Technologies im Rahmen Produktpflege veröffentlichten BIOS-, Firmware- und Treiberupdates hätten vorab eine intensive Test- und Validierungsprozedur durchlaufen und bestanden. Das treffe auch auf das im Fall von Henning B. durchgeführte BIOS-Update auf Version 3.9.0 zu. In vereinzelten Fällen könne es bei Inspiron-3650-Systemen nach dem Update des BIOS auf die Version 3.9.0 aber tatsächlich zu Problemen kommen.

Kunden, die nach diesem Update Probleme mit ihrem Inspiron 3650 hätten, sollten sich direkt an den Dell-Support wenden. Dort seien die Kollegen angewiesen, dem Kunden kostenfrei zu helfen, und zwar unabhängig vom Servicestatus. Dass dies im Fall von Henning B. nicht gleich geschehen sei, bedauere man.

Tatsächlich hatte sich bereits am 22. Januar ein Dell-Mitarbeiter bei Henning B. gemeldet und sich entschuldigt sowie die Erstattung des Rechnungsbetrages in Aussicht gestellt. Die Gutschrift erfolgte dann etwa eine Woche später. Schadensbegrenzung hat Dell aber erst nach der c’t-Anfrage betrieben. Das zeigt einmal mehr, dass sich Hartnäckigkeit wie jene von Henning B. lohnt und große Firmen wie Dell gut daran täten, ihr internes Beschwerdemanagement zu verbessern. Was nützt ein Social Media Team, wenn es nicht in der Lage ist, berechtigten Beschwerden wie dem von Henning B. abzuhelfen, bevor sie es in die Öffentlichkeit schaffen? *(tig@ct.de)* c't



Auch das Social-Media-Team von Dell half dem Kunden nicht weiter.

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 dubiose 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*.

Klimakiller oder Klimaretter?

Der CO_2-Fußabdruck der IT



Die globale Klimabilanz der IT ..... Seite 62
Streaming und Co.: Was Nutzer tun können ..... Seite 66
Wie Rechenzentren und Datennetze effizienter werden ..... Seite 68
Umweltberichte von Apple, Google & Co. unter der Lupe ..... Seite 72
Ecosia: Suchmaschine pflanzt Bäume ..... Seite 76

In den Medien ist vom Klimakiller Cloud die Rede – die Industrie hingegen preist das Internet als mächtiges Klimaschutz-Tool an. Wir klären, was an den plakativen Aussagen dran ist.

Von Christof Windeck und Christian Wölbert

Am 19. September vergangenen Jahres diskutierte die Berliner Politik unter anderem über die Grundrente und über Aufnahmekontingente für Flüchtlinge. Größtes Thema in den abendlichen ARD-Tagesthemen war jedoch ein anderes: die Klimaschädlichkeit des Internet. Die Cloud fresse „viel Strom", mahnt der Beitrag eindringlich. „Dadurch fällt jede Menge CO_2 an, mehr, als die gesamte Luftfahrtindustrie ausstößt."

Solche Aussagen hört man in letzter Zeit öfter. Zeitschriften und Blogs warnen unter dem Stichwort „Klimakiller Cloud" unter anderem vor dem Stromverbrauch durch Videostreaming. Auch die Politik hat das Thema für sich entdeckt. So wollen die Grünen Videoplattformen Effizienzvorgaben machen und standardmäßiges Autoplay untersagen.

Glaubt man hingegen dem Mobilfunkverband GSMA, killt das Internet keineswegs das Klima, sondern rettet es. Laut einer aktuellen GSMA-Studie spart das mobile Netz etwa so viel CO_2 ein, wie ganz Russland emittiert, zum Beispiel durch weniger Flüge und effizientere Produktion. Und: „Die Einsparungen waren fast zehn Mal so groß wie der globale CO_2-Fußabdruck der Mobilfunkindustrie selbst."

Böses Internet, gutes Internet – gegensätzlicher könnten die Aussagen kaum sein. Es ist also nötig, genauer hinzusehen: Was sagt die Wissenschaft zur Klimaverträglichkeit der IT insgesamt? Was ist dran am Gerede vom Klimakiller Cloud? Und wie plausibel sind die Zahlen der Industrie zur Rolle der IT als Klimaretter?

Den aktuellen Anteil der IT am Treibhausgasausstoß schätzen Forscher als eher gering ein. Sie sei für „etwa 2,5 bis 3 Prozent der CO_2-Emissionen verantwortlich", sagt Ralph Hintemann, der am Berliner Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit forscht und einen guten Überblick über die Quellenlage hat.

Der Anteilswert vermittelt einen groben Eindruck von der aktuellen Größenordnung des Problems. Doch wichtiger ist, wie sich die Emissionen absolut entwickeln. Viele Experten warnen, dass die IT künftig immer mehr Energie frisst – und damit den Kampf gegen den Klimawandel konterkariert.

Schließlich muss die Menschheit ihren CO_2-Ausstoß drastisch reduzieren, falls sie das 1,5-Grad-Ziel einigermaßen sicher erreichen will. Der Weltklimarat IPCC hat einen konkreten Pfad berechnet: Bis 2030 müssten die Emissionen um 45 Prozent zurückgehen, 2050 müssten sie bei Null landen. Das klappt nur, wenn überall da, wo es irgendwie möglich ist, eingespart wird, auch bei der IT.

Achterbahnfahrt

Der Blick zurück zeigt: Digitalisierung verläuft extrem dynamisch, entsprechend schwer lassen sich die Entwicklungen vorhersagen. Laut einer Studie der schwedischen Mobilfunkkonzerne Telia und Ericsson stieg der Gesamtausstoß von IT und Unterhaltungselektronik allein von 2007 bis 2010 um 20 Prozent, ging dann bis 2015 aber wieder auf das Niveau von 2007 zurück.

Eine Studienreihe im Auftrag der Bundesregierung zeigt ein ähnliches Muster. Der Strombedarf der IT in Deutschland kletterte demnach bis 2010 steil nach oben und ging dann bis 2015 wieder um 15 Prozent nach unten – laut den Forschern vor allem wegen des Umstiegs vieler Nutzer auf energiesparende Mobilgeräte und aufgrund von Effizienzfortschritten bei größeren Geräten wie Fernsehern, die wiederum durch EU-Vorschriften getrieben wurden. Beteiligt an der Studienreihe waren unter anderem das Borderstep-Institut und das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM).

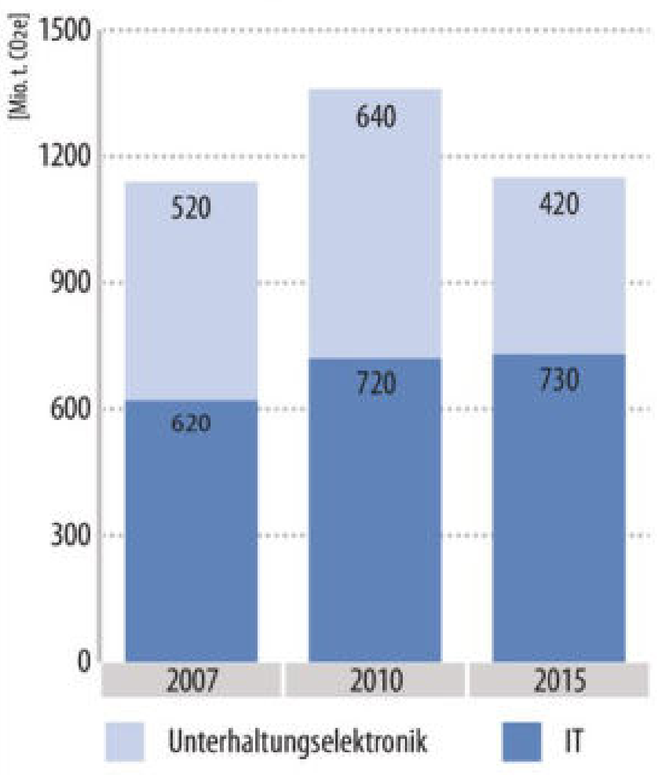
Anstieg voraus?

Borderstep-Forscher Ralph Hintemann befürchtet allerdings, dass die Emissionen der IT in den kommenden Jahren wieder ansteigen. Er begründet das unter anderem mit der steigenden Zahl der Geräte, die zwar wenig Strom verbrauchen, aber in der Produktion hohe Emissionen verursachen. Außerdem erwartet er, dass Netze und Rechenzentren weltweit so stark ausgebaut werden, dass ihre Emissionen trotz Effizienzfortschritten steigen.

Diese wahrscheinliche Entwicklung müsse „nicht zwingend" eintreten, betont er. „Es gibt große Potenziale, durch ver-

Digitale Technik und das Klima

Laut einer Studie von Ericsson Research und Telia ging der CO_2-Ausstoß von IT und Unterhaltungselektronik bis 2015 zurück. Doch nun befürchten Experten wieder einen Anstieg.



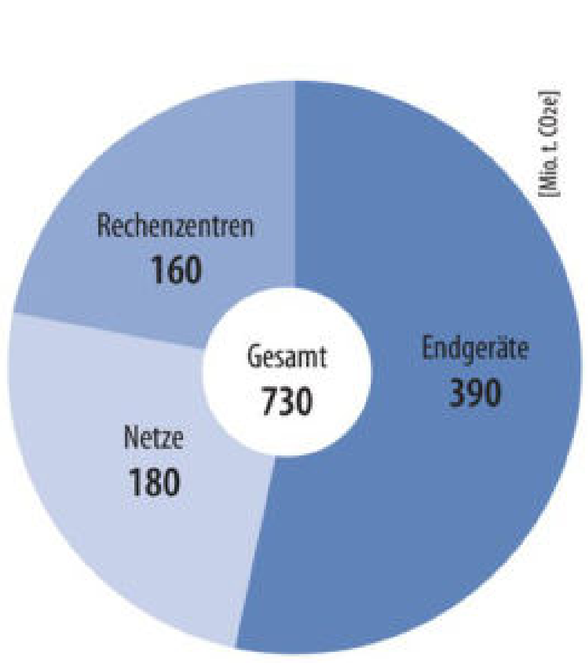




Bild: Fraunhofer IZM / MIKA fotografie

Fraunhofer-Forscher Lutz Stobbe fordert die Politik auf, Regeln für recyclingfreundlichere Geräte zu erlassen – das helfe auch beim Klimaschutz.

besserte Technik, längere Nutzungszeiten der Geräte, bessere Software, et cetera."

Auch Lutz Stobbe vom Fraunhofer IZM vermutet einen Anstieg in der Zukunft: „Wenn man die Herstellung der Komponenten und Geräte einbezieht, wird mittelfristig der Energie- und Ressourcenbedarf sicherlich wieder ansteigen." Vor allem kürzere Produktlebenszyklen könnten sich negativ auswirken, betont er. Quantifizieren könne man den Trend noch nicht, dafür fehlten aktuelle Daten zur Ökobilanz der Geräte.

Generell beruhen Vorhersagen zum Energiebedarf der IT auf vielen unsicheren Faktoren. Wie entwickelt sich die Zahl der Nutzer, die Zahl der Geräte, das Nutzungsverhalten, die Effizienz der Geräte ...?

Hinzu kommt, dass die Entwicklungen sich gegenseitig beeinflussen. Werden Geräte oder Netze effizienter, sorgen oft Rebound-Effekte dafür, dass trotzdem kaum Energie gespart wird. Zum Beispiel, weil Filme dann in 4K gestreamt werden statt in Full HD, also mit viel mehr Daten. Umgekehrt können Stromkosten zu unerwarteten Einsparungen führen.

Falsch wäre es aus Sicht von Hintemann und Stobbe jedoch, einfach die Hände in den Schoß zu legen und der technischen Entwicklung zuzuschauen. Die Politik könne und müsse gegensteuern, sagen sie.

Ein großer Hebel für mehr Klimaschutz wären Fortschritte beim Recycling, betont Stobbe. Je mehr Rohstoffe wiederverwendet werden, desto weniger müssten aufwendig aus Minen gewonnen werden. „Der Klimawandel ist mit der Rohstoffproblematik verbunden." Er fordert daher staatliche Vorgaben für ein recyclingfreundliches Design elektronischer Geräte.

Herausforderung Lieferkette

Auch der Blick zurück zeigt, wie wichtig Regulierung ist. So hat zum Beispiel die Europäische Ökodesign-Richtlinie den Stromverbrauch vieler Geräte nach unten gedrückt. Werden solche Vorschriften nicht aktualisiert und auf neue Gerätegruppen ausgeweitet, verpufft der Effekt schnell wieder. Smartphones zum Beispiel sind von der Ökodesign-Richtlinie der EU noch nicht erfasst.

Ein weiterer Hebel ist der Einsatz von erneuerbaren Energien. Da digitale Technik überwiegend mit Strom betrieben und produziert wird, kann sie schon heute auf Energie aus Wind, Wasser oder Sonne umgestellt werden – anders als große Flugzeuge oder Schiffe. Ökostrom ist zwar nicht klimaneutral (schließlich müssen Windräder und Solaranlagen erst einmal produziert werden), aber viel umweltfreundlicher als etwa Kohleverstromung. Es ist deshalb ein wichtiger Schritt, dass Google, Facebook und Co. schon früh auf Ökostrom für ihre Rechenzentren gesetzt haben (siehe S. 72).

Ein Selbstläufer ist die Umstellung jedoch nicht. Im Hauptproduktionsland China wird hauptsächlich Kohle verfeuert. Und IT-Produkte benötigen ein breites Spektrum von Rohstoffen aus aller Welt. Eine klimaneutrale Lieferkette aufzubauen ist eine kaum überblickbare Herausforderung.

Schließlich, das betonen Stobbe und Hintemann gleichermaßen, könne auch jeder einzelne Nutzer im Rahmen der persönlichen IT-Nutzung etwas tun. „Kleinvieh macht auch Mist", betont Stobbe. Konkrete Tipps für klimafreundlichen Umgang mit Technik geben wir im Artikel auf Seite 66.

Wunschrechnungen

Und was ist mit dem Argument der Mobilfunkindustrie, dass Vernetzung andere Sektoren effizienter macht und so das Klima rettet? Diese sogenannten „enabling effects" klingen keineswegs abwegig. Sie lassen sich aber kaum quantifizieren.

So erinnert die eingangs erwähnte GSMA-Studie, laut der das Netz ähnlich viel CO_2 einspart, wie Russland emittiert, eher an einen Wunschzettel. Der Verband

Faktencheck: Ist IT wirklich klimaschädlicher als die Luftfahrt?

Seit Jahren kursieren Aussagen, denen zufolge IT dem Klima ähnlich stark schadet wie der Flugverkehr. Auf den ersten Blick lässt sich das durch Zahlen untermauern: Die IT verursachte 2015 laut einer Studie von Ericsson und Telia rund 730 Millionen Tonnen CO_2. Zivile Passagierflüge produzierten 2018 laut der Internationalen Energieagentur etwa 740 Millionen Tonnen CO_2, also ähnlich viel.

Doch der Vergleich hinkt. Denn die Luftfahrt-Zahl bezieht sich lediglich auf die direkten CO_2-Emissionen durch die Verbrennung des Treibstoffs. Außen vor bleiben weitere klimaschädliche Folgen des Fliegens wie Stickoxide, Kondensstreifen und Veränderungen der Bewölkung. Diese treiben den Klimwandel laut Umweltbundesamt mindestens doppelt so stark an wie das CO_2 aus dem Sprit allein.

Außerdem bleiben in der Luftfahrt-Zahl indirekte Emissionen außen vor, zum Beispiel der Aufwand für die Herstellung der Flugzeuge und den Bau von Flughäfen. Im berechneten Fußabdruck der IT ist hingegen auch der Herstellungsaufwand enthalten. Zieht man einen faireren Vergleich, schadet der Luftverkehr dem Klima also deutlich stärker als die IT.

Der Netzwerkausrüster Ericsson betont in einem aktuellen Artikel außerdem den Aspekt, dass grob geschätzt nur 10 Prozent der Weltbevölkerung fliegen, während rund 70 Prozent digitale Technik nutzen. Von den Vorteilen der IT profitieren also viel mehr Menschen als von der Luftfahrt. Zudem nutzt man das Flugzeug nur wenige Male pro Jahr, die IT aber täglich stundenlang.

Schlussendlich sollte man bei solchen Vergleichen beachten, dass Verbräuche doppelt gezählt werden. So ist ein winziger Bruchteil der Flugemissionen auch in den Produktionsemissionen der IT enthalten, weil Komponenten und Geräte auch mit dem Flugzeug transportiert werden. Aus diesem Grund sind auch Vergleiche zwischen IT und anderen Sektoren (etwa der Industrie) oder mit denen ganzer Staaten mit Vorsicht zu genießen.

schildert 30 Beispiele für Umweltvorteile durch Digitalisierung – vom Car Sharing bis zur Gebäudetechnik. Dabei nimmt er Einsparfaktoren an, die zumindest teilweise sehr optimistisch klingen. Beispielsweise geht er davon aus, dass vernetzte Bürogebäude 21 Prozent weniger Heizgas und 14 Prozent weniger Strom benötigen.

Die GSMA lässt dabei auch den Aufwand für die digitale Technik außen vor, etwa den Stromverbrauch der nötigen Server. „Der Effekt sollte für jede IT-Anwendung überprüft werden, da unter Umständen der Aufwand für Sensoren und Netzwerk den realen Nutzen übersteigt“, sagt IZM-Forscher Stobbe.

Außerdem berücksichtigt der Verband nur in 2 der 30 Szenarien sogenannte Rebound-Effekte. Das ist nachvollziehbar, weil sie sich schwer fassen lassen. Doch in der Praxis spielen sie immer wieder eine wichtige Rolle. So können Videokonferenzen zwar einerseits Flüge vermeiden. Sie können andererseits aber auch am Anfang von Beziehungen stehen, die zu Flügen führen, die ansonsten vielleicht nie stattgefunden hätten, wie Mike Bernes-Lee in seinem Buch „Es gibt keinen Planet B“ anmerkt.

Das heißt natürlich nicht, dass die positiven Effekte der IT nicht existieren – sie lassen sich jedoch schwer beweisen. Fest steht jedenfalls, dass die Gesamtemissionen der Menschheit in den vergangenen Jahrzehnten trotz zunehmender Vernetzung drastisch gestiegen sind.

(cwo@ct.de) c't

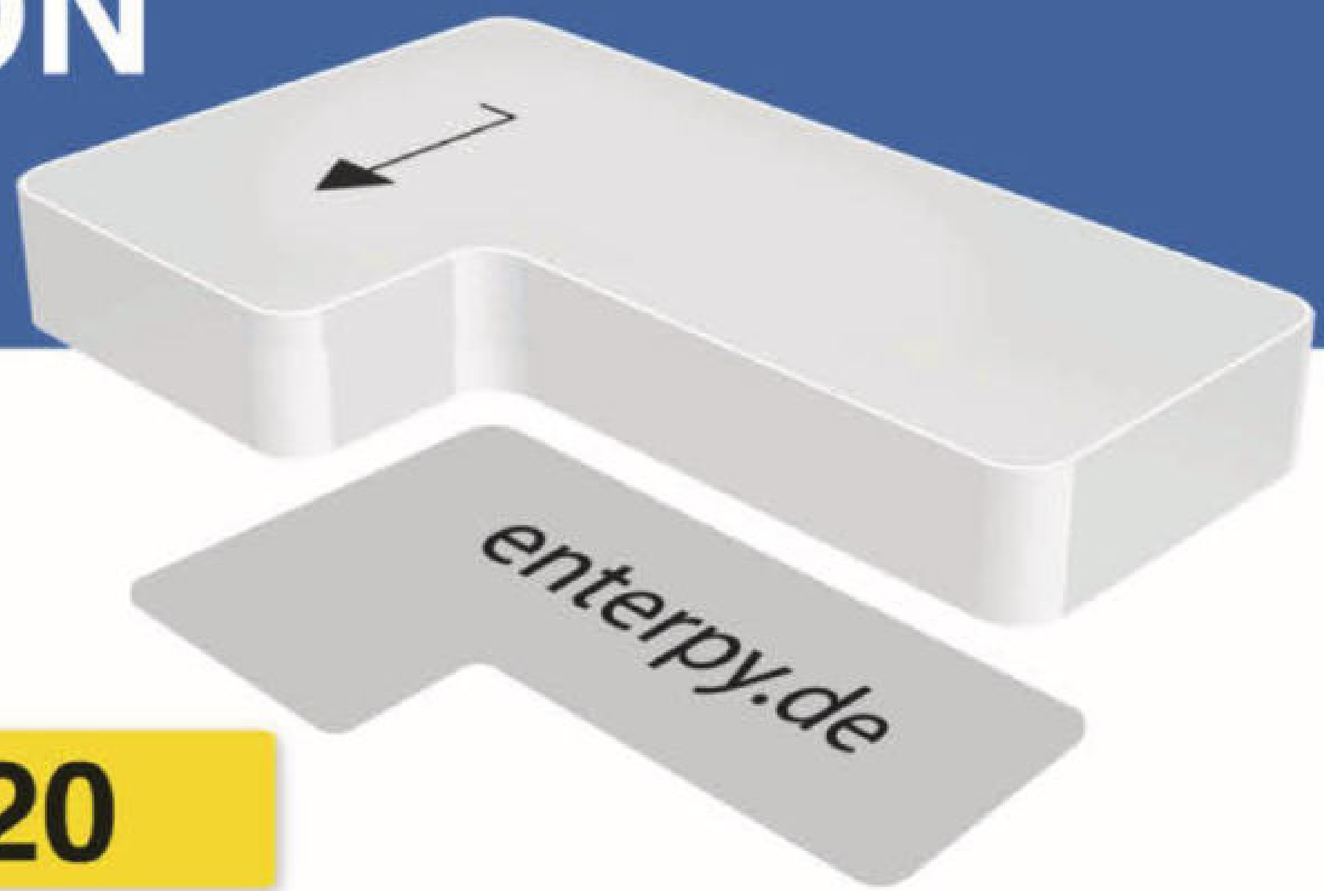
Studien: ct.de/yrng

Faktencheck: Pusten Videos so viel CO_2 in die Luft wie Spanien?

Populär sind in letzter Zeit auch Vergleiche zwischen Emissionen durch Videostreaming auf der einen und einem bestimmten Land auf der anderen Seite. Die Geschichte geht so: Laut Schätzungen des Netzwerk-Zulieferers Cisco entfallen rund 60 Prozent des gesamten Internet-Datenverkehrs auf Videos. Multipliziert man nun diese Datenmasse mit einem grob geschätzten Treibhauseffekt pro Exabyte, dann landet man bei Emissionen, die denen von Spanien entsprechen.

Unterschlagen wird dabei unter anderem, dass der Energiebedarf beim Streaming stark vom verwendeten Endgerät abhängt und die Emissionen wiederum vom jeweiligen Ökostrom-Anteil in den verschiedenen Ländern. Bestätigen oder widerlegen lassen sich solche pauschalen Aussagen deshalb nicht. Berücksichtigen sollte man auch, dass Werte doppelt gezählt werden, weil die Emissionen eines Landes zu einem Teil aus Emissionen durch IT bestehen.

in Business, Web & DevOps
DIE NEUE KONFERENZ FÜR PYTHON



enterPy
25.-26. Mai 2020
Congress Center Rosengarten, Mannheim
iX MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK
heise Developer
dpunkt.verlag



Bild: Thorsten Hübner

Streamen ohne Schuldgefühle

Klimaschutz: Was Nutzer tun können

Auch im digitalen Alltag kann man das Klima schonen. Das heißt jedoch nicht, dass man auf seine Lieblingsserien verzichten muss.

Von Christof Windeck und Christian Wölbert

Außer über den Energiehunger der globalen IT wird auch oft über die Klimaschädlichkeit konkreter Anwendungen diskutiert. Vor allem Online-Videos werden dabei angeprangert. „Streaming ist das neue Fliegen“, titelte die Neue Zürcher Zeitung vor ein paar Monaten. Und die Nachrichtenagentur AFP meldete, eine halbe Stunde Streaming verursache so viel CO_2 „wie eine Autofahrt von 6,28 Kilometern“.

Im selben Atemzug werden Nutzer aufgefordert, ihren Serienhunger zu zügeln. So wirbt die französische Klima-Denkfabrik „The Shift Project“ für „digitale Nüchternheit“. Manch einer schlägt sogar vor, wieder zur DVD zu greifen statt zu streamen.

Doch viele der durch das Netz geisternden Zahlen und Vergleiche stellen sich bei näherem Hinsehen als fragwürdig heraus. Bevor wir zu unseren Klimaschutztipps kommen, klären wir deshalb zunächst ein paar Grundlagen.

Dreisatz

Den Energiebedarf von Anwendungen wie Streaming kann man grob in drei Blöcke unterteilen: das Endgerät, die Netze und die Rechenzentren. Den Verbrauch der Geräte kann man messen oder aus der Akkulaufzeit ableiten. Aktuelle Smartphones benötigen zum Videoabspielen etwa 1 bis 3 Watt. Tablets liegen eher bei 3 bis 5 Watt, Laptops bei 6 bis 20 und Fernseher bei 30 bis über 200 Watt, je nach Modell.

Eine oft zitierte Studie von „The Shift Project“ beruht in diesem Aspekt auf fragwürdigen Annahmen. Sie geht bei Smartphones von rund 6 Watt aus, was viel zu hoch ist. Umgekehrt ignoriert sie den viel höheren Stromverbrauch von TV-Geräten – obwohl Netflix meldete, dass seine Videos im Jahr 2018 zu 70 Prozent an Fernsehgeräten konsumiert wurden.

Bezüglich der Netze und Rechenzentren muss man notgedrungen mit groben Schätzwerten arbeiten. Aus Nutzerperspektive kann man nämlich nur raten, woher der Videostream kommt, welchen Weg er durch das Internet nimmt und wie viel Strom die beteiligte Hardware verbrät (und ob es sich dabei um Ökostrom handelt). Genauso unklar ist der Anteil eines einzelnen Streams an der Leistungsaufnahme des jeweiligen Servers oder Switches.

Der Netzwerkausrüster Ericsson hat kürzlich Schätzwerte für das Beispiel Videostreaming veröffentlicht (siehe ct.de/y4f3). Er berücksichtigt das Netzwerk in der Wohnung des Nutzers mit 5 Watt; 10 Watt rechnet er für alle weiteren beteiligten Netze und Rechenzentren hinzu. So kommt man auf einen Gesamtstromverbrauch von 0,018 kWh für eine Stunde Streaming am 3-Watt-Smartphone. Am 100-Watt-Fernseher wären es 0,115 kWh. Mit dem deutschen Strom-Mix entspricht das einem CO_2-Ausstoß von 9 respektive 56 Gramm.

Streaming nicht verteufeln

Ericsson hat als Konzern natürlich ein Interesse daran, digitale Technik in ein grünes Licht zu rücken. Ein unabhängiger Forscher nennt gegenüber c’t höhere Zahlen: Der Green-IT-Experte Ralph Hintemann vom Berliner Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit geht „grob geschätzt“ von 30 bis 500 Gramm CO_2 für eine Stunde Streaming aus, je nach Endgerät, Auflösung und Art der Datenübertragung; Mobilfunk kostet nämlich mehr Energie als Festnetz samt WLAN (wobei über Mobilfunk in der Regel nur kurze Clips gestreamt werden).

Hintemann leitet daraus zwei Erkenntnisse ab. Zum einen betont er, dass

die Klimawirkung stark vom genauen Szenario abhängt. „Zum zweiten ist der CO_2-Fußabdruck der einzelnen Nutzung zwar merklich, aber auch nicht so hoch, dass man Streaming verteufeln sollte."

Zum Vergleich: Pro Kilometer Autofahrt mit einem typischen Benziner kommen aus dem Auspuff etwa 180 Gramm CO_2. Bei sechs Kilometern sind es rund 1080 Gramm. Die oben zitierte Aussage, eine halbe Stunde Streaming schade dem Klima so wie sechs Kilometer Autofahrt, ist also weit übertrieben.

Und die Alternative?

Bevor man aus solchen Rechnungen irgendwelche Schlüsse zieht, muss man noch die Alternativen zum Streaming bedenken. Wer einfach nur auf dem Sofa sitzt und Däumchen dreht, drückt den Strombedarf keineswegs auf Null. Der WLAN-Router schluckt im Leerlauf nicht viel weniger Strom als unter Volllast. Die Infrastruktur zur Cloud hin läuft auch weiter, bestenfalls spart man ein paar Watt, weil die Betreiber dynamisch reagieren.

Und die gute, alte DVD schadet dem Klima mindestens genauso stark wie Streaming. Zu diesem Schluss kommt jedenfalls eine US-Studie aus dem Jahr 2014: Bestellt man die DVD beim Online-Händler, falle der gesamte Energiebedarf inklusive Produktion, Versand, DVD-Player und TV ähnlich hoch aus wie beim Streaming. Fährt man mit dem Auto zur Videothek oder zum Geschäft, schneide die Silberscheibe deutlich schlechter ab (siehe ct.de/y4f3). Obendrein kann man die DVD nicht am sparsamen Handy abspielen, und das WLAN bleibt ja auch eingeschaltet.

Der Ratschlag, weniger Videos zu streamen, hilft dem Klima also nicht unbedingt und kann sogar nach hinten losgehen, je nachdem, was man stattdessen mit seiner Zeit anstellt.

Alltagstipps

Wie also sinnvoll als Privatmensch das Klima schonen? Das Umweltbundesamt nennt als „Big Points" in erster Linie den Einsatz von Ökostrom, Fahrradfahren auf Kurzstrecken, eine gute Wärmedämmung, weniger tierische Lebensmittel und seltener zu fliegen.

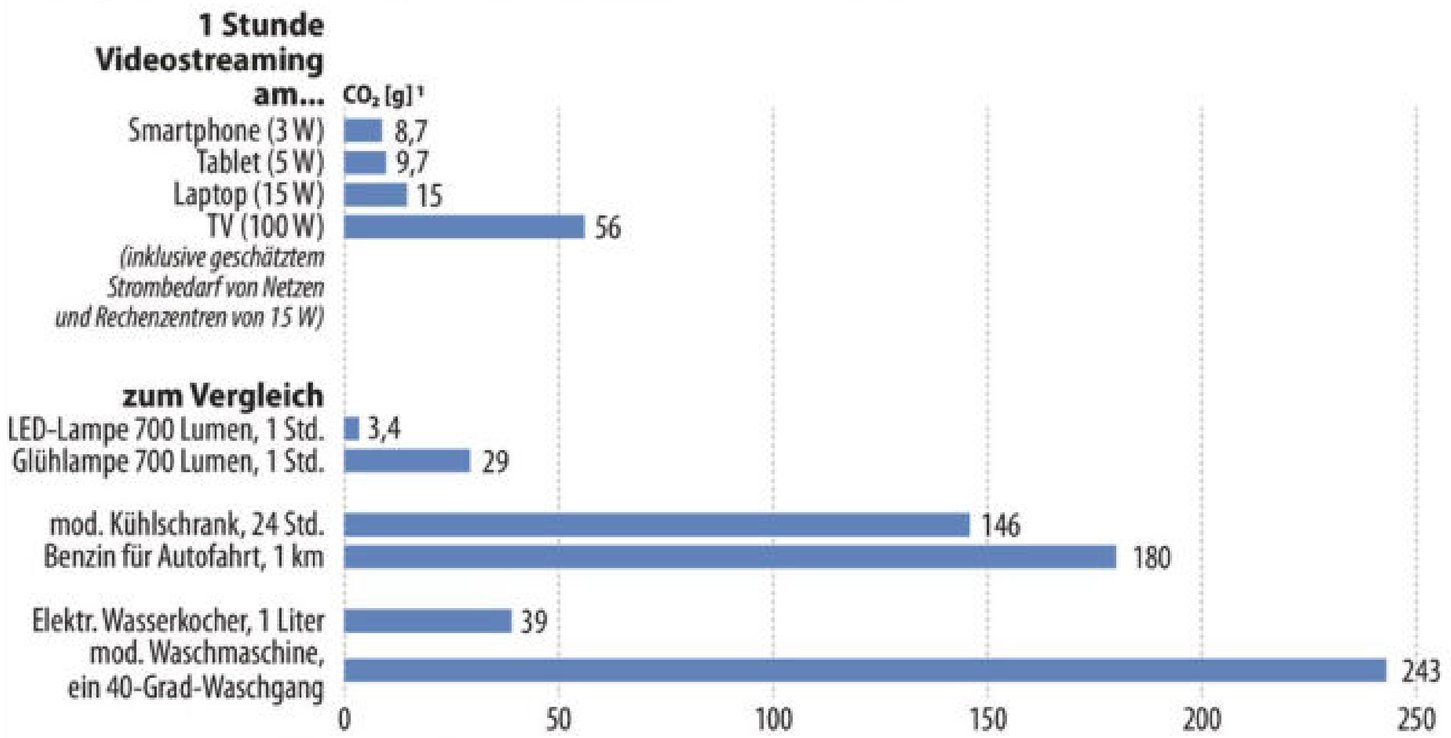
Es lohnt sich aber auch, im IT-Bereich näher hinzusehen. Schließlich macht Kleinvieh auch Mist, und vieles kann man ohne Aufwand oder Komforteinbußen umsetzen. Streamt man nur allein, kann man überlegen, ob das Tablet reicht oder es der 42-Zoll-Flatscreen sein muss. Wer unbenutzte Apps löscht, vermeidet unnötige große Update-Downloads. Und man kann hinterfragen, welche Daten wirklich regelmäßig oder doppelt und dreifach in der Cloud gesichert werden müssen.

Außerdem lohnt es sich, unnötige Stromfresser zu suchen. Im typischen Haushalt verschlingen allein Standby-Geräte 20 bis 100 Watt. Geräte, die selten benutzt werden, aber einen hohen Standby-Verbrauch haben, trennt man am besten über eine schaltbare Steckerleiste vom Strom. Zahlreiche detaillierte Stromsparttipps geben wir in c't 13/2019 [1].

Ein zweiter Hebel ist das möglichst lange Nutzen von Geräten. Bei fast allen IT-Produkten für Privatnutzer überwiegt nämlich der Herstellungsaufwand den Stromverbrauch in der Nutzungsphase. Je länger man sie verwendet, desto klimafreundlicher werden sie ganz von allein. *(cwo@ct.de)* c't

Streaming und das Klima – grob geschätzt

Der CO_2-Ausstoß durch Videostreaming hängt stark vom verwendeten Endgerät ab. Die hier genannten Werte beruhen auf groben Schätzungen des Netzausrüsters Ericsson.



Faktencheck: Braucht eine Google-Suche 1000 Ws Energie?

Ende der 2000er-Jahre kursierten Berichte, laut denen eine einzige Suchanfrage bei Google ebensoviel Strom schlucke wie eine Energiesparlampe pro Stunde braucht. Das war Quatsch, wie Google 2009 in einem Blog-Beitrag klarstellte: Demnach verwandelten die Google-Server seinerzeit pro Anfrage rund 1 Kilojoule Strom in Abwärme, also 1000 Wattsekunden oder 0,0003 kWh. Ob dieser Richtwert heute noch stimmt, verrät Google nicht, denn auch er wurde für die kuriosesten Hochrechnungen missbraucht.

Außerdem blieb der Energiebedarf der Netze, die eine Anfrage zu Google leiten und die Antwort zurück, stets außen vor. Es gibt dermaßen viele Faktoren, die den Energiebedarf einer Suchanfrage beeinflussen, dass sich keine sinnvollen Vergleiche zu anderen Arten der Energienutzung ziehen lassen. Öffentlich verrät Google lediglich, im Jahr 2018 rund 10 Terawattstunden Ökostrom verbraten zu haben – auf welche Dienste wie viel davon entfällt, verschweigt Google ebenso wie die Anzahl der Suchanfragen pro Jahr.

Literatur

[1] Urs Mansmann, c't-Stromspar-Tipps: Energieverbrauch im Haushalt optimieren, c't 13/2019, S. 72

Studien: ***ct.de/y4f3***



Watt-Rennen

Wie Rechenzentren und Datennetze energetisch effizienter werden

Damit der stark wachsende Datenverkehr den Stromverbrauch nicht durch die Decke treibt, muss die Effizienz von Servern, Daten- und Mobilfunknetzen steigen. Dazu optimieren Cloud-Dienstleister, Netzbetreiber und Zulieferer ihre Technik mit Hochdruck.

Von Christof Windeck

Der weltweite Datenverkehr wird in den kommenden Jahren weiter enorm wachsen. Folglich brauchen Rechenzentren mehr Server-Leistung und Speicherplatz, Datennetze höhere Kapazitäten. Das wiederum könnte den Energiebedarf der Informationstechnik hochtreiben. Doch die Betreiber von Rechenzentren und Datennetzen verbessern auch die energetische Effizienz ihrer Technik kontinuierlich. Die Frage lautet also, welcher Faktor überwiegt? Es gibt sowohl Studien, die einen moderaten Anstieg des IT-Energiebedarfs vorhersagen, als auch welche, die vor gigantischem Stromdurst warnen.

Viele Prognosen stammen von Firmen, die Rechenzentren und Datennetze betreiben oder Technik dafür verkaufen. Sie müssen einschätzen, wie effizient kommende Produkte sein müssen, damit sich geplante Dienstleistungen wirtschaftlich rechnen können. Diese Angaben sind also nicht als präzise Kalkulationsbasis für den weltweiten Stromverbrauch der Informations- und Kommunikationstechnik in

fünf oder zehn Jahren gedacht. Sie zeigen vielmehr auf, an welchen Stellschrauben man zuerst drehen muss, um die Effizienz zu steigern.

Cloud-Dienstleister wie Google und Facebook, die vor allem Werbung verkaufen, erzielen pro Nutzer nur relativ geringe Einnahmen. Damit müssen sie sowohl neue Technik als auch deren Stromverbrauch finanzieren. Telekommunikationsfirmen wiederum wären bei höheren Stromkosten gezwungen, ihre Preise zu steigern, was Kunden vergrault. Anders gesagt: Cloud-Dienstleister und Netzbetreiber haben enormes Interesse an möglichst effizienter Technik. Außerdem müssen sie beim Umstieg auf eine neue Gerätegeneration harte Randbedingungen einhalten: In einem schon vorhandenen Server-Raum erlauben die unterbrechungsfreie Stromversorgung und die Kühlung nur eine bestimmte Leistungsaufnahme pro Rack, mit der Server, Speichersysteme und Switches auskommen müssen. Viele Mobilfunk-Basisstationen wiederum stehen an entlegenen Orten, wo sich eine stärkere Stromzufuhr nur mit teurem Aufwand nachrüsten lässt. Neue 5G-Funktechnik darf deshalb nicht unverhältnismäßig mehr Energie verheizen als bestehende LTE-Komponenten. Wenn die neue 5G-Technik dabei mehr Daten transportiert, ist sie folglich effizienter.

Video-Datenflut

In den vergangenen Jahren hat vor allem Videostreaming die Datenflut anschwellen lassen: Video-on-Demand etwa von Netflix, YouTube, Amazon Prime und aus den Mediatheken der TV-Sender, IPTV-Dienste wie Telekom MagentaTV sowie Social-Media-Videos von Facebook und Instagram. Der Anteil von Videodaten am gesamten IP-Datenverkehr wird auf mindestens 60 Prozent geschätzt und soll weiter wachsen: Erstens durch neue Internetnutzer, denn laut UNESCO und ITU haben bisher weniger als 60 Prozent aller Haushalte weltweit Online-Zugriff. Zweitens haben Online-Videos immer höhere Auflösungen, zunehmend etwa 4K/UHD. Drittens löst Video-Streaming allmählich andere Verbreitungsformen ab, in Deutschland schauen schon mehr Leute IPTV als DVB-T2. Diese Effekte sind eng miteinander verknüpft: Gerade weil die technische Infrastruktur immer leistungsfähiger und effizienter wurde, lässt sich jetzt 4K-Video günstig streamen. Würde neue Technik hingegen die (Strom-)Kosten steigern, so sprängen auch weniger Nutzer auf.

Bei der Energieeffizienz ist lineares Fernsehen per Rundfunksender oder Kabel unschlagbar: Wenige hundert Antennen versorgen riesige Flächen mit Millionen potenziellen Teilnehmern. Jeder Kanal benötigt grob betrachtet nur einen Signalstrom pro Antenne oder Kabel-Speisestation. Beim Streaming hingegen bekommt jeder Empfänger seinen eigenen Datenstrom vom Server, es laufen Millionen individueller Datenverbindungen. Man braucht also viele Server und gewaltige Netzkapazitäten, bei Mobilfunk tausende Antennen.

Den überwiegenden Teil der Streaming-Videodaten liefern gigantische „Hyperscale"-Rechenzentren, wie sie Amazon (AWS), Microsoft (Azure), Google und die chinesischen Firmen Alibaba, Tencent und Baidu betreiben. Auf die elf größten Hyperscaler entfielen 2018 mehr als 80 Prozent aller weltweiten Investitionen in Rechenzentren, schätzt Intersect360. An dieses Oligopol verkauft Intel nach eigenen Angaben mehr als die Hälfte aller „Xeon"-Prozessoren, die mit 95 Prozent Anteil in Servern dominieren.

Die riesigen Datenfabriken arbeiten effizienter als kleinere und ältere Rechenzentren: Sie lasten ihre Server höher aus, viele Standorte kommen ohne stromdurstige Kältemaschinen aus. Server-Hardware und Stromversorgung sind auf höchste Wirkungsgrade getrimmt; dazu kooperieren einige Hyperscaler im Open Compute Project (OCP). Kleinere Rechenzentren spielen für das Wachstum der Datenfluten keine wesentliche Rolle. Immer mehr Firmen mieten Cloud-Leistung, statt eigene Server zu kaufen. Der Servermarkt wächst im Wesentlichen durch die Hyperscaler. Hier muss also die Effizienz weiter steigen.

Netzwerkverkehr

Die wichtigste Zahlenbasis für den IP-Datenverkehr liefert die Firma Cisco, die weltweit rund die Hälfte aller Netzwerk-Switches für Rechenzentren verkauft. Daher gilt der Cisco Visual Networking Index (VNI) als glaubwürdige Quelle, die Daten beziehen sich aber im Wesentlichen auf das Jahr 2017 – die Schätzwerte ab 2018 sind noch unsicherer. Laut VNI macht der Internet-Datenverkehr etwa 80 Prozent am gesamten IP-Traffic aus. Von den Internet-Daten entfallen wiederum rund 80 Prozent auf Privatleute, Tendenz steigend. 2017 übertrugen Mobilnetze erst rund 13 Prozent des privat genutzten Internet-Traffics, doch hier erwartet Cisco die größten Steigerungen. 2021 sollen schon 22 Prozent der Daten durch die Luft fliegen.

Insgesamt soll das private Datenvolumen von 2019 bis 2021 um mehr als 60 Prozent anschwellen, besonders stark in Asien (2017: 35 Prozent, 2021 dann 43 Prozent) und in den USA (34/29 Prozent). Europa hat nur 20 Prozent Anteil, Tendenz fallend.

2017 schätzte Cisco den Anteil der Internet-Videodaten bei Privatnutzern auf 73 Prozent, bis 2021 sollen es 80 Prozent werden. Der „Global Internet Phenomena Report" der US-Firma Sandvine bezifferte jedoch für das Jahr 2019 den Anteil von Videodaten an allen Downloads mit nur 60 Prozent. Das zeigt, wie wackelig die Datenbasis ist. Wie lange das Wachstum der Videodaten in den kommenden Jahren anhält, ist ebenfalls unklar. So kommen zwar in vielen Ländern neue Netzteilnehmer hinzu, aber die Zahl der Menschen auf der Welt wächst nicht ins Unendliche und kaum jemand schaut mehrere Videos



Mobilfunk überträgt weltweit höchstens ein Fünftel aller Daten, schluckt aber mehr als die Hälfte der Energie sämtlicher Datennetze.

gleichzeitig. Bisher zeichnet sich auch noch kein starker Trend zur 8K-Auflösung ab.

Eines Tages könnte der Anteil der Maschinenkommunikation zulegen. Das Internet der Dinge (IoT) wächst rasant, Sensoren in smarten Städten und Videos von Überwachungskameras erfassen unzählige Daten. Was davon aber bereits von lokalen KI-Prozessoren oder in sogenannten Edge-Rechenzentren vorverarbeitet und ausgefiltert wird, kann man aus heutiger Sicht nur raten.

Physikalische Grundlagen

Jahrzehntelang stieg die Effizienz von Servern dank des Moore'schen Gesetzes. Demnach verdoppelt sich die Anzahl der Funktionen pro (CMOS-)Chip etwa alle zwei Jahre. Bleibt die Leistungsaufnahme pro Chip dabei auf ähnlichem Niveau, steigt auch die Rechenleistung pro Watt erheblich. Seit einigen Jahren wird über das Ende des Moore'schen Gesetzes diskutiert, doch AMD verdoppelte 2019 in der zweiten Generation des Serverprozessors Epyc sowohl die Anzahl der CPU-Kerne als auch die der Gleitkomma-Rechenwerke pro Kern. Für bestimmte Rechenoperationen ergibt sich daraus die vierfache Effizienz.

Künstliche Intelligenz (KI) steckt hinter vielen neuen Cloud-Diensten und benötigt extrem viel Rechenleistung. Doch bei der noch vergleichsweise jungen KI-Technik gibt es gewaltige Optimierungen, teilweise bloß dank besserer Software. Intel nennt für Xeons etwa eine Beschleunigung um den Faktor 30 innerhalb von zwei Jahren. Derzeit arbeiten weltweit über 100 Firmen an spezialisierten KI-Chips mit höherer Effizienz.

Superschnelle Server-SSDs, die ganze Batterien lahmer Festplatten ersetzen, tragen ebenfalls zu Verbesserungen bei – genau wie Festplatten, die bei ähnlicher Leistungsaufnahme pro Laufwerk immer mehr Daten fassen. Mit Hochdruck arbeitet die IT-Branche auch an schnelleren PCI-Express- und Ethernet-Versionen für mehr I/O-Leistung pro Watt. Während Ethernet-Schnittstellen von Büro- und Privat-PCs seit Jahren bei 1 Gigabit pro Sekunde (Gigabit Ethernet, GE) festhängen, kamen in Rechenzentren schon vor zehn Jahren 10GE-Karten zum Einsatz. Mittlerweile gibt es 100GE- und erste 400GE-Karten.

Datenübertragung braucht Energie: Das Signal des Senders wird auf dem Transportweg schwächer, muss aber beim Empfänger noch so stark sein, dass er Einsen sicher von Nullen unterscheiden kann. Für schnelle Datenverbindungen ist derzeit Glasfaser das effizienteste Transportmittel. Das Licht überträgt extrem hohe Datenraten und bleibt gebündelt in der Faser, wird also erst nach langen Strecken zu schwach. Bestehende Glasfaserleitungen – etwa in Seekabeln – lassen sich mit verbesserten Transceivern oft auch nachträglich auf noch höhere Datenraten hochrüsten. Weniger effizient sind elektrische Leiter, bei denen das Signal schon nach kürzeren Distanzen aufbereitet werden muss, was zusätzlichen Strom braucht.

Am meisten Watt pro Gigabit verschlingen drahtlose Netze, weil sich die von der Antenne abgestrahlte Energie im Raum verteilt. Auch bei Richtantennen sinkt die Feldstärke mit wachsender Entfernung rasch ab. Hindernisse – Wände in Innenräumen, Häuser und Hügel im Freien – dämpfen Funkwellen stark. WLAN-Empfänger in Notebooks und Smartphones liefern deshalb nur nahe beim Sender die höchsten Datenraten. Für eine gute Mobilfunkversorgung großer Bereiche sind höhere Sendeleistungen oder zusätzliche Sender nötig, beides frisst Energie.

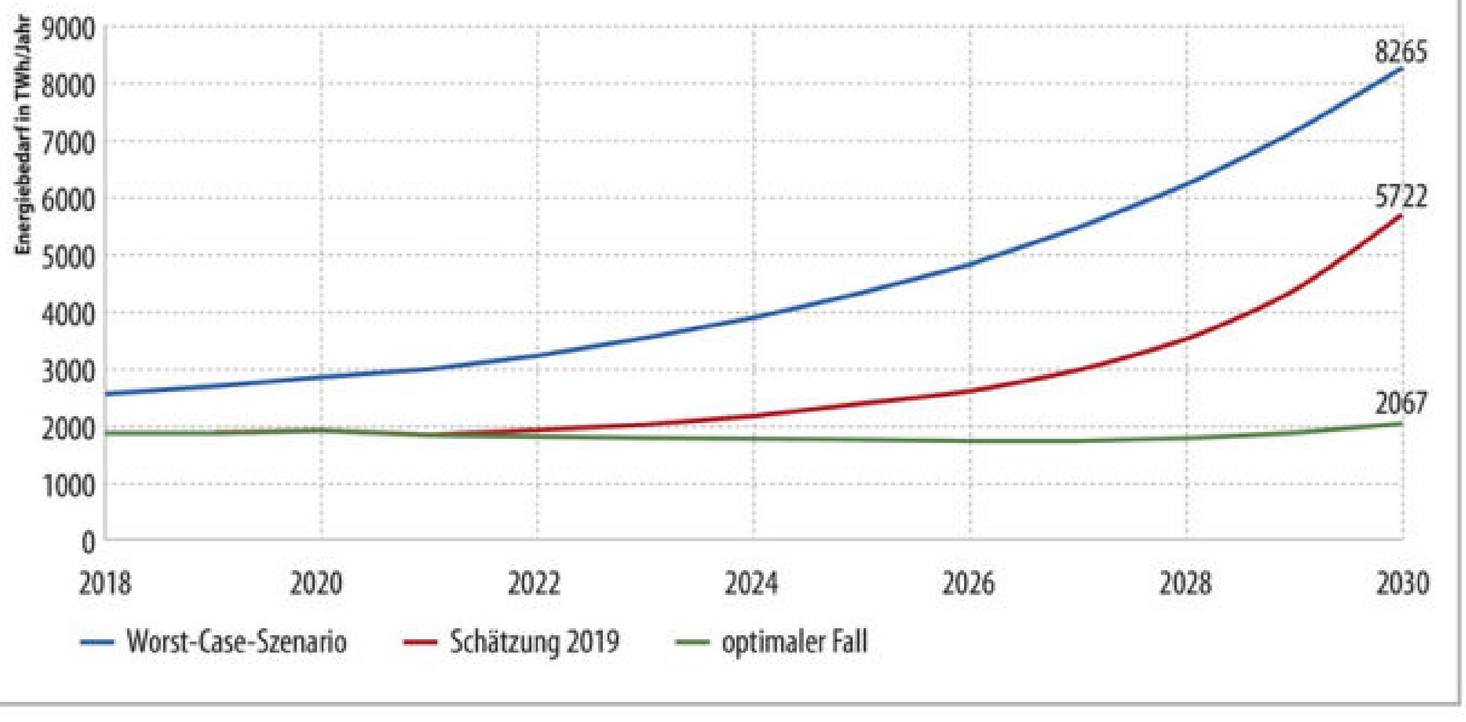
Derzeit schätzen Experten, dass Mobilfunknetze mehr als die Hälfte der Energie aller weltweiten Datennetze verheizen, obwohl sie weniger als ein Fünftel der Datenmengen übertragen. Bei der Entwicklung neuer Mobilfunkstandards spielt höhere Effizienz daher eine große Rolle. Pro Giga- oder Megabyte gerechnet ist 5G effizienter als LTE (4G) und LTE wiederum effizienter als UMTS (3G).

Schätzfehler

Während völlig klar ist, dass die IT-Infrastruktur effizienter werden muss, gibt es sehr unterschiedliche Einschätzungen über die bereits erzielten Fortschritte und weit auseinanderliegende Prognosen. Bisher existieren keine internationalen Regeln oder gar Meldepflichten für IT-Energieverbrauch. Daher veröffentlichen die Firmen vor allem Zahlen, die sie in gutem Licht zeigen. So verrät Google zwar, 2018 insgesamt rund 10 Terawattstunden (TWh), also 10 Milliarden Kilowattstunden Strom verbraucht zu haben, der vollständig aus regenerativen Quellen stammte. Doch welche Anteile davon auf Suchdienste, auf Cloud-Dienstleistungen für Unternehmen oder auf Dienstreisen von Mitarbeitern entfielen, schlüsselt Google nicht auf.

Prognosen zum jährlichen IT-Stromverbrauch

Dr. Anders Andrae von Huawei Schweden forscht seit Jahren zum Energiebedarf der weltweiten Informations- und Kommunikationstechnik. Anfang 2019 veröffentlichte er eine Metastudie, in der er mehrere Prognosemodelle zu diesem Thema vergleicht. Demnach ist anzunehmen, dass der weltweite IT-Energiebedarf wegen stark steigender Datenmengen, höherem Rechenaufwand pro Bit und zunehmendem Anteil der 5G-Mobilfunknetze nach 2022 stark anwächst. Im ungünstigsten „Worst Case"-Szenario könnte sich der IT-Stromverbrauch von knapp 3000 Terawattstunden (TWh) im Jahr 2018 bis 2030 fast verdreifachen. Im besten Fall bleibt er annähernd konstant. Dr. Andrae erwartet allerdings eine Entwicklung zwischen den Extremen, weil er davon ausgeht, dass sich die Energieeffizienz von Prozessoren und Rechenbeschleunigern nach 2025 nicht mehr so rasch verbessern lässt wie bisher.



Alle Studien zum IT-Stromverbrauch rechnen folglich nicht etwa mit tatsächlich gemessenen Daten, sondern mit Schätzwerten. Oft ist sogar unklar, auf welches Jahr sie sich beziehen. Das ist problematisch, weil sich IT viel schneller entwickelt als beispielsweise Landwirtschaft oder Luftverkehr. Zudem fehlen historische Vergleichsdaten: Das Geschäftsmodell der Hyperscale-Rechenzentren existiert seit kaum mehr als zehn Jahren. Fünf bis acht Jahre alte Schätzwerte sind für die heutige digitale Infrastruktur daher fragwürdig.

Masseneffekte

Viele Prognosen stützen sich im Wesentlichen auf zwei Faktoren: Erstens auf die für kommende Jahre geschätzten Datenmassen, zweitens auf den geschätzten Energiebedarf pro Byte oder eher Exabyte, der bei deren Verarbeitung in Rechenzentren und Endgeräten sowie beim Transport in Datennetzen anfällt. Das recht anschauliche Verfahren birgt jedoch Fallstricke.

Jedes Prognosemodell geht von bestimmten Annahmen aus, wie sich die Datenfluten auf die sehr unterschiedlich effizienten Glasfaser-, Kupferleitungs- und Mobilfunknetze verteilen. Dadurch lassen sich verschiedene Studien nur schwer vergleichen. Und bei privaten Heimnetzen, die den größten Teil der Videodaten zu Endgeräten transportieren, gibt es einen systematischen Fehler: Hier hängt der Stromverbrauch kaum von der Datenmenge ab. Denn eine Fritzbox läuft rund um die Uhr, egal ob man Videos schaut oder nicht, und bei starker Netzlast schluckt sie bloß 2 bis 4 Watt mehr als im Leerlauf.

Höchst unscharf ist auch die Abgrenzung, welche Geräte nun zur Informations- und Kommunikationstechnik gezählt werden oder nicht. Wie würden Sie einen intelligenten Stromzähler einordnen oder einen Fernseher? Letzterer läuft in einem deutschen Haushalt rund 220 Minuten täglich – aber welcher Anteil davon entfällt auf Videostreaming und welcher auf energetisch effizienteres TV per Kabel oder Satellit?

Auch beim Umrechnen des Stromverbrauchs in Klimawirkung lauern verzerrende Pauschalisierungen. In Deutschland fallen bei der Erzeugung von 1 kWh Strom weniger als 500 Gramm CO_2 an, in Polen oder auch China wegen der vielen Kohlekraftwerke deutlich mehr und in Norwegen dank der Wasserkraft unter 20 Gramm. Die Aussagen weltweiter Studien gelten also nur sehr eingeschränkt auch für ein bestimmtes Land.

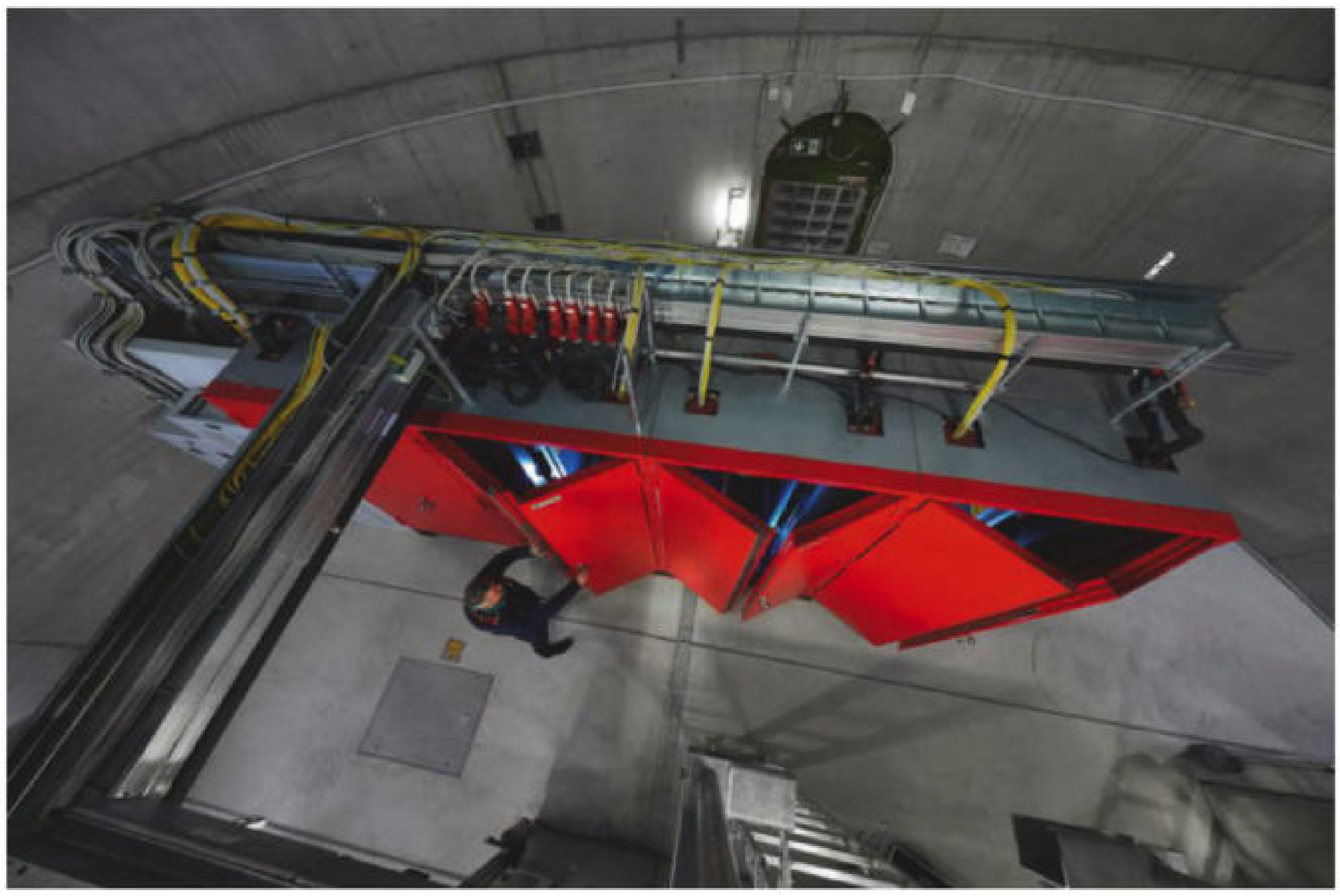


Bild: Windcores

Server-Racks im Windrad-Turm: Durch enge Kopplung an regenerative Energiequellen lässt sich der IT-Stromverbrauch begrünen.

Studien-Vergleich

Mehrere jüngere Studien zum IT-Energiebedarf, deren Datenbasis aber heute oft schon 7 bis 10 Jahre alt ist, sehen den größten Anteil am Strombedarf bei den Datennetzen. Die Rechenzentren haben demnach nur einen Anteil von 10 bis 15 Prozent, ebenso der Verbrauch der Endgeräte. 70 bis 80 Prozent des Energiebedarfs entfallen demnach auf die Datennetze, davon wiederum der größte Teil auf die Mobilfunknetze. Der größte Teil der Videodaten fließt freilich über DSL-Leitungen und heimisches WLAN, Mobilfunk kracht bei 4K-Video schnell in die Volumengrenze.

Laut Dr. Anders Andrae von Huawei Schweden könnte sich die Verteilung des Energiebedarfs in den späten 2020er-Jahren stärker zu den Rechenzentren verschieben. Als eine Ursache nennt er den zunehmenden KI-Einsatz, die den Rechenaufwand pro Bit deutlich anwachsen lässt. Außerdem erwartet er, dass sich die Energieeffizienz von Serverprozessoren und Rechenbeschleunigern nach 2025 nicht mehr so schnell steigern lässt wie bisher. Denn dann dürfte die Halbleiter-Fertigungstechnik bei 3- und 2-Nanometer-Strukturen angekommen sein und bisher ist nicht klar, wie es danach weitergehen wird.

Auch Halbleiter-Hersteller wissen, dass Strukturverkleinerung alleine künftig nicht mehr ausreichen wird, um die Effizienz im nötigen Maßstab zu steigern. Sie arbeiten daher schon an vielen Maßnahmen, die man zusammenfassend als „More than Moore“ bezeichnet. Dazu gehören etwa lagenweise gestapelte (3D-)Chips, um möglichst viel Rechenleistung und schnellen Speicher zu kombinieren (High Bandwidth Memory, HBM). Das verkürzt die Distanzen der Datentransporte, die relativ viel Energie verschlingen – in Supercomputern, die aus tausenden Rechenknoten bestehen, schon mehr als die eigentlichen Berechnungen. Auch die Kombination mehrerer spezialisierter Rechenbeschleuniger in einem gemeinsamen Chip kann die Effizienz steigern. Zudem tüfteln die Chip-Firmen neue Transistorbauformen aus, etwa mit Nanosheets oder Gate-All-Around (GAA). Verbesserungen erhofft man sich auch von Alternativen zur dominierenden CMOS-Siliziumtechnik, etwa von Schaltungen aus Kohlenstoff-Nanoröhrchen.

Welche Effizienzsteigerungen die bisher noch nicht serientauglichen Innovationen bringen werden, lässt sich jedoch nicht konkret vorhersagen. Daher ist es sehr schwer, den IT-Energiebedarf für die Zeit nach etwa 2025 einzuschätzen. Klar ist aber: Strom kostet Geld und steigende Preise dürften allzu hitzige Wachstumsfantasien deutlich abkühlen. Bleibt zu hoffen, dass das auch fürs Klima gilt. *(ciw@ct.de)* c't



Bild: Thorsten Hübner

Gernegrün

Die Klimabilanzen der Tech-Riesen

Amazon, Apple, Facebook, Google und Microsoft feiern sich als Klimaschutzvorreiter. Man sollte allerdings auch das Kleingedruckte in ihren Umweltberichten lesen. Dann sieht man, wer sich ernsthaft bemüht und wer Greenwashing betreibt.

Von Christof Windeck und Christian Wölbert

Die großen Tech-Konzerne sprechen gerne und ausführlich über Klimaschutz. Sie setzen sich Ziele und veröffentlichen jährlich umfangreiche Umweltberichte. Darin beziffern Amazon, Apple, Facebook, Google und Microsoft auch ihre CO_2-Fußabdrücke.

Es wäre allerdings wenig sinnvoll, die Konzerne anhand dieser Daten miteinander zu vergleichen. Erstens unterscheiden sich ihre Geschäftsfelder zu stark voneinander. Facebook betreibt vor allem Rechenzentren, Apple entwickelt und verkauft in erster Linie Hardware, Amazon macht alles Mögliche. Zweitens weichen auch die Methoden zur Berechnung der Emissionen erheblich voneinander ab.

Trotzdem stecken in den Umweltberichten viele spannende Informationen. Sie verraten zum Beispiel, was hinter Werbeversprechen wie „CO_2-neutral“ oder „100 Prozent Ökostrom“ steckt. Beides klingt nach ultimativer Umweltfreundlichkeit, doch die Realität sieht oft anders aus. Man könnte auch von Greenwashing sprechen.

Nicht wirklich neutral

Das gilt vor allem bei der Aussage, ein Unternehmen wirtschafte CO_2-neutral („carbon neutral“). Google wirbt seit 2007 damit, Microsoft seit 2012. Amazon will 2040 so weit sein (siehe Kästen).

CO_2-Neutralität bedeutet keineswegs, dass ein Unternehmen keine Emissionen mehr verursacht. Stattdessen ist gemeint, dass diese mit Zertifikaten kompensiert werden. Man bezahlt irgendjemanden dafür, irgendwo anders auf der Welt weniger Treibhausgase zu produzieren, zum Beispiel durch den Bau von Biogasanlagen auf Bauernhöfen. Bekannt ist das Prinzip von Dienstleistern wie Atmosfair, mit denen auch Privatleute ihre Flüge kompensieren können.

Experten sehen Kompensation kritisch. Sie reiche nicht aus, „um das globale Problem des Klimawandels zu lösen“, betont das Umweltbundesamt. Erster Schritt müsse stets sein, den eigenen CO_2-Fußabdruck so gut es geht zu minimieren, zum Beispiel mit erneuerbaren Energien oder einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft, sagt eine Sprecherin.

Außerdem haben Microsoft und Google das Versprechen der CO_2-Neutralität bislang nur auf bestimmte Kategorien ihrer Emissionen bezogen. Unter dem Strich kompensierten sie deshalb nur einen Bruchteil aller Treibhausgase, die sie direkt oder indirekt verursachten. Immerhin: Microsoft hat sich vor Kurzem deutlich ehrgeizigere Ziele gesetzt.

Echter und fragwürdiger Ökostrom

Hinterfragen kann man auch manche Werbeaussagen zum Thema erneuerbare Energien. Einige Konzerne verwenden den Begriff auch dann, wenn sie lediglich Ökostrom-Zertifikate kaufen (Herkunftsnachweise oder Renewable Energy Certificates, RECs).

Die Zertifikate belegen allerdings nur, dass irgendwo Strom etwa aus Wasserkraft ins Stromnetz eingespeist wurde. Sie sorgen meistens nicht dafür, dass neue Windräder oder Solaranlagen gebaut werden. Sie verschieben lediglich den Anteil der bereits vorhandenen regenerativen Energie zu bestimmten Verbrauchern, die dafür zahlen. In vielen Regionen der Welt sind die Zertifikate mangels Nachfrage zu Spottpreisen zu haben. Entsprechend kritisch werden sie von Umweltschützern gesehen.

Hilfreich beim Klimaschutz sind erneuerbare Energien dann, wenn zusätzlicher grüner Strom generiert wird – zum Beispiel durch neue Solaranlagen auf dem Dach eines Rechenzentrums oder durch einen Vertrag mit einem Energieversorger, der daraufhin neue Öko-Kraftwerke baut.

Klimatrends

Unter dem Strich ist wichtig, wie sich die Emissionen eines Konzerns von Jahr zu Jahr entwickeln. Sinken sie (zum Beispiel dank Ökostrom) oder steigen sie zusammen mit dem Umsatz immer weiter? Ein

eindeutiger Trend lässt sich bei Apple identifizieren: Der iPhone-Hersteller meldet seit einigen Jahren kontinuierlich sinkende CO_2-Werte.

Amazon hingegen veröffentlicht überhaupt erst seit einem Jahr seinen CO_2-Fußabdruck. Bei Facebook fehlen noch wichtige Daten zu indirekten Emissionen, und Google erfasst diese erst seit einem Jahr.

Halbwegs realistisch und damit vergleichbar sind übrigens nur die Angaben zu den direkten Emissionen („Scope 1“) und die Emissionen durch zugekaufte Energie („Scope 2“). Unter Scope 1 fällt zum Beispiel das, was aus dem Auspuff eines Firmenwagens oder aus dem Schornstein eines Firmengebäudes kommt. Scope 2 umfasst die Emissionen der Kraftwerke, von denen die Firma Strom oder Wärme bezieht.

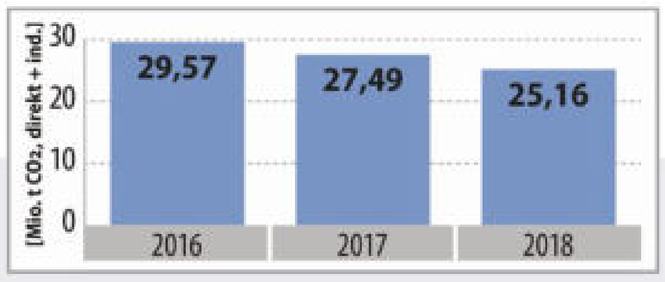
Scope 1 und Scope 2 stehen jedoch in der Regel nur für einen Bruchteil der Emissionen. Den Löwenanteil bilden indirekte Emissionen durch die Aktivitäten von Partnern, Zulieferern oder Kunden („Scope 3“). Darunter fällt zum Beispiel die Herstellung von zugekauften Produkten, etwa von Servern für Rechenzentren. Auch die Produktion von Apples iPhones, iPads und Mac-Books, von Googles Pixel-Smartphones, Amazons Kindles und Microsofts Surfaces fällt unter Scope 3, denn die Fabriken werden von Zulieferern betrieben.

Das Problem: Die Methoden zur Berechnung des Scope 3 unterscheiden sich von Konzern zu Konzern massiv. Zum Beispiel erfasst Facebook nur drei Kategorien, bei Microsoft sind es zehn. Zwar werden die Klimabilanzen der Konzerne in der Regel von externen Auditoren bestätigt. Diese achten aber nur auf die korrekte Anwendung der einschlägigen Standards. Ob die Zahlen die tatsächlichen Emissionen realistisch widerspiegeln, spielt keine Rolle. *(cwo@ct.de)* c't



Bild: Facebook

Dieser Windpark in Iowa liefert Strom für Facebook.



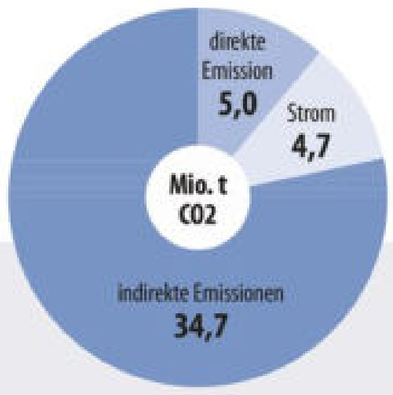
Apple

Der iPhone-Konzern selbst ist nur die Spitze des Eisbergs: Der Großteil der Emissionen entsteht bei gigantischen Auftragsfertigern wie Foxconn oder Pegatron und vorgelagerten Komponentenherstellern wie Intel oder Infineon. Immerhin erfasst Apple seit vielen Jahren auch Umweltdaten seiner Lieferkette. So kann der Konzern die größten CO_2-Brocken identifizieren und gegensteuern.

Das scheint zu funktionieren. In den vergangenen Jahren ging der berichtete CO_2-Ausstoß kontinuierlich zurück, obwohl die Verkaufszahlen gestiegen sind. Apple erklärt das unter anderem mit der Umstellung der Zuliefererfabriken auf Ökostrom und mit dem Einsatz von recyceltem Aluminium. Der Rückgang seit 2016 beträgt etwa 15 Prozent. Bis zur klimaneutralen Produktion ist es also noch ein sehr weiter Weg, vor allem, wenn man bedenkt, dass die einfachen Aufgaben normalerweise zuerst angegangen werden.

Apple wirbt seit 2014 damit, alle Rechenzentren zu 100 Prozent mit erneuerbarer Energie zu betreiben. Seit 2018 gilt diese Aussage auch für die Läden, Büros und sonstigen Standorte. Laut Umweltbericht stammten Anfang 2019 „ungefähr 66 Prozent“ dieses Ökostroms aus Kraftwerken, deren Bau Apple selbst angeschoben hat, zum Beispiel durch Finanzierung oder Abnahmegarantien. Den restlichen Ökostrom kauft Apple bei „jüngeren Projekten in nahegelegenen Märkten“, als Ökostromtarif vom örtlichen Versorger oder in Form von Zertifikaten. „Bald“ will Apple seinen gesamten Stromverbrauch durch eigene Projekte decken. Insidern zufolge nutzt Apple auch Hosting-Dienste der Amazon-Cloud, deren Ökostrom-Anteil geringer ist. Und natürlich nutzen längst nicht alle Hardware-Zulieferer Ökostrom.

- CO_2-Ausstoß rückläufig
- umfassende Berichterstattung
- Zulieferer noch lange nicht grün



Amazon

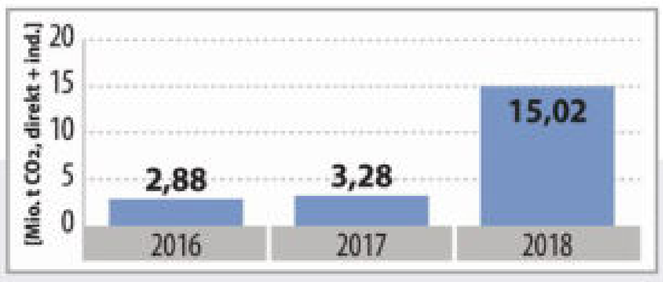
Der Online-Händler stammt zwar wie die anderen Tech-Riesen von der umweltbewegten US-Westküste, hielt sich bis vor Kurzem aber auffällig bedeckt zum Thema Klima. Erst im vergangenen Jahr veröffentlichte er zum ersten Mal eine Emissionsbilanz. Zugutehalten muss man dem Online-Händler, dass er darin viele Kategorien indirekter Emissionen berücksichtigt, etwa Warentransporte zu seinen Logistikzentren, den Versand der Päckchen zu den Kunden und die Herstellung der Kindle- und Echo-Geräte.

Entscheidend wird nun sein, ob Amazon diese Emissionen in Zukunft drücken kann oder ob sie im Gleichschritt mit dem Umsatz wachsen. Zumindest hat Amazon sich Ziele gesteckt: Bis 2030 sollen alle Geschäftsbereiche ausschließlich mit erneuerbarer Energie arbeiten, bis 2040 soll der gesamte Konzern „CO_2-neutral“ sein. Genauer gesagt: Amazon will seine Emissionen reduzieren und den Rest durch Kompensationszahlungen ausgleichen. Wie stark die eigenen Emissionen sinken sollen, sagt das Unternehmen nicht – anders als Microsoft.

Beim Thema Ökostrom ist Amazon noch nicht so weit wie zum Beispiel Google. 2019 stammte 40 Prozent des Stroms aus erneuerbaren Quellen. Dabei zählt der Konzern nicht nur seine Investitionen in neue Wind- und Solarprojekte mit, sondern auch Ökostrom von örtlichen Energieversorgern.

Die Sparte Amazon Web Services (AWS) ist der größte Cloud-Dienstleister der Welt. Aus den AWS-Rechenzentren streamt etwa Netflix seine Videos. 2018 nutzte AWS nach eigenen Angaben „mehr als 50 Prozent erneuerbare Energien“, erklärt das aber nicht genauer. Auch AWS will komplett auf Ökostrom umsteigen.

- umfassende Analyse der Lieferkette
- nennt erst seit Kurzem Klimadaten
- geringer Ökostrom-Anteil



Google

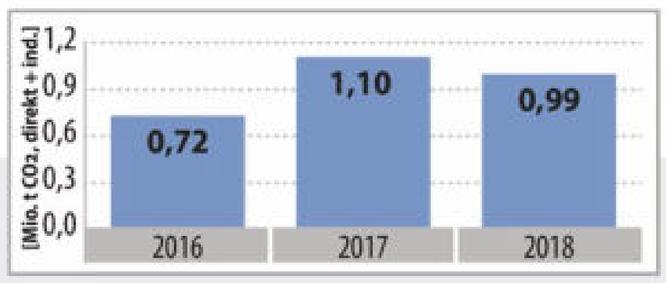
Der Suchmaschinenkonzern bezeichnet sich schon seit 2007 als CO_2-neutral („carbon neutral"). Das heißt natürlich nicht, dass er seitdem kein CO_2 mehr ausgestoßen hat. Stattdessen hat er dieses durch den Kauf von Zertifikaten kompensiert.

Kompensiert wurden laut Googles Umweltbericht allerdings nur bestimmte Kategorien von Emissionen und damit nur ein kleiner Teil des direkten und indirekten Gesamtausstoßes. Der Begriff der CO_2-Neutralität ist deshalb aus unserer Sicht nicht wirklich angebracht.

Google veröffentlicht erst seit 2018 auch Daten zu Emissionen durch die Herstellung von Hardware bei Zulieferern. Das bezieht sich auch auf die Pixel-Smartphones und die Server für Googles riesige Rechenzentren, also keineswegs auf Nebensächlichkeiten. Die berichteten Gesamtemissionen haben sich durch die Änderung der Methode über Nacht fast verfünffacht. Vergleiche mit den Vorjahren haben also wenig Aussagekraft.

Vorreiter ist der Konzern beim Thema erneuerbare Energien. Seit 2017 betreibt er seine Rechenzentren und Büros zu 100 Prozent mit Ökostrom. Er legt Wert auf die Feststellung, dass sämtliche Kapazitäten dafür zusätzlich ans Netz gegangen sind. Er hat also den Bau neuer Windräder und Solaranlagen angeschoben, statt billige Zertifikate älterer Anlagen zu kaufen. Google bezieht nach eigenen Angaben mehr Ökostrom als jedes andere Unternehmen auf der Welt. Das heißt aber natürlich nicht, dass die Hardware-Zulieferer mit sauberem Strom produzieren.

- Ökostrom-Vorreiter
- erst seit Kurzem umfassende Daten zur Lieferkette



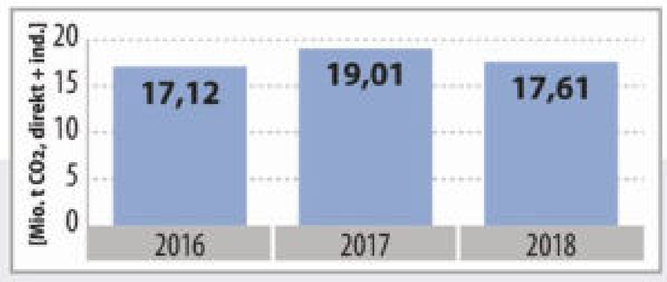
Facebook

Der Betreiber des größten sozialen Netzwerks veröffentlicht für jedes einzelne seiner Rechenzentren Zahlen zum Stromverbrauch und CO_2-Ausstoß. Leider ist er weniger transparent, was seine Lieferkette angeht. Er listet zwar Emissionen durch Bautätigkeiten, Dienstreisen und Pendelwege der Mitarbeiter auf. Die Herstellung der Server und viele weitere Punkte bleiben aber außen vor. Immerhin will der Konzern künftig auch solche Daten veröffentlichen, wie er auf Anfrage erklärt.

Facebook will vom laufenden Jahr an alle Rechenzentren und seine sonstigen Standorte zu 100 Prozent mit Ökostrom versorgen, also mit dem Vorreiter Google gleichziehen. Im Jahr 2018 erreichte der Konzern nach eigenen Angaben einen Anteil von „über 75 Prozent", 2017 waren es 51 Prozent. Wie Google spricht Facebook nur dann von Ökostrom, wenn tatsächlich neue Wind- und Solaranlagen ans Netz gehen.

Außerdem peilt Facebook an, die Emissionen durch seinen operativen Betrieb bis 2020 um 75 Prozent zu senken, im Vergleich zu 2017.

- hoher Ökostrom-Anteil
- kaum Daten zur Lieferkette



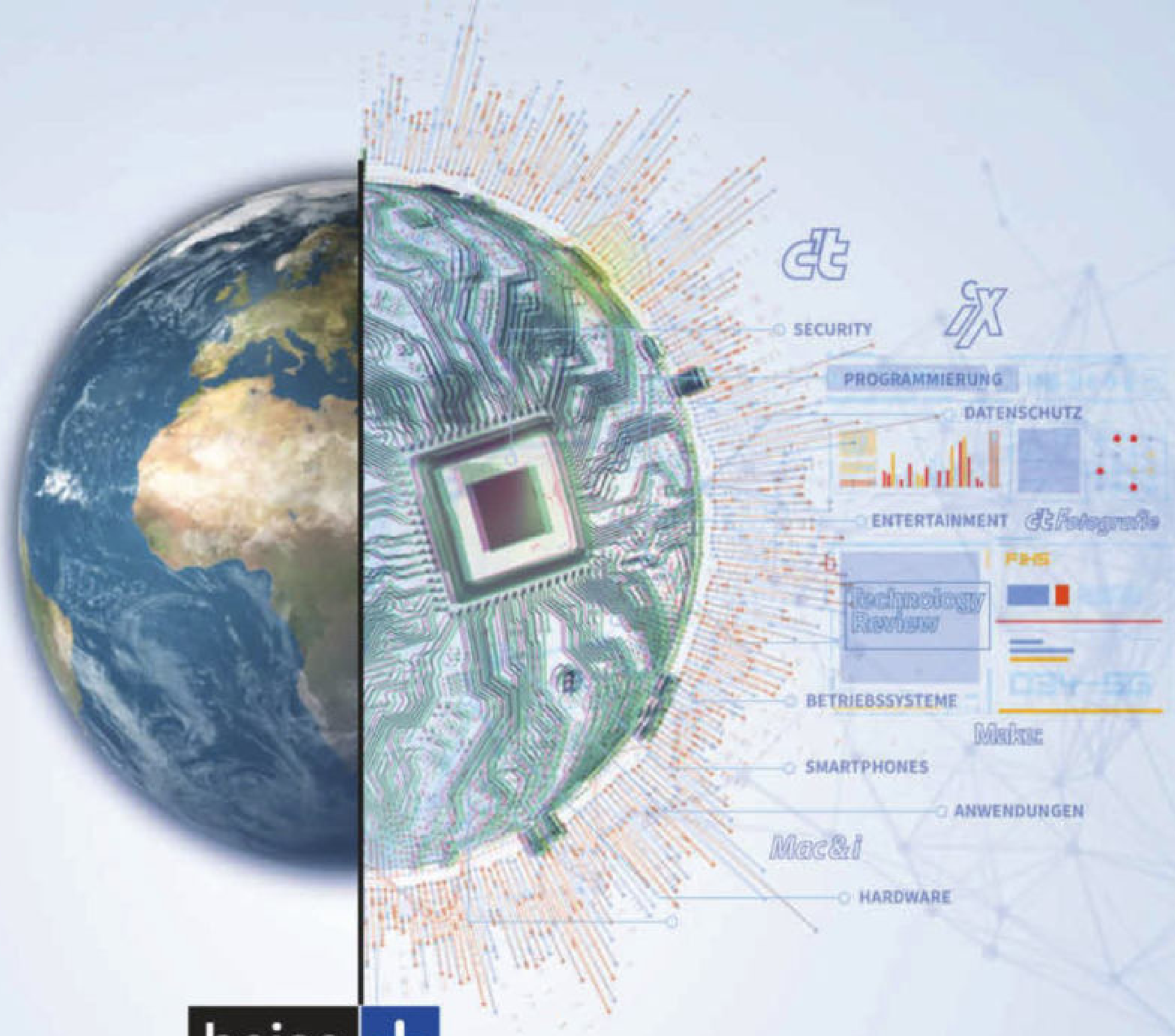
Microsoft

Der Windows-Konzern wirbt seit 2012 mit der Aussage, er wirtschafte CO_2-neutral („carbon neutral"). Wie Google hat Microsoft dafür Kompensationszertifikate gekauft und zwar nur für bestimmte Emissionen. Diese standen 2018 zusammengerechnet nur für rund 4 Prozent des im Umweltbericht genannten direkten und indirekten Ausstoßes. Zugutehalten muss man dem Konzern dabei, dass er relativ viele Kategorien indirekter Emissionen berücksichtigt.

Microsoft wirbt auch mit der Aussage, unternehmensweit zu 100 Prozent erneuerbare Energien zu verwenden. Dabei zählt er aber auch die erwähnt wenig wirksamen Ökostromzertifikate mit. Lässt man diese Zertifikate außen vor, kommt laut Microsoft 60 Prozent des Stroms für die Rechenzentren (nicht für das gesamte Unternehmen) aus erneuerbaren Quellen.

Im Januar erklärte der Vorstand in einem erstaunlich selbstkritischen Blogeintrag, dass die bisherigen Maßnahmen nicht ausreichten, um den Klimawandel zu stoppen. Nun gelten neue, viel ehrgeizigere Ziele: Das Unternehmen will seine direkten Emissionen bis 2025 auf praktisch null drücken und die indirekten bis 2030 mehr als halbieren. Ab 2030 will es sogar „CO_2-negativ" wirtschaften, das heißt, es will mehr CO_2 aus der Atmosphäre entfernen, als es ausstößt. Gelingen soll das zum Beispiel durch Aufforstung und das Absaugen des Gases aus der Atmosphäre mit technischen Mitteln. Bis 2025 will Microsoft zudem zu 100 Prozent Ökostrom verwenden, ohne dafür auf Zertifikate zurückzugreifen.

- sehr ehrgeizige Ziele
- umfassende Berichterstattung
- bislang beschönigende Werbung



c't-Abonnenten lesen bis zu **70 %** günstiger

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 und erhalten Sie Zugang zu allen heise+ Artikeln.

- ✔ Für c't-Plus-Abonnnenten 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 0541 80009 120

Weitere Informationen zum Abo-Upgrade finden Sie unter:

heise.de/plus-info

Ein Angebot von: Heise Medien GmbH & Co. KG • Karl-Wiechert-Allee 10 • 30625 Hannover

Suchbäume

Wie grün ist die Öko-Suchmaschine Ecosia?

Mit Suchanfragen Bäume pflanzen: Das klingt fast zu schön, um wahr zu sein. Doch genau das verspricht die deutsche Suchmaschine Ecosia. Was ist dran an den Versprechungen?

Von Jan-Keno Janssen

Suche im Web und pflanze Bäume“ verspricht die deutsche Suchmaschine Ecosia auf ihrer Website. Dass das viele suspekt finden, erfährt man direkt vor Ort: Tippt man „Ist Ecosia“ in den Suchschlitz, ergänzt Ecosia den Satz automatisch mit „seriös?“. Diese Frage hat sich die c’t-Redaktion auch gestellt – was ist dran am Versprechen und wie soll das überhaupt funktionieren, mit Suchen Bäume zu pflanzen?

Genau genommen löst eine Suchanfrage freilich keine Baumpflanzung aus. Ecosia unterstützt vielmehr mit seinen Werbeerlösen Aufforstungsprojekte. Konkret verdient die Suchmaschine Geld mit Klicks auf Werbeanzeigen, die über und neben den Suchergebnissen erscheinen. Die Anzeigen werden von Microsoft ausgespielt, Ecosia an den Erlösen beteiligt. Technisch verbirgt sich hinter Ecosia die Microsoft-Suchmaschine Bing.

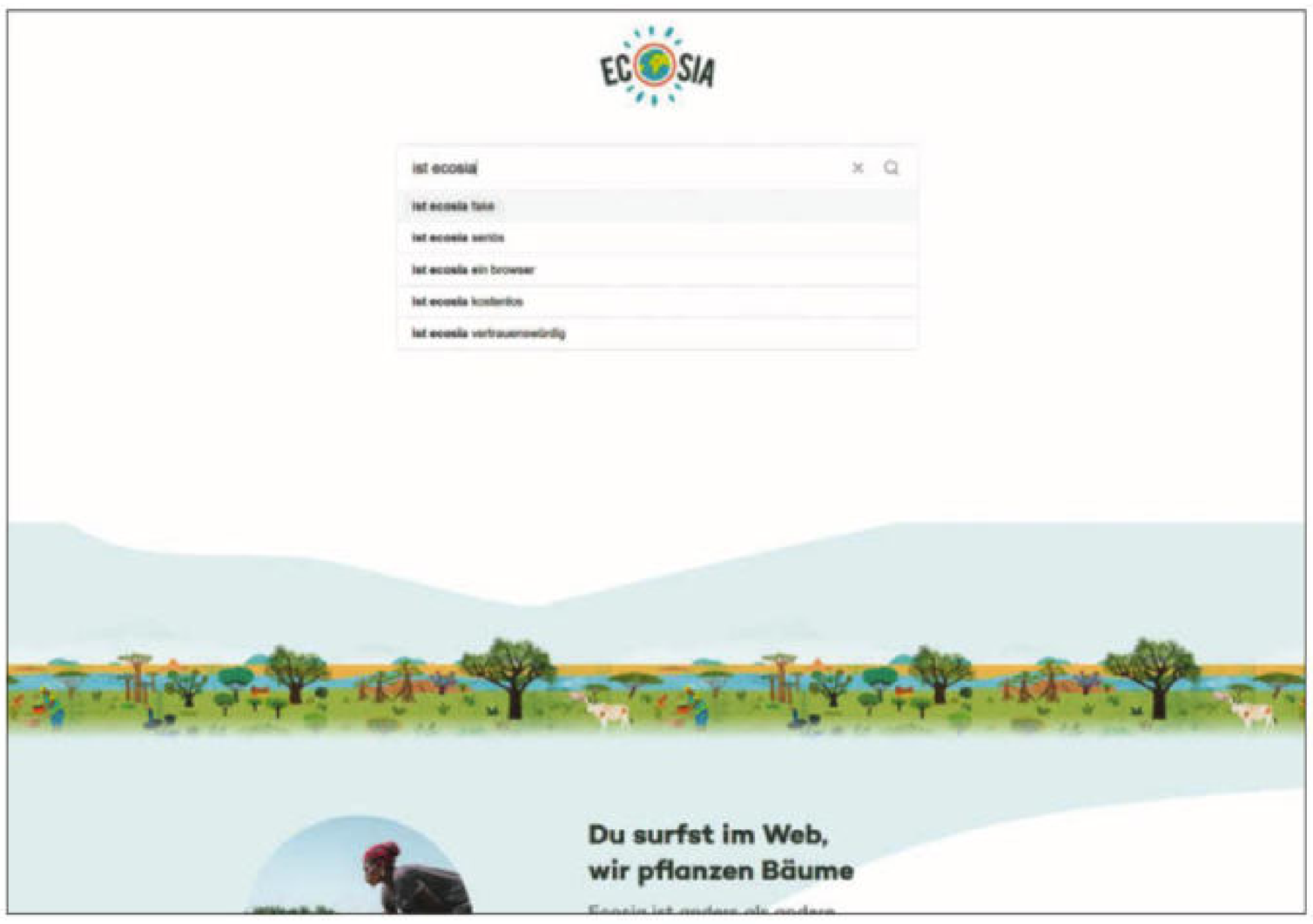
Wie viel genau Ecosia einnimmt und wie viel an Umweltprojekte weitergegeben wird, listet das Berliner Unternehmen jeden Monat detailliert auf seiner Website auf, spätestens sechs Wochen nach Monatsende. So verzeichnete Ecosia im Dezember 2019 Gesamteinnahmen von 2,5 Millionen Euro. Davon gingen 1,3 Millionen an Baumpflanzprojekte, 790.000 Euro wurden für Gehälter, Büromiete, Steuern und ähnliches ausgegeben, 330.000 Euro flossen in Rücklagen und rund 100.000 Euro ins Marketing. Ecosia listet für den Dezember eine Pflanzbescheinigung über 9,7 Millionen Bäume auf. Kunden können sich auf der Website obendrein über jedes einzelne unterstützte Pflanzprojekt informieren. Im Dezember ging das meiste Geld an „The Eden Projects“ in Madagaskar, gefolgt von „The Pur Project“ in Kolumbien.

Ecosia wird vom durchaus kritischen und streitbaren Förster und Bestseller-Autor Peter Wohlleben unterstützt. Wohlleben machte nicht nur auf seiner Kinotour für seine Dokumentation „Das geheime Leben der Bäume“ Werbung für die Suchmaschine, sondern arbeitet auch direkt mit ihr zusammen: Ein Teil der Kinoticket-Einnahmen geht an Ecosia.

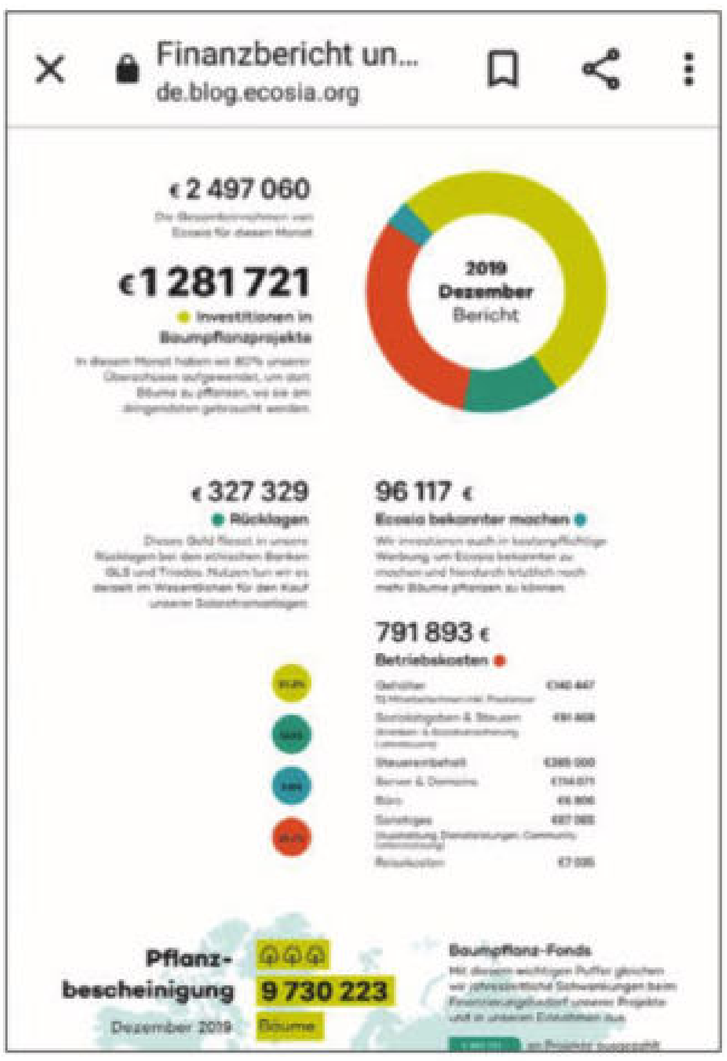
Im April 2014 wurde Ecosia als erstes deutsches Unternehmen als „B Corporation“ zertifiziert. Vergeben wird das Zertifikat von der US-amerikanischen gemeinnützigen Organisation B Labs, die recht hohe Anforderungen in sozialen und umweltschützerischen Belangen stellt.

Ecosia selbst ist also durchaus ein Nachhaltigkeits-Vorreiter. Doch hinter der Suchmaschinen-Technik steht Microsoft; und hier könnte die Klimaschutzbilanz besser sein: Die Microsoft-Rechenzentren werden nur zu 60 Prozent mit „echtem“ Ökostrom gespeist. Google ist schon bei 100 Prozent (siehe Artikel auf S. 72).

Dennoch ist die Ecosia-Idee vorbildlich und einen Probelauf der Suchmaschine wert – zumindest, wenn man mit den Nachteilen der Bing-Such-Engine leben kann. In unseren Tests lieferte Ecosia/Bing bei konkreten Suchanfragen ebensogute Treffer wie Marktführer Google, doch bei unkonkreten Anfragen zieht Ecosia klar den Kürzeren. *(jkj@ct.de)* **c't**



Dass viele Menschen das Baumpflanz-Versprechen der Suchmaschine Ecosia suspekt finden, erkennt man schon bei den Such-Ergänzungen.



Ecosia listet detailliert auf, welche Baumpflanzprojekte unterstützt werden.

Maker Faire®

TECHNOLOGIE.
INNOVATION.
COMMUNITY.

Wie morgen, nur heute.

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

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



Ihr Ansprechpartner

Jens Ahlers
Manager Sales & Strategy
Tel.: +49 511 5352-133
jeah@maker-media.de

Werden Sie Aussteller!

Lernen Sie alle Vorteile kennen:

www.maker-faire.de/Aussteller



USB zu LAN, aber flott

Trendnets TUC-ET5G ist der erste USB-Adapter für NBase-T-Ethernet, der bis zu 5 GBit/s übers LAN-Kabel schickt. Die Datenrate kommt auch weitgehend im PC an.

Für einen USB-Ethernet-Adapter ist der TUC-ET5G ungewöhnlich groß, ungefähr so voluminös wie ein Schokoriegel. Dafür lockt er mit einer besonders hohen Datenrate am LAN-Kabel: Gemäß NBase-T geht er bis 5 GBit/s hoch, versteht aber auch die Zwischenstufe 2,5 GBit/s, und die herkömmlichen Geschwindigkeiten von 1 und 0,1 GBit/s sowieso.

An einem Windows-Rechner, der noch keinen Treiber hat, emuliert der Adapter ein CD-Laufwerk. Davon kann man die Software installieren, anschließend erscheint die neue Netzwerkschnittstelle. Linux (Kubuntu 19.10 mit Kernel 5.5.2) erkannte und aktivierte den auf einen Marvell-Chip AQC111 bauenden Adapter direkt.

Sein Schönheitsfehler: Am USB-C-Port arbeitet der TUC-ET5G maximal mit 5 GBit/s (USB 3.2 Gen 1 alias SuperSpeed, siehe auch S. 174). Wegen des USB-Timings mit den dort vorgesehenen Reserven kann er die 5 GBit/s vom LAN-Kabel nicht vollständig umsetzen. Wir maßen einen Maximaldurchsatz von 3,5 GBit/s statt der über NBase-T mit dieser Linkrate zu erwartenden 4,7 GBit/s. Das Einschalten von großen Ethernet-Frames (Jumbo-Packets mit 9 kByte MTU) brachte nur eine minimale Verbesserung (+0,1 GBit/s), lohnt also den Griff zur Maus kaum.

Je nach ausgehandelter Datenrate auf dem LAN-Kabel (kein Link bis 5 GBit/s) zog der TUC-ET5G aus dem USB-Port zwischen 0,8 und 3,2 Watt. Unterschiede zwischen Idle, Senden und Empfangen bei 5 GBit/s waren nicht auszumachen. Zum Vergleich: Ein USB-C-Ethernet-Adapter der 20-Euro-Klasse mit Gigabit-Link brauchte nur 0,5 Watt. Wegen seiner relativ hohen Verlustleistung wird der Trendnet-Adapter recht warm, unter einem Papierstapel sollte man ihn nicht vergraben.

Wer flottes Ethernet am Windows- oder Linux-PC braucht, aber keinen PCI-Express-Slot frei hat, bekommt mit dem TUC-ET5G den zurzeit schnellsten USB-Adapter: 3,5 GBit/s Nettodurchsatz übersetzen sich zu rund 350 MByte/s beim Dateien kopieren. Ein Notebook sollte wegen der hohen Leistungsaufnahme dann aber am Netzteil laufen. *(ea@ct.de)*

Trendnet TUC-ET5G

USB-NBase-T-Adapter	
Hersteller	Trendnet, www.trendnet.com
Anzeigen	4 LED (Power, USB, Activity, Link)
Anschlüsse	USB-C (3.2 Gen 1), 1 × RJ45 (NBase-T, 0,1/1/2/5 GBit/s)
TCP-Durchsatz unter Windows[1]	3,5 / 3,3 MBit/s (Down- / Upstream)
unter Linux	3,5 / 3,2 MBit/s
Leistungsaufnahme an USB	0,8 / 1,6 / 1,8 / 3,2 Watt (–/1/2/5 GBit/s)
Preis	114 €

[1] iperf3, 1 TCP-Stream, Gegenstelle Asus XG-C100C (AQC107), 3 Patchkabel, 90 m Mischinstallation (CAT5e+CAT6), Standard-MTU 1500 Bytes



Premiumbox

Der schallgedämmte Midi-Tower Define 7 eignet sich zum Bau leistungsstarker Gaming- und Workstation-PCs.

Die Gehäuseserie Define von Fractal Design gehört zu den beliebtesten PC-Gehäusen. Die neueste Variante Define 7 lässt sich flexibler mit Laufwerken, Lüftern und Wärmetauschern von Wasserkühlungen bestücken. Im Inneren gibt es viel Platz, unter anderem passen Mainboards im E-ATX-Format und 44 Zentimeter lange Grafikkarten hinein.

Für Durchzug im Define 7 sorgen drei 14-cm-Lüfter, die bei Maximaldrehzahl von 1000 U/min nur moderat zu hören sind (1,1 Sone). Optional lassen sie sich an den integrierten Lüfter-Hub des Define 7 anschließen, der das PWM-Signal vom Board auf drei 4-Pin-Stecker verteilt und zudem sechs 3-Pin-Ventilatoren anhand des PWM-Signals mit 6 bis 12 Volt betreibt. Vor allen Öffnungen sitzen abnehmbare Staubfilter.

Das Define 7 gehört mit 165 Euro zwar zu den teureren PC-Gehäusen, bietet mit hervorragender Verarbeitungsqualität, modularem Aufbau und vielen Ausstattungsdetails wie zum Beispiel USB-C aber einen passenden hohen Gegenwert.

(chh@ct.de)

Fractal Design Define 7

Midi-Tower-Gehäuse	
Hersteller	Fractal Design, www.fractal-design.com
Abmessungen (H × B × T)	47,4 cm × 24 cm × 55 cm
Frontanschlüsse	1 × USB-C, 2 × USB 3.0, 2 × USB 2.0
Laufwerksschächte	1 × 5,25", 7 × 2,5" / 3,5", 2 × 2,5"
Lüfter	3 × 4 cm (3-Pin)
Preis	165 €



Gigabit-Fritzfunk

Fritzbox 6660: erster AVM-Router mit schnellem Wi-Fi-6-WLAN

AVM läutet seine Wi-Fi-6-Ära ein: Die Fritzbox 6660 funkt zwar nur über zwei MIMO-Streams, aber das reicht im Idealfall für 1 GBit/s per WLAN.

Von Ernst Ahlers

Untypischerweise bringt der Berliner Routerhersteller AVM als erstes Wi-Fi-6-Gerät keine Fritzbox für die meistverbreitete Zugangstechnik xDSL heraus, sondern eine für Internet per TV-Kabel: Die Fritzbox 6660 funkt nicht wie ihre größeren Schwestern 6590 und 6591 über vier MIMO-Streams, sondern nur über zwei, aber nach dem neuen Standard Wi-Fi 6.

Da sie einen Intel-WLAN-Baustein verwendet, ist sie die perfekte Gegenstelle für den bereits verbreiteten Wi-Fi-6-Client AX200. Der lässt sich mit wenig Mühe bei manchen Notebooks nachrüsten (ct.de/y1ub). Mit nur zwei MIMO-Streams muss die 6660 laut Norm kein Multi-User-MIMO unterstützen und tut das laut Beacons (WLAN-Anwesenheitssignale) auch nicht. Unterstützung für die Wi-Fi-6-Funktionen TWT (Target Wait Time) und BSS Coloring (bessere Spektrumsnutzung) ist vorhanden (ct.de/y1ub).

Wie ihre Geschwister ist die Fritzbox 6660 leicht per Browser eingerichtet und bringt die üblichen Funktionen mit, unter anderem eine DECT-Basis für Schnurlostelefone und Smart-Home-Schaltsteckdosen oder Mesh-WLAN mit Fritz-Repeatern. Eine Neuheit ist der maximal 2,5 GBit/s schnelle NBase-T-Ethernet-Port LAN1, der zusätzlich zu den vier üblichen Gigabit-Ports bereitsteht.

Wer die 6660 als Breitbandrouter einsetzen will, kann LAN1 zum WAN-Port umwidmen. So maßen wir mit zwei PCs an den anderen LAN-Ports einen hohen NAT-Durchsatz von 1,9 GBit/s. Die Router-CPU hat also genug Leistung auch für Kabel-Internetanschlüsse der nächsten Generation.

Den Produktcodes auf den Bausteinen zufolge hat AVM als Hardwarebasis Intels System-on-Chip Puma 7 mit Kabelmodem, 2-GHz-CPU-Kern (Atom/x86), Gigabit-Switch, NBase-T-PHY und dem 2-Stream-Wifi-6-WLAN-Chip WAV654 hergenommen. Ferner sitzt 1 GByte RAM auf der Platine. Ungewöhnlicherweise gibts nur einen USB-2.0-Port. Als NAS-Ersatz taugt die Fritzbox 6660 damit nicht.

Mit dem AX200-Client und iperf3 maßen wir im 5-GHz-Band bei 160 MHz Kanalbreite momentane Spitzenwerte von rund 1,5 GBit/s. Über längere Zeit stellte sich ein Mittelwert über Down- und Upstream von etwas mehr als 1 GBit/s ein, aber nur, wenn der Client in unmittelbarer Nähe stand. Über 20 Meter durch Wände ergaben sich je nach Frequenzband (2,4 oder 5 GHz) noch 183 bis 247 MBit/s, letzteres im 80-MHz-Betrieb.

Unser bei Notebooktests eingesetztes Referenzgerät Fritzbox 7580 fiel indes mit demselben AX200-Client nur in zwei Fällen zurück, beides im Nahbereich: Auf 2,4 GHz (6660: 389 MBit/s, 7580: 219 MBit/s) und im 160-MHz-Betrieb im 5-GHz-Band (6660: 1037 MBit/s, 7580: 802 MBit/s).

Bei der Energieeffizienz darf die Fritzbox 6660 noch etwas besser werden: Wir maßen mit zwei aktiven LAN-Ports (2,5 und 1 GBit/s) ohne Datenverkehr etwas über 14 Watt Leistungsaufnahme. Eine Fritzbox 6590 mit 4-Stream-WLAN kam im fast gleichen Zustand (2×1 GBit/s LAN) mit 13,3 Watt aus.

Fazit

Die Fritzbox 6660 ist ein guter, erster Anlauf zu Wi-Fi 6. Sie liefert bei schnellen Kabel-Internetanschlüssen viel Durchsatz an kompatible Clients, gönnt sich dafür aber auch einen guten Schluck aus der Steckdose. Richtig spannend in Sachen schnelles WLAN wird es, wenn vielleicht im Herbst ein Modell „7690“ mit vier MIMO-Streams für xDSL-Anschlüsse erscheint. *(ea@ct.de)* c't

Wi-Fi 6, Laptop-Umrüstung: ***ct.de/y1ub***

AVM Fritz!Box 6660

WLAN-Router für Kabel-Internet	
Hersteller	AVM, www.avm.de
WLAN	2 × Wi-Fi 6 (2) = IEEE 802.11ax-600/2400, simultan dualband, WPA3, WPS, DFS
Bedienelemente	WLAN, Fon/DECT, Connect/WPS, 5 Statusleuchten
Anschlüsse	5 × RJ45 (1 × NBase-T bis 2,5 GBit/s, 4 × Gigabit-Ethernet), 1 × Koax (Internet per TV-Kabel, EuroDOCSIS 1.0-3.1), 1 × USB 2.0, DECT (max. 6 Schnurlostelefone), 1 × TAE/ab (Analogtelefon)
Getestete Firmware	FritzOS 7.13
NAT-Perf. IP-zu-IP (DS / US)[1]	1879 / 1861 MBit/s
WLAN 2,4 GHz nah / 20 m (AX200)	389 / 106–182 MBit/s
5 GHz (HT80) nah / 20 m	633 / 73–130 MBit/s
5 GHz (HT160) nah / 20 m	1037 / 75–142 MBit/s
Leistungsaufnahme[2]	14,2 Watt / 26,2 VA
Jährliche Stromkosten[3]	37 €
Preis	229 €

[1] mit iperf3, zwei LAN-Hosts, NBase-T-Port als WAN, je 10 TCP-Streams [2] 1 × NBase-T, 1 × GE belegt, kein Traffic
[3] Dauerbetrieb, 30 ct/kWh, gerundet

Mess-Ufo

Raumluftsensor Airthing Wave Plus



Der Airthings Wave Plus verspricht, die Raumluft auf Radon, flüchtige organische Verbindungen und CO_2 zu untersuchen – aber was bringt das eigentlich?

Von Jan-Keno Janssen

Dass inzwischen viele Smart-Geräte wie Wetterstationen und Waagen die Raumluft untersuchen, klingt erst einmal sinnvoll. Allerdings verbirgt sich dahinter oft nur ein schnöder CO_2-Sensor – aber zu viel Kohlendioxid in der Luft kann man leicht durch regelmäßiges Lüften verhindern, dafür braucht man keinen Sensor.

Auch der 250 Euro teure Raumluftsensor Airthings Wave Plus misst den CO_2-Gehalt, bietet aber noch zwei deutlich interessantere – und gesundheitsrelevantere – Informationen: Er detektiert Radon und flüchtige organische Verbindungen (total volatile organic compounds, TVOC). Radon ist ein Gas, das im Boden durch den natürlichen Zerfall von Uran und Radium entsteht. Durch Fugen und Risse im Fundament kann das Gas in Wohnräume eindringen und sich dort anreichern. Laut Bundesamt für Strahlenschutz ist Radon (nach Rauchen) die zweithäufigste Ursache für Lungenkrebs in Deutschland – rund fünf Prozent aller Todesfälle durch Lungenkrebs werden hierzulande Radon zugeschrieben. Die höchsten Radon-Konzentrationen gibt es im Südosten Deutschlands, im Nordwesten kommt das Gas deutlich seltener vor. Auf der BFS-Website findet sich eine Karte mit Konzentrations-Schätzungen.

Auch flüchtige organische Verbindungen in der Luft wirken sich negativ auf die Gesundheit aus und können Atemwegsinfektionen und Kopfschmerzen verursachen. Eine hohe VOC-Konzentration entsteht zum Beispiel durch Kältemittel, Straßenverkehr oder Lösemittel in Möbeln oder Teppichen.

Cloud-Zwang

Für die Inbetriebnahme des Airthings Wave Plus muss man einen Account beim Hersteller einrichten. Außerdem benötigt man ein Android- oder iOS-Mobilgerät, denn der Sensor schickt alle Messdaten über den Umweg eines per Bluetooth verbundenen Smartphones oder Tablets in die Cloud – eine direkte Netzanbindung per WLAN gibt es ebenso wenig wie einen Offline-Modus. Etwas ärgerlich: Die Bluetooth-Kopplung gelang uns sowohl mit einem Android- als auch mit einem iOS-Gerät nur unzuverlässig, wir mussten häufig zwei- oder dreimal auf den „Verbinden"-Button tippen.

Eine Fernüberwachung ist wegen des Mobilgerät-Zwangs zurzeit nicht möglich. Airthings will ab Ende März aber ein 80 Euro teures Zusatzgerät („Airthings Hub") verkaufen, mit dem die Daten ohne Smartphone-Umweg im Netz landen.



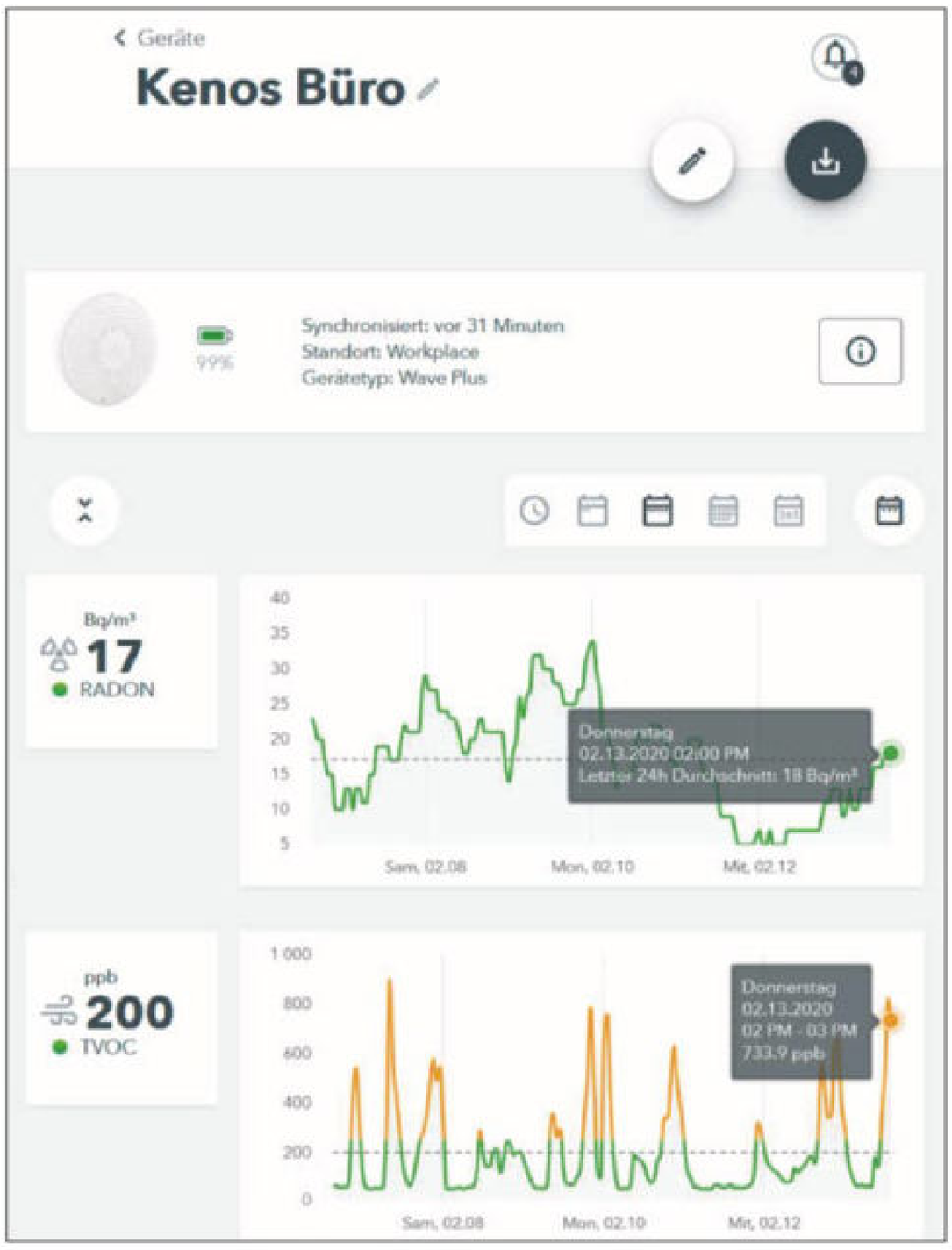
App-Zwang: Messergebnisse kann man nur abrufen, wenn man den Wave Plus per Mobil-App verbindet.

Ohne gekoppelte Smartphone-App signalisiert das Gerät lediglich per grünem, gelbem oder rotem Lichtsignal, wie gut oder schlecht die Luftqualität ist. Ist sie schlecht, erfährt man nur per Mobilgerät, welcher der Messwerte zu hoch ist. Leider zeigt die App nur die letzten Messwerte und sehr grobe Messkurven ohne Zeitangaben an. Will man genauer wissen, was wann los war, muss man sich auf dashboard.airthings.com einloggen und findet dort übersichtlicher aufbereitete Daten mit stundengenauer Anzeige. Außerdem kann man auch nur hier die Restkapazität der beiden AA-Batterien überprüfen. Nach unserem rund dreimonatigen Test stand die Anzeige immer noch auf 100 Prozent, Airthings verspricht eine Laufzeit von 16 Monaten.

Die Messungen der Sensoren wirken plausibel: Sobald man mit mehreren Menschen im Raum weilt, meldet das Gerät steigende CO_2-Konzentration, öffnet man das Fenster, sinkt sie. Interessanter Nebeneffekt: Man kann an den Messkurven relativ verlässlich ablesen, wann sich wie viele Menschen in einem Raum aufhielten – zumindest, wenn die Fenster geschlossen sind.

Die VOC-Konzentration stieg in unseren Tests nach dem Aufräumen – und Staub aufwirbeln – was ebenfalls nachvollziehbar ist. Laut Airthings kommen bei der CO_2- und VOC-Messung Standardsensoren von Bosch und Silicon Labs zum Einsatz. Den Radon-Sensor habe man selbst entwickelt, sagte uns der Hersteller. Nach sieben Tagen liege die Messgenauigkeit bei 200 Bq/m³ bei rund 10 Prozent, nach zwei Monaten bei rund 5 Prozent. Auch die VOC- und CO_2-Sensoren benötigen eine Einschwingzeit von sieben Tagen, bis sie wirklich akkurat messen. Überprüfen konnten wir das nicht. Neben der Luftqualität misst der Wave Plus auch Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck.

Neue Messwerte stellt das Gerät nur alle fünf Minuten zur Verfügung, eine echte Live-Messung gibt es nicht – man kann also chronische Probleme und Ten-



Im sogenannten Airthings-Dashboard im Desktop-Browser sind die Messergebnisse besser aufbereitet als in der App.

denzen in der Raumluft ermitteln, aber nicht die akute Ausgasung bestimmter Objekte prüfen.

Fazit

Als Innenraum-Wetterstation ist der Airthings Wave Plus durchaus zu gebrauchen – man kann damit immer Temperatur, Luftfeuchtigkeit, CO_2 und eventuell ausgasende organische Verbindungen im Blick behalten. Nervig ist jedoch, dass man zum Ablesen immer die App starten und eine Bluetooth-Verbindung herstellen muss. Wer die eigenen vier Wände lediglich auf Radon testen will, kommt mit einem Miet-Messgerät (kostet rund 40 Euro für zwei Wochen) deutlich preisgünstiger weg. Wer keine Radon-, Luftdruck und CO_2-Messung benötigt, ist mit dem Airthings Wave Mini für 80 Euro besser bedient. *(jkj@ct.de)* c't

Radon-Karte: ***ct.de/ydkp***

Airthings Wave Plus

Raumluftsensor	
Hersteller	Airthings, www.airthings.com
Systemanf.	Mobilgerät mit Android ab 6.0 oder iOS ab 10
Sensoren für	Radon, TVOC (flüchtige organische Verbindungen), CO_2, Luftfeuchtigkeit, Temperatur, Luftdruck
Schnittstellen	Bluetooth 4.2, Airthings SmartLink (proprietär, benötigt Zusatzhardware)
Messintervall	5 Minuten
Stromversorgung	2 AA-Batterien (laut Hersteller 16 Monate Laufzeit)
Gewicht	219 g
Preis	270 €

Früher war alles besser!



Willkommen in der Welt der Classic Games, wo Computer- und Videospiele viel Kreativität und Spielspaß versprachen – und bis heute halten. Wir stellen Spiele, deren Entwickler und Plattformen vor. Bei Retro Gamer finden Sie Screenshots, Fakten, Tipps und mehr zu den Hits von damals.



Testen Sie 2× Retro Gamer mit 30 % Rabatt!
Lesen Sie 2 Ausgaben für nur 18,– Euro* statt 25,80 Euro* im Handel.

Jetzt bestellen und vom Test-Angebot profitieren:
www.emedia.de/rg-mini

Tel.: (0541) 800 09 126 (werktags von 8-20 Uhr, samstags von 10-16 Uhr),
E-Mail: rg-abo@emedia.de, Post: eMedia Leserservice,
Postfach 24 69, 49014 Osnabrück

*Preis in Deutschland.



Multi-Gigabit-VPN

Draytek Vigor3910: VPN-Router für sehr schnelle Internet-Anschlüsse

Wenn Firmen ihre Standorte über Glasfaseranschlüsse der Gigabit-Klasse vernetzen wollen, genügt der VPN-Durchsatz herkömmlicher Router selten. Draytek hat mit dem Vigor3910 ein VPN-Gateway im Programm, das mehrere Gigabit pro Sekunde per IPsec verschlüsseln soll.

Von Ernst Ahlers

VPN-Router und Firewall-Appliances für kleine Firmen, die bei der IPsec-Verschlüsselung mindestens ein Gigabit pro Sekunde schaffen, kosten bei den großen Herstellern locker über 2000 Euro, beispielsweise Ciscos Firepower 1120. Seinen VPN-Konzentrator Vigor3910 bietet Draytek für rund die Hälfte an und verspricht die dreifache VPN-Geschwindigkeit.

Damit können Firmen ihre Standorte bei Bedarf auch schneller als mit 1 GBit/s koppeln oder vielen Außendienstlern gleichzeitig einen schnellen Weg ins Intranet bahnen – falls der Internetprovider so hohe Datenraten symmetrisch, also in beide Richtungen, überhaupt anbietet.

Der Vigor3910 hat eine bunte Portmischung: Je zwei SFP+-Slots (1/10 GBit/s über Glasfaser-Module), zwei NBase-T-Ports (bis 2,5 GBit/s per Kupferkabel) und sechs Gigabit-Ethernet-Buchsen sind in der Standardeinstellung zu gleichen Teilen auf WAN und LAN verteilt. Die ersten fünf Ports lassen sich zwischen WAN- und LAN-Funktion umschalten.

Dazu kommt ein RJ45-Console-Anschluss, über den der Router mit dem beiliegenden Adapterkabel per serieller Schnittstelle erreicht ist, falls man sich beispielsweise bei der VLAN-Konfiguration versehentlich ausgesperrt hat und das Gerät nicht per Taste auf Werkseinstellungen zurücksetzen will. Die zwei USB-3.0-Ports machen nicht-netzwerkfähige USB-Drucker im LAN verfügbar.

Wie bei Breitbandroutern üblich, schließt man an die WAN-Ports entweder Modems oder Medienwandler für die Providerleitung an. Mehrere Zugänge kann der 3910 statt als Backup (Failover) auch als Bündel nutzen (Load Balancing), entweder abhängig von der Ziel-IP-Adresse oder sitzungsbasiert. Mit letzterem bekommt ein LAN-Host bei mehreren parallelen Downloads höheren Durchsatz, indem der Router die Datenströme auf die WAN-Zugänge verteilt.

Einrichtung

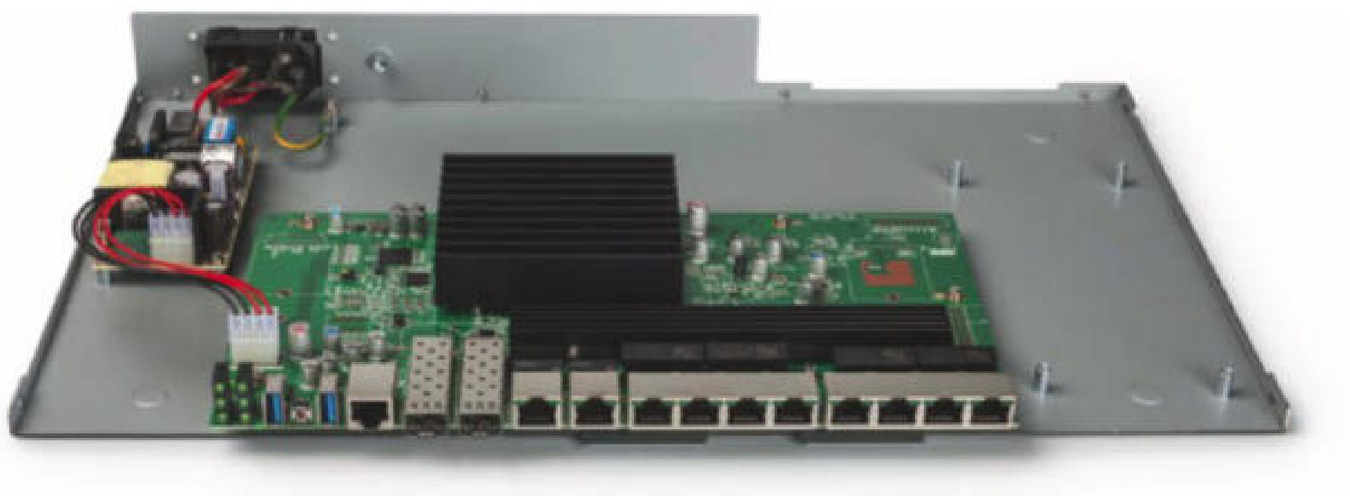
Der Standardweg für die Konfiguration ist der Browser, wobei die Webseiten auf den Desktop-Modus ausgelegt sind. Daneben gibt es Telnet- und SSH-Zugänge, die auf Drayteks Router-Betriebssystem DrayOS führen.

Dass der 3910 auf Firmen ausgelegt ist, macht sich an den 50 vordefinierten Subnetzen (LANs) bemerkbar, die man den ebenfalls 50 vordefinierten VLANs zuordnen kann. Dabei lässt sich bei IPv6 jedem Subnetz ein eigenes /64-Präfix zuweisen und auch ein eigener DHCPv6-Server aktivieren, falls der Provider ein hinreichend großes Präfix delegiert. Für fünfzig /64-Netze braucht man mindestens ein /58-Präfix.

Mit einem vorgeschalteten xDSL-Modem kam der Router wie erwartet mit dem VLAN-Tagging des Telekom-VDSL klar. Lediglich das Weiterverteilen des seit Anfang 2020 nur noch per IGMPv3 mit Source-Specific Multicast (SSM) erreichbaren Live-Fernsehens MagentaTV klappte im Test nicht. Das ist in Firmen wohl auch weniger wichtig und soll später per Firmware-Update behoben werden.

Hardware-Grundlage

Als Router-Kern hat Draytek ein System-on-Chip (SoC) Octeon TX CN8130 ge-



Der Prozessor Octeon TX CN8130 im Vigor3910 kommt mit passiver Kühlung aus, was den VPN-Router auf normalem Abstand unhörbar und damit bürokompatibel macht.

wählt. Das Design des CN8130 kommt vom 2018 von Marvell aufgekauften Entwicklerhaus Cavium und stammt von 2016. Marvell bietet den Baustein aktuell für auf Kleinfirmen ausgerichtete Geräte an (Small and Medium Business, SMB, Entry-Level Enterprise).

Das SoC enthält nebst vier mit 1,2 GHz getakteten ARMv8-Kernen einen Paket-Prozessor sowie einen Crypto-Beschleuniger. Daneben sitzen acht bis zu 10 Gigabit/s schnelle Schnittstellen (XFI/RXAUI), die beim Vigor3910 als SFP+ beziehungsweise über PHY-Chips als Gigabit-Ethernet-Ports (1000Base-T) herausgeführt sind. Die beiden maximal 2,5 GBit/s erreichenden NBase-T-Schnittstellen dürften über die PCI-Express-3.0-Lanes des SoC angebunden sein.

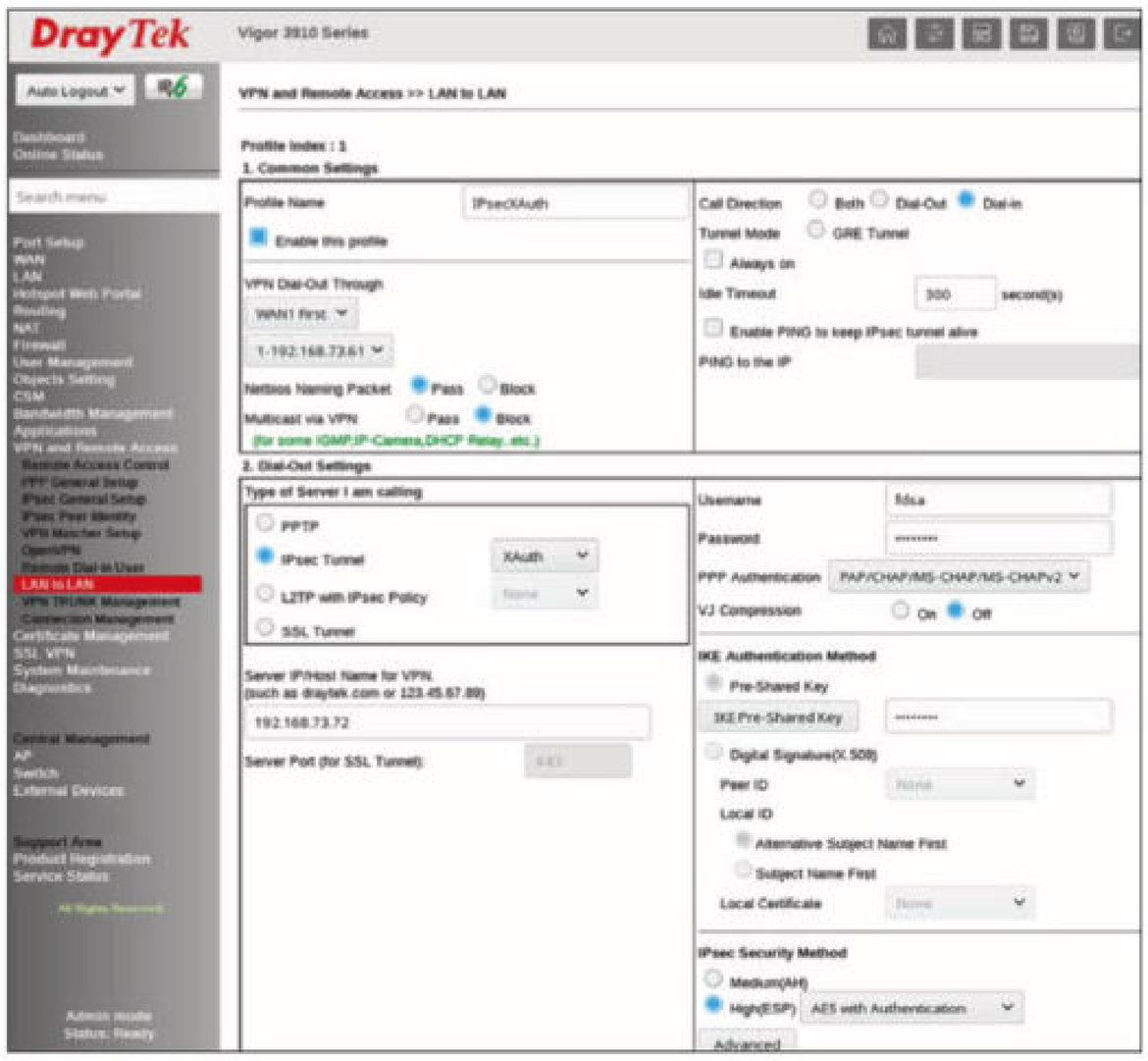
NAT- und VPN-Durchsatz

Mit der zum Testzeitpunkt öffentlich verfügbaren Firmware 3.9.1.2 blieb die leistungsfähige Hardware mit rund 150 MBit/s weit hinter den versprochenen 3,3 GBit/s VPN-Durchsatz zurück. Erst die vom Hersteller zugeschickte Firmware 3.92 RC2 (Release Candidate) trieb sie zur Maximalleistung: Zwei per 10-Gigabit-Ethernet gekoppelte 3910er transportierten per IPsec-Tunnel im LAN-zu-LAN-Modus in unserem Test 3,0 beziehungsweise 2,5 GBit/s (Down-/Upstream, DS/US) TCP-Durchsatz, gemessen mit iperf3. Die Differenz zum beworbenen Wert dürfte unterschiedlichen Messmethoden geschuldet sein.

Abgesehen von IPsec unterstützt der Vigor-Router auch OpenVPN und SSL-VPN, die wir nicht separat gemessen haben. Bei SSL-VPN sind laut Datenblatt maximal 200 Tunnel möglich, insgesamt soll der Router 500 gleichzeitige Tunnel schaffen. Das dürfte auch für größere Außendienstlerflotten genügen.

Beim NAT-Benchmark mit IP-zu-IP (DHCP) blieb der Vigor3910 mit 9,2 und 9,3 GBit/s (DS/US) nur wenig unter dem mit 10-Gigabit-Ethernet möglichen Maximaldurchsatz (9,5 GBit/s bei Standard-MTU 1500 Byte). Bei PPPoE war unser Testrechner mit Xeon-CPU E3-1240 am Anschlag: Er schaffte maximal 1,24 beziehungsweise 0,9 GBit/s, sodass wir ausgehend von der im Browser-Dashboard angezeigten CPU-Last im Router hochrechnen mussten. Die so ermittelten 8,3 und 9,0 GBit/s korrelieren gut mit der vom Hersteller genannten NAT-Performance (8,5 GBit/s).

Die Konfigurationsseiten des Vigor3910 setzen beim Admin VPN-Wissen voraus, denn die Knowledge-Base des Herstellers hinkt dem Ist-Zustand hinterher.



Wer einen hochverfügbaren Internetzugang braucht, kann schließlich zwei 3910er in einer High-Availability-Konfiguration zusammenschalten: Ein Gerät wird der aktive Router, das andere springt beim Ausfall des ersten ein (Hot Standby). Per Config Sync halten die Geräte dabei ihre Einstellungen gleich.

Energiebedarf

Waren zwei SFP+-Slots mit Optik-Modulen (10GBase-SR) und ein Gigabit-Ethernet-Port per LAN-Kabel belegt, dann zog der Vigor3910 angemessen niedrige 16 Watt aus dem Stromnetz. Dabei schlug ein Optik-Modul mit aktivem 10G-Link mit rund 1 Watt zu Buche, der GE-Port mit circa 0,4 Watt.

Setzten wir ein SFP+-Modul mit NBase-T-Ausgang ein, beispielsweise das Mikrotik S+RJ10, dann kletterte die Idle-Leistungsaufnahme je nach Linkrate (1, 2,5, 5 oder 10 GBit/s) um rund 2 bis 4 Watt. Bei kurzen Distanzen von wenigen Metern, etwa einer Verbindung zu einem Switch mit SFP+-Port im gleichen Rack, ist ein Direct-Attach-Cable (DAC) mit nur 0,1 Watt Aufschlag viel sparsamer als Optik oder NBase-T.

Bei 3 GBit/s VPN-Durchsatz kletterte die Leistungsaufnahme des Routers um wenig mehr als ein Watt. Da das Gerät mit passiver Kühlung ohne Lüfter auskommt, ist es prinzipiell unhörbar. Lediglich junge Ohren können direkt an den Lüftungsöffnungen vielleicht ein leises Netzteil-Zirpen wahrnehmen.

Fazit

Bei einem Preis von 1200 Euro stellt Draytek Vigor3910 ein attraktives Angebot für Unternehmen dar, die Zweigstellen mit Gigabit-Geschwindigkeit koppeln oder viele Außendienstler mit schnellen Zugängen zum Firmennetz versorgen wollen. Die kleinen Falten der ersten Firmware-Versionen sollten in den nächsten Monaten glattgebügelt werden. Angesichts seiner Leistungsreserven dürfte der 3910 auch kommenden Multigigabit-Internetzugängen gewachsen sein. *(ea@ct.de)* c't

DrayTek Vigor3910

Gigabit-VPN-Router	
Hersteller	DrayTek, www.draytek.com
Distributor	Univorx, www.draytek.de
Bedienelemente	Ein, Reset, 26 Statusleuchten
Anschlüsse	2 × SFP+ (10 GBit/s), 2 × RJ45 (NBase-T, max. 2,5 GBit/s), 8 × RJ45 (Gigabit-Ethernet), 1 × RJ45 (Console-Port), 2 × USB 3.0
CPU / RAM	Marvell Octeon TX CN8130-1200 (Quad-Core, 1,2 GHz) / 2 GByte DDR4
getestete Firmware	3.9.2 RC2
NAT-Perf. PPPoE (DS / US)	(8,3 / 9,0 GBit/s)[1]
IP-zu-IP (DS / US)	9,2 / 9,3 GBit/s
IPsec-Durchsatz LAN zu LAN[2]	3,0 / 2,5 GBit/s
Leistungsaufnahme[3]	16 Watt / 29 VA
Jährliche Stromkosten[4]	42 €
Preis	1200 €

[1] hochgerechnet, siehe Text [2] IPsec-ESP, XAuth, AES 256, SHA 256, PFS [3] idle, typischer Wert, abhängig von Portbelegung, min. 15 Watt (2 × GE) [4] bei 30 ct/kWh

Voll Retro

Die Fujifilm X-Pro3 orientiert sich am analogen Vorbild

Treibt es Fujifilm jetzt zu weit? Die spiegellose Systemkamera X-Pro3 ist mehr retro als andere Retrokameras und mutet Fotografen einiges zu.

Von Sophia Zimmermann und André Kramer

Die Fujifilm X-Pro3 mit APS-C-Sensor sieht aus wie eine analoge Messsucherkamera von Leica und ist in ihrer jüngsten Generation so kompromisslos wie nie. Auf der Rückseite befindet sich ein kleines Statusdisplay mit drei Zentimetern in der Diagonale. Standardmäßig zeigt es Infos zu Verschlusszeit, Blende beziehungsweise Belichtungskorrektur. Stellt man die X-Pro3 auf klassisch um, wird der Minischirm zur elektronischen Memohalterung für die Lasche der Filmverpackung. Dann zeigt das Display in Farbe den Filmsimulationsmodus sowie die gewählte ISO-Einstellung an.

Klappt man es um 180 Grad nach unten, erscheint ein Drei-Zoll-Touchscreen wie bei anderen Digitalkameras. In dieser Stellung hängt er nach unten und behindert die Bedienung, denn komplett schwenken und einrasten lässt er sich nicht. Wer seine Aufnahmen beurteilen will, muss erst aufund dann wieder zuklappen. Die Klapplösung scheint halbgar und schafft Probleme auch beim Arbeiten auf einem Stativ.



Fujifilm bleibt dem analogen Bedienkonzept treu: Auf der X-Pro3 finden sich etliche Einstellräder, die sich um Verschlusszeit, ISO-Empfindlichkeit, Belichtungskorrektur und Blende kümmern.

Der elektronische Sucher hat mit 1600 × 768 Bildpunkten eine hohe Auflösung, kam uns aber träge vor. Er reagierte verzögert auf Helligkeitswechsel und ruckelt selbst bei langsamen Schwenks. Die Darstellung wirkte zwar kontrastreich, aber nicht besonders detailstark.

Man kann auf einen Hybridsucher umstellen, der das Bild eines optischen Messsuchers zeigt: Selbst mittelgroße Objektive wie das XF 23 mm f/1.4 ragen deutlich ins Blickfeld. Ein Leuchtrahmen zeigt den aktuellen Bildausschnitt. Fotografen können eine Rahmenhilfe einblenden lassen und sehen jederzeit, wo sich das Fokusfeld befindet. Focus-Peaking zeigt scharf abgebildete Konturen an. Bei Teleobjektiven zeigt der Sucher nur noch einen winzigen Leuchtrahmen, sodass man das Motiv kaum im Detail beurteilen kann. Die X-Pro3 ist für Street-Photography konzipiert und damit für Brennweiten zwischen 28 und 35 Millimeter (KB-Äquivalent).

Das schmale Gehäuse mit kaum ausgeprägtem Griffwulst bietet wenig Grip. Nahezu jede wichtige Funktion wird durch ein Rädchen oder eine Taste auf dem Gehäuse repräsentiert. Ein Rad dient der Belichtungskorrektur, ein weiteres kombiniert Belichtungszeit und ISO-Wert. Eine Verriegelung setzt die Werte verlässlich fest. Beide Parameter kennen auch eine Automatikstellung. Im Zusammenspiel mit dem Blendenring auf dem Objektiv kommen Fotografen auch ohne Moduswahlrad zu den gängigen Belichtungsautomatiken. Über zwei weitere Einstellräder auf Vorder- und Rückseite können sie die Programmautomatik überstimmen.

Messwerte und Bildkritik

Die X-Pro3 hat den neuen X-Trans-Sensor, der 26 Megapixel auflöst. Bei niedrigster Empfindlichkeit liegt der ermittelte Visual Noise mit 1,2 etwas höher als bei der X-Pro2. Der Visual Noise bezeichnet das subjektiv wahrnehmbare Rauschen. Werte bis 0,8 stehen dabei für weitgehende Rauschfreiheit, Werte bis 2 für einen geringen, Werte bis 3 für einen mäßig, Werte über 3 für einen deutlich störenden Rauscheindruck. Der Dynamikumfang lag bei der Vorgängerin mit über elf Blendenstufen bei ISO 160 höher. Die X-Pro3 hält sich dagegen bei etwas über zehn Blendenstufen.

Unser Testobjektiv Fujifilm XF23mm f/1.4 bringt die möglichen 2080 Linienpaare pro Bildhöhe (Lp/Bh) bei ISO 160 und ISO 400 zu 100 Prozent aufs Bild. Bei ISO 1600 schafft sie noch 2000 Lp/Bh und damit eine bessere Detailzeichnung und mehr Tiefe als die Vorgängerin. Auffällig ist, dass Übergänge in Schatten sowie die Schatten selbst stärker rauschen und dadurch unruhiger wirken. Für eine APS-C-Kamera ist das aber eine sehr gute Leistung.

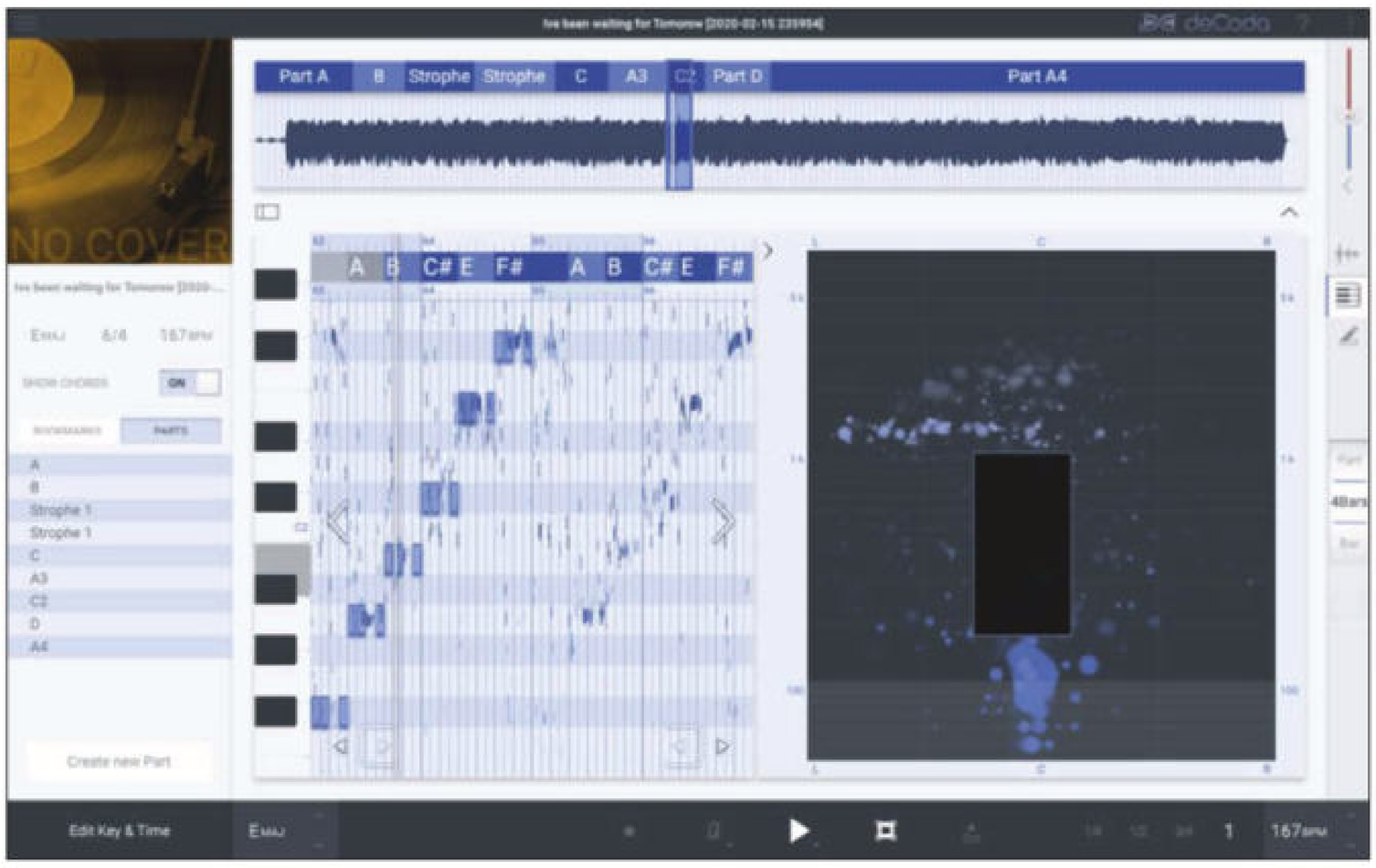
Fazit

Fujifilms X-Pro3 ist eine Kamera, deren Bildqualität über jeden Zweifel erhaben ist. Besonders macht sie ihr kompromissloses Retro-Design. Das muss man mögen, denn die digitale Memohalterung erschwert die Bildkontrolle. Der optische Sucher mit Leuchtrahmen ist eine Freude, sein elektronisches Pendant arbeitet aber zu langsam. *(akr@ct.de)* c't

Einen ausführlichen Test dieser Kamera lesen Sie in c't Fotografie 2/2020.

Technische Daten

Modell	Fujifilm X-Pro3
Sensortyp	APS-C (23,5 mm × 15,6 mm), X-Trans-CMOS
Sensorauflösung	26,1 Megapixel (6240 × 4160)
Lichtempfindlichkeit	ISO 160 – 12.800 (erweiterbar: ISO 80 – 51.200)
Autofokus	425 Messfelder (Hybrid)
Bildstabilisierung / interner Blitz	– / –
kürzeste / längste Verschlusszeit	1/8000 s – 15 min (Bulb: 60 min; elektr.: 1/32.000 s)
Serienbildrate	11 B/s
Videoformat	MPEG-4 AVC/H.264 (MOV)
max. Videoauflösung	4096 × 2160 (30p)
Suchertyp / Vergrößerung	Hybrid / 0,52 x
Sucherauflösung	1600 × 768 Bildpunkte
Displaytyp / Diagonale	klappbares Touch-LCD / 3 Zoll
Displayauflösung	900 × 600 Bildpunkte
Speicher	2 × SD-Karte (UHS-II)
Akkutyp	Li-Ion (1260 mAh)
Gehäusematerial / Objektivbajonett	Titan / Fujifilm X
Bodymaße (B × H × T) / Gewicht	141 × 83 × 46 mm / 500 g
Anschlüsse	USB 3, HDMI Typ D, WLAN, Bluetooth
Preis	ab 1900 €



Song-Analyse

Die Musik-Software deCoda hilft, Songs zu analysieren und schwierige Passagen einzuüben.

Die in Berlin ansässige Firma zPlane ist vor allem für ihren Timestretch-Algorithmus bekannt, der Musik schneller oder langsamer abspielt, ohne dass sich die Tonhöhe ändert. Die Software deCoda nutzt ihn, um Songs langsamer abzuspielen oder in eine andere Tonart zu transponieren, damit man schwierige Passagen leichter einüben kann – beispielsweise komplexe Gitarrensoli. Doch deCoda kann noch mehr: Füttert man es mit einer Musikdatei (wav, aiff, mp3, wma, flac, ogg), so erkennt die Software automatisch Tempo, Takt und Tonart, unterteilt wiederkehrende Bereiche wie Refrain und Strophe und markiert Akkordwechsel.

Zur manuellen Analyse der Melodie wechselt man in eine Spektraldarstellung, die Töne als Linienmarkierungen auf einer vertikalen Klaviatur abbildet. Mit einem Stiftwerkzeug lassen sich dort passende MIDI-Noten einzeichnen. Um im Gewusel von Grund- und Obertönen die richtige Note leichter zu finden, spielt die Software einen zur gemalten Note passenden Sinuston ab. Eine fertige Passage lässt sich schließlich als MIDI-Datei exportieren, um sie in anderen Musikprogrammen weiter zu verarbeiten.

Will man einzelne Passagen nach Gehör einüben, kann man das Tempo um den Faktor vier reduzieren. Ein Fokusmodus isoliert bestimmte Frequenzbereiche im Stereopanorama. Dank der optischen Anzeige lässt sich beispielsweise ein in der Mitte des Stereofelds platzierter Sänger recht treffsicher ausschneiden. Anschließend kann man sich entweder das isolierte oder das restliche Spektrum anhören. Bei dichten Arrangements erwischt man allerdings unweigerlich auch andere Instrumente. deCoda nutzt nämlich keine KI, um Instrumente wie etwa ein Schlagzeug vom Rest der Aufnahme zu trennen.

Im Test funktionierte die Erkennungsautomatik für Tonart und Takt zufriedenstellend und ordnete selbst Songs außerhalb des 4/4-Schemas richtig zu. Tippt sie daneben, lassen sich die Vorgaben manuell korrigieren. Die händische Musikanalyse funktionierte grundsätzlich gut, war aufgrund der umständlichen Zoom- und Scroll-Funktionen jedoch mühsam. Letztere arbeiten nämlich nur in einzelnen Stufen. Zuweilen verschob sich eine gemalte Note, obwohl man ihre Länge ändern wollte. Für die MIDI-Übertragung wäre es praktischer, wenn man deCoda als Plug-in direkt in andere Musikprogramme einklinken könnte, bislang ist aber nur eine Stand-alone-Version verfügbar.

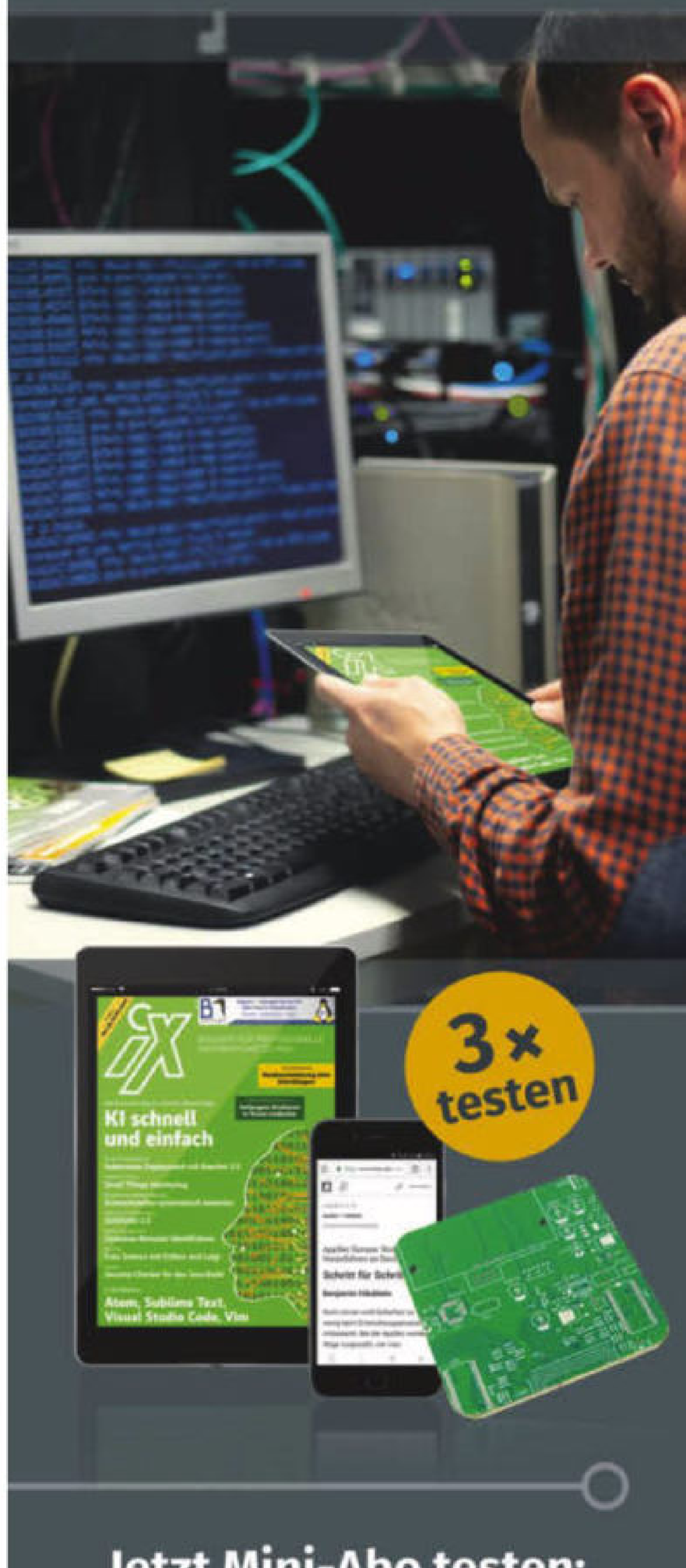
Dank seiner Spektralanalyse, des MIDI-Werkzeugs und der tollen Timestretch- und Fokus-Funktionen hilft deCoda beim Transkribieren von Musikstücken. Die Navigation ist zuweilen etwas umständlich und erschwert zügiges Arbeiten – zPlane will sie in einem Update auf Version 1.02 verbessern. *(hag@ct.de)*

zPlane deCoda

Musik-Software zum Transkribieren von Songs	
Hersteller	zPlane, www.zplane.de
Systeme	Windows ab 7, macOS ab 10.7
Preis	49 €

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:
3 digitale Ausgaben + Leiterplatten-Untersetzer nur 16,50 €

www.iX.de/digital-testen

iX MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK

www.iX.de/digital-testen
leserservice@heise.de
49 (0)541 800 09 120



Gaming-Ultrabook

13,3-Zoll-Notebook Razer Blade Stealth 13 mit Mittelklasse-GPU

Kompakte 13,3-Zoll-Notebooks nutzen üblicherweise im Prozessor integrierte Grafikeinheiten mit wenig 3D-Power. Im Razer Blade Stealth 13 steckt hingegen die Gaming-taugliche Nvidia GeForce GTX 1650.

Von Florian Müssig

Entscheidet man sich für ein kompaktes 13,3-Zoll-Notebook, dann steht üblicherweise der Wunsch nach hoher Mobilität im Vordergrund. Im Gegenzug muss man Abstriche hinsichtlich der 3D-Grafikleistung in Kauf nehmen: Die in Prozessoren integrierten Grafikeinheiten von AMD und Intel sind zu schwach für detail- und effektreiche 3D-Welten; Gleiches gilt für mitunter eingesetzte Low-End-GPUs à la GeForce MX230.

Das Blade Stealth 13 ist eine Ausnahme von der Regel. Es ist zwar ebenfalls ein kompaktes 13,3-Zoll-Notebook, doch Razer stellt dem Vierkern-Prozessor aus der zehnten Generation (Ice Lake) Nvidias Mittelklasse-GPU GeForce GTX 1650 zur Seite. Diese hat ausreichend 3D-Power, um aktuelle Blockbuster-Shooter auf mittlerer Detailstufe in Full-HD-Auflösung darzustellen. Für höhere Auflösungen oder Detailstufen braucht man weiterhin ein Gaming-Notebook ab 15,6 Zoll Bildschirmdiagonale mit noch stärkerer GPU.

Spieletauglich

Wie auch bei besonders flachen größeren Gaming-Notebooks kommt der Grafikchip im Blade Stealth 13 als sogenannte Max-Q-Variante daher. Dahinter versteckt sich ein ausgeklügeltes Leistungs- und Kühlmanagement: Statt Stromversorgung und Kühlsystem auf die jeweiligen Maximalwerte von CPU und GPU auszulegen, ist es schwächer dimensioniert. Prozessor und Grafikchip bekommen stattdessen ein gemeinsames Budget und teilen dieses dynamisch unter sich auf. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass Spiele nur selten beide Komponenten gleichzeitig auf Anschlag auslasten.

Dadurch kann das Notebook deutlich flacher ausfallen, als wenn das Kühlsystem für eine praktisch irrelevante Maximalbelastung ausgelegt wäre: Der Rumpf des Blade Stealth 13 ist gerade einmal 1,2 Zentimeter dick. Dass das Notebook am hinteren Ende dennoch mehr Platz in Hüllen benötigt, liegt an einer dicken Gummilippe. Sie stellt das Notebook leicht keilförmig auf, wodurch sich nicht nur die Tastatur zum Nutzer neigt, sondern auch das Kühlsystem unten genug Frischluft ansaugen kann.

Die Lüfter rauschen mit knapp 2 Sone, wenn CPU und GPU länger unter Dampf gesetzt sind. Bei geringer Systemlast bleibt das Kühlsystem lautlos; es übersteht auch kurze Lastspitzen ohne Aufheulen. Wir haben alle Performance- und Lautstärkemessungen am Netzteil im Gaming-Modus durchgeführt, den man im vorinstallierten Hilfsprogramm Synapse aktiviert. Im dort ab Werk eingestellten Balanced-Modus kam die Hardware nicht in den erwarteten Performance-Bereich. Selbst im Gaming-Modus erzielte der Prozessor niedrigere Ergebnisse im Cinebench als dasselbe CPU-Modell in manch anderen Notebooks – was man in der Praxis allerdings nicht spürt.

RGB-Tastatur

Über das Hilfsprogramm lässt sich auch die RGB-Beleuchtung der Tastatur anpassen. Ab Werk wechseln die LEDs langsam durchs gesamte Farbspektrum, doch es

sind auch etliche andere Effekte wie Wellen, Audiovisualisierung oder Aufleuchten nach Tastendruck möglich. Eine klassisch dezente einfarbige Tastenbeleuchtung ist in den Vorgaben nicht enthalten, lässt sich aber konfigurieren. Andere Bereiche des Notebooks sind nicht beleuchtet oder auffällig verziert, sodass das mattschwarze Gerät trotz Gaming-Zutaten durchaus für Geschäftstermine taugt, ohne dort für Stirnrunzeln zu sorgen.

Am Tippgefühl der Tastatur gibt es nichts auszusetzen, wenngleich der Tastenhub vergleichsweise gering ausfällt. Beim Layout sticht der zweizeilige Cursorblock mit vier großen Pfeiltasten positiv hervor – das bieten die wenigsten 13,3-Zöller.

Im schmalen Rahmen über dem Bildschirm sitzt eine IR-Kamera für Windows Hello. Ein Fingerabdruckleser ist nicht vorgesehen, ein Kartenleser fehlt ebenfalls. Zwei der vier USB-Buchsen sind im Typ-C-Format ausgeführt, sprechen außer USB auch DisplayPort und nehmen Strom vom mitgelieferten 100-Watt-USB-C-Netzteil entgegen. Thunderbolt 3 beherrscht nur die rechte USB-C-Buchse, flottes 10-GBit/s-USB hingegen alle vier. Das WLAN-Modul funkt gemäß Wi-Fi 6 (IEEE 802.11ax).

Razer verkauft das GTX-1650-bestückte Blade Stealth 13 wie hier getestet mit mattem Full-HD-Bildschirm für 2000 Euro. Alternativ gibt es einen 4K-Touchscreen, der den AdobeRGB-Farbraum vollständig abdecken soll, für 200 Euro Aufpreis. Core i7-1065G7, 16 GByte Arbeitsspeicher und eine 512-GByte-SSD sind bei beiden an Bord. Ohne GeForce-GPU und mit halber SSD-Kapazität gibt es das Notebook mit silbernem statt schwarzem Gehäuse für 1680 Euro. Verwirrend: Razer verkauft in seinem Webshop weiterhin Ausstattungsvarianten mit älteren Core-i-Prozessoren der achten Generation und Low-End-GPU GeForce MX150, die mitunter teurer als die besser ausgestatteten Nachfolger sind.

Fazit

Das Razer Blade Stealth 13 tummelt sich in einer interessanten Nische: Rund 1,4 Kilogramm Gewicht und gut 10 Stunden Laufzeit sind zwar keine Spitzenwerte bei kompakten Notebooks, doch dank GeForce GTX 1650 bekommt man hier ungleich mehr 3D-Grafikleistung als in anderen Geräten, die rein auf Mobilität getrimmt sind. *(mue@ct.de)* c't



Trotz flachem Gehäuse steckt im Razer Blade Stealth 13 ein spieletauglicher Grafikchip.

Razer Blade Stealth 13: Daten und Testergebnisse

getestete Konfiguration	RZ09-0310
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 2 × L (1 × Typ C), 2 × R (1 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	– / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	Sharp LQ133M1JW41: 13,3 Zoll / 33,8 cm, 1920 × 1080, 16:9, 166 dpi, 9 … 334 cd/m², matt
Prozessor	Intel Core i7-1065G7 (4 Kerne mit HT), 1,3 GHz (Turbo bis 3,9 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR4-3733 / Intel Ice-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	PEG: Nvidia GeForce GTX 1650 Max-Q (4096 MByte GDDR5) / ✓
Sound	HDA: Realtek ALC298
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / –
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: LiteOn CA3 (512 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	53 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	100 W, 582 g, 13 cm × 5,9 cm × 2,8 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,41 kg / 30,4 cm × 20,9 cm / 1,6 … 1,9 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 18 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,9 W / 0,5 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	6,8 W / 8,6 W / 10,8 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	63,9 W / 16,9 W / 66,7 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	84,5 W / 0,9
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	10,5 h / 6,6 h / 1,6 h
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,4 h / 7,7 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 2 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	2836,4 / 1834,3 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	141161 / 126620
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	26,4 / 12,1 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕ / 97,7 dB(A)
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	442 / 1250 Punkte
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	18805 / 18411 / 6995 / 3029 / – Punkte
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	2000 €
Garantie	1 Jahr

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe



Das kleine Blaue

13,3-Zoll-Notebook HP Spectre x360 13 mit OLED-Bildschirm

Nachdem es farbstarke und kontrastreiche OLED-Displays zuletzt in einigen 15,6-Zoll-Notebooks gab, taucht die Bildschirmtechnik nun auch wieder in kompakteren 13,3-Zoll-Notebooks auf. Eines der ersten ist das neue, schlanke HP Spectre x360 13.

Von Florian Müssig

Die ersten Notebooks, in denen anno 2016 OLED-Bildschirme zum Einsatz kamen, waren kompakte 13,3-Zoll-Notebooks, doch sie verschwanden allesamt nach nur einer Gerätegeneration vom Markt. Dies lag dem Vernehmen nach weniger an befürchteten Qualitätseinbußen durch Einbrenneffekte – solche konnten wir in einem Nachtest nach drei Jahren nicht feststellen [1] –, sondern vielmehr an einer schlechten Verfügbarkeit: Für Notebooks geeignete Panel-Größen konnte (und kann) nur Samsung liefern, und die Koreaner konzentrierten sich angesichts der damals hohen Nachfrage wohl lieber auf Smartphone-OLEDs.

Mittlerweile hat nicht nur der Smartphone-Markt eine Sättigung erreicht, sondern es wurden auch neue OLED-Fabriken aus dem Boden gestampft. Beides entspannt die Lage, sodass es wieder Kapazitäten für Notebooks gibt. In sämtlichen aktuell erhältlichen 15,6-Zoll-Notebooks mit OLED-Bildschirmen stecken Samsung-Panels [1, 2]; im zweiten Schritt sind nun wieder 13,3-Zöller dran. Den Anfang macht das HP Spectre x360 13, ein kompaktes Edel-Notebook mit 360-Grad-Scharnieren, 1,2 Kilogramm Gewicht und bis zu 11 Stunden Akkulaufzeit.

Windows-Anpassungen

Sein 13,3-Zoll-Bildschirm zeigt 4K-Auflösung, hat also praktisch unsichtbar kleine Pixel (332 dpi). Adleraugen werden mit der Windows-Skalierungsstufe von 200 Prozent froh, was effektiv Full-HD-großen Icons und Schriften entspricht. Ab Werk sind für unseren Geschmack zu grobe 300 Prozent eingestellt (1280er-Äquivalent) – aber es gibt ja auch noch Stufen dazwischen, die man nach persönlicher Präferenz auswählen kann. Falls jemand ein feines Raster in gleichmäßigen Farbflächen erspähen sollte: Dieses stammt von der Digitizer-Schicht für den mitgelieferten Stift. Er erlaubt präzisere Eingaben, als dies mittels Finger auf dem Touchscreen möglich ist. Der Bildschirm deckt den DCI-P3-Farbraum vollständig ab.

HP aktiviert in der Vorinstallation den Dark Mode von Windows 10, sodass die Einstellungen und Windows-Apps in dunklem Farbschema dargestellt werden – das schont die OLEDs und verringert den Stromverbrauch. Bei herkömmlichen Windows-Anwendungen mit eigener Bedienoberfläche müssen hingegen die Entwickler tätig werden, sodass man in der Praxis ein Mischmasch aus dunklen und hellen Fenstern vorfindet. Nicht einmal Windows 10 ist vollständig abgedunkelt: Der Windows-Explorer passt sich dem Dark Mode an, seine Datei-Kopier-Fenster sind aber weiterhin hell. Gleiches gilt für andere Bestandteile, etwa die „alte“ Systemsteuerung.

Webcam-Schalter

Im dünnen Bildschirmrahmen steckt eine IR-Webcam, die biometrisches Einloggen mittels Windows Hello unterstützt. Wer Angst vor Spionageversuchen hat, kann der Webcam über einen Hardware-Schalter am rechten Gehäuserand den Strom wegnehmen. Dann klappt freilich auch Windows Hello nicht mehr per Gesichtserkennung, sondern nur noch über den Fingerabdruckleser in der Handballenablage. Zusätzlich zur Webcam kann man über die F12-Taste die Mikrofone abschalten, um Lauschangriffen vorzubeugen.

Im BIOS-Setup kann man festlegen, ob die F-Tasten primär mit Sonder- oder klassischen Funktionen – etwa F5 zum Aktualisieren – belegt sind. Die jeweils andere Funktion steht dann als Fn-Tastenkombination bereit. Praktisch: Manche etablierte Tastenkombination wie Alt+F4 klappen auch im Sondertasten-Modus, ohne dass man die Fn-Taste hinzuziehen müsste. Am Tippgefühl gibt es nichts auszusetzen, das Layout hinterlässt indes einen gespaltenen Eindruck: Dedizierte Tasten für Pos1/Ende/Bild-auf/-ab sind lobenswert, die einzeilige Enter-Taste und der in eine Zeile gequetschte Cursor-Block erfordern hingegen Übung.

Alle drei USB-Buchsen beherrschen Datentransfers mit 10 GBit/s. Die beiden im USB-C-Format sprechen zudem Thunderbolt, nehmen Strom vom mitgelieferten Netzteil entgegen und geben DisplayPort-Signale aus. Wegen des flachen Rumpfs passt die einzige USB-A-Buchse nur mit einem ausklappbaren „Unterkiefer“ ins Gerät – sowas kannte man bei Notebooks bislang nur von RJ45-Netzwerkbuchsen. Eine der beiden USB-C-Buchsen befindet sich an der abgeschrägten Gehäuseecke hinten rechts. Das USB-C-Netzteil kann man darin eingesteckt lassen, wenn man den Deckel flach auf den Tisch legen oder vollständig umklappen möchte; dort eingesteckte dickere USB-C-Sticks muss man vorher abziehen. Der Kartenleser nimmt nur MicroSD-Kärtchen auf, spricht flotte UHS-II-Exemplare aber mit voller Geschwindigkeit von mehr als 200 MByte/s an – bravo.

Die aktuelle Baureihe des HP Spectre x360 13 trägt die HP-interne Bezeichnung aw0. Bei Redaktionsschluss gab es das OLED-Panel ausschließlich in der hier getesteten 2000-Euro-Ausstattungsvariante aw0031ng. Alle anderen Modelle haben weniger farbkräftige Full-HD-IPS-Bildschirme, manche davon auch mit integriertem Privacy-Filter [3]. Je nach Ausstattung ist das Gehäuse blau, dunkelgrau oder silber. Modernes WLAN gemäß Wi-Fi 6 ist immer an Bord, das auf HPs Produktwebseite genannte optionale LTE-Modem nirgends.

Fazit

Das Spectre x360 13 ist auch in der neuesten Auflage ein auf Mobilität getrimmtes High-End-Notebook ohne störende Macken. Den farbstarken 4K-OLED-Bildschirm behält HP allerdings ausschließlich dem Topmodell vor. *(mue@ct.de)* c't

Literatur

[1] Florian Müssig, Sieht gut aus, Notebooks mit farbstarken 4K-Bildschirmen von leicht bis potent, c't 20/2019, S. 94

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

[3] Ulrike Kuhlmann, Digitaler Schild gegen Mitgucker, So funktionieren die Privacy Screens in Notebooks von HP und Lenovo, c't 5/2020, S. 118

HP Spectre x360 13: Daten und Testergebnisse

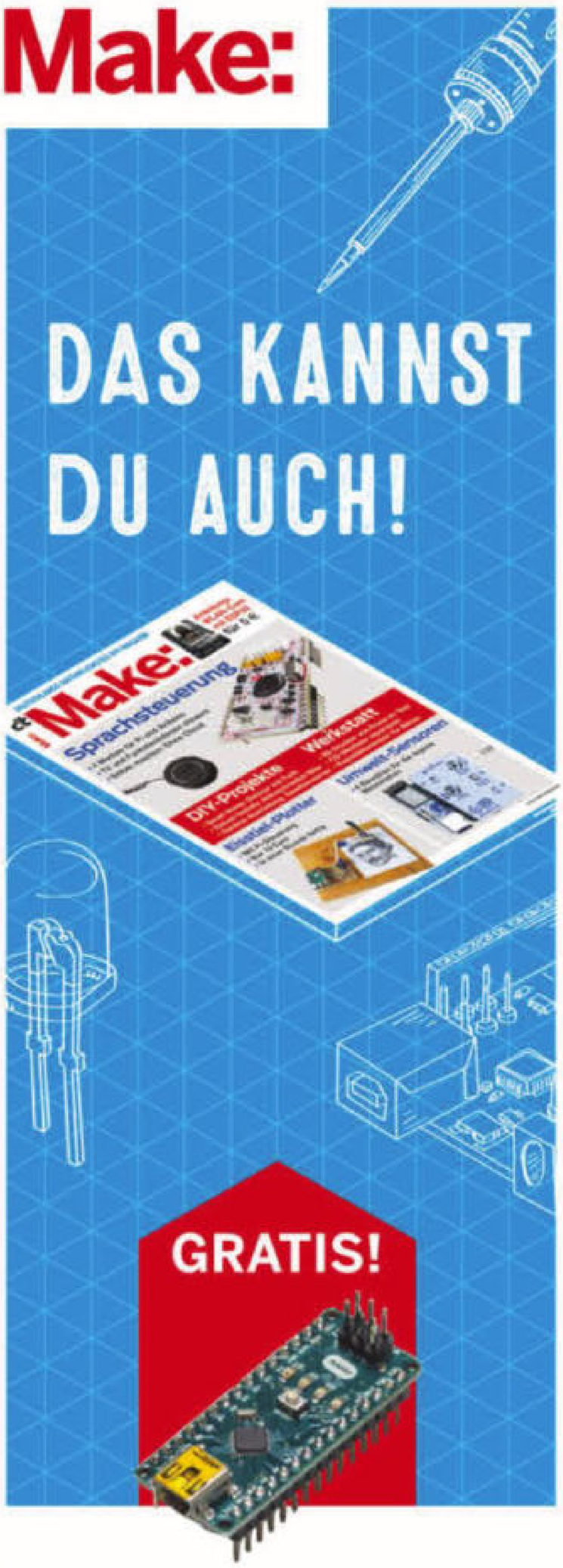
getestete Konfiguration	aw0031ng
Lieferumfang	Windows 10 Home 64 Bit, Netzteil, Hülle, Stift, USB-C-MiniDock
Schnittstellen (V = vorne, H = hinten, L = links, R = rechts, U = unten)	
VGA / DVI / HDMI / DisplayPort / Kamera	– / – / – / – / ✓
USB 2.0 / USB 3.0 / USB 3.1 / LAN	– / – / 1 × L, 2 × R (2 × Typ C) / –
Kartenleser / Strom / Docking-Anschluss	R (MicroSD) / – / –
USB-C: Thunderbolt / USB 3.0 / USB 3.1 / DisplayPort / Laden	✓ / ✓ / ✓ / ✓ / ✓
Ausstattung	
Display	Samsung SDC4142: 13,3 Zoll / 33,8 cm, 3840 × 2160, 16:9, 332 dpi, 17 … 343 cd/m², spiegelnd
Prozessor	Intel Core i7-1065G7 (4 Kerne mit HT), 1,3 GHz (Turbo bis 3,9 GHz), 4 × 512 KByte L2-, 8 MByte L3-Cache
Hauptspeicher / Chipsatz	16 GByte LPDDR4-3200 / Intel Ice-Lake-U
Grafikchip (Speicher) / mit Hybridgrafik	int.: Intel Iris Plus (vom Hauptspeicher) / –
Sound	HDA: Realtek ALC285
LAN / WLAN	– / CNVi: Intel AX201 (Wi-Fi 6, 2 Streams)
Mobilfunk / Bluetooth (Stack)	– / USB: Intel (Microsoft)
Touchpad (Gesten) / TPM / Fingerabdruckleser	I2C: HID (max. 4 Finger) / TPM 2.0 / USB: Synaptics
Massenspeicher / optisches Laufwerk	SSD: Intel Optane H10 (1024 GByte) / –
Stromversorgung, Maße, Gewicht	
Akku / wechselbar / Ladestandsanzeige	60 Wh Lithium-Ionen / – / –
Netzteil	65 W, 295 g, 8,8 cm × 5,3 cm × 2,1 cm, Kleeblattstecker
Gewicht / Größe / Dicke mit Füßen	1,21 kg / 30,4 cm × 19,4 cm / 1,7 … 1,8 cm
Tastaturhöhe / Tastenraster	1,1 cm / 19 mm × 18,5 mm
Leistungsaufnahme	
Suspend / ausgeschaltet	0,7 W / 0,4 W
ohne Last: Display aus / 100 cd/m² / max	3,3 W / 7,3 W / 8,4 W
CPU-Last / Video / 3D-Spiele (max. Helligkeit)	54,7 W / 16,2 W / 42,1 W
max. Leistungsaufnahme / Netzteil-Powerfactor	66,3 W / 0,55
Laufzeit, Geräusch, Benchmarks	
Laufzeit Idle (100 cd/m²) / Video (200 cd/m²) / 3D (max)	11,1 h / 6,1 h / 2,9 h
Ladezeit / Laufzeit nach 1h Laden	1,4 h / 8,1 h
Geräusch ohne / mit Rechenlast	< 0,1 Sone / 1 Sone
Massenspeicher lesen / schreiben	1448,6 / 1517,6 MByte/s
IOPS (4K) lesen / schreiben	59725 / 81556
Leserate SD-Karte	259,3 MByte/s
WLAN 5 GHz / 2,4 GHz (20m) / MU-MIMO-fähig	25,8 / 10 MByte/s / ✓
Qualität Audioausgang / Dynamikumfang	⊕⊕ / 103,5 dB(A)
Cinebench R20 Rendering (1 / n CPU)	458 / 1297 Punkte
3DMark: Night Raid / Sky Diver / Fire Strike / Time Spy / Port Royal	6447 / 8725 / 2719 / 620 / – Punkte
Preis und Garantie	
Straßenpreis Testkonfiguration	2000 €
Garantie	2 Jahre

⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht ✓ vorhanden – nicht vorhanden k.A. keine Angabe



Das Gehäuse des HP Spectre x360 13 ist so dünn, dass eine USB-A-Buchse nur ausklappbar gepasst hat.

Make:



2× 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.

Jetzt bestellen:
make-magazin.de/miniabo



Bass-Protze

Die Jabra Elite 75t sind komplett kabellose Ohrhörer, die Basslieb-habern gefallen. Auf Wunsch leiten sie Außengeräusche durch.

Die Elite 75t des Audioherstellers Jabra verschließen den Gehörgang mit Gummimanschetten und schirmen so vor Außengeräuschen ab. Sie haben jedoch auch eine „HearThrough"-Funktion: Dabei nutzen die Ohrhörer auf Knopfdruck ihre Mikrofone, um Außengeräusche aufzunehmen und verstärkt wiederzugeben. So soll man seine Umgebung trotz der isolierenden In-Ears im Ohr hören.

Die Funktion entpuppte sich als praktisch. Mit aktiviertem Hearthrough hört man in geschlossenen Räumen tatsächlich laut und deutlich, was um einen herum passiert. An der frischen Luft sollte man sich auf die Funktion jedoch nicht verlassen, da ferne Geräusche wie fahrende Autos nur schwach wiedergegeben werden und Windgeräusche stören. In der optionalen Hersteller-App (Android/iOS) passt der Nutzer die Stärke der Hearthrough-Funktion an die eigenen Vorlieben an.

Per Tastendruck am rechten Ohrhörer steuert man die Wiedergabe, nimmt Anrufe an und startet den Sprachassistenten des verbundenen Smartphones. Hält man die Tasten länger gedrückt, wird die Lautstärke erhöht (rechter Ohrhörer) oder gesenkt (linker Ohrhörer).

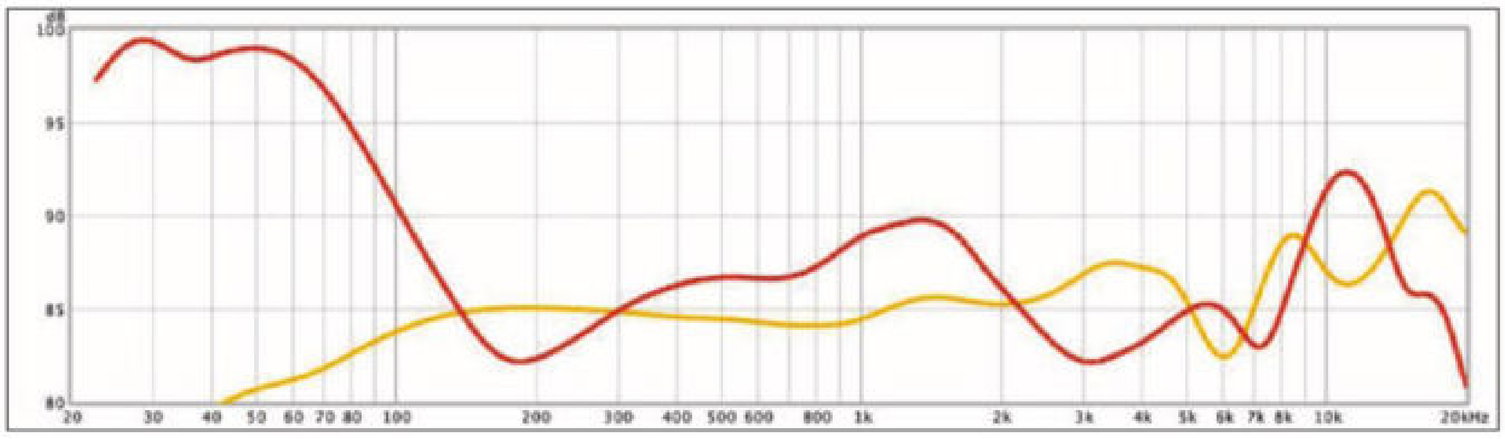
Von Hause aus betonen die Jabra Elite 75t den Bass extrem stark, der wenig detailreich wummert. Bereits zarteste Kickanschläge drängeln sich in den Vordergrund. Die Mitten und Höhen sind weder über- noch unterbetont, sodass Gesang trotz des überbetonten Basses immer noch präsent ist. Auch Details und Räumlichkeit bildet der Jabra Elite 75t gut ab. Die App hält außerdem einen Fünfband-Equalizer bereit, um den Klang der Ohrhörer individuell oder anhand vorgefertigter Profile zu verändern. Die In-Ears sitzen bequem im Ohr, aber nicht allzu fest. Beim Sport können die Ohrhörer herausrutschen.

Die Verbindung mit dem Smartphone klappte bei uns stets einwandfrei. Wir haben eine Wiedergabelatenz von 142 Millisekunden gemessen. Schaut der Nutzer Filme, muss die Wiedergabesoftware die Verzögerung ausgleichen, damit der Ton lippensynchron ist. Erst nach knapp sieben Stunden mussten die Ohrhörer im Etui nachladen.

Die Jabra Elite 75t punkten mit ihrer sehr guten Akkulaufzeit und dem bequemen Sitz. Der HearThrough-Modus funktioniert in Räumen ordentlich und ist durchaus praktisch. Der sehr stark angehobene Bass kann nur Bassliebhabern gefallen – die kommen dafür voll auf ihre Kosten, zumal sie bei Mitten und Höhen keine großen Abstriche machen müssen. *(mjo@ct.de)*

Jabra Elite 75t

Kabellose Ohrhörer	
Hersteller	Jabra, www.jabra.com
Systeme	Android 7.0, iOS 11.2
Anschluss	Bluetooth 5.0 (SBC, AAC)
Preis	180 €



Die Jabra Elite 75t (rote Kurve) betonen den Bass im Vergleich zu unserem Referenzkopfhörer Sennheiser HD-600 (gelbe Kurve) sehr stark.



Strick-Hörer

Der Bluetooth-Kopfhörer Adidas RPT-01 lockt mit waschbaren Ohrkissen und langer Akkulaufzeit.

Adidas setzt sich mit seinen RPT-01-Kopfhörern schon optisch von der Konkurrenz ab: Statt mit Plastik sind die Over-Ears mit einem Textilmaterial ummantelt – mit „Primeknit“, der Kunstfaser, die der Hersteller auch in Schuhen und Kleidung einsetzt. Der Vorteil: Man kann die Ohrkissen einfach abnehmen und waschen – praktisch nach schweißtreibenden Sportsessions. Der RPT-01 ist gemäß IPX4 zertifiziert, also spritzwassergeschützt.

Der robuste Metallbügel lässt sich nahezu beliebig verbiegen, um danach wieder in seine Ursprungsform zurückzuspringen. Man kann den Kopfhörer einfach so in den Rucksack werfen, zumindest war das bei uns der Fall: Auch nach einem mehrwöchigen Intensivtest sah der Kopfhörer immer noch aus wie neu.

Für Adidas ist es das zweite Kopfhörer-Experiment, nachdem die Zusammenarbeit mit Monster vor einigen Jahren nur von kurzer Dauer war. Der RPT-01, wie das In-Ear-Schwestermodell FWD-01, wurde gemeinsam mit dem schwedischen Kopfhörer-Spezialisten Zound Industries (Marshall, Urbanears) entwickelt.

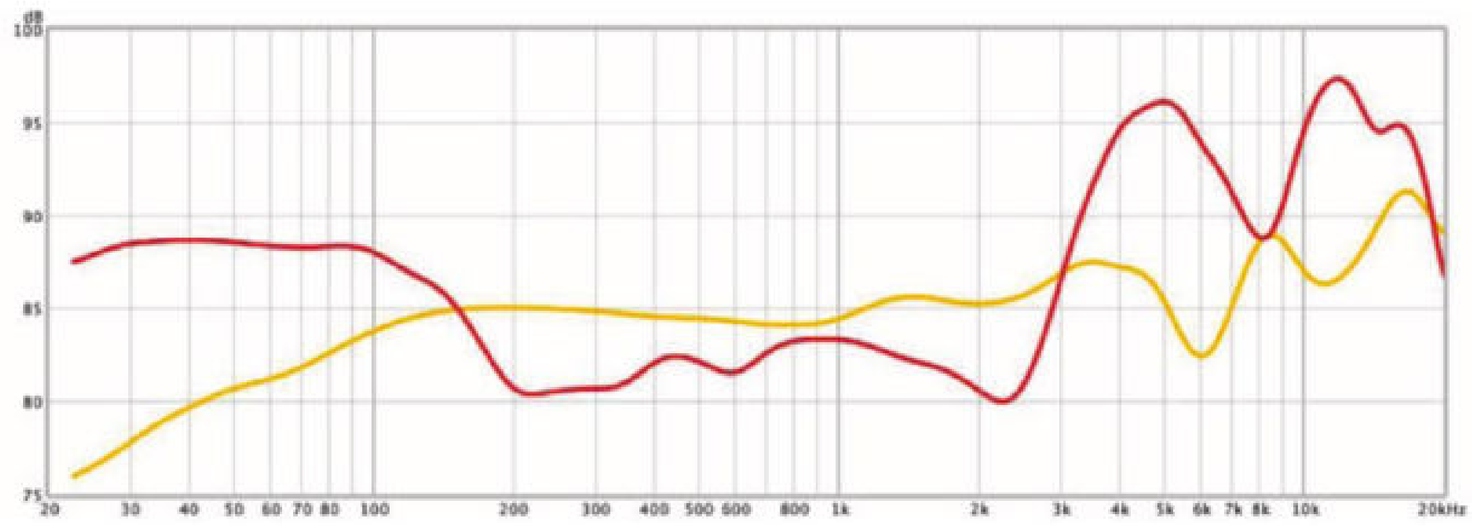
Für einen Alltagskopfhörer ist der RPT-01 klanglich mehr als brauchbar: Die Bässe klingen kraftvoll, ohne überbetont zu sein, die Höhen wirken weniger muffig als bei vielen Einsteiger-Bluetooth-Kopfhörern. Der Mittenbereich ist abgesenkt, dadurch treten Stimmen etwas in den Hintergrund. Der Hörer sitzt fest auf den Ohren, das muss man mögen. Aktive Geräuschunterdrückung gibt es nicht. In der zugehörigen App kann man den Klang per Equalizer feinjustieren. Die Bluetooth-Tonausgabe war bei unseren Tests um 244 Millisekunden verzögert, für lippensynchrone Wiedergabe ist das zu viel.

Richtig gut gefallen hat uns die extrem lange Akkulaufzeit: Wir haben 49 Stunden bei mittlerer Lautstärke gemessen. Auch die Bedienung ist gut durchdacht: Es gibt nur einen Bedienknopf, den man entweder eindrückt (an/aus) oder wie einen Joystick nach oben und unten (Lautstärke) oder rechts und links bewegt (skippen). Die Bluetooth-Kopplung klappt stabil und schnell. Wermutstropfen: Der RPT-01 unterstützt nur den SBC-Codec, aber nicht die klanglich besseren AAC oder aptX.

Wer einen robusten Kopfhörer für Alltag und Sport mit ordentlichem Klang sucht, ist mit dem RPT-01 bestens bedient – allerdings muss man mit 150 Euro auch deutlich mehr auf den Tisch legen als für vergleichbare Modelle. *(jkj@ct.de)*

Adidas RPT-01

Kabellose Kopfhörer	
Hersteller	Adidas, www.adidas.de
Anschlüsse	Bluetooth 5.0 (SBC), USB-C (nur Laden)
Gewicht	214 g
Preis	150 €



Im Vergleich zum Referenzhörer (gelb) sind die Mitten beim Adidas RPT-01 abgesenkt (rot). Dadurch treten Stimmen etwas in den Hintergrund.

NEU + portofrei
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
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

secIT by Heise

HANNOVER 2020

© AdobeStock-kras99

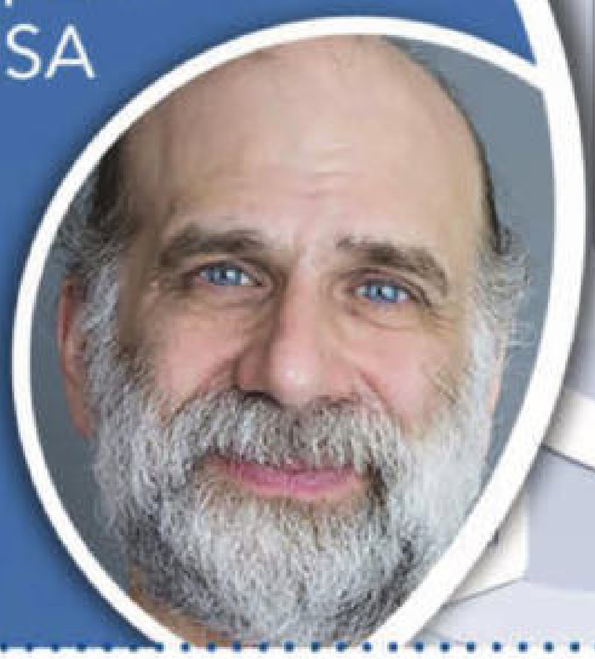
Ausstellungsfläche auf rund
3.400 m²

bereits am Vortag
Schulungsseminare

Fachvorträge auf
2 Bühnen

kostenfrei und fachbezogen
Partner-Workshops

HIGHLIGHT:
Krypto-Experte
aus den USA



Bruce Schneier

kostenfrei und informativ
Partner-Expert-Talks

unabhängige
redaktionelle Workshops

Die Partner der secIT by Heise

A1 Digital · Aagon · Accellion · ACM Consultants · AirIT · AKARION Innovating Trust · ALLGEIER CORE Comprehensive IT Security · ALTARO · ConSecur · CONSIST · CONTECHNET · CORDAWARE · CRASHTEST SECURITY · DATARECOVERY · DEKRA · HORNETSECURITY · inlyse · IT-SEAL · itWatch GmbH · kaspersky · KEEPER · LOGICALIS Architects of Change · magellan · Quest · radware · scanmeter · securosys · SEPPMAIL · SONICWALL · SOPHOS Cybersecurity evolved · SoSafe Cyber Security Awareness

Weitere Informationen und Anmeldung unter

sec-it.heise.de

Der Treffpunkt für Security-Anwender und -Anbieter!

25. – 26. März 2020
Hannover



Cyberangriffe gegen Unternehmen: Erste Ergebnisse einer repräsentativen Unternehmensbefragung in Deutschland

Prof. Dr. Gina Rosa Wollinger, Professorin für Kriminologie und Soziologie an der Fachhochschule für öffentliche Verwaltung NRW (FhöV)

Was tun, wenn's richtig knallt? Umgang mit Sicherheitsvorfällen im Datenschutz

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





Über die Verlässlichkeit von Software-Werkzeugen

Martin Wundram, Berater für IT-Sicherheit und IT-Forensik
Geschäftsführer und Gründer der DigiTrace Gmbh

Durchbruch beim Quantencomputing – wie sieht die Verschlüsselung der Zukunft aus?

Klaus Schmeh, Consultant Cryptovision
Dr. Reinhard Wobst, Softwareentwickler



baramundi · Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik · CERTIX · Check Point Software Technologies Ltd · Cisco Umbrella · codecentric · COMPASS Security · CONET

DocSetMinder Ready for Audit · SECTOOLS · eset Enjoy Safer Technology · essendit IT-Beratung und -Entwicklung · exabeam · G DATA Advanced Analytics · G DATA Trust in German Sicherheit · GRASS MERKUR

ManageEngine · Midland IT · netwrix · ONE Identity · OPTIMAbit Pentest Professionals · Password Safe by Matesso · protea networks · PSW GROUP

SPECTRAMI · sure[secure] · SVA · TARADOR Networks · TAROX · TEAL Always Challenging IT · TENZIR · tripwire · WINGS-FERNSTUDIUM an der Hochschule Wismar

Veranstalter: Heise Medien

organisiert von: heise Events – Conferences, Seminars, Workshops

Eventpartner: itsa 2020 – Die IT-Security Messe und Kongress – The IT Security Expo and Congress



Zocken um die 300

Spielegrafikkarten für Full HD und WQHD von 250 bis 350 Euro

Für rund 300 Euro gibt es viele attraktive Grafikkarten. Nicht immer ist aber klar, welches Angebot das bessere ist – und manchmal ist weniger auch mehr.

Von Benjamin Kraft

Wer in Full HD (1920 × 1080 Pixel) oder WQHD (2560 × 1440 Pixel) spielen und 250 bis 350 Euro für eine Grafikkarte ausgeben will, hat viele Modelle mit aktueller GPU zur Auswahl. Dabei überlappen sich die Leistungsklassen. Besonders klar zeigt sich dieses Phänomen rund um die 300-Euro-Marke: Eine GeForce GTX 1660 Super ragt mit ihren 230 bis 280 Euro ins Spektrum der 1660 Ti hinein, die mit 280 bis 330 Euro im Preisvergleich steht. Die Preisspanne für Karten mit GeForce RTX 2060 oder AMDs neuer Radeon RX 5600 XT, die jeweils rund 16 Prozent schneller sind, reicht von 300 bis über 370 Euro. Für eine Radeon RX 5700 mit nochmals 20 Prozent mehr 3D-Leistung legt man mindestens 320 Euro auf den Tisch. Warum also viel für eine Karte mit schwächerer GPU ausgeben, wenn man doch fürs gleiche Geld oder wenig mehr schon in die nächste Leistungsklasse aufsteigen kann?

Um diese Frage zu beantworten, holten wir uns sechs Grafikkarten im Preisbereich von 260 bis 360 Euro ins Haus. Von Zotac stammt die Gaming GeForce GTX 1660 Super Amp, die einzelne Händler für 255 Euro anbieten. Mit AMDs Radeon RX 5600 XT kommen die Asus TUF Gaming X3 Radeon RX 5600 XT EVO (350 Euro), MSIs Radeon RX 5600 XT Gaming X (ab 360 Euro) und die Powercolor Radeon RX 5600 XT Red Devil (330 Euro) daher. Für ähnlich viel Geld gibt es schon die billigsten Modelle mit Radeon 5700 oder GeForce RTX 2060, hier vertreten durch die XFX Radeon RX 5700 DD Ultra und Palits GeForce RTX 2060 StormX, die man jeweils ab 330 Euro findet. Vor Kurzem haben wir bereits die Sapphire Pulse Radeon RX 5600 XT getestet, die es tatsächlich für die von AMD versprochenen 300 Euro gibt und die mit hoher Performance bei flüsterleisem Betrieb Punkte sammelte [1].

Ursprünglich stand auch die GeForce RTX 2060 KO von EVGA auf unserem Test-Wunschzettel. Zum einen soll sie mit einer unverbindlichen Preisempfehlung von 300 Euro AMD das Leben schwer

machen, zum anderen lötet ihr der Hersteller nicht den üblichen TU106-Chip auf, sondern einen teildeaktivierten TU104, der sonst die GeForce RTX 2080 antreibt. Allerdings zeigte sich unser Testexemplar unerwartet laut. Darauf angesprochen, vermutete EVGA einen Defekt und bat uns, die Karte aus dem Vergleich zu nehmen. Laut unseren Messungen war sie durchweg rund 3 Bilder pro Sekunde (frames per second, fps) schneller als die Palit-Karte.

Auch eine GeForce GTX 1660 Ti sollte anfangs mit ins Testfeld, doch inzwischen spricht nicht mehr viel für diese Karten: Die GTX 1660 Super ist nur marginal langsamer, dafür aber je nach Hersteller mindestens 40 Euro günstiger. Zum Vergleich haben wir dennoch die rund 285 Euro teure Zotac Gaming GeForce GTX 1660 Ti in die Tabelle aufgenommen.

Chips und Updates

AMDs Radeon RX 5700 und RX 5600 XT sind nicht nur eng verwandt, es handelt sich um den gleichen Chip. Beide treten mit 2304 Shader-, 144 Textur- und 64 Rastereinheiten an. Bei der Radeon RX 5600 XT hat AMD aber das Speicher-Interface auf 192 Bit zusammengestrichen, weshalb bei diesen Karten nur 6 statt 8 GByte GDDR6-Speicher aufgelötet werden. Die zweite Abgrenzung geschieht über die Taktraten, doch da hat AMD kurz vor der Vorstellung eine Volte geschlagen und den Herstellen erlaubt, die GPU mit deutlich höheren Taktraten zu betreiben als ursprünglich vorgesehen: Den Game-Takt, der im Mittel in Spielen anliegen soll, spezifiziert AMD mit sehr konservativen 1375 MHz, der kurzzeitige Spitzentakt alias Boost-Takt liegt bei 1560 MHz.

Weil AMDs Sinneswandel geschah, als die Kartenhersteller die Produktion bereits hochgefahren hatten, ist mindestens die erste Charge noch mit dem alten konservativen VGA-BIOS in den Handel gekommen. Auf ihren Produktseiten stellen Asus, MSI & Co. neue Firmware-Versionen zum Download bereit, die höhere Taktraten freischalten; meist übernimmt eine selbstausführende Datei unter Windows das Update, nur Powercolor macht es etwas kompliziert und will erst einmal einen Boot-Stick gebastelt bekommen. Immerhin ist die Anleitung verständlich.

Nach dem Update sollte man Windows neu starten, anschließend den Treiber neu installieren und dabei die erweiterte Option „Auf Werkseinstellungen zurücksetzen (optional)“ wählen. Ansonsten ist nicht gewährleistet, dass die Karte mit dem richtigen Takt läuft. Das gilt ebenso bei Karten, für die der Hersteller verschiedene Firmwares anbietet, etwa Asus, Powercolor oder Sapphire. Ein BIOS ist auf Performance, das andere auf leiseren und sparsameren Betrieb getrimmt. Bei Powercolor und Sapphire wechselt man zwischen den beiden mit einem Schiebeschalter auf der Karte, bei Asus muss man ein weiteres Mal das Flash-Tool bemühen.

Nicht ganz so frisch ist die GeForce GTX 1660 Super, bei der Nvidia die gleiche TU116-GPU mit 1408 Shader-Einheiten bei unveränderten Taktraten einsetzt wie bei der einfachen GeForce GTX 1660. Allerdings hat die neuere Karte GDDR6-RAM mit wesentlich höherem Speicherdurchsatz.

Eine alte Bekannte ist die im Januar 2019 vorgestellte GeForce RTX 2060, die kleinste Nvidia-GPU, die Raytracing-Effekte in Hardware beschleunigt und Tensor-Cores für KI-Berechnungen an Bord hat. Die kommen beispielsweise bei Nvidias Kantenglättungsmodus Deep Learning Super Sampling (DLSS) zum Einsatz.

Speicherdurchsatz ...

Das Testfeld gibt uns die spannende Gelegenheit, den Einfluss von Speicher- und GPU-Takt auf die Performance auszuloten. Die drei RX-5600-XT-Karten im Feld laufen nämlich mit höherem GPU-Takt als von AMD vorgesehen, doch nur Powercolor erhöht auch den Speichertakt von 1500 auf 1750 MHz. Damit steigt die verfügbare Datentransferrate von 288 auf 336 GByte/s. Die Radeon RX 5700 von XFX tritt mit gleicher Shader-Anzahl, aber einem 256-Bit-Speicher-Interface und einem Durchsatz von 448 GByte/s an.

Wie sich zeigt, bringt der GPU-Mehrtakt eines Turbo-BIOS nichts, wenn nicht auch der Speicherdurchsatz steigt: Mit beiden Firmwares liefert die Asus-Karte identische Performance und liegt mit MSI geichauf. Die Powercolor-Karte hingegen erzielt selbst im Silent-Mode in Full HD und WQHD zwischen 3 und 9 Prozent höhere Bildwiederholraten, kann diese mit Turbo-BIOS aber nicht weiter steigern. Den nächsten Schritt gibt es erst mit der

Grafikkarten ab 250 Euro: Performance

Grafikkarte	3DMark Time Spy / Firestrike Extreme [Punkte]	Luxmark 3.1 Luxball HDR [Punkte]	Far Cry 5 DX 11, Preset „Ultra“, SMAA, HD Texturen (4K / WQHD / Full HD) [fps]	Shadow of the Tomb Raider DX12, Preset „Ultrahoch“, SMAA, 16 x AF (4K / WQHD / Full HD) [fps]	Metro Exodus DX12, Preset „Ultra“, 16 x AF (4K / WQHD / Full HD) [fps]
	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶	besser ▶
Gigabyte GeForce GTX 1660 OC	5832/6190	15229	29/58/85	22/45/69	19/30/39
Gigabyte Radeon RX 5500 XT Gaming OC 8 GByte	5088/6407	14296	29/58/85	22/43/65	19/30/37
Zotac Gaming GeForce GTX 1660 Super Amp	6405/7220	16766	31/67/96	26/53/81	22/34/44
Zotac Gaming GeForce GTX 1660 Ti	6452/7269	16088	33/68/97	26/53/81	22/36/46
Asus TUF Gaming X3 Radeon RX 5600 XT EVO	7269/9305	18350	40/80/108	29/59/89	27/42/54
Asus TUF Gaming X3 Radeon RX 5600 XT EVO (Quiet)	7236/9292	18372	41/80/108	29/59/88	27/42/53
MSI Radeon RX 5600 XT Gaming X	7271/9342	19037	38/81/109	29/59/90	27/43/53
Powercolor Radeon RX 5600 XT Red Devil	7698/9970	21126	41/83/112	32/63/96	29/45/56
Powercolor Radeon RX 5600 XT Red Devil (Quiet)	7676/9948	21480	42/86/111	32/64/95	29/45/57
Sapphire Pulse Radeon RX 5600 XT	7647/9889	20731	41/85/111	31/63/95	29/46/57
Sapphire Pulse Radeon RX 5600 XT (Quiet)	7207/9262	18229	40/80/108	29/59/89	27/43/54
Palit GeForce RTX 2060 StormX	7619/8952	21330	37/80/111	31/61/93	26/42/53
XFX Radeon RX 5700 DD Ultra	8771/11536	28084	52/98/118	40/77/115	34/42/66

Testsystem: Intel Core i7-8700K (OC 4,7 GHz), 32 GByte DDR4-RAM, Windows 10 (1909) 64 Bit, V-Sync aus Grafiktreiber: AMD Adrenalin 2020 Edition 19.12.2, 20.1.3; Nvidia GeForce 441.66, 441.87
SMAA: Kantenglättungsverfahren AF: anisotrope Filterung



Asus TUF Gaming X3 Radeon RX 5600 XT EVO

Ein massiver Kühler mit drei Lüftern prangt auf dem Navi-10-Grafikchip, weshalb die Karte stattliche 28 Zentimeter lang ist und gut ein Kilogramm auf die Waage bringt. Damit sie sich nicht durchbiegt, ist ihr Rücken durch eine metallene Backplate verstärkt. Außerdem belegt sie nicht nur zwei Steckplätze, sondern ragt noch in den dritten hinein. Ein dezenter LED-Streifen an der Seite bringt ein wenig Farbe in den ansonsten grau-schwarzen Block.

Asus bietet für die TUF Gaming X3 zwei BIOS-Versionen an. Da es bei diesem Modell keinen BIOS-Schiebeschalter gibt, muss man sich für eine von beiden entscheiden und sie ins ROM flashen. Während die Silent-Variante den Game Clock, also den Takt, der durchschnittlich in Spielen anliegen soll, auf 1460 MHz begrenzt, dreht die standardmäßig eingespielte Performance-Firmware die GPU-Frequenz auf 1615 MHz (Game-Clock) hoch. Der maximale Boost-Takt reicht laut Asus bis 1750 MHz – aktiviert man das zugehörige Software-Profil über die Software OC Genie II, sollen es nochmals 20 MHz mehr sein. Allerdings taktet Asus den Speicher auch beim Turbo-BIOS nur mit 1500 MHz. Das hindert die GPU aber offenbar daran, den Mehrtakt in höhere Performance zu verwandeln: Mit Performance-BIOS wurde die TUF Gaming X3 in 3D-Spielen im Mittel 5 Watt stromdurstiger und 1,1 Sone statt flüsterleiser 0,3 Sone laut, aber nicht schneller. Damit gibt es keinen Grund, sie nicht dauerhaft mit Silent-Firmware zu betreiben. Mit etwa 350 Euro gehört sie zu den teureren Karten im Test.

- mit Silent-BIOS flüsterleise
- lang, drei Slots breit
- teuer



MSI Radeon RX 5600 XT Gaming X

Optisch schlägt die Karte in dieselbe Kerbe wie die von Asus, einschließlich der zurückhaltenden LED-Beleuchtung an der Seite. In einigen Punkten geht sie aber noch ein Stück weiter. So ist der Kühler der 1,4 Kilo schweren Gaming-X-Karte volle drei PCIe-Einschübe hoch und mit 297 Millimetern auch so lang, dass er in manchen Gehäusen dem Festplattenkäfig in die Quere kommt. Eine Backplate aus Metall hilft, das Gewicht zu stützen. Dass es an der Seite statt einem gleich zwei achtpolige Stromanschlüsse gibt, ist für eine Karte dieses Kalibers schlicht übertrieben, zumal die Leistungsaufnahme selbst in Spitzen nur 215 Watt erreichte.

Der Materialeinsatz zahlt sich aus, denn die MSI-Karte blieb selbst unter anhaltender 3D-Volllast 0,5 Sone leise, was noch knapp für die Note sehr gut reicht. Im Leerlauf gab sie ohnehin wie die anderen Radeons keinen Mucks von sich, weil ihre Lüfter stillstanden.

MSI verzichtet darauf, ein zweites BIOS anzubieten und sucht den Kompromiss zwischen Taktrate und Leistungsaufnahme. Den GPU-Takt hebt MSI gegenüber AMDs Vorgaben auf 1615 MHz (Game Clock) an, der Turbo reicht bis 1750 MHz. In Tomb Raider hielt die Karte im Durchschnitt 1705 MHz. Mehr brächte ohnehin nichts, wenn nicht auch der Speichertakt von 1500 MHz angehoben würde. Mit einem Straßenpreis ab 360 Euro hat sie es schwer, sich gegen günstigere Varianten der Radeon RX 5700 oder der GeForce RTX 2060 zu behaupten.

- sehr leise
- sehr lang, drei Slots breit
- sehr teuer



Palit GeForce RTX 2060 StormX

Kurz ist sie, die Palit-Karte, und passt mit ihrer Länge von nur 16,8 Zentimetern auch in viele Mini-ITX-Systeme. Zudem zählt sie mit rund 330 Euro zu den billigsten Karten mit GeForce RTX 2060; ihre Quasi-Zwillingsschwester Gainward GeForce RTX 2060 Pegasus gibt es sogar schon für 300 Euro.

Dafür ist einiges etwas einfacher gehalten als bei teureren Modellen: Die Anschlussleiste hat je einen DisplayPort, DVI-DL- und HDMI-Ausgang. Damit kann sie zwei 4K-Displays mit 60 Hz antreiben, was für die meisten Ansprüche genügt. Alle anderen Karten im Test bieten jedoch vier moderne Anschlüsse. Der kurze Kühler liegt unter dünnerem Kunststoff als bei den Konkurrenten und hat als einziger nur einen Lüfter. Um die GPU noch bei 80 °C zu halten, muss er sich früher und mehr ins Zeug legen. Seine 1,3 Sone sind aber noch erträglich, wenngleich etwas sägend. Anfangs vibrierte die Lüfterabdeckung bei bestimmten Drehzahlen etwas; nachdem wir die Schräubchen etwas fester gedreht hatten, verschwanden diese Nebengeräusche.

In puncto Performance und Leistungsaufnahme liegt sie praktisch auf dem Niveau der Radeon-5600-XT-Karten von Asus und MSI. Schnellere, aber auch teurere RTX-2060-Modelle sind in einzelnen Spielen bis zu 5 fps schneller, was aber keine Auswirkung auf die Spielbarkeit hat.

- 16,8 Zentimeter kurz
- vergleichsweise billig
- laut unter Last



Powercolor Radeon RX 5600 XT Red Devil

Der 24 Zentimeter kurze rote Teufel wiegt mit 1044 Gramm so viel wie die längere Asus-Karte und ragt ebenfalls in den dritten PCIe-Steckplatz hinein. Versuchen andere Hersteller, so viel wie möglich vom Kühler und der Karte zu verhüllen, kokettiert Powercolor mit Einblicken ins Innere. Die Beleuchtung fällt ebenfalls selbstbewusster aus, sprich: auffälliger. Rechts glimmen ein RGB-LED-Streifen und das Red-Devil-Logo, die Backplate ist von einem Paar stilisierter, beleuchteter Teufelshörnchen durchbrochen. Selbst die Signalausgänge schimmern rot.

Per Schiebeschalter wählt man zwischen dem leisen Performance- und dem flüsterleisen Silent-BIOS. Empfehlenswert ist letzteres, denn trotz laut Datenblatt geringerem Game-Boost von 1495 statt 1660 MHz erzielt die Red Devil damit in Spielen nur minimal niedrigere Performance bei etwas geringerem Energiehunger. Das liegt daran, dass der durchschnittliche Realtakt mit rund 1700 MHz identisch ist und beide BIOS-Varianten den Speicher mit 1750 MHz betrei ben. So sticht selbst das Silent-BIOS die ab Werk übertakteten Karten von Asus und MSI aus. In manchen Lastbereichen war allerdings ein sehr leises Spulenzischen zu hören.

Mit 3D-Last nimmt die Karte etwa 180 Watt auf, Spitzen reichten bis 232 Watt. Deshalb lötet Powercolor zusätzlich zum achtpoligen noch einen sechspoligen PCIe-Stromanschluss auf die Karte. Mit 330 Euro ist sie die günstigste 5600er in diesem Testfeld, hat mit zwei Jahren aber die kürzeste Garantie.

- schnell und flüsterleise
- 24 Zentimeter kurz, drei Slots breit
- nur zwei Jahre Garantie



XFX Radeon RX 5700 DD Ultra

Mit einem Preis ab 320 Euro zählt die wuchtige XFX-Karte zu den günstigsten Radeon-5700-Modellen. Ihre Lüfterverschalung mit abgerundeten Kanten schmiegt sich an die Karte, die drei Erweiterungsplätze belegt. Mit 29,3 Zentimetern ist die RX 5700 DD Ultra sehr lang, weshalb man prüfen sollte, ob der Festplattenkäfig einem Einbau im Weg steht. Eine metallene Backplate stärkt der ein Kilo schweren Karte den Rücken.

Bei der Performance hat die RX 5700 DD Ultra in Full HD erwartungsgemäß die Nase vorn. Das zeigt sich vor allem in grafisch fordernden Spielen wie Metro Exodus, wo sie als einzige eine durchschnittliche Bildrate von über 60 fps erzielte. In anderen Spielen war der Bonus eher akademisch, da alle Karten ebenfalls bequem die 60-fps-Hürde nahmen. Ein weiterer Vorteil gegenüber der Konkurrenz sind die 8 GByte Videospeicher. Damit ist sie auch zum Spielen in WQHD zukunftssicherer.

Die Mehrleistung fordert ihren Tribut. Die im Leerlauf lautlosen Lüfter lärmen unter Furmark-Volllast mit bis zu 2,4 Sone. In Spielen bleibt die Karte meist leiser und gibt eher ein schnurrendes Rauschen von sich, zu dem sich ein schwaches Zikadensirren von den Spulen gesellt, das man nur bei offenem Gehäuse hört. Die Leistungsaufnahme von 250 Watt liegt ebenfalls höher als beim restlichen Testfeld, Spitzen reichten bis 380 Watt. Laut Spezifikation liefern der PEG-Slot und der sechs- sowie der achtpolige Stromanschluss zusammen aber nur 300 Watt. Auf jeden Fall ist ein kräftiges Netzteil Pflicht.

- verhältnismäßig billig
- lang, drei Slots breit
- laut und stromdurstig unter Last



Zotac Gaming GeForce GTX 1660 Super Amp

Die günstigste, aber auch schwächste Karte in diesem Feld gibt es für unter 260 Euro. Lahm ist sie dennoch nicht – sie zieht mit der auf dem Papier stärkeren GeForce GTX 1660 Ti gleich, die damit obsolet wird. In Full HD liegt sie meist bequem jenseits der 60-fps-Marke, was als Indikator für ruckelfreies Spielen gilt; nur bei Metro Exodus geht ihr die Puste aus und sie fällt unter 50 fps.

Die 21 Zentimeter kurze Karte schafft die Balance zwischen schön anzusehen und unaufdringlich: Die kantig verwinkelte Kühlerabdeckung erinnert an Stealth-Flugzeuge, die Backplate mit dem aufgedruckten Firmenlogo wölbt sich von unten bis zu den Kartenseiten empor. Auf Lichteffekte verzichtet Zotac.

Die zwei Lüfter drehen zwar dauerhaft, aber bleiben im Leerlauf beinahe lautlos. Unter Volllast steigt das Laufgeräusch auf bis zu 1,5 Sone. Das Rauschen ist zwar präsent, lässt sich aber gut ausblenden. Ab und an laufen die Lüfter offenbar mit leicht unterschiedlicher Drehzahl, was zu Überlagerungen und einem kurzzeitigen Anschwellen der Lautstärke führt. Unser Testexemplar jaulte zudem bei einem PWM-Verhältnis von 60 bis 61 Prozent (~1900 U/Min). Allerdings stammte die Karte aus dem Testpool des Herstellers und war zuvor schon in anderen Redaktionen unterwegs; gut möglich, dass sie auf der Reise Schaden nahmen. Auch die Serienstreuung könnte das Jaulen erklären.

Registriert man die Karte innerhalb von 28 Tagen beim Hersteller, gewährt Zotac fünf Jahre Garantie.

- günstig
- fünf Jahre Garantie
- laut unter Last



Von der kompakten Mini-ITX-Karte bis zum Triple-Slot-Koloss ist im Testfeld alles dabei. Während die meisten aktuellen Karten dieser Preis- und Leistungsklasse vier moderne Signalausgänge haben, hält Palit dem DVI-Anschluss die Treue.

RX 5700, die ihrerseits zwischen 5 und 20 Prozent vor der Powercolor-Karte liegt.

Ähnliches lässt sich bei den GeForce-Geschwistern GTX 1660, 1660 Super und 1660 Ti beobachten: Bei gleichem Takt erzielt die Super-Karte in Full HD und WQHD zwischen 13 und 18 Prozent bessere Performance als die GTX 1660 ohne Beinamen, weil ihr GDDR6-Speicher mehr Bandbreite liefert (336 vs. 192 GByte/s). Die GTX 1660 Ti hingegen kann von ihren zusätzlichen 128 Shader-Cores nicht profitieren, weil ihr GDDR6-RAM 250 MHz langsamer taktet als das der Super und so nur 288 GByte/s transferiert.

Egal ob später eine AMD- oder Nvidia-Karte im Rechner steckt: Wer noch ein wenig mehr Performance aus der GPU herauskitzeln möchte, sollte vor allem den Speicher ins Visier nehmen.

... und -menge

Beinahe alle Karten in diesem Vergleichstest haben 6 GByte RAM an Bord, nur bei der Radeon RX 5700 sind es 8 GByte. Ob das ausreicht, hängt vom Spiel sowie der gewählten Auflösung und Detailstufe ab. In unserem Testparcours machte sich der kleine Speicher nicht negativ bemerkbar. Beim Schritt von Full HD zu WQHD im Preset Ultrahoch büßten alle Karten unabhängig von der Speichermenge in Shadow of the Tomb Raider rund ein Drittel ihrer Bildrate ein, 4K-Auflösung kostete nochmals rund 50 Prozent. Noch genügen 6 GByte in Full HD und WQHD für die Spiele in unserem Testparcours – zum Zocken in 4K sind diese Grafikkarten ohnehin nicht gedacht.

Allerdings werden 3D-Spielewelten immer komplexer, Texturen immer aufwändiger und damit größer. Was passiert, wenn dann der Speicher ausgeht, zeigte zuletzt der Vergleich zwischen der Radeon RX 5500 XT mit 4 und 8 GByte Speicher [2]: Dort sank die Frame-Rate in Shadow of the Tomb Raider in Full HD um 16 Prozent.

Anschlüsse und Ausstattung

Die Turing- und Navi-GPUs aktueller Grafikkarten können über DisplayPort 1.4a und HDMI 2.0b HDR-Inhalte wiedergeben und bis zu vier hochauflösende Displays ansteuern, sofern genügend Anschlüsse vorhanden sind. Mit einer Ausnahme bringen alle hier getesteten Karten drei DisplayPorts und einen HDMI-Ausgang mit. Über zwei DisplayPorts kann man an ihnen also auch eines der ultrararen 8K-Displays mit 60 Hz betreiben – da beschränkt sich die Auswahl allerdings auf das 3000 Euro teure Dell UltraSharp UP3218K. Palit stattet seine GeForce RTX 2060 StormX hingegen nur mit jeweils einem DisplayPort, einer HDMI-Buchse und einem Dual-Link-DVI-Ausgang aus, der maximal 2560 × 1600 Pixel bei 60 Hertz ausgibt.

Aktuelle Grafikchips entlasten den Hauptprozessor bei der Video-Wiedergabe und dekodieren hochkomplexe Videoformate wie VP9 und H.265 (HEVC), die manche CPU alleine nicht ruckelfrei wiedergeben könnten. Auch die Kodierung in diesen Formaten können die Chips übernehmen, was speziell für Streamer interessant ist. Der lizenzfreie Codec AV1 spielt indes bei beiden noch keine Rolle.

Nvidia kann mit einigen Kniffen aufwarten, die AMD derzeit nicht zu bieten hat. Dazu zählt etwa Variable Rate Shading (VRS): In Spielen, die dieses Feature unterstützen, kann die Grafikkarte gleichfarbige Flächen oder weniger auffällige Teile der Szene mit reduzierter Auflösung rendern, was die Geschwindigkeit erhöht.

Die Modelle der RTX-Familien haben außerdem RT-Cores an Bord, spezialisierte Hardware für Ray-Tracing-Effekte. Immer mehr Spiele setzen Licht- oder Reflexionseffekte ein, der Grafikknaller Control etwa für Mehrfachreflexionen. Oft sind sie aber eher subtil oder kommen wie bei Battlefield 5 an Stellen zum Einsatz, die man in der Hitze des Gefechts nicht bewusst wahrnimmt. Metro Exodus nutzt RTX-Effekte für eine realitätsnahe Umgebungsbeleuchtung, was bereits in Full HD etwa 15 Prozent Performance kostet und die durchschnittliche Bildrate von 53 auf 45 fps drückt.

Die Tensor-Cores der RTX-GPUs sollen unter anderem KI-Berechnungen beschleunigen; Nvidias Vorzeigeanwendung war der neue Kantenglättungsmodus DLSS, der tatsächlich für eine deutliche Steigerung der Bildraten sorgt, allerdings zumindest anfangs visuell nicht wirklich überzeugte.

Bei AMD steht dafür PCIe 4.0 auf der Haben-Seite, das allerdings ausschließlich auf aktuellen Ryzen-3000-Systemen mit einem X570-Chipsatz zur Verfügung steht. Theoretisch könnten Radeon-Karten davon profitieren, wenn ihnen der lokale Speicher ausgeht und sie Texturen nachladen müssen. Wie bereits erwähnt, geschieht das derzeit aber nur in Ausnahmefällen.

Leistungsaufnahme und Lautstärke

Im Leerlauf, in dem die Grafikkarten den größten Teil ihrer Zeit verbringen, sind die Testkandidaten relativ sparsam. Die Karten von Asus, MSI und Palit nehmen mit einem angeschlossenen Full-HD-Monitor etwa 11 Watt auf, bei Powercolor, XFX und Zotac sind es 13 bis 14 Watt. Hängen zwei FHD-Displays oder eine 4K-Anzeige an der Karte, steigt die Leistungsaufnahme um zwei Watt.

Unter dauerhafter 3D-Volllast spreizt sich das Feld entsprechend der Performance auf. Am sparsamsten ist erwartungsgemäß die Zotac GeForce GTX 1660 Super mit 125 Watt, die damit auch die effizienteste Karte im Test ist. Auf die Ergebnisse mit Shadow of the Tomb Raider bezogen kommt sie auf 0,65 fps pro Watt. Es folgt Palits GeForce RTX 2060 StormX (0,58 fps/Watt), die allerdings auch strikt nach Nvidias Taktvorgaben läuft. Im Mittelfeld finden sich die drei Radeon-5600-XT-Karten, wobei Asus und Powercolor jeweils mit Quiet-BIOS auf 0,53 und 0,54 fps/Watt kommen, MSI auf auf 0,49. Schlusslicht ist die Radeon RX 5700 von XFX mit 0,46 fps/Watt.

In Spitzen fordern die GPUs auch mal deutlich mehr vom Netzteil, wobei sich bis auf XFX alle innerhalb der Grenzen halten, die ihnen ihre Stromanschlüsse vorgeben. Die Lastspitzen der Radeon RX 5700 Ultra

DD reichten allerdings bis 378 Watt, aus dem PEG-Slot und den beiden PCIe-Anschlüssen darf sie laut PCI-Express-Spezifikation maximal 300 Watt ziehen. Das sollte man bei der Netzteilwahl berücksichtigen. Immerhin überfordert sie nicht den PEG-Slot, aus dem sie nur knapp 70 Watt fordert.

Fazit

Im Preisbereich um 250 Euro ist die GeForce GTX 1660 Super aktuell ohne Konkurrenz; AMD hat ihr nichts entgegenzusetzen. Die Radeon RX 5500 XT ist zwar deutlich günstiger, im Schnitt aber auch etwa 20 Prozent langsamer. Dass die GeForce nur 6 GByte Speicher hat, ist bei Full-HD-Auflösung noch kein Problem.

Wer noch Reserven für WQHD einplanen möchte, ist mit einer Radeon RX 5600 XT oder einer GeForce RTX 2060 besser bedient. In neueren Spielen muss man hier allerdings den Detailregler eine Stufe herunterstellen, wenn man konstant über 60 fps erzielen will. Bei gleichem Preis sind die AMD-Karten tendenziell leiser und schneller. Das volle Potenzial der GPU reizen nur Modelle mit 1750 MHz Speichertakt aus. Dafür kann Nvidia mit Spezialitäten wie in Hardware beschleunigten Raytracing-Effekten und Tensor Cores aufwarten. Außerdem können GeForce-RTX-Karten dank Nvidias Optix-Schnittstelle Berechnungen in Anwendungen wie Blender enorm beschleunigen [3].

Die Radeon RX 5700 legt bei der Performance noch einmal eine kleine Schippe drauf und ist wegen ihrer 8 GByte Grafikspeicher besser für zukünftige Spiele mit großen Texturen gerüstet. Allerdings wiegt beides unseres Erachtens nicht den höheren Preis für ein ähnlich leises Modell und den weit größeren Energiehunger auf.

Zwei Dinge sollte man bei der Auswahl des Wunschmodells im Hinterkopf behalten: Ein höherer Speichertakt hilft modernen Grafikkarten offenbar meist mehr als zusätzlicher GPU-Takt. Und gibt es zum gleichen Preis zwei Karten mit GPUs derselben Firma, aber aus verschiedenen Leistungsklassen, ist die mit dem kleineren Chip fast immer die leisere, weil der Hersteller mehr ins Kühlsystem investieren konnte. Bessere und leise Kühlung kostet eben mehr. *(bkr@ct.de)* c't

Literatur

[1] Benjamin Kraft, Aufmüpfiges Mittelkind, AMDs Radeon RX 5600 XT geht an den Start, c't 4/2020, S. 68

[2] Carsten Spille, Im Mittel: Klasse statt Masse, Sechs Mittelklasse-Grafikkarten für Spieler, c't 3/2020, S. 90

[3] Carsten Spille, Optimal getiled, 3D-Welten in Blender mit der Grafikkarte schneller rendern, c't 1/2020, S. 100

Mitttelklasse-Grafikkarten ab 250 Euro von AMD und Nvidia

Hersteller	Asus	MSI	Palit	Powercolor	XFX	Zotac
Modell	TUF Gaming X3 Radeon RX 5600 XT EVO	Radeon RX 5600 XT Gaming X	GeForce RTX 2060 StormX	Radeon RX 5600 XT Red Devil	Radeon RX 5700 DD Ultra	Gaming GeForce GTX 1660 Super AMP
GPU	Navi 10 XLE	Navi 10 XLE	TU106-200X-KA-A1	Navi 10 XLE	Navi 10 XL	TU116-300-A1
BIOS-Version	731FHB.17.1.0.49.AS45A (731FHB.17.1.0.49.AS45Q)[5]	TV381MH.302.rom	90.06.3C.00.29	L0119JAE.ROM (L0120JAE.ROM)[5]	57XL8170.W81	90.16.42.00.65
Shader / TMU / ROP	2304 / 144 / 64	2304 / 144 / 64	1920 / 120 / 48	2304 / 144 / 64	2304 / 144 / 64	1408 / 88 / 48
Basis- / Gaming- / Boost-Takt[1]	1420 MHz / 1615 MHz / 1750–1770 MHz[2] (1235 MHz / 1460 MHz / 1620–1750 MHz[2])[5]	1420 MHz / 1615 MHz / 1750 MHz	k. A. / 1365 MHz / 1680 MHz	1475 MHz / 1660 MHz / 1750 MHz (1280 MHz / 1495 MHz / 1620 MHz)[5]	1565 MHz / 1720 MHz / 1770 MHz	k. A. / 1530 MHz / 1845 MHz
Speichermenge / -typ / -takt / -durchsatz	6 GByte / GDDR6 / 1500 MHz / 288 GByte/s	6 GByte / GDDR6 / 1500 MHz / 288 GByte/s	6GByte / GDDR6 / 1750MHz / 336 GByte/s	6 GByte / GDDR6 / 1750 MHz / 336 GByte/s	8 GByte / GDDR6 / 1750 MHz / 448 GByte/s	6 GByte / GDDR6 / 1750 MHz / 336 GByte/s
Stromversorgung	8-Pin PCIe	2 × 8-Pin PCIe	8-Pin PCIe	6-Pin PCIe + 8-Pin PCIe	6-Pin PCIe + 8-Pin PCIe	8-Pin PCIe
Abmessungen (T × B × H) / Gewicht	283 mm × 116 mm × 54 mm / 1044 g	297 mm × 140 mm × 58 mm / 1418 g	168 mm × 122 mm × 40 mm / 414 g	240 mm × 118 mm × 52 mm / 1045 g	293 mm × 130 mm × 55 mm / 1077 g	210 mm × 119 mm × 41 mm / 630 g
Bauhöhe	Triple-Slot	Triple-Slot	Dual-Slot	Triple-Slot	Triple-Slot	Dual-Slot
Lüfter / Zero-Fan-Modus[3]	2 × 90 mm + 1 × 80 mm / ✓	2 × 100 mm / ✓	1 × 100 mm / –	2 × 100 mm / ✓	2 × 100 mm / ✓	2 × 90 mm / –
Ausstattung						
Anschlüsse	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.0b	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.0b	1 × DisplayPort 1.4a, 1 × DVI, 1 × HDMI 2.0b	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.0b	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.0b	3 × DisplayPort 1.4a, 1 × HDMI 2.0b
Besonderheiten	LED-Beleuchtung, Dual BIOS (per Flash)	LED-Beleuchtung	Mini-ITX-kompatibel	LED-Beleuchtung, Dual BIOS (per Schiebeschalter)	keine	keine
Technische Prüfungen						
3DMark Time Spy / Firestrike Extreme [Punkte]	7269 / 9305 (7236 / 9292)[5]	7271 / 9342	7619 / 8952	7698 / 9970 (7676 / 9948)[5]	8771 / 11536	6405 / 7220
LuxMark 3.1 LuxBall HDR	18372 (18350)[5]	19037	21330	21480 (21126)[5]	28084	16766
Leistungsaufnahme 2D / 3D / Peak[4]	11,3 Watt / 169 Watt / 210 Watt (11,3 Watt / 165 Watt / 207 Watt)[5]	11,5 Watt / 182 Watt / 215 Watt	11 Watt / 161 Watt / 236 Watt	13,2 Watt / 181 Watt / 232 Watt (11,9 Watt / 175 Watt / 221 Watt)[5]	14,2 Watt / 251 Watt / 378 Watt	13,2 Watt / 125 Watt / 196 Watt
Lautheit 2D / 3D / Maximum	< 0,1 Sone / 1,1 Sone / 1,1 Sone (< 0,1 Sone / 0,3 Sone / 0,3 Sone)[5]	< 0,1 Sone / 0,5 Sone / 0,5 Sone	< 0,1 Sone / 1,3 Sone / 1,5 Sone	< 0,1 Sone / 0,4 Sone / 0,5 Sone (< 0,1 Sone / 0,2 Sone / 0,2 Sone)[5]	< 0,1 Sone / 2,3 Sone / 2,4 Sone	0,1 Sone / 1,5 Sone / 1,5 Sone
Bewertungen						
3D-Leistung FHD / WQHD / 4K[6]	⊕⊕ / ⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕ / ⊖	⊕⊕ / ⊕ / ○	⊕⊕ / ○ / ⊖⊖
Geräuschentw. Leerlauf / Last	⊕⊕ / ○ (⊕⊕ / ⊕⊕)[5]	⊕⊕ / ⊕⊕	⊕⊕ / ○	⊕⊕ / ⊕⊕ (⊕⊕ / ⊕⊕)[5]	⊕⊕ / ⊖⊖	⊕⊕ / ○
Garantie	36 Monate	36 Monate[7]	36 Monate	24 Monate	36 Monate[8]	60 Monate[8]
Preis (zirka)	350 €	360 €	330 €	330 €	350 €	260 €

[1] Herstellerangaben [2] per Software-Profil [3] Lüfter stehen im Leerlauf still [4] ruhender Windows-Desktop mit einem angeschlossen Monitor/ Mittelwert im 3DMark 11 GT1 / kurzzeitig auftretende Spitzenwerte [5] im Quiet-Mode [6] bezogen auf die gewählten Einstellungen [7] ab Herstellungsdatum [8] nach Registrierung, sonst 24 Monate

✓ vorhanden – nicht vorhanden k. A. keine Angabe ⊕⊕ sehr gut ⊕ gut ○ zufriedenstellend ⊖ schlecht ⊖⊖ sehr schlecht



Günstige Netzwerker

Sparen mit gebrauchter Netzwerkhardware

Überschüssige Netzwerkhardware gibt es zuhauf, und wer die Gebrauchtmärkte unter die Lupe nimmt, kann viel Geld sparen. Wir zeigen Ihnen, mit welchen Geräten wir besonders gute Erfahrungen gemacht haben.

Von Andrijan Möcker und Jan Mahn

Das Neueste, das Beste, das Schnellste – nach spätestens zwei Jahren muss man die alte Hardware dringend zum Elektroschrott bringen und durch einen Nachfolger ersetzen. Das versuchen uns zumindest viele Hersteller zu erzählen, die jedes Jahr neue Highlights auf Messen anpreisen. Besonders bei Netzwerktechnik für zu Hause und für das Büro dreht sich die Welt in Wahrheit jedoch viel langsamer und nicht jeder Trend setzt sich überhaupt durch.

Wir haben in der Redaktion Produkte gesammelt, mit denen wir über Jahre gute Erfahrungen gemacht haben oder die derzeit für besonders wenig Geld vergleichsweise viel bieten.

Profis für die Ewigkeit

Gerade Hardware für den professionellen Bereich – zum Beispiel SIP-Telefone, Switches oder Netzwerkdrucker – wurde oft so konstruiert, dass sie einerseits lange hält und andererseits leicht zu warten ist. Ein guter Anhaltspunkt für die Verarbeitung: Immer dann, wenn ein Hersteller selbst auch Vor-Ort-Support für Geschäftskunden anbietet, gibt er sich besonders viel Mühe. Denn jede Minute, die der Techniker beim Kunden vor fummeligen Plastikteilchen verbringt, kostet den Hersteller Geld. Kleine Details machen dabei den Unterschied zu Endkundenprodukten aus, bei denen mancher Hersteller nach Ende der Gewährleistungszeit nur die Verschrottung empfiehlt. In professioneller Hardware sind Lüfterkabel mit Steckverbindern installiert und nicht verlötet, bewegliche Teile kann man mit wenigen Schrauben entnehmen und die Support-Website wird nicht nach exakt zwei Jahren vom Netz genommen. Beim Zerlegen finden sich oft ins Gehäuse geprägte Zahlen, die die Reihenfolge angeben, in denen man die Schrauben entfernen muss.

Der Drucker auf Seite 101 ist ein gutes Beispiel für Bürohardware, bei der der Hersteller auf absichtlich eingebaute Schwächen verzichtet und stattdessen einen wartungsfreundlichen Dauerläufer konzipiert hat.

Gebrauchtkauf von professioneller Hardware ist nicht nur für Sparfüchse und umweltbewusste Käufer interessant, die mittelmäßige Ware vor der Verschrottung retten wollen und dafür Abstriche in Kauf nehmen. Manchmal bekommt man auf dem Gebrauchtmarkt Funktionen, nach denen man bei Neugeräten lange suchen muss. Auf Seite 102 finden Sie etwa zwei Switches mit reichlich Einschüben für 1- und 10-GBit-Glasfaser-Module für unter 350 Euro. Vergleichbare Konfigurationen gibt es hauptsächlich im Profisegment, dort dann meist jenseits der 5000 Euro. 10-GBit-Technik ist auch 2020 noch nur für einen sehr eingeschränkten Kreis erschwinglich, weil die Nachfrage aufgrund der hohen Kosten gering ist.

Auf zum Händler

Wer von privaten Anbietern kauft, geht immer ein gewisses Risiko ein und verzichtet etwa auf ein 14-tägiges Rückgaberecht, Gewährleistung und Sachmängelhaftung. Bei den vorgestellten Kleingeräten wie den mobilen Routern ist der mögliche Verlust überschaubar. Trotzdem sollten Sie sich mit gezielten Nachfragen beim Verkäufer absichern. Bestätigt dieser beispielsweise, dass er für Sie einen Funktionstest gemacht hat und dass alles in Ordnung sei, haben Sie einen validen Rückgabegrund, wenn das Gerät defekt bei Ihnen ankommt.

Bei der Profi-Hardware sollte man sich nach gewerblichen Verkäufern umsehen, die die Geräte meist vorher reini-



Konica PagePro 4650EN

Für Vieldrucker auf der Suche nach einem verlässlichen Partner für den Schwarz-Weiß-Druck ist der PagePro 4650EN ein interessantes Gerät. Der Drucker ist zwar groß und mit 28 Kilogramm recht schwer, hat dafür aber keine der Macken, mit denen man sich im Privatkundensegment herumärgern muss: kein klappriges Gehäuse, kein langes Aufheizen und selbst dann keinen Papierstau, wenn man die 500 Seiten Papier unachtsam in den Schacht gestopft hat.

Die versprochenen 34 Seiten in der Minute bei Text hält er wirklich und druckt unermüdlich – auch mit günstigem Nachbautoner. Uns sind Geräte bekannt, deren Seitenzähler die 1,5 Millionen Seiten bereits überschritten haben. Der Drucker arbeitet über USB oder Netzwerk, auf AirPrint muss man aber verzichten.

Preis: ab 120 Euro



Huawei Gigacube

Der Gigacube ist eigentlich ein Huawei B528s-23a, der seit 2017 in Vodafones großen Datentarifen ausgegeben wird. Der LTE-Router erreicht mit seinem Kategorie-6-Modem bis zu 300 MBit/s Down- und 50 MBit/s Upstreamrate inklusive Trägerbündelung. Für externe Antennen hat der Gigacube zwei TS-9-Buchsen. Bis zu 64 Geräte können sich am Gigacube per Wi-Fi 5 (2) (Simultan-Dual-Band) bedienen. Zusätzlich hat er eine Gigabit-Ethernet-Buchse. Einen Akku besitzt der Router nicht, ein 12-Volt-Netzteil liegt bei.

Mittlerweile landet der Huawei B528s-23a aus Vertragsauflösungen auf dem Gebrauchtmarkt. Je nach örtlicher Versorgung und Anbieter können sich die 15 bis 50 Euro mehr gegenüber einem Speedport LTE 2 lohnen, weil letzterer keine Trägerbündelung beherrscht.

Preis: 35 Euro bis 70 Euro



AVM Fritz!Box 7520

Statt eigene mehr oder minder brauchbare DSL-Router zu stricken, lässt der deutsche Internetanbieter 1&1 den Routerhersteller AVM abgespeckte Fritzbox-Modelle für seine Kunden bauen. Die 7520 ist die kleine Schwester der 7530: Sie hat zwei Gigabit-Ethernet- und zwei Fast-Ethernet-Buchsen. Der USB-Anschluss liefert nur USB-2.0-Geschwindigkeit. Sonst nehmen sich 7530 und 7520 nichts: Gleicher Prozessor mit Wi-Fi 5 (2), gleiche RAM- und Speicherkonfiguration, gleiches Superverctoring-fähiges VDSL-2-Modem für bis zu 300 MBit/s Datenrate

Trotz der sehr aktuellen Ausstattung landet die 7520 teilweise 80 Euro unter dem Neupreis der 7530 auf den Gebrauchtmärkten im Netz. Im Internet entdeckten wir Hinweise, dass 1&1 das Gerät gelegentlich kostenfrei an Kunden herausschickt.

Preis: 40 Euro bis 70 Euro

gen, prüfen und mit Gewährleistung anbieten. Haben Sie hierbei trotzdem ein genaues Auge auf die Geschäftsbedingungen: Manche Verkäufer schließen bestimmte Teile der Geräte oder gesamte Gerätekategorien davon aus.

Software im Auge haben

Im Angesicht der günstigen Preise sollte man auch die Sicherheit nicht vergessen: Gealterte Produkte können Sicherheitslücken haben, die der Hersteller nach der Abkündigung des Produkts nicht für schließenswert hält. Insbesondere, wenn Sie Hardware für Ihr kleines Unternehmen beschaffen wollen, sollten Sie vorher genau recherchieren: Websites wie die Vulnerability Database oder CVE Details (ct.de/yv8q) liefern in der Regel gute Hinweise zur Lücke und ermöglichen eine Einschätzung.

Das vorgestellte SPA525G2 von Cisco ist beispielsweise über den USB-Port angreifbar. Der Angriff ist zwar nicht öffentlich und wurde von einer IT-Sicherheitsfirma an Cisco gemeldet. Das Risiko, dass weitere Menschen die Lücke kennen, besteht aber dennoch, und Cisco hat sie nie geschlossen. Die USB-Buchse des Telefons muss also unbrauchbar gemacht werden.

(W)LAN-Kummer lohnt sich nicht

Es gibt Bereiche, in denen die Netzwerktechnik in den letzten Jahren tatsächlich große Fortschritte gemacht hat: Gigabit-Ethernet ist in Privathaushalte eingezogen und Dual-Band-WLAN mit Wi-Fi 5 (IEEE 802.11ac) hat große Geschwindigkeitsschübe gebracht.

Damit das Netzwerk am Ende nicht lahmt, sollten Sie eine Grenze beim technischen Stand der Gebrauchtware ziehen: Hubs gehören in den Elektroschrott und auf Fast-Ethernet-Switches können Sie ebenso verzichten – Gigabit-Switches bekommt man schon für unter zehn Euro. In die Jahre gekommene WLAN-Access-Points (Wi-Fi 1 – 3) sollten Sie ebenso meiden – alte WLAN-Generationen belegen die Kanäle unnötig lange und stören dadurch andere Netze.

Eine ausführliche Vorabrecherche verhindert insbesondere bei höheren Preisen Kummer. Wenn Sie ein derzeit besonders günstiges oder ein sehr langlebiges Gerät kennen, freuen wir uns über eine E-Mail von Ihnen. *(amo@ct.de)* c't

CVE-Datenbanken: ct.de/yv8q



Nortel 5530 und Avaya 5632FD

Nortel Networks war bis zur Auflösung 2009 bekannt für solide und langlebige Netzwerkinfrastruktur aus dem Hochpreissegment. Der Nortel 5530 leistet noch immer hervorragende Dienste, wenn es um das Verteilen von Daten über Glasfaser geht. Er hat 12 Einschübe für SFP-Module, die je 1 GBit durchsetzen. Außerdem gibt es zwei XFP-Einschübe, die je 10 GBit über die Faser schicken. Wer zum Beispiel zwei Gebäude per Glasfaser verbunden hat und mehr aus dem verlegten Kabel rausholen will, kommt mit einem 5530 auf jeder Seite sehr günstig zum Ziel. Die Preise beginnen bei 280 Euro. XFP-Module für 10 GBit gibt es bereits ab 30 Euro. Auch wenn die Switches schon eine längere Karriere hinter sich haben: Abgesehen vom Lüfter, den man problemlos tauschen kann, kann wenig kaputt gehen.

Nach dem Verkauf von Nortel Networks gingen die Patente und die Erfahrung an Avaya, die mit der ERS 5600er-Serie die Tradition fortsetzten. Noch besser ausgestattet als der Nortel 5530 ist der deutlich jüngere Avaya 5632FD mit 8 XFP- und 24 SFP-Ports. Damit bekommen Sie einen Core-Switch, der auch in mittelgroßen Installationen ganz problemlos mit den Verkehr verteilt. Reichen die Ports nicht aus, kann man auch bis zu 8 Switches aus der Serie zu einem Stack kaskadieren – dafür gibt es spezielle Kabel und Anschlüsse auf der Rückseite, die bis zu 144 GBit/s übertragen. Bei deutschen Wiederverkäufern fängt der 5632FD bei 300 Euro an.

Preis: ab 280 Euro



LTE-Router: Schnellstart & Speedport

Seit der LTE-Einführung versucht die Telekom mit ihren „MagentaZuhause via Funk"-Tarifen (ehemals „Call & Surf Comfort via Funk") der schlechten Festnetzversorgung auf dem Land zu begegnen. 2012 kam der Speedport LTE 2 (Huawei B593x-12) als Standardrouter für die Tarife auf den Markt und ist es bis heute. Der stationäre, netzteilgespeiste LTE-Router erreicht 50 (800 MHz) beziehungsweise 100 MBit/s (1800/2600 MHz) im Downstream (LTE-Kategorie 3). Mit voranschreitendem Festnetzausbau landen viele LTE-Speedports zu kleinen Preisen ab 20 Euro auf dem Gebrauchtmarkt. Trotz einiger kleiner Abstriche lohnt sich das Modell noch für viele Anwendungen.

Wer einen neuen Festnetzanschluss bucht, muss unter Umständen einige Wochen bis zur Schaltung warten und das führt bei vielen Kunden zu Frust – insbesondere, wenn die Internetverbindung wichtig für die Heimarbeit ist. Seit September 2016 gibt die Telekom den LTE-Mini-Router Huawei E5577Cs-321 mit 30 GByte Datenvolumen als „MagentaZuhause Schnellstart" getauftes Paket an Neukunden heraus – offiziell für 50 Euro, oft aber auch kostenfrei.

Viele verkaufen den Mini-Router nach der Schaltung ihres Festnetzanschlusses für 5 bis 20 Euro wieder. Kommt es einem nicht auf die höchstmögliche Datenrate an, lohnt sich der E5577Cs-321 als mobiler Begleiter mit ergänzendem Datentarif.

Mehr zu den beiden Sparfunkern lesen Sie ab Seite 120.

Preise: Speedport ab 20 Euro, Schnellstart ab 5 Euro



Cisco SPA525G2 und Unify-Telefone

Viele Telefonhersteller haben neben ihren Systemtelefon-Serien bereits seit mehr als zehn Jahren auch VoIP-Telefone im Angebot. Entsprechend hat sich auch hier ein Gebrauchtmarkt entwickelt.

Ciscos SPA535G2 – wichtig ist die Bezeichnung G2 am Ende – ist mehr als ein reines SIP-Telefon fürs Büro. Es hat eine Bluetooth-Schnittstelle und gibt sich gegenüber einem Handy als Freisprecheinrichtung aus. Hat man es per Bluetooth gekoppelt, kann man auf dem Telefon sofort auf das Adressbuch des Handys zugreifen und mit dem Hörer telefonieren. Interessant für alle, die noch gern ein echtes Telefon in der Hand halten, wenn sie nicht unterwegs sind.

Insgesamt kann man fünf Leitungen belegen, also vier SIP-Anschlüsse und ein Mobiltelefon oder fünf SIP-Anschlüsse. Voraussetzung ist leider immer ein Netzwerkanschluss – auch dann, wenn man nur über das Handy telefonieren will.

Die Geräte der ehemaligen Siemens-Tochter „Unify" sind derzeit für 5 bis 50 Euro sehr günstig zu haben. Besonders für private Festnetztelefonierer lohnen sich die günstigen VoIP-Telefone, denn sie sind leicht zu konfigurieren und funktionieren mit der SIP-Firmware mit praktisch jedem modernen Telefonanbieter oder an Routern mit SIP-Server, wie der Fritzbox.

In c't 4/2020 können Sie ab Seite 128 nachlesen, welches Unify-Modell für Sie interessant ist, wie Sie an ein günstiges Gerät kommen und es zum SIP-Gerät konvertieren.

Preise: SPA525G2 ab 80 Euro, Unifys ab 5 bis 50 Euro

Es gibt 10 Arten von Menschen.

iX-Leser und die anderen.



Jetzt Mini-Abo testen:
3 Hefte + Leiterplatten-Untersetzer
nur 16,50 €

www.iX.de/testen



www.iX.de/testen 49 (0)541 800 09 120 leserservice@heise.de

iX MAGAZIN FÜR PROFESSIONELLE INFORMATIONSTECHNIK



Schlanke Scanner

Dokumentenscanner für unterwegs und zu Hause

Mobile Dokumentenscanner digitalisieren Verträge und Briefe flott und in guter Qualität und senden die Scans per WLAN zum Smartphone oder aufs Notebook. Auf dem Schreibtisch sparen sie viel Platz. Doch taugt nicht jedes Gerät für alle Aufgaben.

Von Rudolf Opitz

Um schnell eine Seite zu scannen, reicht in der Regel die Smartphone-Kamera und eine Scanner-App, die aus dem Foto ein brauchbares PDF generiert. Bei mehreren Seiten nervt das Gefummel bei der Suche nach dem richtigen Ausschnitt und dem Scharfpunkt. Mobile Dokumentenscanner erleichtern diese Arbeit enorm: Sie erstellen aus beliebigen Formaten bis DIN A4 in Sekunden ein PDF in professioneller Qualität, digitalisieren beide Seiten der Vorlage in einem Rutsch und speichern sie auf dem Notebook, dem Smartphone oder auf einer MicroSD-Karte.

Je nach Anforderungen bekommt man Mobilscanner auch mit 20-Blatt-Vorlageneinzug – dann fallen die Geräte allerdings etwas größer und schwerer aus. Drei aktuellen Modellen haben wir auf die Hardware und die mitgelieferte Software geschaut: Brother DSmobile DS-940DW, Epson WorkForce ES-60W und Plustek MobileOffice AD480.

Die kompakten Scanner von Brother und Epson arbeiten mit integrierter Akku-Stromversorgung und WLAN auch kabellos, können aber nur ein Vorlagenblatt gleichzeitig annehmen. Der Plustek AD480 ist deutlich schwerer, braucht ein USB-Kabel und das mitgelieferte Steckernetzteil, hat aber einen Vorlageneinzug für 20 Blatt. Anders als die Geräte von Brother und Plustek, die dank zweier Scanzeilen Vor- und Rückseite der Vorlage in einem Durchzug scannen können, digitalisiert der Epson ES-60W nur eine Seite.

Wie mobil?

Die Akkus der beiden kompakten Scanriegel von Brother und Epson sind fest in die Geräte eingebaut und ohne Schraubendreher nicht wechselbar. Das war beim Vorgänger des Brother-Modells DS-920DW noch anders [1]. Dessen Akku konnte man mit wenigen Handgriffen austauschen. Außerdem hielt der 1700-mAh-Akku auch längere Scansitzungen mit etwa 100 Scanvorgängen durch.

Im DS-940DW sitzt dagegen nur noch ein Li-Ion-Akku mit einer Kapazität

von 1200 mAh, der dem Akku des Epson ES-60W (1140 mAh) gleicht. Im Praxistest mussten beide mit eingeschalteter WLAN-Schnittstelle alle halbe Stunde fünf A4-Vorlagen scannen und an ein Tablet senden. Der Epson-Scanner gab nach einer Stunde und 25 Minuten auf, das Brother-Gerät hielt nur 10 Minuten länger durch. Beide hatten zu dieser Zeit 15 Seiten digitalisiert.

Für einen schnellen Sprung ins Archiv reicht das, für einen langen Arbeitstag braucht man für beide ein Notebook und ein USB-Kabel. Beim Archiv-Szenario wäre der Scanner von Brother die bessere Wahl, denn er scannt bei Bedarf völlig autonom auf eine MicroSD-Karte. Der Epson ES-60W benötigt zumindest ein iPhone oder Android-Smartphone, auf die er die Scans übertragen kann; einen eigenen Speicher hat der Scanner nicht.

Dem Plustek-Scanner fehlen Funkschnittstellen und ein Akku; er braucht eine USB-Verbindung zum Notebook und sein Steckernetzteil. Zwar kann man ihn schnell zusammenklappen und unter den Arm klemmen, doch ist er als platzsparender Arbeitsplatzscanner auf dem Schreibtisch am besten aufgehoben.

Scansoftware

Die getesteten mobilen Scanner haben noch einen weiteren Vorteil gegenüber dem einfachen Abfotografieren von Dokumenten: Im Lieferumfang findet man ausgefeilte Scansoftware, wie sie auch größeren und schnelleren Dokumentenscannern beiliegt. Dazu gehören umfangreiche Treiber in Form eines Twain-Moduls, das sich direkt aus anderen Anwendungen wie Dokumentenmanagern, OCR-Programmen (Optical Character Recognition) und Grafikanwendungen heraus aufrufen lässt. Die Twain-Module bieten viele Filter und auf Textdokumente abgestimmte Zusatzfunktionen wie das Geraderichten von schräg eingezogenen Vorlagen, die Verbesserung der Lesbarkeit und das Ausblenden von unerwünschten Hintergründen.

Separate Scanprogramme lassen sich für Aufgaben wie das digitale Ablegen der täglichen Post konfigurieren, womit es nur einen Klick oder einen Druck auf die Scantaste am Gerät braucht, um die Rechnung in gut lesbarer Form zu digitalisieren, mit einer Texterkennung (OCR) zu bearbeiten – die erstellt aus dem vom Scanner gelieferten Bild ein durchsuchbares PDF – und in einem voreingestellten Ordner abzulegen. Der Plustek AD480 hat dazu drei große Tasten (Scan, BCR und PDF), die jeweils andere Profile aufrufen. Die Scantaste könnte beispielsweise Fotos und Prospekte in Farbe mit hoher Auflösung scannen, die PDF-Taste Briefe in Graustufen oder Schwarz-Weiß mit Hintergrundentfernung und Textverbesserung, die danach automatisch von der OCR bearbeitet und schließlich abgelegt werden. BCR steht für Business Card Reader und kann das beiliegende Visitenkarten-Programm aufrufen, das die Kontaktdaten automatisch in die Outlook-Kontakte einpflegt.

Muss man dagegen im Format sehr unterschiedliche Dokumente wie Rechnungen und Quittungen bearbeiten, scannt man sie besser zuerst und erledigt das Optimieren und Ablegen mit möglichst wenigen Klicks. Epson hat sich an der erfolgreichen ScanSnap-Software von Fujitsu ein Beispiel genommen und dem ES-60W das übersichtliche Programm „ScanSmart“ beigelegt, mit dem man das digitalisierte Dokument zügig bearbeiten kann.

Um Profilmanager, OCR oder die ScanSmart-Software zu nutzen, müssen die Scanner aber mit einem Windows-PC oder -Notebook verbunden sein, denn die meisten Programme gibt es nur für dieses Betriebssystem. Brother und Epson liefern für macOS immerhin Twain-Treiber.

Optimal optimiert

Was die kleinen Dokumentenscanner alles können, haben wir mit verschiedenen Vorlagen getestet. Dazu gehören Zeitschriftenseiten mit Fotos und Grafiken, alte Zeitungen mit grobem Druckraster und auf rotem, grünem und blauem Papier gedruckte Texte.

Normale Briefe mit schwarzem Standardtext auf weißem Papier scannten unsere Testgeräte durchweg in guter Qualität. Schwieriger sieht es bei gemischten Vorlagen mit Text, Bildern und Geschäftsgrafiken mit gefüllten Farb- und Grauflächen aus. Je nach gewählter Auflösung zeigen die Ergebnisse das Druckraster, im schlimmsten Fall mit störenden Moirés. Dagegen helfen Raster- und Moiréfilter, die sich in den Twain-Einstellungen und in den Profilen der Plustek-Software aktivieren lassen. Die Filter arbeiteten im Test effektiv, allerdings etwas auf Kosten der Schärfe. Bei der Standardauflösung von 300 dpi zeigten alle Testgeräte in der vergrößerten Darstellung der Scans in Bildern und Grauflächen zwar ein feines Druckraster, aber ohne Moirés.

Ein Wort zur Auflösung: Voreingestellt sind oft 200 dpi, doch scannten wir alle Vorlagen mit Text bei 300 dpi. Diese Auflösung ist schon lange Standard, da sie für die spätere Bearbeitung mit einer Texterkennung empfohlen wird und ein paar hundert Kilobyte mehr im Giga- und Terabyte-Zeitalter keine Speicherprobleme mehr darstellen. Dokumentenscanner lösen in der Regel physikalisch maximal 600 dpi auf, was auch für unser Testfeld gilt. Diese Auflösung braucht man aber nur in Ausnahmefällen – etwa bei Fotoscans.

Schwierig ist oft die Wiedergabe von Text auf rotem oder grünem Hintergrund, was früher gern als Kopierschutz genutzt wurde. Moderne Dokumentenscanner wie unsere Testkandidaten haben damit keine Probleme mehr: Für Schwarz-Weiß- oder Graustufenscans solcher Vorlagen stellt man einfach die Hintergrundfarbe als Blindfarbe ein; für Problemfälle gibt es eine Vorschau und einen Schwellenwertschieber. Damit lieferten alle Scanner sauberen Schwarz-auf-Weiß-Text unserer Vorlagen. Beim Brother reichte dazu schon das Aktivieren von „Hintergrundfarbe entfernen“.



Der Scanriegel DS-940DW von Brother digitalisiert Dokumente auch unabhängig von Notebook und Smartphone und speichert sie als JPEG oder PDF auf einer MicroSD-Karte.



Brother DSmobile DS-940DW

Brothers Mobilscanner ist mit knapp 700 Gramm recht schwer. Vorlagen nimmt er von vorn an. Klappt man das Oberteil zurück, leitet es das Blatt nach oben um; für dicke Medien lässt man es in der Transportstellung. Der DS-940DW digitalisiert mit zwei Scanzeilen beide Vorlagenseiten in einem Scanvorgang.

Das Brother-Gerät scannt auch direkt auf eine MicroSD-Karte. Über die Tasten Farbe, PDF/JPEG und Duplex/Simplex stellt man einige Vorgaben ein. Für den Scanmodus (SD-Karte, USB, WLAN) gibt es einen Schiebeschalter. Zum Koppeln mit einem Router dient die WPS-Taste, sonst spannt der Scanner ein eigenes Funknetz auf. Per USB-3.0-Kabel nimmt der DS-940DW Kontakt zum PC auf und lädt den fest eingebauten Akku. Weitere Einstellungen bietet das übersichtliche Web-Frontend.

Das Einfädeln der Vorlage gelingt gut, ein gut getimter Fangimpuls des Papiertransports hält das Blatt fest. Für Smartphones nutzt man Brothers App „iPrint&Scan“, auch das Windows-Scanprogramm heißt so. Treiber und Software muss man aus dem Internet laden.

Per Twain-Modul scannt der DS-940DW mit 7 Sekunden schneller als über die Scan-App (13 Sekunden). Text- und Grafikscans gelangen gut, ein Rasterfilter fehlt. Die Hintergrundentfernung funktionierte perfekt. Gut gefiel auch die OCR, die Text ohne Fehler erkannte und sogar bei der Tabelle selten falsch lag. Das Gerät löste feine Details gut auf, bei Fotos störten ein Grünstich und – wie von einem Dokumentenscanner zu erwarten – ein geringer Kontrastbereich.

- Duplex-Scans
- Scannen auf microSD-Karte
- gute OCR
- schlechtes Visitenkarten-Programm



Epson WorkForce ES-60W

Der ES-60W ist der kleinste und mit 300 Gramm auch der leichteste Scanner im Test. Er besitzt nur eine Scanzeile. Die wenigen Bedienelemente bestehen aus einer großen Scantaste, einer Power-Taste in Schieberform, dem WLAN-Schalter und der WPS-Taste. Ein kleines Display zeigt den Akkustand und die WLAN-Funktion an. Die USB-2.0-Buchse dient zum Anschließen eines PCs und zum Laden des fest eingebauten Akkus.

Bei eingeschaltetem WLAN sind nach dem WPS-Koppeln Infrastruktur-Modus und WiFi Direct gleichzeitig aktiv; wird letzterer benutzt, deaktiviert sich für diese Zeit die Verbindung zum lokalen Netz. Ein Web-Frontend hat der ES-60W nicht. Zum Scannen aufs Smartphone braucht man die Gratis-App „Epson DocumentScan“.

Das Einfädeln der Vorlagen in den Einzug erfordert Übung, da der Fangimpuls zum Festhalten der Seite sehr früh kommt. Das Epson-Gerät scannt überraschend flott. Text und Grafik sahen im Test gut aus, nur das Blau des c’t-Logos war etwas zu hell. Feine Raster entfernt der Moiréfilter wirkungsvoll, aber auf Kosten der Schärfe. Auf der Zeitungsseite war Filtern nicht nötig. Um Farbhintergründe zu entfernen, aktiviert man die passende Blindfarbe; bei Grün mussten wir mit dem Schwellenwert optimieren, wobei die ungenaue Vorschau wenig half.

Der ES-60W löst Details gut auf, Fotoscans waren aber zu dunkel – mit angepasster Gammaeinstellung störte nur ein Blaustich. Die in ScanSmart integrierte OCR erkannte keine Initiale und machte bei der Tabelle viele Fehler.

- klein und leicht
- gute ScanSmart-Software
- nur Simplex-Scans
- mäßige OCR



Plustek MobileOffice AD480

Der AD480 ist zwar transportabel, mit fast 1300 Gramm plus Steckernetzteil aber nicht wirklich mobil. Dazu fehlt auch WLAN; für die Verbindung zum PC braucht man das USB-Kabel (USB 2.0). Punkten kann der Scanner mit zwei Scanzeilen und einem 20-Blatt-Vorlageneinzug. Gescannte Vorlagen legt das Gerät vor sich ab. Über drei große Tasten startet man das im Scanprogramm „DocAction“ eingestellte Profil. Ein Netzschalter hinten trennt nur das Steckernetzteil, das ohne Last mit 0,12 Watt aber genügsam ist.

Die mitgelieferte Software hat viele Optionen, ist aber nicht auf der Höhe der Zeit: Es fehlt Scannen zu Cloud-Diensten. Auch die OCR FineReader 12 Sprint ist veraltet. Sie erkannte zwar alle Textteile inklusive Initial, machte in der Tabelle aber viele Fehler. Das Visitenkartenprogramm BizCard 6 taugt wenig.

Dank Vorlageneinzug scannt der AD480 die tägliche Post flott und bei Text und Grafik in guter Qualität ein. Logo-Farben stimmten, ein feines Raster milderte der Moiréfilter. Unser Zeitungsbild sah nach dem Filtern sehr gut aus. Das Twain-Modul und die DocAction-Software bietet eine große Auswahl an konfigurierbaren Filtern, was aber je nach Vorlage Zeit zum Ausprobieren kostet.

Auch Farbhintergründe entfernte die Scansoftware komplett – bei Rot in den Grundeinstellungen sogar etwas zu gut (dünne Schrift), doch auch diesen Filter kann man anpassen. Feine Details gab der AD480 sauber wieder, bei den etwas unscharfen Fotoscans bemerkten wir sonst nur einen leichten Blaustich.

- 20-Blatt-Vorlageneinzug
- Duplex-Scans
- kein WLAN
- veraltete Software

Die mitgelieferte Texterkennung haben wir mit einem älteren c't-Artikel mit unregelmäßig gestaltetem Aufmacher, übergroßem Titel und – ganz gemein – der klassischen c't-Tabelle mit kleinerem Font und zeilenweise wechselndem Grauhintergrund getestet. Hier schnitt die in Brothers Scanprogramm „iPrint&Scan" integrierte OCR besonders gut ab, die sogar bei der Tabelle fast alles korrekt erkannte.

Zum Scannen von Fotos eignen sich Dokumenten-Einzugscanner generell nicht so gut. Jedes Staubkörnchen auf der Scanzeile verursacht eine Linie auf dem Scan; bei Flachbettscannern wäre es nur ein kaum sichtbarer Punkt. Im Test bei 600 dpi konnten wir in der Vergrößerung bei allen Testscannern feine waagerechte Linien ausmachen, die offenbar von der Scanzeile selbst stammten. Auf hundertprozentig exakte Farbwiedergabe darf man nicht so viel Wert legen, denn alle produzierten einen leichten Grün- oder Blaustich. Die besten Fotoscans lieferte der Plustek-Scanner ab.

Fazit

Wer einen leichten Scanner für sein mobiles Büro braucht, ist mit dem leichten Epson WorkForce ES-60W gut beraten. Der Brother DS-940DW ist zwar doppelt so schwer, empfiehlt sich aber für den schnellen Besuch im Archiv, da er direkt auf SD-Karte und außerdem doppelseitig scannen kann.

Plusteks MobileOffice AD480 ist die erste Wahl für Anwender mit wenig Platz auf dem Schreibtisch, die den Scanner nur gelegentlich mitnehmen wollen. In puncto Qualität und Geschwindigkeit gab sich keiner der Scanner im Test eine deutliche Blöße. *(rop@ct.de)* c't

Literatur

[1] Rudolf Opitz, Scannen ohne Kabel, Mobile Einzugscanner für den Aktenkoffer, c't 2/2019, S. 118

Mobile Dokumentenscanner

Modell	DSmobile DS-940DW	WorkForce ES-60W	MobileOffice AD480
Hersteller	Brother, www.brother.de	Epson, www.epson.de	Plustek, www.plustek.de
Scantechnik, Beleuchtung	Dual-CIS, LED	CIS, LED	Dual-CIS, LED
max. optische Auflösung	600 dpi	600 dpi	600 dpi
Scanbereich maximal[1]	216 mm × 1829 mm	216 mm × 1828 mm	216 mm × 914 mm
Scanbereich minimal[1]	87 mm × 51 mm	51 mm × 51 mm	13 mm × 13 mm
Vorlagengewicht[1]	35 g/m² ... 270 g/m² (Plastikkarten bis 1,24 mm Dicke geprägt)	35 g/m² ... 270 g/m²	50 g/m² ... 120 g/m² (Kartenslot bis 1,24 mm Dicke geprägt)
Duplex-Scan	✓	–	✓
autonomes Scannen	✓ (auf MicroSD-Karte)	–	–
Mobil-App	Brother iPrint&Scan (Android, iOS)	Epson DocumentScan (Android, iOS)	–
Scannen an Cloud	nur über PC-Software	nur über PC-Software	– (über PC-Software E-Mail, FTP)
Funktionstasten	Power, Scan, Mode (Farbe/Mono), PDF/JPG, Simplex/Duplex	Power, Scan, WPS-Taste	Scan, BCR (Business Cards), PDF
Schnittstellen	USB 3.0 (Micro-USB), WLAN 802.11n (WiFi 4, 2,4 GHz)	USB 2.0 (Micro-USB), WLAN 802.11n (WiFi 4, 2,4 GHz)	USB 2.0 (Mini-USB)
Betriebsabmessungen (B × T × H)	32 cm × 7 cm × 7,5 cm	27 cm × 4,7 cm × 3,4 cm	28,5 cm × 28 cm × 19,5 cm
Gewicht	698 g	296 g	1264 g (mit Netzteil 1414 g)
Stromversorgung / Ladezeit[1]	Li-Ionen-Akku 1200 mAh, 3,8 V / 2,6 h	Li-Ionen-Akku 1140 mAh, 3,6 V / 3,5 h	Steckernetzteil
Lieferumfang	USB-3.0-Kabel, Kalibriervorlage, Kurzanleitung	USB-Kabel, Kalibriervorlage, Reinigungsblatt, Kurzanleitung, CD	USB-Kabel, Netzteil, Kalibriervorlage, Putztuch, Kurzanleitung, CD
Software			
Treiber für[1]	Windows ab 7; Windows Server ab 2012, macOS ab 10.12	Windows ab 7, macOS ab 10.11	Windows ab XP
TWAIN / WIA / ISIS	✓ / ✓ / –	✓ / ✓ / –	✓ / – / –
OCR	✓ (Scansoftware integriert)	✓ (Scansoftware integriert)	✓ (FineReader)
Software Windows	iPrint&Scan, Brother Utilities, PaperPort 14 SE, Power-PDF, Presto! BizCard 6	Epson ScanSmart, Scan 2 Utility	Plustek DocAction, FineReader 12 Sprint, Presto! BizCard 6
Ausgabeformate Scansoftware	PDF, JPEG, TIFF	PDF, JPEG	PDF, JPEG, TIFF, PNG, DOC, XLS, XLSX, RTF, ePUB
Scanmodi (Ausgabe)	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe	SW, 256 Graustufen, 24 Bit Farbe
Einstellungen & Filter	Helligkeit, Kontrast, Gamma, Schatten, Hervorhebung (Zeichen/Kanten), Drehen, Farbe, Leerseite entfernen, Moiré/Durchscheinfilter, Barcode-Erkennung	Helligkeit, Kontrast, Gamma, Entrastern, Farb-/Textoptimierung, Hintergrund/Lochung entfernen, Leerseite entfernen, Drehen, Schrägkorrektur, unscharfe Maske, Multi-Image	Helligkeit, Kontrast, Gamma, Farbton, Sättigung, Schärfen, Moiré-Filter, Zeichen verbessern, Lochung/Leerseite entfernen, Drehen, Schrägkorrektur, Histogramm, Weichzeichnen, Multi-Image
Blindfarbe / Schwellen-Steller	✓ / ✓	✓ / ✓	✓ / ✓
Ergebnisse und Bewertung			
Scanzeiten	300 dpi: 7 s, 600 dpi: 16 s	300 dpi: 6 s, 600 dpi: 12 s	300 dpi: 7 s, 10 Blatt duplex: 62 s, 600 dpi: 17 s
Leistungsaufnahme	–	–	Aus: 0,12 W, Sparmodus: 0,4 W, Scannen 300 dpi: 13,8 W
Mobilität / Bedienung	⊕ / ⊕	⊕ / ⊕	⊖ / ○
Scanqualität Text / Grafik / Foto	⊕ / ⊕ / ⊖	⊕ / ⊕ / ⊖	⊕ / ⊕ / ○
Texterkennung (OCR)	⊕	⊖	⊖
Herstellergarantie	3 Jahre Carry-in	2 Jahre Carry-in	2 Jahre Carry-in
Preis (UVP, Straße)	250 €, 230 €	213 €, 170 €	270 €, 235 €

[1] Herstellerangabe

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

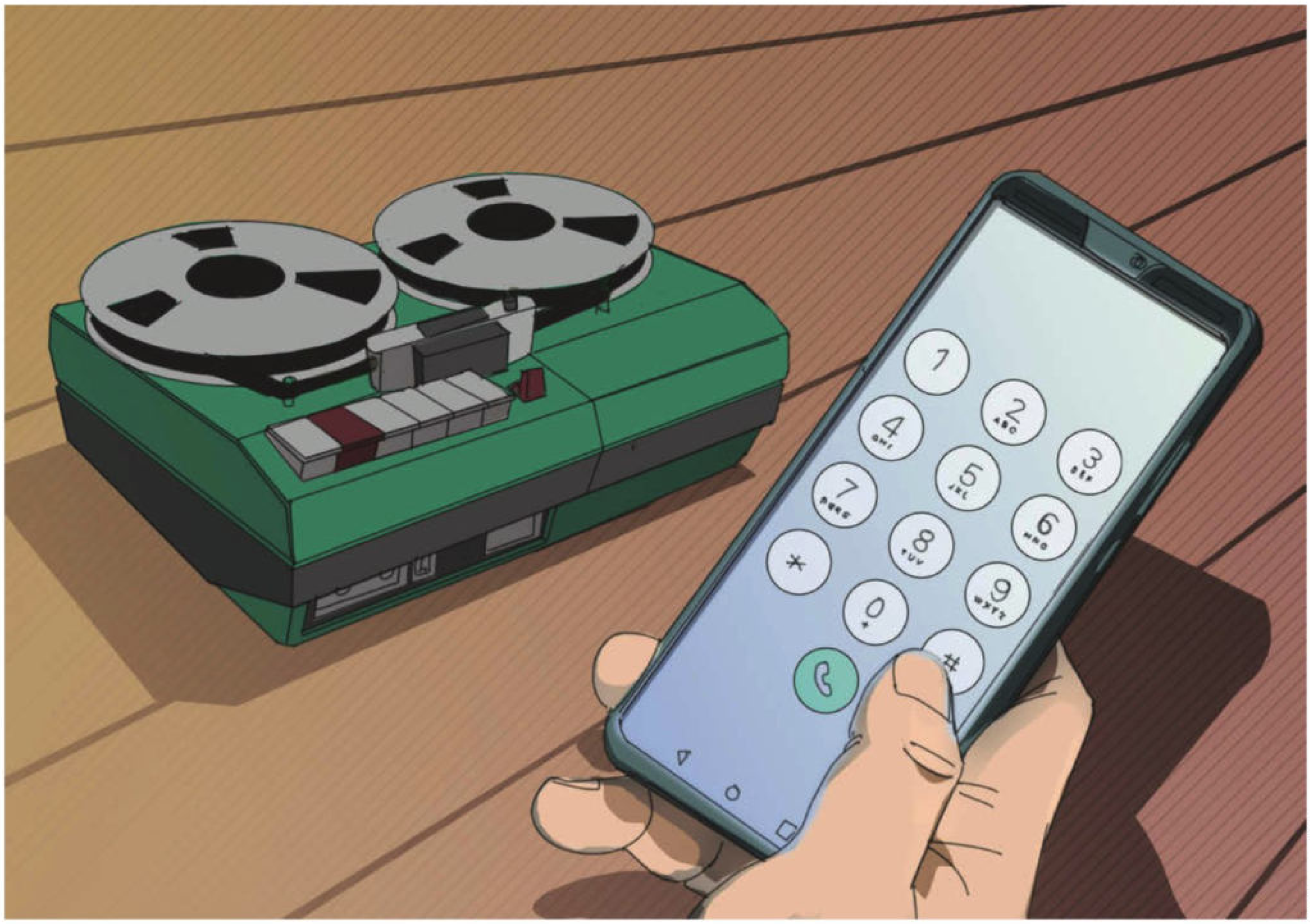


Bild: Thorsten Hübner

Mitgeschnitten

Apps zum Aufzeichnen von Telefonaten für iOS und Android

In den App-Stores von Apple und Google finden sich Dutzende Apps zum Mitschneiden von Telefonaten. Mit dieser einfach klingenden Aufgabe tun sich die meisten überraschend schwer.

Von Stefan Wischner

Telefongespräche mitschneiden – da denkt man schnell an heimliches Abhören, Spionage, NSA, BND und Stasi. Es gibt aber genügend redliche Gründe, ein Telefonat festhalten zu wollen – etwa bei Telefoninterviews oder als Gedächtnisstütze für das Gespräch mit dem Anwalt oder Geschäftspartner. Vielleicht möchte der oder die frisch Verliebte auch nur die Stimme der oder des Angebeteten konservieren. Das ist grundsätzlich nicht illegal, solange man sich an bestimmte Regeln hält. Mehr zu den rechtlichen Vorgaben steht im Beitrag ab Seite 114 in dieser c't.

Die technische Anforderung an eine App zum Aufnehmen von Telefongesprächen scheint sehr trivial zu sein. Es ist kaum mehr gefragt als das, was jede simple Diktier- oder Audiorecorder-App kann. Leider sieht die Praxis anders aus. Das liegt daran, dass sowohl Apple als auch Google die für das Mitschneiden relevanten Systemfunktionen blockieren. Dennoch finden sich zahlreiche Apps, die das Aufzeichnen von Telefongesprächen versprechen, in den App-Stores beider Systeme. Die populärsten haben wir uns näher angesehen.

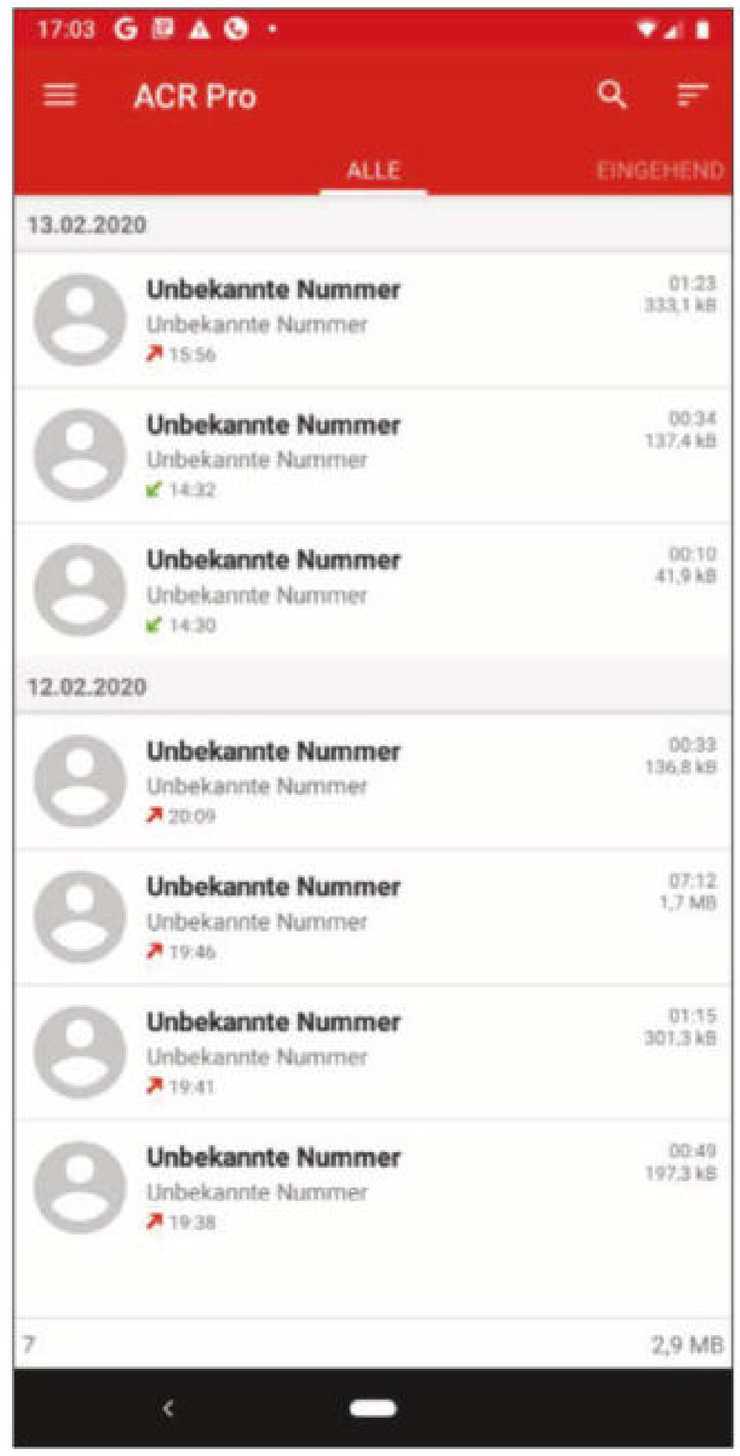
iOS: Der dritte Mann

Das Angebot an Mitschneide-Apps im Store für iPhones ist groß. Keine davon ist jedoch in der Lage, Telefonate direkt auf dem iPhone mitzuschneiden und zu speichern, weil Apple das gar nicht zulässt. Während der Nutzung der Telefon-App wird anderen Apps der Zugriff auf Mikrofon und Lautsprecher verwehrt. Die Aufzeichnung der Ein- und Ausgangstonsignale ist so nicht möglich, jedenfalls nicht ohne Jailbreak.

Daher arbeiten Mitschneide-Apps aus dem Store zu einem Trick: Sie helfen beim Aufbau einer Telefonkonferenz mit einem Serviceanbieter. Der lauscht sozusagen mit und zeichnet das Gespräch auf. Anschließend überträgt er die Aufnahme als Datei, zum Beispiel im MP3-Format, an die App, die sie auf dem Smartphone speichert. Damit das klappt, muss der Mobilfunkanbieter Dreierkonferenzen grundsätzlich zulassen oder als optional freischaltbaren Dienst anbieten.

Diese Methode funktioniert grundsätzlich gut, bringt aber einige Nachteile mit sich. Der Gravierendste: Der komplette Inhalt des aufgezeichneten Gesprächs liegt auf einem fremden Server, zumeist im außereuropäischen Ausland. Dazu kommt der Kostenfaktor: Keine der angebotenen Apps lässt sich für einen Festpreis kaufen. Stattdessen muss man Abos abschließen. Die dabei verlangten Preise sind der wesentliche Unterschied zwischen den vielen funktionell weitgehend identischen Apps. Die Spanne reicht von ein paar Euro pro Monat bis über 200 Euro Jahresgebühr. Zwar bieten die meisten (nicht alle) App-Anbieter kostenfreie Probezeiträume an, aber erst nach Abschluss eines Abos. Denkt man nicht rechtzeitig an eine Kündigung vor Ablauf des zumeist nur wenige Tage kurzen Testzeitraums, kann es teuer werden. Daher ist in den Bewertungen im App-Store häufig der Begriff „Abofalle“ zu lesen.

Wir haben uns ein knappes Dutzend dieser Apps angesehen, stellen hier aber nur eine vor. Der Grund: Zum jeweiligen Aufzeichnungsdienst verbindet man sich über eine kostenpflichtige Telefonnummer. Zwar bieten die meisten Apps eine Auswahl verschiedener Servicenummern in unterschiedlichen Ländern. Diese Wahl erhält man aber erst nach Abschluss des Abonnements. Wir stießen nur auf eine App, die auch eine deutsche Servicenummer anbietet: In TapeACall lässt sich eine Hamburger Festnetznummer einstellen, die zum Telefonservice-Anbieter Voxbone mit Zentrale in Brüssel gehört. Damit entstehen zumindest Nutzern einer Festnetz-Flatrate keine Zusatzkosten beim Aufzeichnen. Auch die Abokosten von TapeACall sind vergleichsweise moderat. Allerdings sitzt der App-Anbieter selbst in den USA. Auf Anfragen, wo die Aufzeichnungen gespeichert werden, erhielten wir keine Antwort. Der Text der Datenschutzerklärung lässt aber vermuten, dass die Dateien auf US-amerikanischen Servern liegen.



Seit Google allen Aufnahme-Apps den Zugriff auf das Anruferprotokoll verweigert, gibt es keine Namen oder Nummern mehr in der Liste der Aufnahmen (im Bild: ACR).

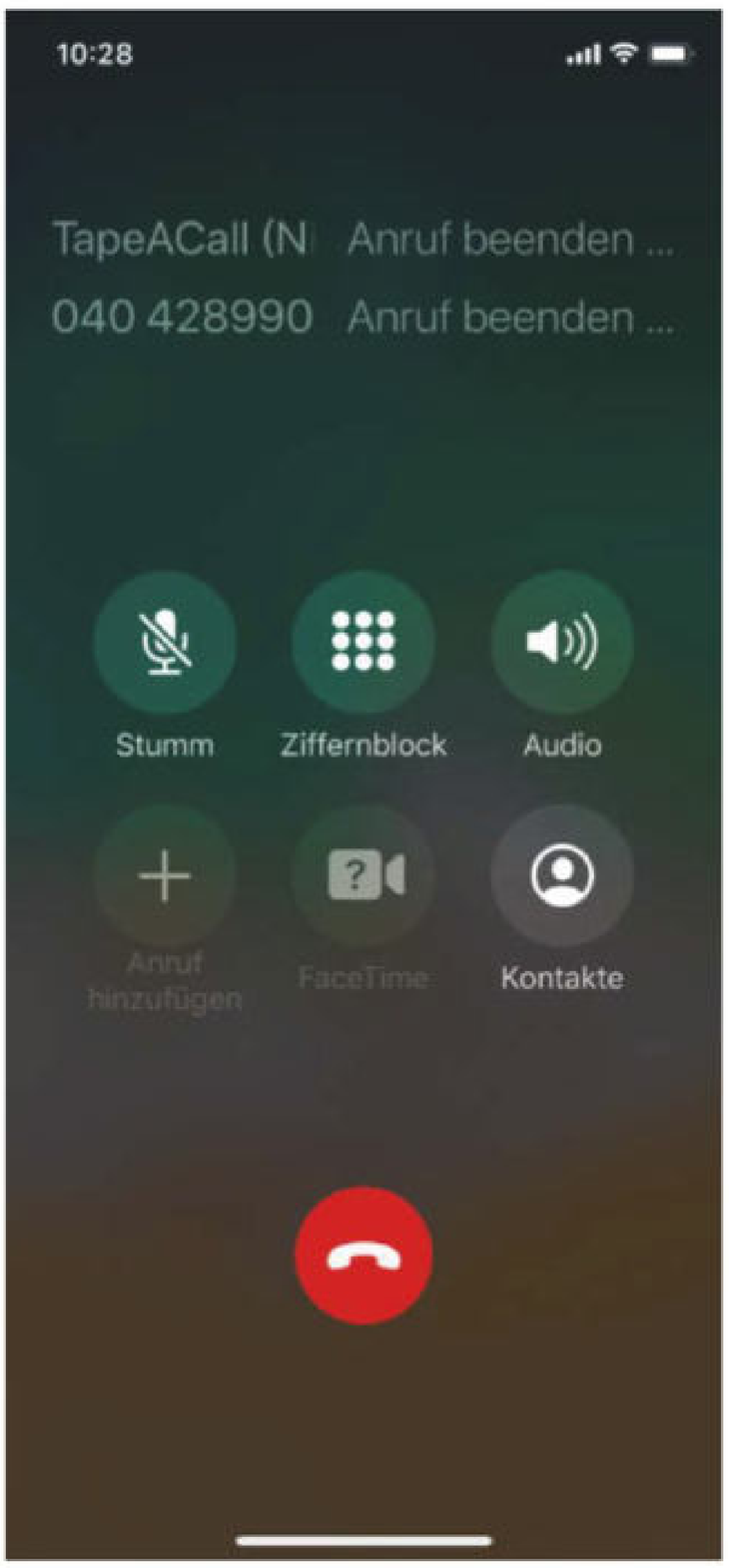
Android: Kann gehen oder auch nicht

Noch schwieriger als bei iPhones gestaltet sich das Thema Telefonmitschnitt für Nutzer von Android-Smartphones. Der Google Play Store bietet zwar Dutzende Apps zum Aufzeichnen von Telefonge-

Mitschneide-Apps für iOS und Android

	TapeACall	ACR	Anruf Aufzeichnen	Cube ACR
Anbieter	Epic Enterprises	NLL	Appliqato	Catalina Group
System	iOS ab 11.2	Android (o.A.)	Android ab 4.0	Android ab 4.1
Methode	Konferenz	lokal	lokal	lokal
ankommend manuell / autom. / verzögert	✓/–/–	✓/✓/✓	✓[3]/✓/✓	✓/✓/✓
abgehend manuell / autom. / verzögert	✓/–/–	✓/✓/✓	✓[3]/✓/✓	✓/✓/✓
Start während Gespräch	✓	✓	✓[3]	✓
Stop während Gespräch	–	✓	✓[3]	✓
max. Dauer	unbegrenzt	Gerätespeicher	Gerätespeicher	Gerätespeicher
Stichprobe Android 4/9/10[1]	–	✓/✓[2]/✓[2]	✓/✓[2]/–	✓/✓/✓
Formate	MP3	3GP, FLAC, MP3, MP4, OGG, WAV u.a.	AMR, 3GP, AAC, MP4	AMR, MP4
Cloud	Dropbox, Google Drive, OneDrive	Dropbox, Google Drive, OneDrive, WebDAV, FTP	Dropbox, Google Drive	Dropbox[3], OneDrive[3]
Teilen mit Apps / Mail	✓/✓	✓/✓	✓/✓	✓/✓
weitere Funktionen	–	–	Diktiergerät, Textnotizen	Diktiergerät
Preis	2,99 US-$ / Monat oder 29,99 US-$ / Jahr	1,99 €	5,99 €	1,99 € / Monat
kostenlose Version	7 Tage	✓	✓	✓

[1] Samsung S3, Huawei P10, Google Pixel 3a [2] mit Einschränkungen [3] nicht in der kostenlosen Version
✓ vorhanden – nicht vorhanden



Alle Mitschneide-Apps für iOS (im Bild: TapeACall) schalten einen externen Dienstleister per Dreierkonferenz zu, der das Gespräch aufzeichnet und dann zusendet.

sprächen an, die zudem meist viel günstiger sind als die Abo-Angebote für iOS. Die meisten funktionieren jedoch auf moderneren Android-Geräten entweder gar nicht oder nur eingeschränkt. Google hatte das Mitschneiden von Telefonaten zwar urspünglich erlaubt. Mit Andoid 6 wurden aber die dafür genutzten Systemfunktionen wie VOICE_CALL ersatzlos gestrichen, was die meisten Mitschneide-Apps sofort nutzlos machte. Einige App-Hersteller fanden zwar Workarounds, die weiterhin Telefonmitschnitte erlaubten. Mit Android 9 war aber auch damit Schluß – Google verschärfte abermals die Regeln und schloss die Schlupflöcher. Dazu verbot das Unternehmen Apps den Zugriff auf das Anrufprotokoll. Damit machten sie es ihnen unmöglich, Anrufer zu identifizeren und die Aufzeichnungen sinnvoll zu benennen. Offiziell dürfte ab Android 9 gar keine Mitschneide-App mehr funktionieren. Manche App-Hersteller spielen das Hase-Igel-Spiel aber weiter und versuchen, die Beschränkungen auch in den neueren Android-Versionen zu umgehen.

Die immense Zahl an Android-Geräten und Systemversionen erlaubte uns nur einen stichprobenartigen Test. Dabei prüften wir die ausgewählten Apps auch auf einem betagten Samsung S3 mit Android 4.4. Tatsächlich funktionierten alle Apps darauf sehr gut. Sehr durchwachsen waren hingegen die Ergebnisse unter Android 9 (Huawei P10 und Google Pixel 3a) und dem aktuellen Android 10 (Google Pixel 3a). Eine verlässliche Vorhersage, ob und mit welchen Einschränkungen bestimmte Mitschneide-Apps funktionieren, ist nicht möglich. Man kommt nicht um das Ausprobieren auf dem eigenen Handy herum. Deshalb war es uns bei der Auswahl der Apps besonders wichtig, dass es eine kostenlose Testversion gibt, mit der man zumindest die Grundfunktion prüfen kann.

Fazit

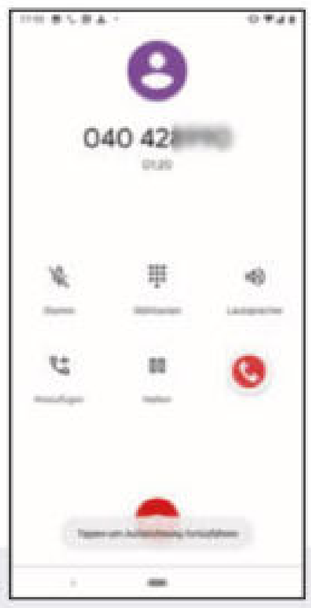
Für iOS gibt es gar keine Apps, die Telefonate direkt auf dem iPhone mitschneiden können. Alle Aufnahme-Apps im Store assistieren lediglich beim Aufbau einer Dreierkonferenz mit einem externen, kostenpflichtigen Aufzeichnungsdienst. Für Nutzer in Deutschland empfiehlt sich hier nur TapeACall, weil es eine Anschlussnummer in Deutschland bietet.

Die Android-Apps arbeiten hingegen lokal und versuchen, Gespräche direkt auf dem Gerät mitzuschneiden und zu speichern. Das klappt aber nur auf alten Geräten und Android-Versionen zuverlässig. Google versucht immer wieder, dem Mitschneiden von Telefonaten einen Riegel vorzuschieben und ist damit spätestens seit Android 9 sehr erfolgreich. Den besten Workaround fanden wohl die Hersteller von Cube ACR, mit dem zumindest auf allen von uns getesteten Geräten und Systemversionen brauchbare Aufnahmen möglich waren, sogar unter Android 10.

Den Trick mit der Dreierkonferenz und einem externen Mitlauscher als Aufzeichnungsdienst kann man übrigens auch ohne Abo und App nutzen, sowohl unter iOS als auch unter Android. Mehr dazu im Praxisartikel auf Seite 112 in dieser c't.

(swi@ct.de) c't

***Mitschneide-Apps:* ct.de/yh38**

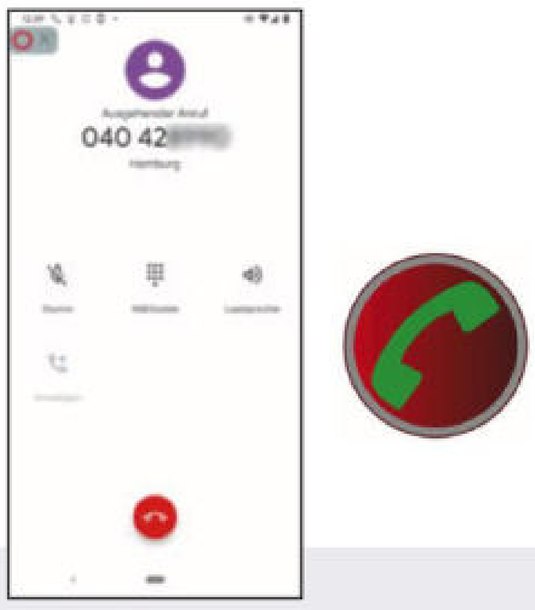


ACR (Android)

ACR (Another Call Recorder) zeichnet ein- und ausgehende Gespräche direkt auf dem Smartphone auf und speichert sie auch dort. Das funktioniert sehr gut auf Smartphones mit Android-Versionen bis 8.1. Der Hersteller erklärt auf seiner Webseite, dass Android 9 grundsätzlich nicht unterstützt wird. In unserem Test klappte es zwar mit beiden Android-9-Geräten trotzdem, die Aufzeichnung der Gegenseite war jedoch extrem leise. Der Grund dürfte sein, dass die App in der Standardeinstellung je nach Android-Version eine andere Aufzeichnungsmethode nutzt. Bei Android 9 und 10 läuft die Aufnahme über das Mikrofon, wozu man die Ausgabe während des Gesprächs eigentlich auf Lautsprecher stellen müsste. Die Aufzeichnungsmethoden lassen sich zwar anpassen, bessere Ergebnisse konnten wir jedoch nicht erzielen Unter Android 4 hingegen war die Aufnahme beider Parteien klar und gut verständlich.

Investiert man die knapp zwei Euro in die Pro-Version, lassen sich Aufnahmen im laufenden Gespräch manuell starten und stoppen. Das geht wahlweise durch Schütteln des Smartphones oder über einen in die Telefon-App eingeblendeten verschiebbaren Button. Die kostenlose Version der App erlaubt nur das automatische und vollständige Aufzeichnen ein- und ausgehender Anrufe und blockiert ein paar weitere Funktionen wie das Speichern in Clouddiensten oder das automatische Löschen sehr kurzer Aufzeichnungen. Sie eignet sich aber gut, um die grundsätzliche Kompatibilität mit dem eigenen Smartphone zu testen.

- zeichnet lokal auf
- günstige Pro-Version
- nur mäßig auf neueren Geräten



Anrufe Aufzeichnen (Android)

Im deutschen Playstore bezeichnet sich die App als „Anrufe Aufzeichnen", nach der Installation firmiert sie auf dem Gerät aber als „Call Recorder". Sie arbeitet lokal und erlaubt das vollautomatische Aufzeichnen ein- und ausgehender Gespräche und wahlweise den manuellen Start. Dafür blendet sie eine leider etwas klein geratene und nicht verschiebbare Schaltfläche links oben in der Telefon-App ein oder reagiert auf Schütteln des Telefons.

Dass die laufende Unterhaltung aufgenommen wird, zeigt zudem ein Symbol in der Benachrichtigungsleiste. Zu beachten ist, dass man Audiodateien, die man behalten möchte, explizit auswählen und dauerhaft speichern muss. Ansonsten werden sie bei Erreichen einer bestimmten Anzahl automatisch überschrieben. Unter Android 4 produzierte der Call Recorder ohne Ändern der Standardeinstellung laute und klar verständliche Aufnahmen. Mit Android 9 funktionierte es zwar, das Gegenüber war aber nur sehr leise zu hören. Auch das Durchprobieren aller nur sehr allgemein benannten Presets und das Umstellen der Aufnahmemethode brachte keine Besserung.

Unter Android 10 gelang es uns überhaupt nicht, Gespräche aufzuzeichnen. Die kostenlose Version erlaubt zwar den Zugriff auf nahezu alle Funktionen, ist aber stark mit Werbung überladen. Angesichts des Totalausfalls unter Android 10 empfiehlt sich die App nur für ältere Geräte und Android-Versionen.

- zeichnet lokal auf
- nicht mit Android 10
- viel Werbung (Free)





Cube ACR (Android)

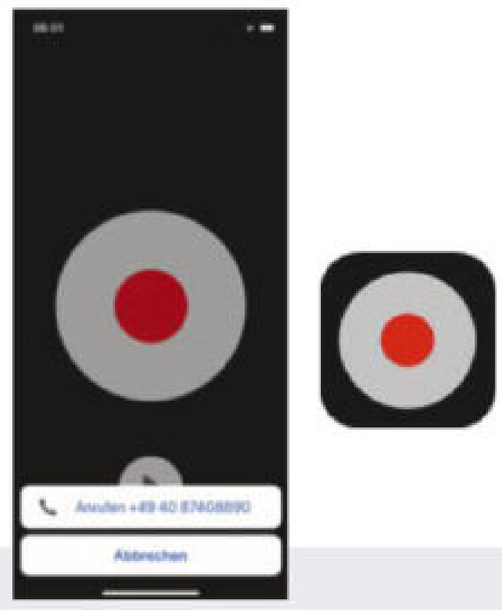
Auch Cube ACR arbeitet vollständig lokal auf dem Smartphone. Nur mit dieser App gelangen auf allen von uns getesteten Geräten und Systemversionen inklusive Android 10 saubere und klar verständliche Anrufmitschnitte. Dazu mussten wir allerdings zuerst viele Einstellungen durchprobieren.

Sogar die Google-seitige Blockade der Rufnummernanzeige weiß die App zu umgehen. Dazu installiert man ein automatisch angebotenes Zusatztool namens „Cube ACR App Connector", das die Eingabehilfen von Android nutzt, um die Rufnummer eines Anrufers quasi vom Bildschirm abzulesen. Die Audiodateien werden dann entsprechend gekennzeichnet.

Für das manuelle Aufnehmen blendet die App einen verschiebbaren Overlay-Button in der Telefon-App ein. Zusätzlich kann man grundsätzlich alle Anrufe oder auch nur Gespräche mit bestimmten Kontakten automatisch aufzeichnen lassen Die Vollversion fügt weitere Funktionen hinzu. Dazu gehören das Markieren wichtiger Aufnahmestellen durch Schütteln des Geräts, die Wahl des Audioformats (kostenlos: nur AMR) und das automatische Speichern in einem Clouddienst.

Zwar verspricht die App, auch Voice-Chats von WhatsApp oder Skype aufzeichnen zu können. Jedoch wies sie alle getesteten Smartphones als grundsätzlich inkompatibel zu dieser Funktion zurück. Anstelle einer Einmalzahlung verlangt der Hersteller für die Vollversion den Abschluss eines Abos für knapp zwei Euro pro Monat; man kommt aber auch mit der kostenlosen Version schon sehr weit.

- zeichnet lokal auf
- kompatibel zu vielen Geräten
- Vollversion nur im Abo



TapeACall (iOS)

Die populärste Mitschneide-App für iPhones ist TapeACall. Die App setzt auf das Aufnehmen per Konferenzschaltung. Dabei wird eine Nummer in Hamburg angerufen, die zu einem Telefoniedienstleister gehört, der sich in das Gespräch einklinkt und es mitschneidet. Anschließend wird die Aufnahme heruntergeladen und lässt sich auf dem Smartphone anhören oder an eine andere App weiterleiten.

Der Anruf beim Aufnahmedienst kann entweder vor dem eigentlichen Gespräch erfolgen, wodurch die Aufzeichnung von Anfang an läuft. Oder man schaltet sie erst in der laufenden Unterhaltung zu. Vorzeitig beenden lässt sie sich jedoch nicht. Die Aufnahmen stehen sofort nach Gesprächsende in der App zur Verfügung und sind durchwegs als „Unbenannte Aufnahme", aber mit Datum, Uhrzeit und Dauer gekennzeichnet. Sie lassen sich jedoch nachträglich umbenennen. Man spielt sie entweder direkt in der App ab oder sendet sie an eine andere iOS-App, beispielsweise an ein Audioprogramm oder die Mail-App. Alternativ kann man die Aufzeichnung als MP3-File zu Google Drive, OneDrive, in die Dropbox oder zu Evernote hochladen.

Die Nutzung der App kostet entweder 30 US-Dollar pro Jahr oder knapp drei Dollar pro Monat. Nur in Verbindung mit dem Jahresabo gewährt der Hersteller eine kostenlose Testwoche. Dabei muss das Abo in jedem Fall zuerst abgeschlossen und gegebenenfalls mindestens 24 Stunden vor Ablauf gekündigt werden.

- simple Bedienung
- Aufnahmen auf Fremdserver
- Abomodell

Achtung, Aufnahme

Smartphone-Telefonate mitschneiden

Außer speziellen Apps gibt es noch andere Methoden, Telefonate aufzuzeichnen – von der Detektiv-Hardware bis zur Fritzbox-Zweckentfremdung.

Von Stefan Wischner

Zwar bieten die App-Stores von Apple und Google Unmengen an Apps zum Aufnehmen von ein- oder ausgehenden Telefongesprächen an. Unter iOS nutzen die aber durchweg einen Mitlauscher per Dreierkonferenz; bei Android gibt es erhebliche Kompatibilitätsprobleme vor allem mit neueren Systemversionen. Glücklicherweise sind die Apps nicht die einzige Möglichkeit, Telefongespräche aufzuzeichnen.

Die naheliegende ist der Einsatz eines externen Aufnahmegeräts. Man führt das Gespräch im Freisprechmodus und nimmt es mit einem Hardware-Rekorder über dessen Mikrofon auf. Digitale Diktiergeräte gibt es schon ab rund 20 Euro; ein externes Mikrofon kann die Qualität deutlich verbessern. Als Rekorder-Ersatz dürfen auch ein zweites Smartphone mit einer Audiorekorder-App, ein Laptop oder Desktop-PC mit Mikrofon herhalten. Der Hauptvorteil dieser Methode: Sie funktioniert immer. Problematisch ist dabei, dass auch Nebengeräusche aufgezeichnet werden, etwa das Tippen auf einer Tastatur oder die Gespräche anderer Personen im Raum. Die bekommen zudem beide Seiten der Unterhaltung mit, was nicht immer gewünscht ist.

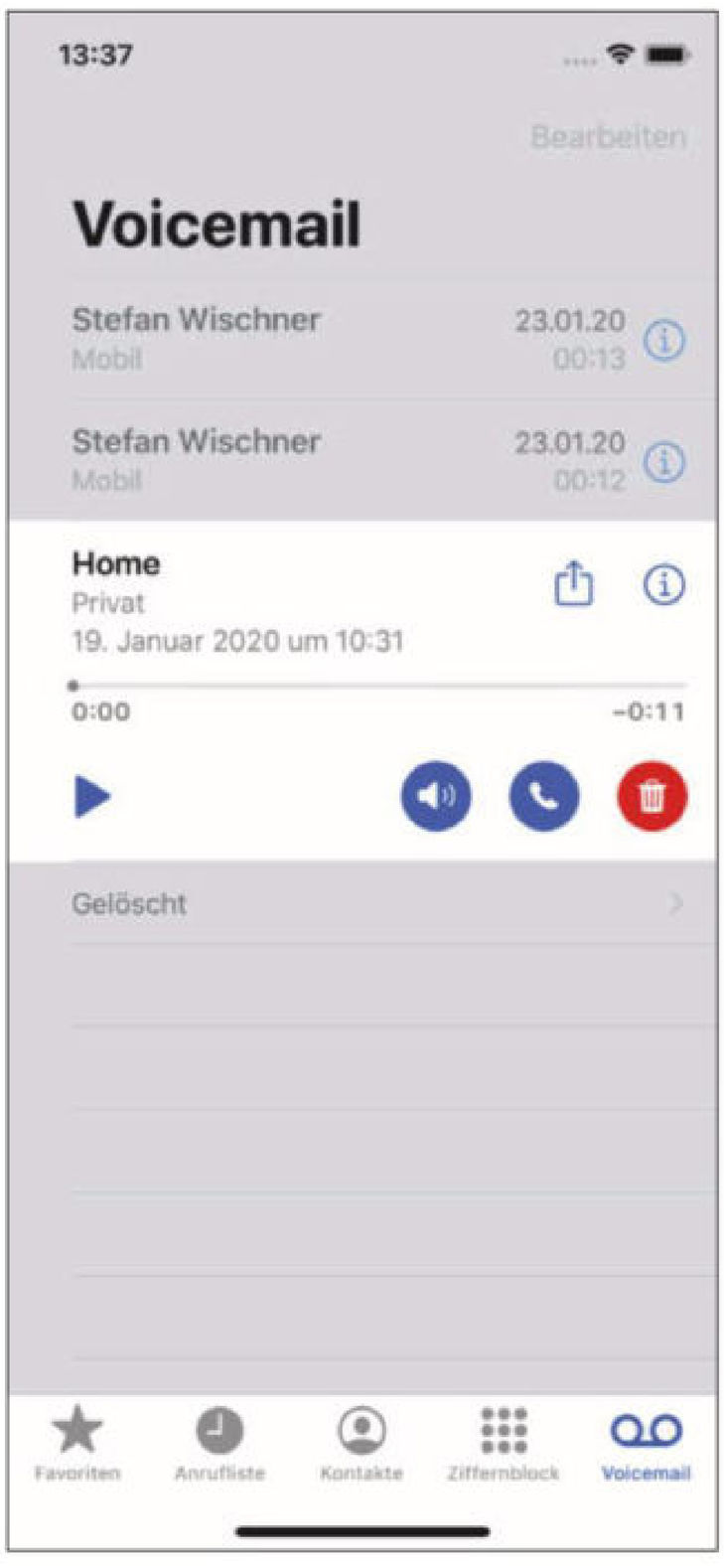
Dreierkonferenz zu zweit

Die Mitschneide-Apps für das iPhone nutzen eine Dreierkonferenz, um einen externen Dienst mitlauschen und aufzeichnen zu lassen. Das ist nicht nur recht teuer, sondern auch datenschutztechnisch bedenklich. Diese Methode lässt sich aber auch ganz ohne App, Kosten und unbekannte Lauscher nutzen. Der Trick: Als Mithörer und -schneider verwendet man anstelle eines externen Dienstes die eigene Mobilbox. Deren Aufzeichnungslänge für Sprachnachrichten ist zwar auf wenige Minuten (je nach Provider meist drei bis fünf) begrenzt. Dafür liegen die Aufnahmen nicht bei einem unbekannten Dritten im Ausland, sondern beim eigenen Mobilfunkprovider. So funktioniert es:

Wenn Sie im laufenden Gespräch die Aufzeichnung starten möchten, bitten Sie Ihren Gesprächspartner erst um sein Einverständnis und dann um etwas Geduld. Tippen Sie danach in der Telefon-App auf „Anruf hinzufügen“ (iOS) oder die ähnlich beschriftete Schaltfläche in der Android-App. Das laufende Gespräch wird gehalten und Sie wählen Ihre eigene Rufnummer, woraufhin sich Ihre Mobilbox meldet. Warten Sie den Ansagetext ab und tippen nach dem Ton für den Aufnahmestart auf „Konferenz“ (iOS) oder die entsprechende Schaltfläche unter Android. Ihr Gesprächspartner wird wieder zugeschaltet und die Mobilbox zeichnet jetzt beide Seiten auf. Legen Sie am Ende des Gesprächs auf, beendet das auch die Konferenzschaltung und die Aufzeichnung.

Nun ist es etwas unpraktisch, dass Sie die Aufnahme nur mit dem Telefon durch Abruf Ihrer Mobilfunknachrichten anhören können. Die meisten Mobilfunkanbieter bieten aber einen optionalen und in der Regel kostenfreien Service, der sich „Visual Voicemail“ nennt. Wenn Sie den über die Webseite des Anbieters oder per Telefon in den Mobilbox-Einstellungen aktivieren, werden Nachrichten automatisch als Audiodateien auf das Smartphone heruntergeladen. Unter iOS und vielen Android-Smartphones finden Sie in der Telefon-App einen zum Beispiel mit „Voicemail“ beschrifteten Button. Der führt zu einer Liste mit allen gespeicherten und heruntergeladenen Sprachnachrichten. Nach Antippen eines Eintrags lässt sich die zugehörige Audiodatei abspielen oder über „Teilen“ zu einer anderen App übertragen. Ein weiterer Vorteil dieser Methode: Im Gegensatz zu den Mitschneide-Apps registriert die eigene Mailbox auch die Caller-IDs. Die Aufzeichnungen sind also nicht nur mit Datum, Uhrzeit und Dauer gekennzeichnet, sondern zeigen auch den Namen oder zumindest die Rufnummer des jeweiligen Gesprächspartners.

Wenn Ihnen die Aufzeichnungsdauer nicht reicht und Sie über einen Festnetz-



Aktiviert man beim Mobilfunk-Provider den Visual-Voicemail-Dienst, werden Sprachaufzeichnungen von der Mobilbox auf das Gerät heruntergeladen. Das geht mit allen iPhones (im Bild) und vielen Android-Geräten.

anschluss mit einer Fritzbox oder einem anderen Router mit Anrufbeantworter-Funktion verfügen, gibt es noch eine Alternative: Starten Sie eine Dreierkonferenz mit Ihrem heimischen Anschluss anstelle der Mobilbox. Gibt es an dem zudem noch eine ungenutzte Rufnummer, könnten Sie die exklusiv für diese Funktion konfigurieren. Stellen Sie ein, dass der Anrufbeantworter auf diese Nummer sofort reagiert und setzen Sie die maximale Aufzeichnungsdauer auf unbegrenzt. Die Aufnahmen landen im MP3-Format im internen Speicher des Routers. Aktuelle FritzOS-Versionen erlauben auch die Nutzung eines angeschlossenen USB-Speichers für Sprachaufzeichnungen. Die mitgeschnittenen Telefongespräche stehen in der Weboberfläche des Routers zum Download zur Verfügung. Zur Not tut es natürlich auch ein klassischer Anrufbeantworter.

Passend konfiguriert und in einer Dreierkonferenz zugeschaltet lässt sich der Fritzbox-Anrufbeantworter als Aufnahmegerät zweckentfremden.



Keine Alternative: Voicechat

Möchte man statt eines herkömmlichen Mobilfunktelefonats ein Voicechat-Gespräch via WhatsApp, Skype oder Facetime aufzeichnen, bleiben nur die Hardware-Lösungen. Die Apps der genannten Dienste bieten durchweg keine Aufnahmefunktion. Eine der Android-Apps für Telefonmitschnitte (Cube ACR) verspricht zwar, durch Ausnutzung technischer Tricks auch die über Skype oder WhatsApp geführten Sprachverbindungen aufzeichnen zu können. Das klappte aber mit keinem der von uns getesteten Geräte und Systemversionen. Nur die App des chinesischen Skype-Konkurrenten „WeChat“ verfügt über eine Aufnahmefunktion. Nutzer dieses Dienstes sollten sich aber bewusst sein, dass der Betreiber keinen Hehl daraus macht, alle Aufzeichnungen auch mit der chinesischen Regierung zu teilen.

Ungewisse Aussichten

Ungeklärt bleibt die Frage, warum es einem Apple und Google so schwer machen, Telefongespräche ganz einfach direkt auf dem Smartphone mitzuschneiden. Es könnte an der international sehr unterschiedlichen und in manchen Ländern kritischen Rechtslage liegen. Die ist auch eine mögliche Erklärung für das fast nicht vorhandene Angebot von externen kabelgebundenen oder Bluetooth-Aufnahmegeräten speziell für Smartphones.

Hoffnung macht indes ein Bericht auf xda-developers.com. In einer Beta-Version der offiziellen Google-Telefon-App, die zum Beispiel standardmäßig auf Pixel-Smartphones genutzt wird, ist ein Aufnahmeknopf aufgetaucht. Der erlaubt den Mitschnitt von Telefongesprächen so einfach, wie man es sich wünscht. Dabei erscheint eine Textwarnung für den Nutzer, er möge sich an die in seinem Land gültigen Gesetze halten. Außerdem ertönt bei Aufnahmestart und -stopp ein gesprochener Hinweis für den Gesprächspartner. Ob, wann und für welche Smartphones diese Erweiterung kommt, ist allerdings noch nicht bekannt. *(swi@ct.de)* c't

Nicht nur für Detektive

Deutlich besser als ein externer Rekorder mit Mikrofon wäre ein Bluetooth-Headset mit integrierter Aufnahmefunktion oder ein Bluetooth-Diktiergerät. Überraschenderweise haben wir nur ein derartiges Gerät ausmachen können. Es wird zu einem Preis von rund 100 Euro von einem Berliner Shop verkauft, der sich auf Überwachungsutensilien wie USB-Keylogger oder Minikameras spezialisiert hat und sich speziell an Detektive richtet. Das in China hergestellte Diktiergerät mit der Bezeichnung DVR-188 gibt sich gegenüber dem Smartphone als Bluetooth-Headset aus. Zum Telefonieren schließt man an das Gerät einen Kopfhörer und ein separates Mikrofon an. Die Sprache wird vom und zum Smartphone durchgeschleift und dabei aufgezeichnet. Die Konfiguration und Bedienung des Geräts gestalten sich etwas umständlich. Hat man es erst mal begriffen, erfüllt das DVR-188 absolut seinen Zweck. Unser Testgerät verfügt über 4 GByte internen Speicher, was für viele Stunden Aufzeichnungen reicht. Die Audiodateien im MP3-Format lassen sich per USB an einen PC übertragen.



Dieses Bluetooth-Aufnahmegerät aus einem Shop für Detektiv- und Spionage-Gadgets gibt sich gegenüber dem Smartphone als Headset aus und schneidet Gespräche mit.



Bild: Thorsten Hübner

Heimlich? Is' nich'!

Telefonmitschnitte im Licht des Datenschutz- und Strafrechts

Technisch ist es kein großes Problem, Handy-Telefonate aufzuzeichnen. Über einen Mitschneideserver, der als virtueller stiller Teilnehmer in eine Konferenzschaltung eingebunden wird, funktioniert das ganz elegant. Wenn man will, merkt der menschliche Gesprächspartner nichts davon – spätestens hier wird die Sache illegal.

Von Harald Büring

Den Wortlaut eines Telefongesprächs bei Bedarf nachträglich abrufen zu können, ist nicht nur für Leute mit chronisch schlechtem Gedächtnis eine feine Sache. Auch um Beweise zu sichern, etwa für ein telefonisch erhaltenes günstiges Angebot, wünscht man sich gelegentlich eine handfeste Dokumentationsmöglichkeit.

Also mitschneiden und den Gesprächsinhalt aufbewahren – die Idee ist alles andere als neu. Zu Wählscheibenzeiten dienten dazu eine Saugnapf-Aufnahmespule am Telefonapparat und ein aufnahmebereites Tonbandgerät. In der Smartphone-Gegenwart gibt es für denselben Zweck komfortable Apps. Rechtlich problematisch kann jedoch jede Art des Mitschneidens von fernmündlicher Kommunikation sein: Nicht umsonst spielt die vom deutschen Recht geschützte Vertraulichkeit des gesprochenen Worts eine wichtige Rolle im menschlichen Miteinander über die Leitung. Hinzu kommt, dass Telefongespräche den Charakter personenbezogener Daten haben und somit dem Datenschutz unterfallen. Das wird besonders evident, wenn eine Speicherung der Gesprächsinhalte auf Servern erfolgt – die stehen möglicherweise im Ausland.

Es geht um Grundrechte

Sobald Gesprächsinhalte gespeichert vorliegen, lässt sich damit auch mancherlei Schindluder treiben: So können etwa Mitschnitte vertraulicher Telefonate plötzlich in sozialen Netzwerken auftauchen.

Bei all dem, was in dieser Hinsicht passieren kann, liegt es nahe, ans altbekannte Fernmeldegeheimnis zu denken. Das modernerweise auch als Telekommunikationsgeheimnis bezeichnete Grundrecht ist für den Geltungsbereich des deutschen Rechts in § 88 des Telekommunikationsgesetzes (TKG) sowie Artikel 10 Abs. 1 des Grundgesetzes (GG) verankert. Es schützt Inhalte und Umstände von Telekommunikationsvorgängen gegen unbefugte Weiter-

gabe und Missbrauch; Diensteanbieter verpflichtet es zur Geheimhaltung.

Tatsächlich ist das Fernmeldegeheimnis aber nur berührt, solange es ums unbefugte Abhören, Verfremden oder Weiterleiten von Telekommunikationsvorgängen während ihrer Dauer geht. Das ergibt sich aus der Rechtsprechung des Bundesverfassungsgerichts (BVerfG) [1, 2].

Anschließend greift dann der Schutz des gesprochenen Worts durch das allgemeine Persönlichkeitsrecht in Gestalt des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung (entwickelt aus Art. 1 Abs. 1 GG, Art. 2 Abs. 1 GG). Bereits die bloße Gesprächsaufzeichnung kollidiert mit dem allgemeinen Persönlichkeitsrecht eines Gesprächsteilnehmers, wenn dieser der Aufzeichnung nicht zugestimmt hat. Noch schwerer verletzt wird dieses Recht, wenn gespeicherte Gesprächsinhalte für irgendwelche Zwecke missbraucht werden. All dies ist unabhängig davon, mit welchen Mitteln die Gesprächsaufzeichnung zustande gekommen ist.

Ein Fall für den Datenschutz

Insbesondere bei der bequemen Technik des digitalen Mitschneidens über einen Server, der als stiller Teilnehmer in eine Telefonkonferenz eingebunden ist, stellt sich die Frage nach dem Datenschutz. Nicht nur Namen, Adressen und Rufnummern der Teilnehmer, Zeitpunkt und Dauer ihrer Gespräche sowie ihr jeweiliger Aufenthaltsort sind personenbezogene Daten, sondern auch die Gesprächsinhalte selbst. Hier kommen die Bestimmungen der europäischen Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) ins Spiel: All diese Daten dürfen keineswegs nach Belieben gespeichert, verarbeitet und genutzt werden. Unbefugte Speicherung, Verwendung und Weitergabe kann die zuständige Datenschutzbehörde, sofern sie Kenntnis davon bekommt, mit Sanktionen ahnden, etwa mit Bußgeldern gemäß Art. 83 DSGVO.

Bereits wenn man die Stimme eines Gesprächspartners aufzeichnet, werden personenbezogene Daten im Sinne von Art. 4 Nr. 1 DSGVO verarbeitet. Darin liegt eine Datenschutzverletzung, wenn die Verarbeitung nicht durch Art. 6 Abs. 1 DSGVO gedeckt ist. Das heißt normalerweise, dass der Gesprächspartner wirksam eingewilligt haben muss. Nur in seltenen Ausnahmefällen kann ein Mitschnitt ohne Einwilligung zulässig sein.

Solche Ausnahmefälle können etwa dann vorliegen, wenn der Mitschnitt als Beweis für Beleidigung, Bedrohung oder Erpressung durch den Gesprächspartner nötig ist. Das ergibt sich aus Satz 1f des zuletzt genannten DSGVO-Absatzes. Dass der Mitschneidende seine berechtigten Interessen wahren will, reicht zur Rechtfertigung noch nicht aus. Vielmehr muss eine Interessenabwägung ergeben, dass das Recht des Nutzers schwerer wiegt als das Recht des Gesprächspartners auf seine informationelle Selbstbestimmung. Davon kann man nur selten ausgehen, weil dieses Grundrecht einen hohen Rang einnimmt.

Im Normalfall kommt man aber nicht ohne wirksame Einwilligung des Gesprächspartners gemäß Art. 6 Abs. 1 Satz 1a DSGVO aus: Diese muss sich auf die Verarbeitung der personenbezogenen Daten, die ihn betreffen, für klar benannte Zwecke beziehen. Ein ganz allgemeines Okay zu einer nicht konkreter gefassten Datenverarbeitung reicht nicht. Die Einwilligung ist nur wirksam, wenn der Betroffene zuvor hinreichend informiert worden ist. Er muss wissen, zu welchen Zwecken seine personenbezogenen Daten verarbeitet werden sollen und wer der Verantwortliche ist. Außerdem muss er über die Art der verarbeiteten Daten informiert worden sein und über sein Recht, die Einwilligung jederzeit zu widerrufen [3].

Man darf den Gesprächspartner dabei über keinen Aspekt der Verwendung seiner Daten im Unklaren lassen. Er muss also nicht nur über die Absicht des Mitschneidens selbst informiert werden, sondern auch über den weiteren Weg seiner Daten. Wenn diese also irgendwohin übermittelt und auf einem Server gespeichert werden sollen, muss er dem ebenfalls zugestimmt haben.

Mitschneider beweispflichtig

Im Prinzip genügt eine mündliche Einwilligung des Gesprächspartners, die man zu Beginn des Telefonats einholt und die sich auf alle beschriebenen Details bezieht. Die DSGVO schreibt nicht vor, dass eine Einwilligung schriftlich erteilt werden muss.

Allerdings muss derjenige Teilnehmer, der einen Gesprächsmitschnitt anfertigt, im Zweifel beweisen, dass sein Gesprächspartner in die Verarbeitung seiner personenbezogenen Daten eingewilligt hat. Das ergibt sich aus Art. 7 Abs. 1 DSGVO.

Wenn es um die Speicherung von Gesprächsinhalten auf Servern geht, kommt noch ein ausgesprochen vertracktes Problem hinzu: Viele Mitschneide-Apps bieten keine Serverwahl, sondern speichern automatisch auf einem vom Softwarehersteller vorgegebenen Server. Wenn der sich in einem Staat mit einem niedrigen Datenschutzniveau befindet, ist dieser Weg nach europäischem Datenschutzrecht nicht erlaubt – es sei denn, der Gesprächspartner ist auch über dieses Datenschutzrisiko informiert worden und hat sich ausdrücklich damit einverstanden erklärt.

Aus Art. 45 Abs. 1 DSGVO ergibt sich, dass eine Übertragung personenbezogener Daten nur an Serverstandorte innerhalb der Europäischen Union erfolgen darf – oder in ein Gebiet respektive an eine Organisation, für die ein Beschluss der EU-Kommission zur Bescheinigung eines angemessenen Schutzniveaus vorliegt.

Was die USA betrifft, so gibt es keinen solchen Angemessenheitsbeschluss, der sich auf das gesamte Land erstrecken würde. Das Privacy-Shield-Abkommen macht aber Datenübermittlungen aus Europa an solche Unternehmen in den USA legal, die ein gültiges Zertifikat haben. US-Firmen, die die Voraussetzungen dafür erfüllen, dürfen sich selbst zertifizieren. Das US-Handelsministerium führt unter privacyshield.gov/list die Unternehmen mit einem solchen Datenschutzzertifikat auf.

Umgekehrt heißt das: Die Übermitt-

Wird noch immer angeboten: die gute alte Mitschneidespule aus analogen Tagen. Per Saugnapf auf den Telefonhörer gesetzt und an ein Audio-Aufnahmegerät angeschlossen, ermöglicht sie es, die Äußerungen beider Gesprächspartner aufzuzeichnen.



Bild: Amazon.com

lung von Gesprächsdaten an Serverbetreiber, die nicht in dieser Liste aufgeführt sind, ist unzulässig. Einen Ausweg bietet nur die erwähnte ausdrückliche Einwilligung des Gesprächspartners in die Übermittlung an ein Ziel mit niedrigem Datenschutzstandard. Dazu muss er zuvor hinreichend über die damit verbundenen Risiken aufgeklärt worden sein. Dies ergibt sich aus Art. 49 Abs. 1 Satz 1a DSGVO. Was genau in diesem Zusammenhang als „hinreichend“ gilt, ist nicht klar definiert.

Gruß vom Staatsanwalt

Durch die unerlaubte Aufzeichnung eines Telefongesprächs können sich Nutzer wegen Verletzung der Vertraulichkeit des Worts gemäß § 201 Abs. 1 StGB strafbar machen. Es droht eine Geldstrafe oder sogar eine Freiheitsstrafe bis zu drei Jahren. Nr. 1 des genannten Absatzes spricht davon, dass jemand unbefugt „das nichtöffentlich gesprochene Wort eines anderen auf einen Tonträger aufnimmt“. Was damit gemeint ist, zeigt der folgende Fall aus den Siebzigerjahren, bei dem freilich Smartphones, Apps und Serverspeicherung noch keine Rolle spielten.

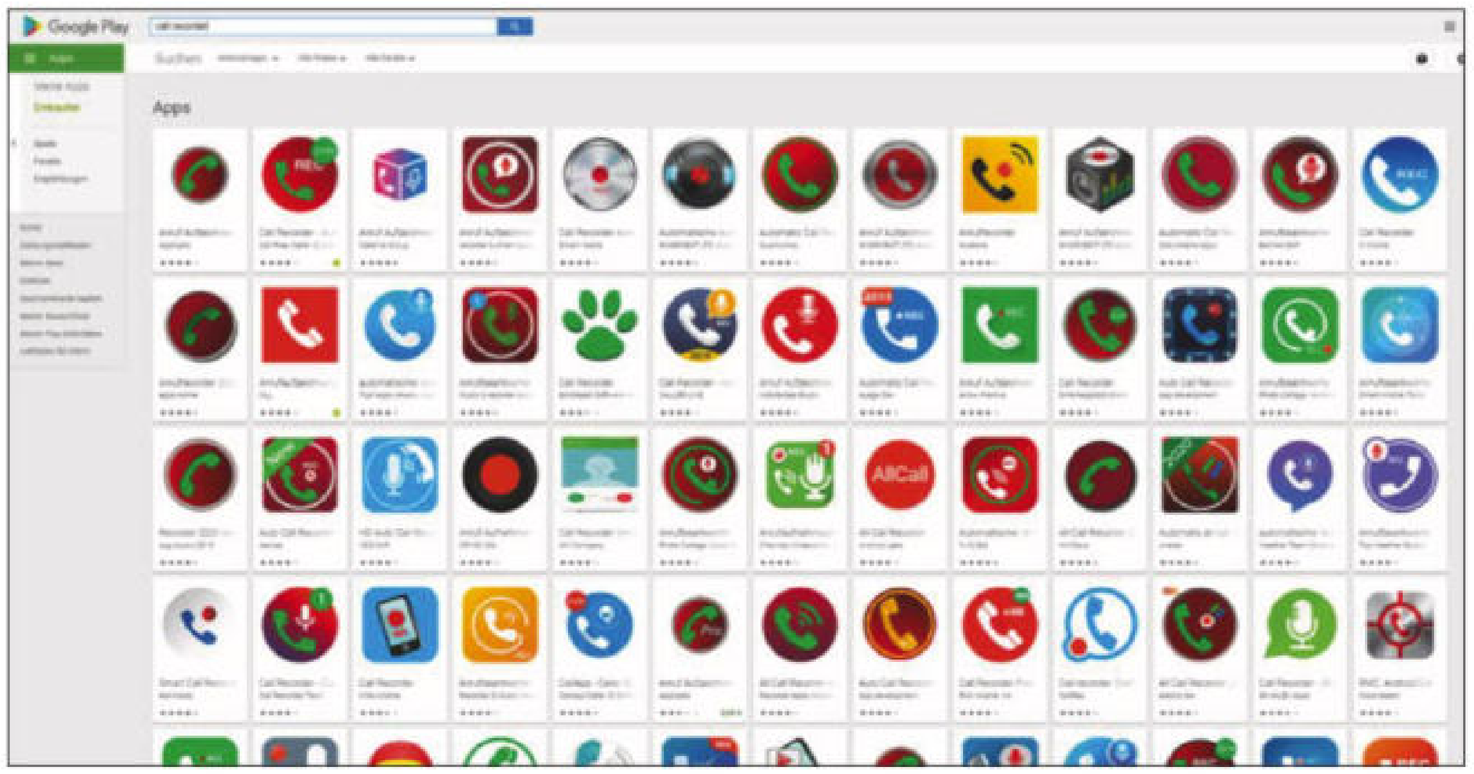
Ein Gastwirt hatte heimlich mit einem Kassettenrecorder ein Telefonat aufgenommen, das er mit dem Beamten eines Landratsamts geführt hatte. In diesem ging es darum, ob seine Gaststättenkonzession erweitert wird. Er wollte mit der Aufzeichnung beweisen, dass der Beamte ihm die Erweiterung mündlich zugesagt hatte. Das zuständige Amtsgericht sowie das mit der Berufung befasste Landgericht (LG) verurteilten ihn zu einer Geldstrafe. Das Oberlandesgericht (OLG) Karlsruhe als Revisionsinstanz bestätigte die LG-Entscheidung im November 1978: Der Gastwirt hatte durch das heimliche Aufzeichnen des Gesprächs den Tatbestand des § 201 Abs. 1 Nr. 1 StGB verwirklicht [4].

Das Gericht sah keine Anhaltspunkte dafür, dass das Verhalten des Gastwirts ausnahmsweise gerechtfertigt gewesen wäre. Als Gründe dafür hätten gelten können: eine mutmaßliche Einwilligung des Gesprächspartners, Notwehr, ein rechtfertigender Notstand oder eine Einstufung des Mitschneidens im gegebenen Einzelfall als sozialadäquates Verhalten.

Der Gastwirt, so das OLG, habe dem Beamten keineswegs unterstellen dürfen, dass dieser mit einer Gesprächsaufzeichnung einverstanden gewesen wäre. Vielmehr habe ja die Möglichkeit bestanden, den Beamten zunächst nach seinem Einverständnis zu fragen. Darüber hinaus sei es auch möglich gewesen, vorab eine schriftliche Zusage einzuholen.

Notwehr gemäß § 32 StGB kommt etwa dann in Betracht, wenn ein Täter am Telefon eine Gewalttat androht und der Betroffene diese verhindern will, indem er das Gespräch für eine Weitergabe an die Polizei aufzeichnet. Wer hingegen mit einem Mitschnitt beispielsweise eine telefonische Erpressung oder Beleidigung beweisen will, könnte einen rechtfertigenden Notstand gemäß § 34 StGB geltend machen.

Da die erwähnten Rechtfertigungsgründe selten vorliegen, verhindert normalerweise nur eine wirksame Einwilligung des Gesprächspartners, dass sich der Mitschneidende strafbar macht.



Die kaum noch zu überblickende Vielfalt von Mitschneide-Apps für Android im Google Play Store lässt darauf schließen, dass diese Art von Anwendungen unter Smartphone-Nutzern beliebt ist.

Digital? Egal!

Wer nun heute spitzfindig einwenden möchte, eine servergestützte App sei ja kein „Tonträger“, übersieht, dass die Gesetzesauslegung die Umstände ihrer Zeit berücksichtigen muss. Auch Aufzeichnungen durch eine Smartphone-App können den Tatbestand des § 201 Abs. 1 Nr. 1 StGB erfüllen. Der Begriff des Tonträgers ist weit zu verstehen: Er betrifft das Fixieren eines Werkes auf mechanische, elektromagnetische, digitale oder sonstige Weise [5].

Ein oft gehörter Grund für den Wunsch nach einem Gesprächsmitschnitt: Es wäre schön, einen Beweis für die Durchsetzung zivilrechtlicher Ansprüche in der Hand zu haben. Das kann sich jedoch als Bumerang erweisen. Zum einen begründet dieser Zweck keinen rechtfertigenden Notstand – die Strafbarkeit bleibt im Raum stehen.

Zum anderen ist nicht gesagt, dass Zivilgerichte aufgezeichnete Telefonate als verwertbare Beweismittel anerkennen. Im Zivilverfahren müssen Gerichte eine Interessenabwägung durchführen. Sie sehen das Recht des Gesprächspartners auf informationelle Selbstbestimmung normalerweise als schützenswerter an als ein zivilrechtliches Beweisinteresse. Anders ist das nur dann, wenn auch der zivilrechtliche Anspruch wieder in Zusammenhang mit einer Straftat steht, etwa einer erpresserischen Drohung am Telefon, und der Mitschneidende sich in einer Notwehrsituation oder einer ähnlichen Lage befunden hat [6].

Riskante Sache

Unterm Strich bleibt, dass das Aufzeichnen von Telefongesprächen insgesamt ein rechtliches Minenfeld ist. Heimlich geht normalerweise schon mal nicht – und wenn die Speicherung auf einem Server im außereuropäischen Ausland erfolgt, muss ein Mitschneider selbst dann mit rechtlichem Ärger rechnen, wenn der Gesprächspartner zuvor in eine Aufzeichnung eingewilligt hat. *(psz@ct.de)* **ct**

Literatur

[1] BVerfG, Urteil vom 2.3.2006, Az. 2 BvR 2099/04
[2] BVerfG, Beschluss vom 9.10.2002, Az. 1 BvR 1611/96
[3] Kurzpapier Nr. 20 der Datenschutzkonferenz
[4] OLG Karlsruhe, Urteil vom 9.11.1978, Az. 2 Ss 241/78, NJW 1979, 1513-1515
[5] Thomas Fischer, Strafgesetzbuch mit Nebengesetzen, 66. Aufl. 2019, § 201 StGB, Rn. 5
[6] OLG Stuttgart, Urteil vom 18.11.2009, Az. 3 U 128/09

Online-Fundstellen: ***ct.de/yj8h***



storage2day

22.–24. September 2020

Print Media Academy,
Heidelberg

Die Konferenz zu Speichernetzen und Datenmanagement

BLIND-BIRD-PREIS
Bis zum 20. April 2020

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
- NVMe
- Cloud und Edge Storage
- Backup / Recovery
- Compliance
- Künstliche Intelligenz
- Speichernetze
- neue RZ-Techniken

Sparen Sie mit dem Blind-Bird-Tarif!

Bis zur Bekanntgabe des Programms zahlen Sie nur 495 Euro zzgl. Mwst. für das zweitägige Konferenzticket.

Zum Vergleich: Der spätere reguläre Preis wird bei 895 Euro liegen.

Geben Sie Ihr Wissen weiter!

Wenn Sie als Sprecher/-in oder Trainer/-in dabei sein wollen, freuen wir uns über Ihre Vorschläge für Vorträge und Workshops:

Der Call for Proposals ist bis zum 20. März geöffnet!

www.storage2day.de

Goldsponsoren: CLOUDIAN, FUJIFILM, THOMAS KRENN

Silbersponsor: PoINT software & systems

Veranstalter: iX, dpunkt.verlag

Zahlen, Daten, Fakten

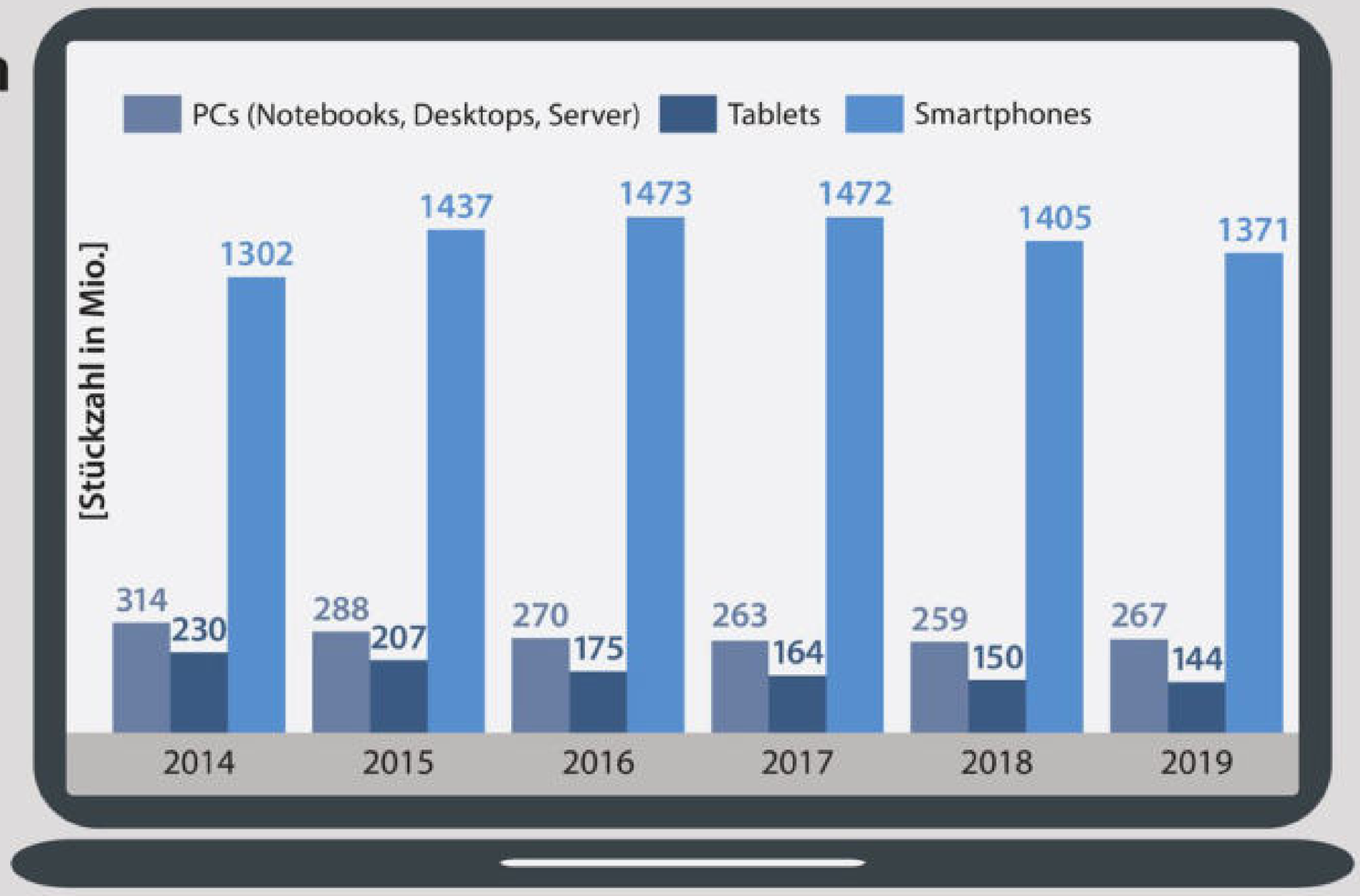
PC-Markt und Hardware-Ausstattung von Desktop-PCs und Notebooks

Nach sieben Jahren Rückgang haben die Verkäufe von Desktop-PCs und Notebooks 2019 wieder zugelegt. Laut den Marktforschern von IDC lag das vor allem am Umstieg von Windows 7 auf Windows 10. Zudem gibt es dank AMDs Ryzen-Prozessoren derzeit viel CPU-Performance fürs Geld, aber auch Arbeitsspeicher sowie SSDs sind momentan sehr preiswert. Welche Hardware in den aktuell genutzten Rechnern steckt, liefert unter anderem die monatliche Hard- und Softwareumfrage der Online-Spieleplattform Steam sowie der tagesaktuelle, durch Browser-Telemetriedaten ermittelte Firefox Public Data Report. Der HEMIX gibt Auskunft, welche Summe Käufer in einen neuen PC investieren. *(chh@ct.de)* c't

▸ Wie viele Geräte werden pro Jahr verkauft?

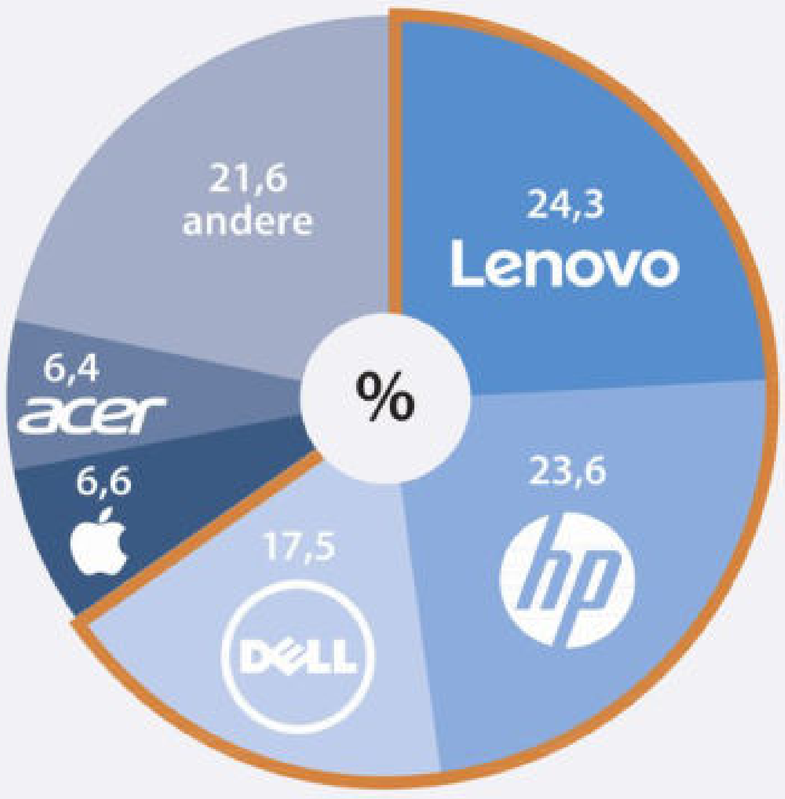
… 2019 fanden rund 267 Millionen neue Desktop-PCs, Notebooks und Server einen Käufer. Das war ein Plus von 3 Prozent, während der Absatz von Smartphones und Tablets zurückging.[1]





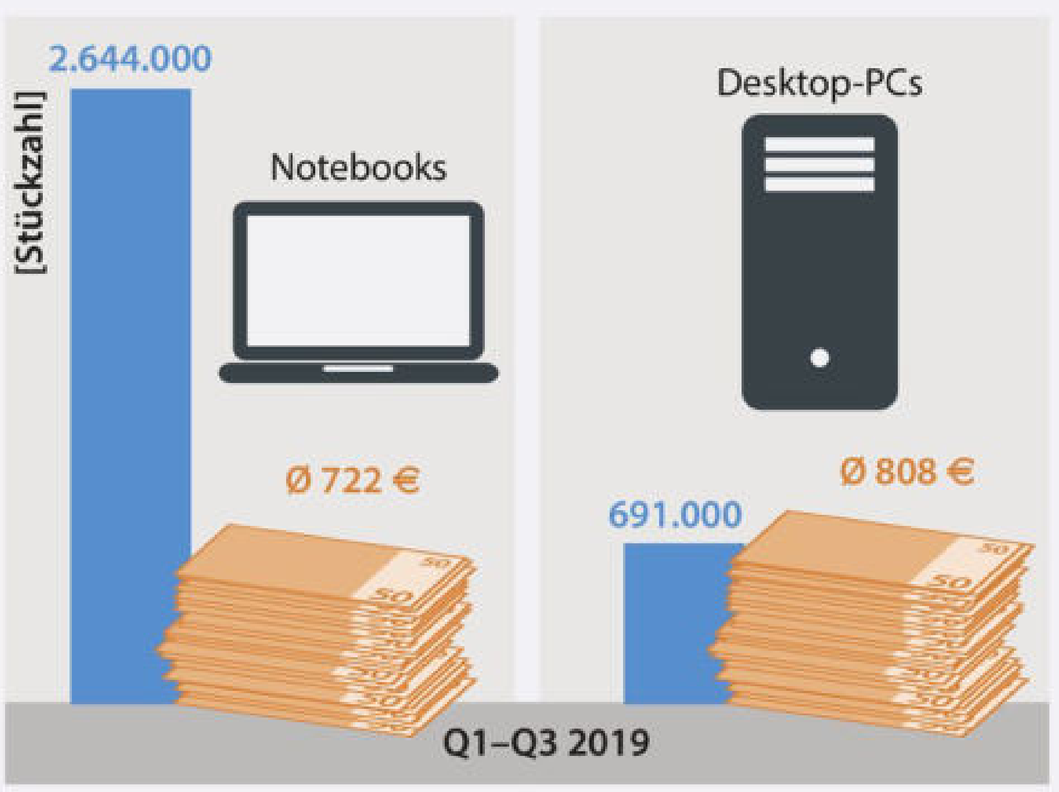
▸ Wer sind die größten PC-Hersteller?

… Lenovo, HP und Dell machen inzwischen fast zwei Drittel des PC-Markts unter sich aus.[1]



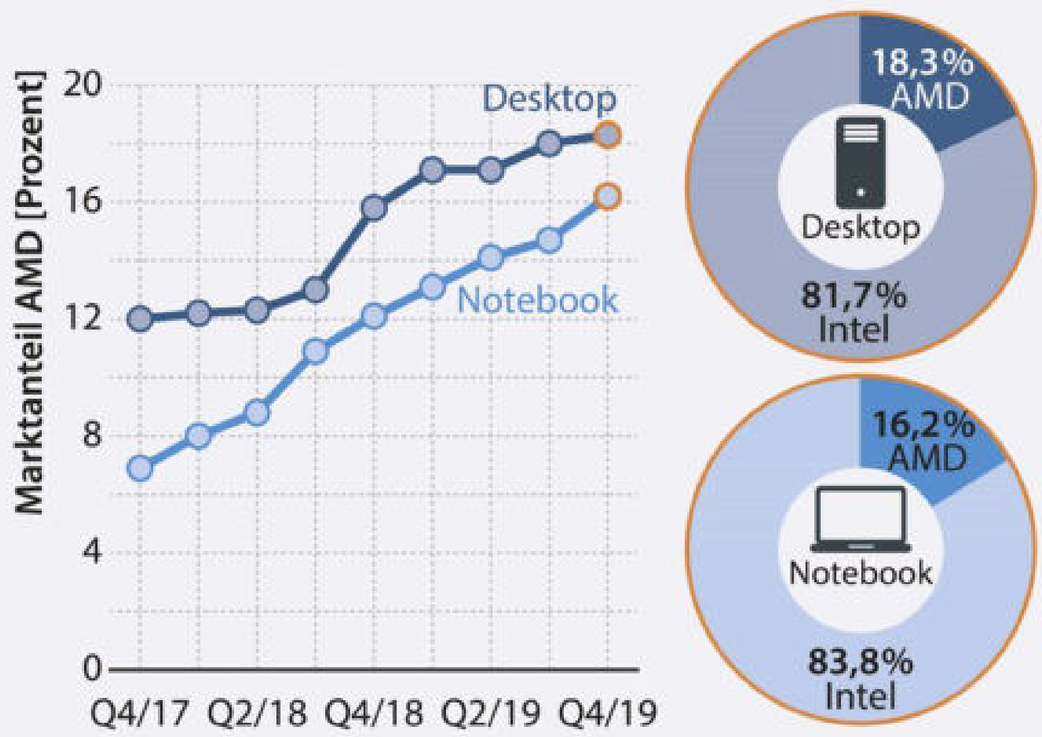
▸ Was kostet ein Notebook und was ein Desktop-PC?

… In Deutschland gaben Privatleute für tragbare Rechner durchschnittlich 722 Euro und für stationäre 808 Euro aus.[2]



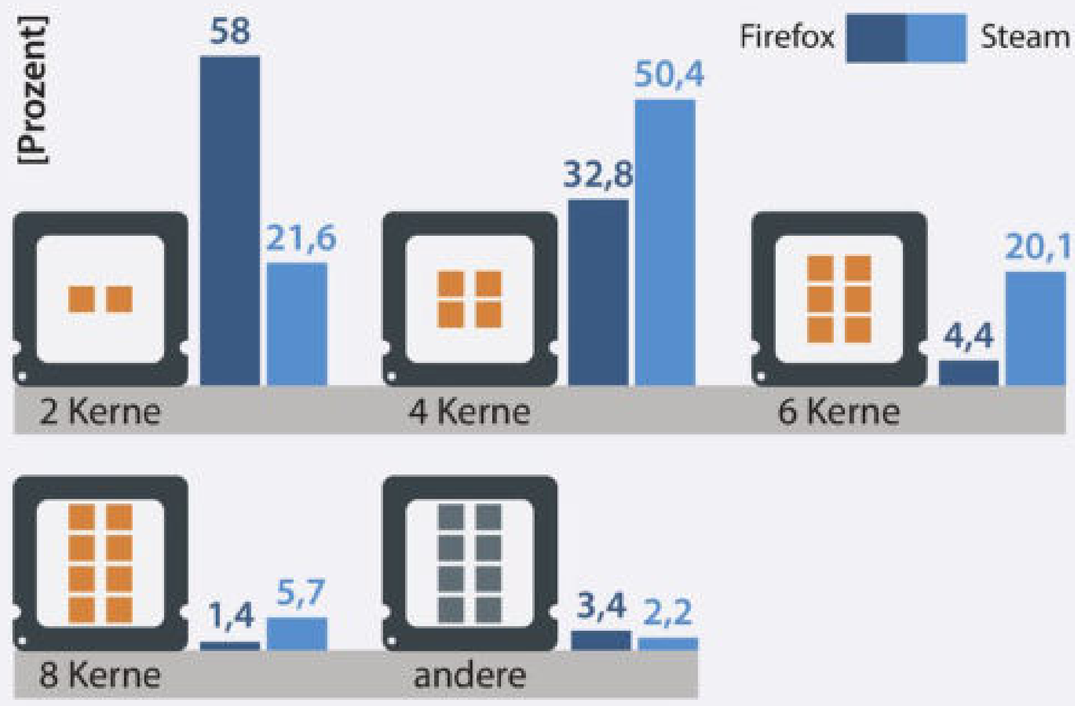
▸ Dominiert Intel immer noch bei den Prozessoren?

… AMD konnte dank der Ryzen-CPUs seinen Marktanteil deutlich steigern. Dennoch steckt in 8 von 10 neuen PCs ein Intel-Prozessor.[3]



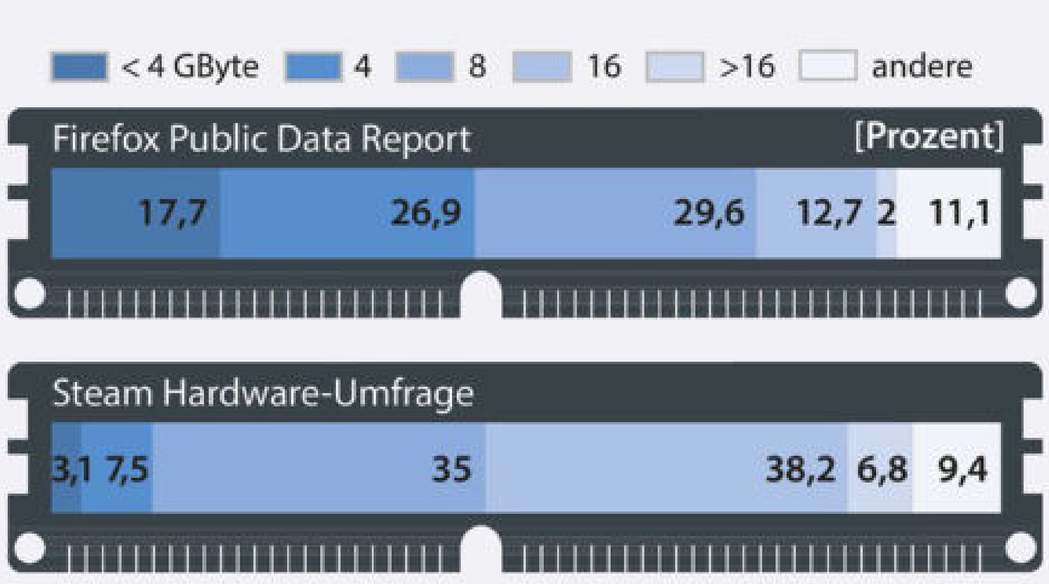
▸ Wie viele CPU-Kerne haben aktuell genutzte Rechner?

… Das hängt vom Einsatzzweck ab: In jedem zweiten Gaming-PC steckt ein Quad-Core, während Firefox-Nutzer zumeist Dual-Cores verwenden.[4,5]



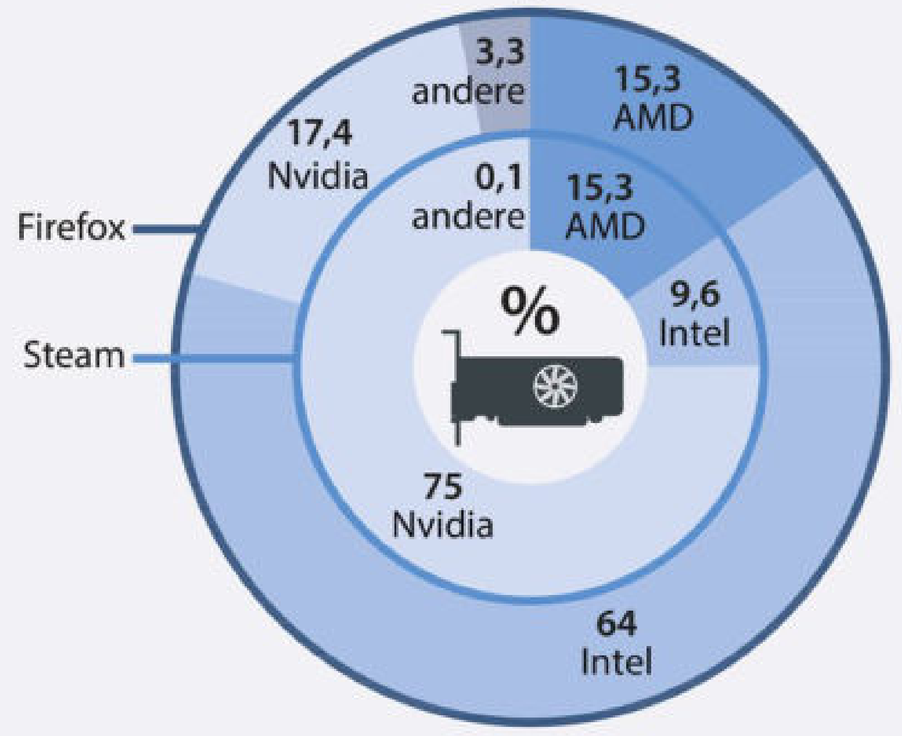
▸ Wie groß ist der Arbeitsspeicher?

… Spieletitel haben höhere Anforderungen als die Standard-Software wie Browser, weshalb Gaming-PCs oft 16 GByte aufweisen.[4,5]



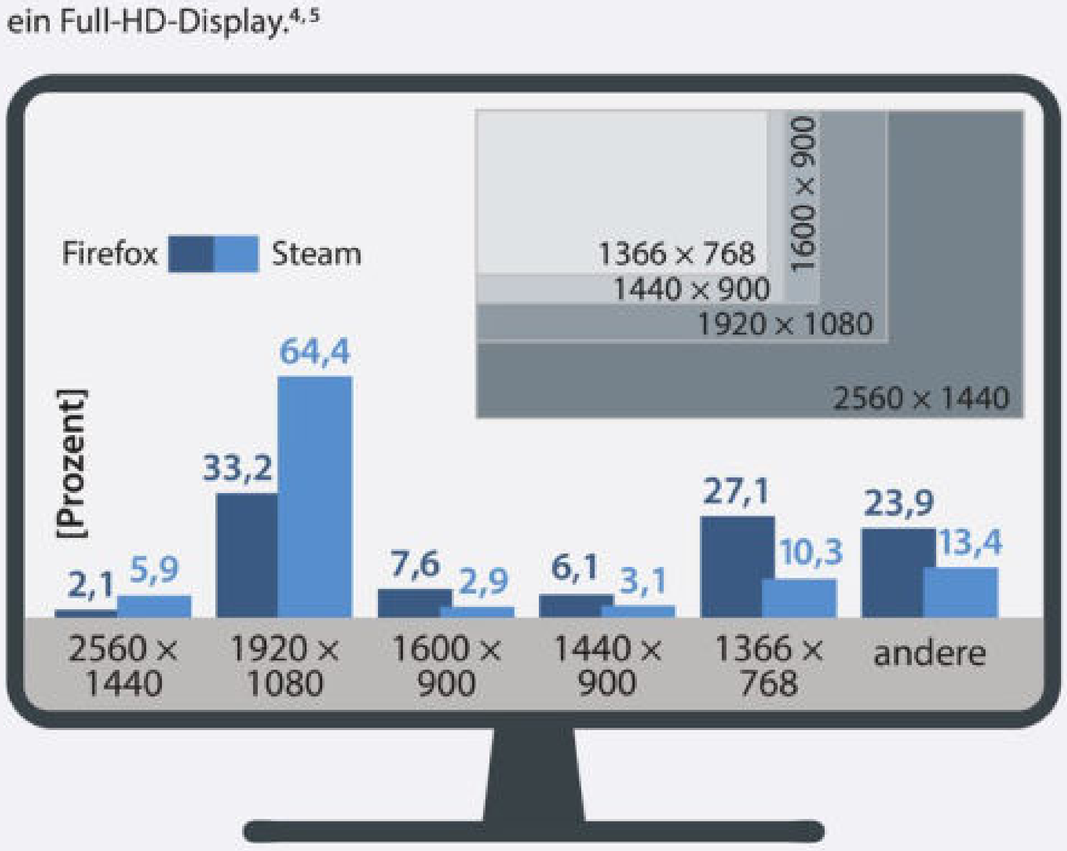
▸ Welches sind die verbreitetsten Grafikchiphersteller?

… Spieler bevorzugen klar GeForce-Grafikkarten von Nvidia. Sonst dominieren die im Prozessor integrierten Intel-GPUs.[4,5]



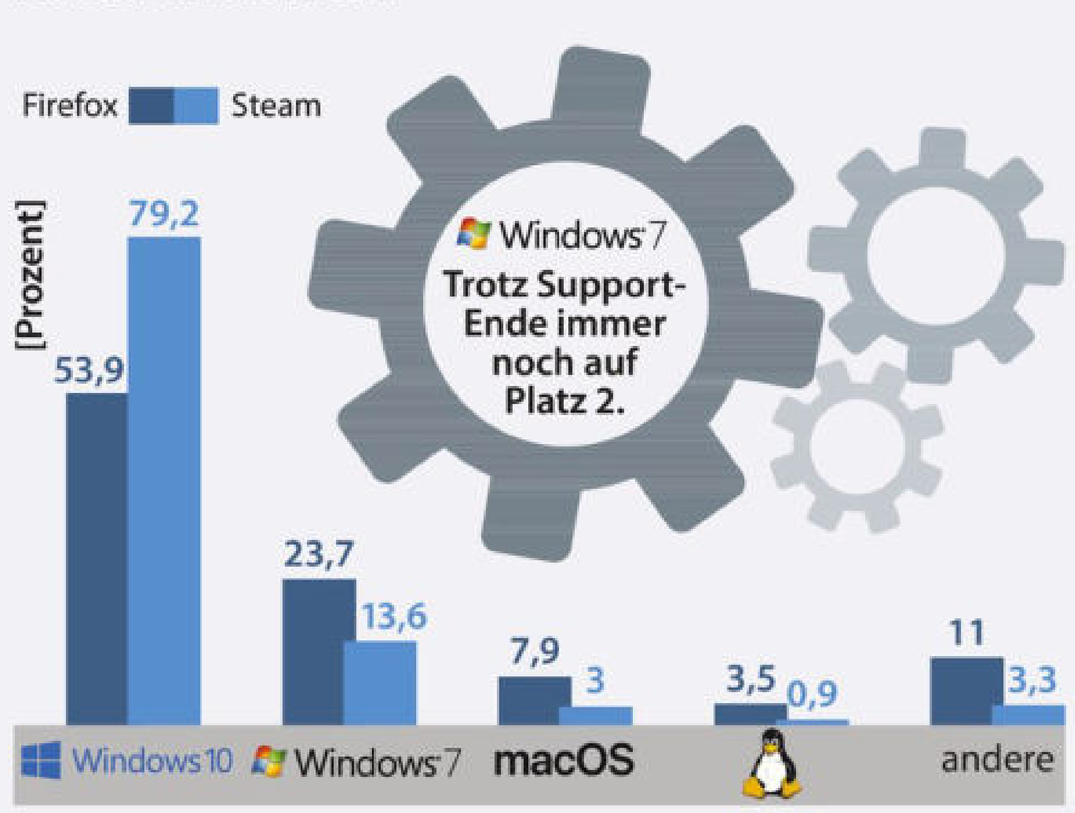
▸ Welche Displayauflösung ist am verbreitetsten?

… Die meisten Anwender schauen auf ein Full-HD-Display.[4,5]



▸ Ist der Umstieg von Windows 7 auf 10 schon abgeschlossen?

… Trotz Support-Ende im Januar 2020 ist Windows 7 immer noch bei vielen Nutzern beliebt.[4,5]



Quellen: Auftraggeber/Zeitraum/repräsentativ/Teilnehmer [1] IDC/2019/–/–, [2] Mercury Research/2019/–/–, [3] Mozilla Corporation/27. 1. bis 2. 2. 2020/–/–, [4] Steam/Januar 2020/–/–, [5] GfK/Q1–Q3 2019/–/–



Sparfunker

Gebrauchte LTE-Router ab 5 Euro

Ein neuer LTE-Router ist nicht billig. Doch wer nicht die neueste und schnellste Hardware benötigt, spart mit zwei sehr günstigen Gebrauchtgeräten aus dem Telekom-Portfolio viel Geld.

Von Andrijan Möcker

Während der 5G-Hype in den ersten Großstädten ankommt und die Hersteller fleißig Mobilfunk-Hardware der nächsten Generation vorstellen, ticken die Uhren in kleineren Städten und Dörfern noch anders. In der Fläche kommen die neuen Technologien in der Regel etwas langsamer an und die Versorgung besteht hauptsächlich aus LTE 800 – im Idealfall ergänzt durch 700- oder 900-MHz-Träger, die die Datenrate verdoppeln. Wenn 50 MBit/s beziehungsweise 150 MBit/s ausreichen, genügt auch ein günstiger, gebrauchter LTE-Router.

Fast zehn Jahre nach der Einführung von LTE hat sich um den mittlerweile alltäglichen Netzstandard ein großer Gebrauchtmarkt entwickelt. Anders als gebrauchte Smartphones kann man ältere LTE-Router nach Abschätzung der eigenen Bedürfnisse meist risikolos kaufen – auch wenn die Einführung bereits fünf bis zehn Jahre zurückliegt. Der Speedport LTE 2 (Stationär) und der MagentaZuhause Schnellstart (Mobil) sind mit Preisen unter 30 Euro die derzeit günstigsten LTE-Router auf dem Gebrauchtmarkt.

Stationär

Der Speedport LTE 2 ist ein von der Telekom gebrandeter B593s-12 von Huawei. Er kam im November 2012 für satte 300 Euro in den Handel. Bis heute verkauft die Telekom den Router und verlangt obendrein auch noch den gleichen Preis wie vor fast acht Jahren. Auf dem Gebrauchtmarkt sieht es anders aus: Die Preise für einen Speedport LTE 2 bewegen sich zwischen 20 und 70 Euro. Wir haben auf eBay-Kleinanzeigen ein Exemplar für 25 Euro erstanden. Generalüberholte Geräte liegen bei etwa 50 Euro. Da die Telekom-Variante nie einen SIM-Lock hatte, funktioniert sie in allen Netzen.

Der Router hat ein LTE-Modem der Kategorie 3, was auf 1800/2600 MHz bis zu 100 MBit/s und bei 800 MHz bis zu 50 MBit/s Downlink-Rate bedeutet. Externe LTE-Richtantennen bescheren in der Regel die höchsten Geschwindigkeiten – hierfür hat der Speedport zwei SMA-Anschlüsse. Das Diagnosemenü „Wireless Status“ unterstützt die Installation mit einer sich ständig aktualisierenden Signalstärke-Anzeige.

Der eingebaute WLAN-Access-Point (Wi-Fi 4 (2), nur 2,4 GHz) bedient bis zu 32 Geräte. Dazu gibt es vier Fast-Ethernet-Buchsen. Ein separater Dual-Band-Access-Point mit Wi-Fi 5 kann den Netzzugriff beschleunigen – bei 100 MBit/s ist aber sowohl LTE-seitig als auch als an der LAN-Buchse Schluss.

Neben der Limitierung auf 100 MBit/s gibt es noch zwei weitere Einschränkungen: IPv6 hat die Firmware nie gelernt, sodass der Zugriff von außen nicht ohne weitere Hard- und Software klappt. Außerdem hat die Telekom die Roaming-Funktion in der Firmware deaktiviert. Der Speedport LTE 2 ist somit nichts für Auslandsreisen.

Frei genutzt

Unser Gebrauchtrouter lief mit einer eingesetzten O2-Karte nach Anpassung der APN-Einstellungen problemlos. Mit den beigelegten Rundstrahlantennen erreichten wir bei Tests 60 bis 80 MBit/s auf LTE 1800. An einem Standort auf dem Land mit gerichteter Außenantenne (LTE 800) kamen wir auf 25 bis 40 MBit/s.

Bevor man vom Test- zum Alltagsbetrieb übergeht, sollte man jedoch im Menü sicherstellen, dass im Router die aktuelle Firmware-Version eingespielt ist. In alten Versionen waren Sicherheitslücken aufgetaucht, die Huawei jedoch 2014 geschlossen hat.

Mobil

Seit September 2016 bietet die Telekom den LTE-Mini-Router „MagentaZuhause Schnellstart“ an, um die Wartezeit neuer Festnetzkunden bis zur Anschlussschaltung zu überbrücken. Offiziell verlangt die Telekom 50 Euro für den Router und eine

Der Speedport LTE 2 hilft mit einer Live-Anzeige bei der Installation von Richtantennen.

Ergebnis		
		Wireless-Status
1	PLMN (öffentliches Mobilnetz):	26203
2	Dienststatus:	Gültige Dienste
3	Bandbreite(kHz):	20000
4	Zellen-ID:	10715663
5	Signalstärke:	2
6	RSRP(dBm):	-103
7	RSRQ(dB):	-12
8	Roaming:	NEIN

SIM-Karte mit 30 GByte Volumen für 90 Tage. Doch im Netz gibt es Hinweise, dass der Provider das Paket gelegentlich kostenfrei herausgibt – beispielsweise, wenn der Kunde ungewöhnlich lange auf eine Schaltung warten muss. Nach dieser Zeit können viele nichts mehr mit dem Mini-Router anfangen und verkaufen ihn für 5 bis 20 Euro.

Hinter dem „MagentaZuhause Schnellstart“ verbirgt sich ein Huawei E5577Cs-321, der im Handel rund 80 Euro kostet. Der Mobilrouter ist eine LTE-Kategorie neuer als der Speedport LTE 2 und erreicht so maximal 150 MBit/s bei LTE 1800/2100/2600. Trägerbündelung und 256 QAM fehlen jedoch bei Kategorie 4, sodass bei LTE 800/850/900 nur 50 MBit/s drin sind. Externe Antennen an den beiden TS-9-Buchsen bringen den Router näher an die Maximalwerte.

Am E5577Cs-321 können sich bis zu 10 Geräte nach Wi-Fi 4 (2) auf 2,4 oder 5 GHz am Internetzugang bedienen – simultanen Dual-Band-Betrieb unterstützt der Huawei jedoch nicht. Der interne 1,5-Amperestunden-Akku hält laut Huawei sechs Stunden. Unsere gebrauchten Schnäppchen schafften im aktiven Betrieb mit zwei verbundenen Geräten etwa fünf Stunden.

Auch der „Schnellstart“ hat einige Nachteile: IPv6 fehlt und auch die beim freien Modell verfügbare Router-Repeater-Funktion, die beispielsweise Hotel-WLANs verstärkt, konnten wir nicht entdecken. Roaming funktioniert jedoch und auch der werksseitige SIM-Lock war keine große Hürde: Die beiden von uns für 10 und 15 Euro gekauften Schnellstart-Router, die laut den Verkäufern Mitte 2018 und Anfang 2019 zum Einsatz kamen, entsperrte uns die Telekom ohne weitere Nachfrage oder Kosten über das Kontaktformular (ct.de/yjqt). Eigentlich sollte diese Gratis-Entsperrung erst nach zwei Jahren klappen.

Fazit

Der Speedport LTE 2 und der MagentaZuhause Schnellstart sind gebraucht preislich unschlagbar. Beide Geräte liefern trotz ihres Alters für viele alltägliche Anwendungen genug Datenrate. Der Speedport LTE 2 ist somit ideal zur kostengünstigen Versorgung beim Camping oder im Wochenendhaus. Der Schnellstart ist mit 85 Gramm Gewicht praktisch, um beispielsweise den knappen Prepaid-Tarif unterwegs mit einem günstigen Datentarif zu ergänzen und das Volumen mit mehreren Geräten zu nutzen.

Selbst wenn keiner der beiden für Sie der Richtige ist: Ein Blick auf den Gebrauchtmarkt lohnt sich, denn alle Anbieter geben fleißig Geräte zu ihren Verträgen aus, von denen viele bald wieder zu kleinen Preisen verkauft werden.

(amo@ct.de) c't

Telekom Entsperrformular: ***ct.de/yjqt***

SMARTE FLEDERMAUS-LEUCHTE



ODER
AUTONOME DROHNE?

Neugierig geworden?

Testen Sie jetzt 3 Ausgaben Technology Review und sparen Sie über 9 Euro.

Lesen, was wirklich zählt in Digitalisierung, Energie, Mobilität, Biotech.



Bestellen Sie jetzt unter
trvorteil.de/3xtesten

trvorteil.de/3xtesten
+49 541/80 009 120
leserservice@heise.de

Technology Review
Das Magazin für Innovation

Grundlagen Flash-Speicher

Der Stand der Technik und kommende Entwicklungen

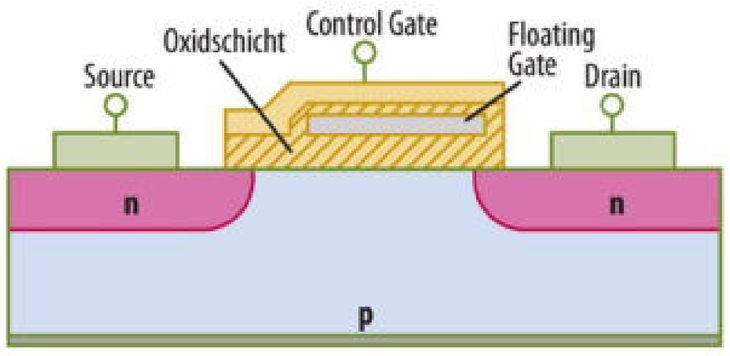
NAND-Flash hat sich in den vergangenen Jahren als Standardspeicher für SSDs, SD-Karten, USB-Sticks und Mobiltelefone etabliert. Mit den Jahren ist der Aufbau immer komplizierter geworden – kurioserweise hat aber gerade das zu den immer weiter sinkenden Preisen geführt.

Von Lutz Labs

Weltweit gibt es nur wenige Hersteller von NAND-Flash: Intel, Micron, SK Hynix, Samsung und das ehemals von Toshiba und SanDisk gegründete Fertigungsgespann Kioxia-WD. Dazu hat sich vor Kurzem noch der chinesische Hersteller YMTC gesellt, der jedoch international noch keine große Rolle spielt.

Flash-Speicher braucht keine Energie, um eine einmal gespeicherte Ladung zu erhalten: Er sperrt Elektronen in einer Ladungsfalle ein. Deren Ladungszustand lässt sich wiederum einem digitalen Wert zuordnen.

Bei der Entwicklung müssen die Hersteller abwägen: Größere Strukturen sind robuster und damit haltbarer, mit feineren Strukturen hingegen erreichen sie bei gleicher Fläche höhere Kapazitäten. Auch sinkt mit feineren Strukturen die Leistungsaufnahme.



Das Floating Gate einer Flash-Zelle hat keine Anbindung zu anderen Schaltungsteilen. Ladungsträger – und mit ihnen die Informationen – bleiben dort gefangen, auch wenn keine Versorgungsspannung mehr anliegt.

Von SLC zu MLC und TLC

Die ersten Flash-Zellen speicherten jeweils nur 1 Bit (Single Level Cell, SLC). Der Controller musste beim Auslesen lediglich prüfen, ob die Spannung ober- oder unterhalb der halben Zellspannung lag. Solche Zellen sind schnell und lassen sich sehr oft überschreiben, ohne Schaden zu nehmen. Sie belegen aber recht viel Siliziumfläche, daher sind SLC-Chips pro GByte recht teuer.

MLC-Zellen – eigentlich Multi Level Cell, in der Praxis aber meint man damit praktisch immer Zellen mit 2 Bit Kapazität – verdoppeln die Speicherfähigkeit einer einzelnen Zelle. Dies geht jedoch vor allem zu Lasten der Haltbarkeit: Während sich eine SLC-Zelle rund 100.000-mal neu beschreiben lässt, klappt das bei einer MLC-Zelle nur noch rund 10.000-mal.

Der nächste Schritt heißt TLC, Triple Level Cell. Der Controller muss bei diesem Zelltyp bereits 8 Spannungslevel unterscheiden. TLC-Speicher ist nicht nur noch weniger haltbar als MLC, sondern vor allem beim Beschreiben recht langsam.

Abhilfe schaffen die Hersteller zumindest bei SSDs durch eine SLC-Cache genannte Technik: Ein Teil der Speicherzellen wird in einen schnelleren 1-Bit-Modus geschaltet. Je größer dieser SLC-Cache ist, desto länger können die SSDs die Schreibleistung auf einem hohen Niveau halten. Hat die SSD nichts mehr zu tun, verschiebt der Controller die Daten in die langsameren TLC-Zellen.

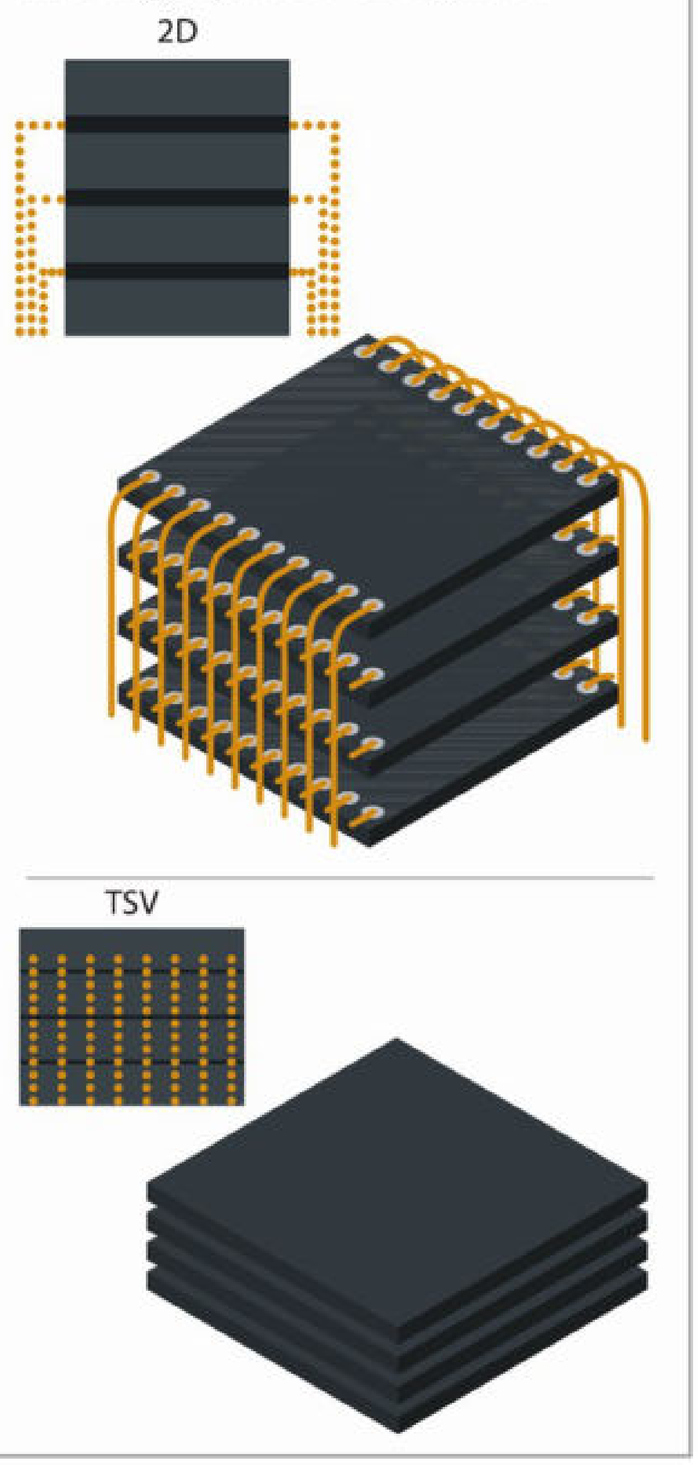
4 und 5 Bit pro Zelle

TLC-Flash ist mittlerweile Standard in vielen SSDs, Mobiltelefonen und Speicherkarten. MLC wird nur noch selten verwendet, SLC ist praktisch nicht mehr erhältlich. In einigen SSDs steckt bereits QLC-Flash (Quadruple Level Cell), der 4 Bit pro Zelle speichert – dementsprechend muss der Controller 16 verschiedene Spannungslevel auseinanderhalten. Die Schreibraten solcher SSDs liegen – bei vollem SLC-Cache – auf dem Niveau einer Festplatte.

Doch die Hersteller entwickeln schon die nächste Stufe: Penta Level Cell (PLC) mit einer Speicherfähigkeit von 5 Bit pro Zelle soll zwar noch einmal langsamer und noch weniger haltbar sein, aber eben auch

TSV-Packaging

Die Verbindung der Dies im Chip-Gehäuse kann auf verschiedene Weise erfolgen: über feine Golddrähte an den Seiten der Dies oder über Durchkontaktierungen (TSV, Through Silicon Via). Letztere Methode hat sich durchgesetzt, da sie Platz und Energie spart sowie höhere Datenübertragungsraten ermöglicht.



noch einmal etwas billiger. Kioxia und Intel arbeiten nach eigenen Angaben bereits daran, Intel stellt sogar in Aussicht, PLC zuerst in Enterprise-SSDs einzusetzen.

Der Kapazitätszuwachs von PLC im Vergleich zu QLC beträgt gerade einmal noch 25 Prozent pro Zelle. Dennoch dürfte sich der Einsatz etwa für Archiv-SSD lohnen; vor 2022 oder 2023 dürften sie jedoch kaum erhältlich sein.

Speicherstapel

Parallel zur Kapazitätserhöhung einzelner Zellen gehen die Hersteller einen zweiten Weg: Die ehemals zweidimensionalen Zellstrukturen wachsen in die Höhe und bilden 3D-NAND. Nach ersten Versuchen mit 8, 16 oder 32 Schichten (Lagen) produzieren alle Hersteller nun 3D-Flash mit 96 oder mehr Lagen. Eine physikalische Grenze scheint derzeit noch nicht in Sicht zu sein, SK Hynix hat bereits einen Ausblick auf 3D-Flash mit 500 Lagen gegeben.

Flash-Türme mit mehr als 64 Lagen bestehen meistens aus mehreren Teilen, die getrennt voneinander gefertigt werden (sogenanntes Array-Stacking). Die Logikschaltkreise zur Ansteuerung der Flash-Zellen befinden sich inzwischen häufig unter den Zellen (CMOS under Array genannt), dies spart Platz gegenüber der Anbringung neben den Flash-Türmen. SK Hynix hat mit der aktuellen Flash-Generation ebenfalls zu dieser Technik gewechselt und bezeichnet dies als 4D-NAND, YTMC produziert die Logikschaltkreise sogar in einem eigenen Prozess und verbindet die Teile erst im Verlauf der Fertigung.

Flash-Probleme

Flash-Speicher kann nur in Blöcken beschrieben werden, und dazu müssen diese Blöcke leer sein. Selbst die Veränderung nur eines Bits führt also dazu, dass ein Block von beispielsweise 128 KByte neu geschrieben werden muss. Der Speicher nutzt sich jedoch bei jedem Löschvorgang etwas ab, weil durch die recht hohe Löschspannung Schädigungen an der Struktur der Zelle auftreten. Die Controller müssen also darauf achten, alle Flash-Zellen möglichst gleichhäufig zu benutzen, damit sie sich auch gleichmäßig abnutzen.

Das Aus der Festplatten naht

Bis zu 1,33 TBit Speicherplatz bietet ein einzelnes Silizium-Die aktuell, bis zu 16 davon packen die Hersteller in ein Chip-Gehäuse. Damit ergibt sich eine Chip-Kapazität von bis zu 2,66 TByte. Technisch sollten SSDs mit 50 TByte oder noch mehr daher kein großes Problem mehr darstellen. Trotz des Preisverfalls kosten solch große SSDs jedoch diverse Tausender und sind damit für Privatkunden praktisch unerschwinglich. Aber die für die tägliche Arbeit an Notebook oder Desktop-PC notwendigen Kapazitäten sind heute so günstig, dass das Ende der Festplatte hier naht. Auf die Dauer wird Flash-Speicher durch mehr Lagen und höhere Speicherfähigkeit pro Zelle immer billiger. *(ll@ct.de)* c't

Literatur

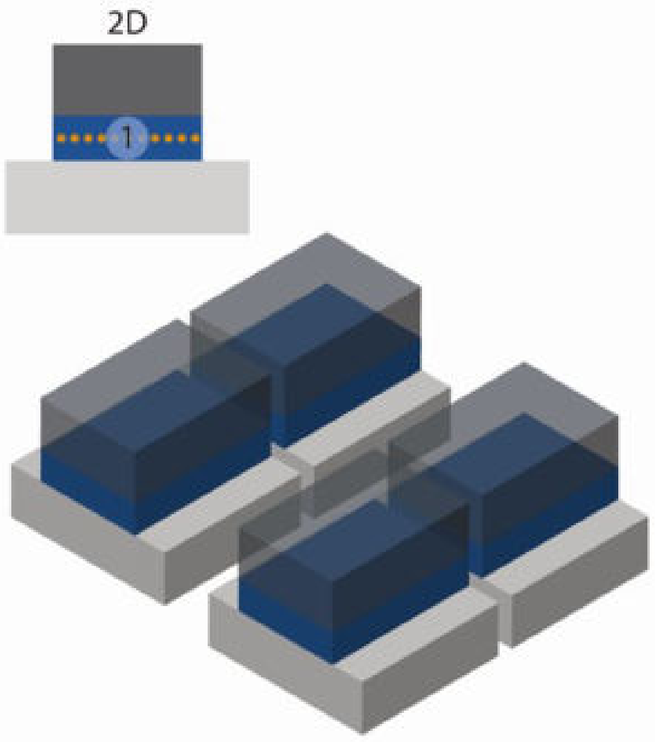
[1] Lutz Labs, SSD-Grundlagen, Aufbau und Funktionsweise von Solid-State Disks, c't 24/2015, S. 68

[2] Lutz Labs, SD-Karten-Grundlagen, Die Technik moderner Speicherkarten, c't 14/2016, S. 174

[3] Lutz Labs, Grundlagen zu USB-Sticks, Die Technik hinter den praktischen Datentransportern, c't 16/2017, S. 174

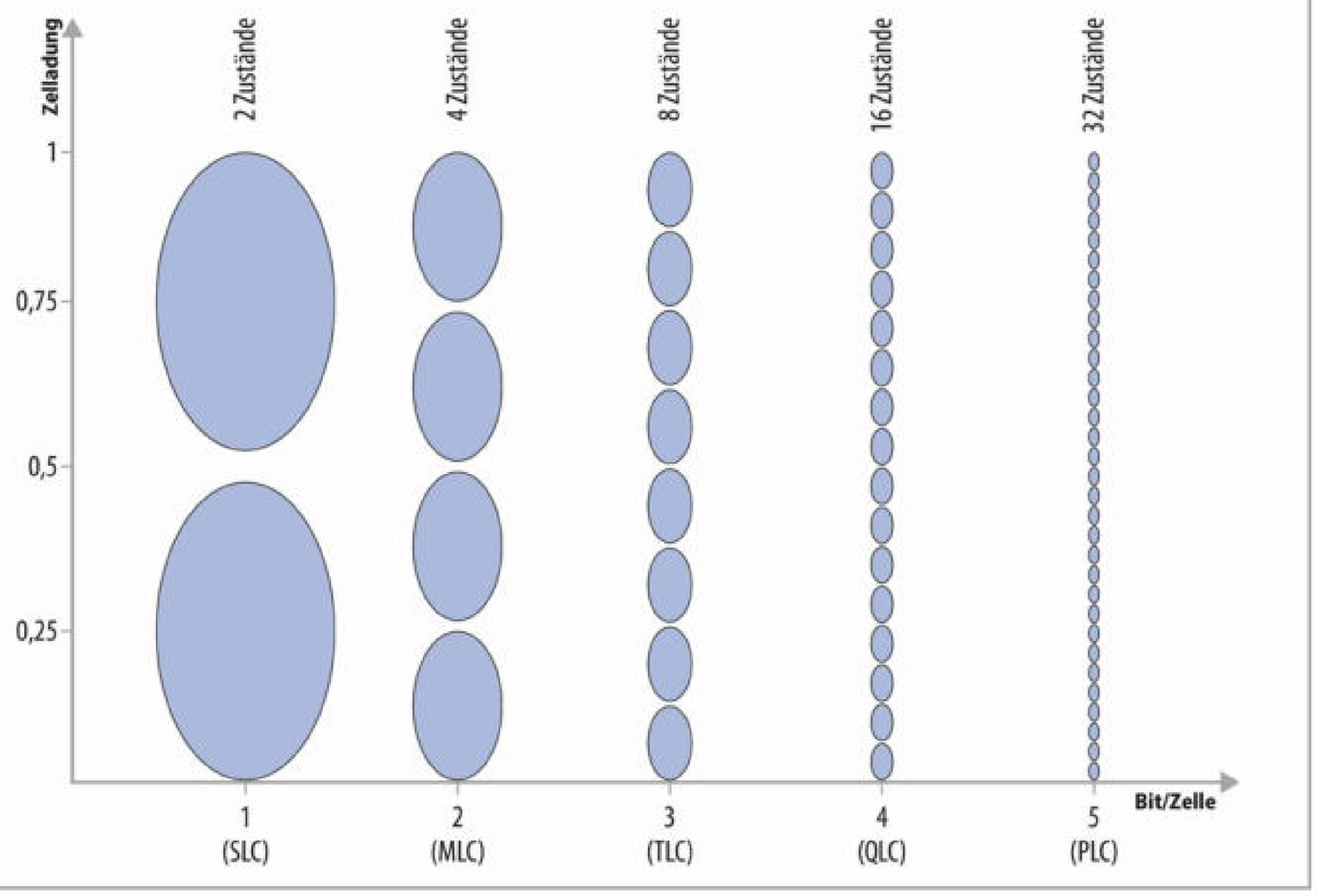
3D-Speicher

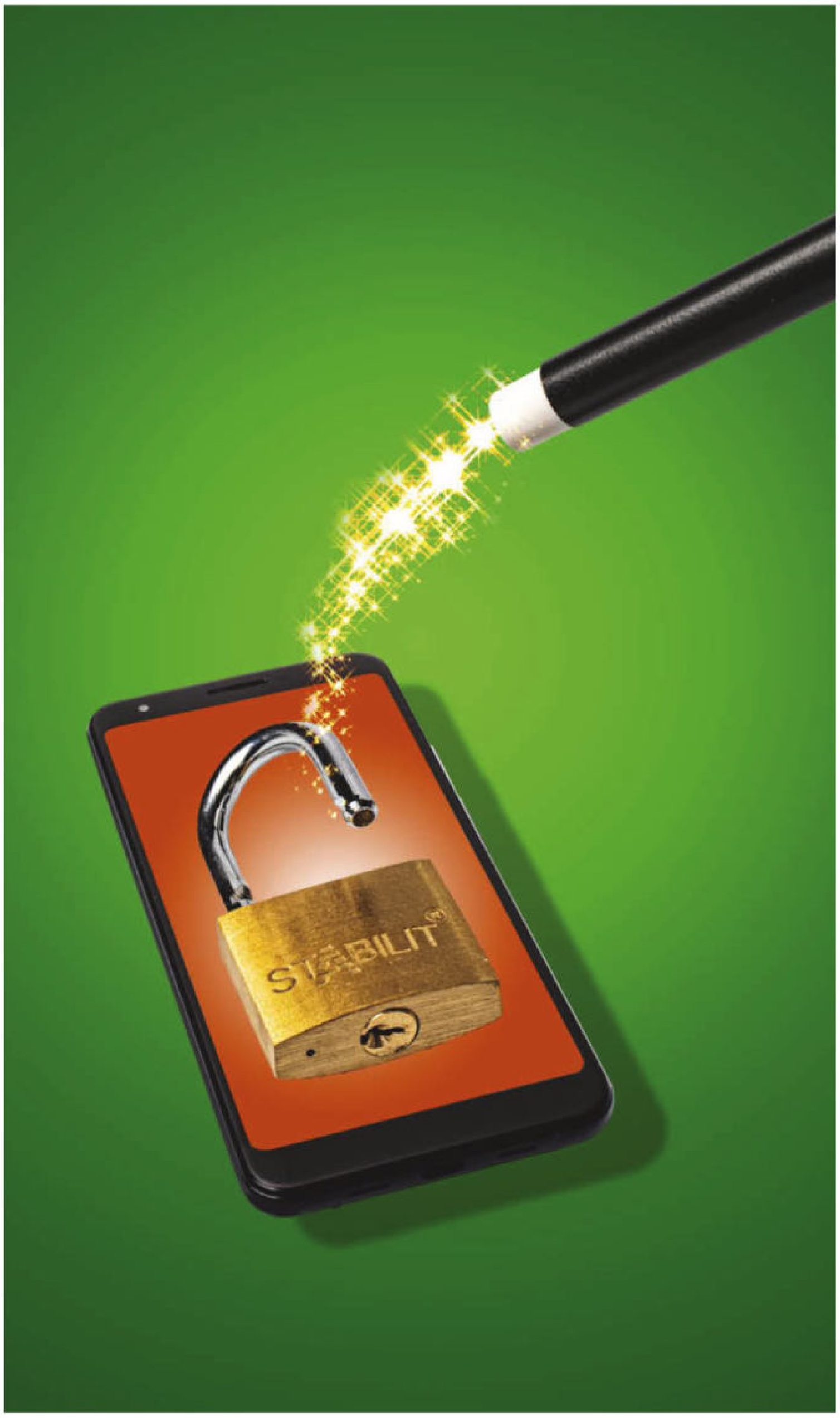
3D-Flash nutzt die vorhandene Fläche auf einem Die wesentlich besser aus. Die Strukturen können wieder etwas grober werden, damit steigt die Haltbarkeit des Speichers.



Von SLC zu PLC

Während die Ladungsunterschiede bei SLC- oder MLC-Zellen noch recht groß sind, stellt PLC-Speicher die Controller vor die Aufgabe, den Wert auf rund 3 Prozent genau zu bestimmen.





Root ohne Reue?

Mit dem Tool Magisk den Rootzugriff vor Google und Apps verstecken

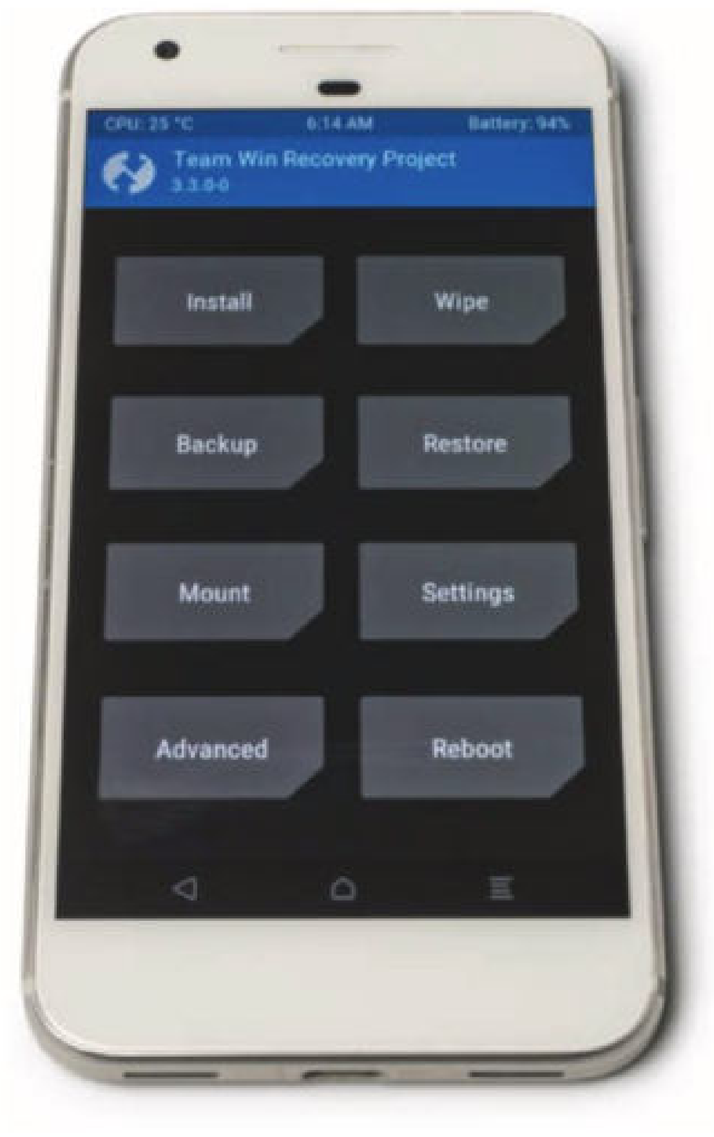
Google setzt immer ausgefeiltere Mittel ein, um gerootete Smartphones zu identifizieren und sicherheitskritische Apps von ihnen fernzuhalten. Android-Modder halten mit Tarnkappentechnik dagegen. Daraus hat sich ein bemerkenswerter Schlagabtausch auf hohem technischen Niveau entwickelt, den wir uns genauer angesehen haben.

Von Stefan Porteck

Neuere Android-Versionen bieten mittlerweile fast alles, was das Herz begehrt. Die Zeiten, in denen man für sinnvolle Features und Funktionen auf ein Custom-ROM ausweichen oder das vorhandene System um einen Root-Zugriff erweitern musste, sind größtenteils vorbei. Trotzdem ist das sogenannte Rooten, also der Vollzugriff aufs Dateisystem, nicht vollständig aus der Mode gekommen. Wer sich beispielsweise eine effektiv funktionierende Firewall wünscht, die Malware und Web-Tracking filtert, Bloatware-Apps deinstallieren will oder andere optische und funktionelle Tweaks am System vornehmen möchte, der kommt auch heutzutage nicht am am Rooten vorbei.

Doch das ist unter neueren Android-Versionen nicht mehr so leicht: Für den Vollzugriff aufs Dateisystem müssen Systemdateien von Android gepatcht werden, was wegen der mittlerweile üblichen Vollverschlüsselung der Geräte und doppelten Systempartitionen für die stillen Android-Updates weniger trivial und damit fehleranfälliger geworden ist. Geht beim Flashen was schief, ist die Gefahr groß, dass das Smartphone nicht mehr startet – und auch ein vollständiger Defekt – das gefürchtete Bricken – ist nicht ausgeschlossen.

Das Thema Rooten spaltet die Android-Welt in zwei Lager: Google und App-Anbieter stehen dem Thema erwartungsgemäß kritisch gegenüber und führen den Sicherheitsaspekt ins Feld. Smartphones dienen heutzutage nicht mehr nur zum Telefonieren, Surfen, Spielen und Fotografieren, sondern auch für sicherheitskritische Anwendungen: Homebanking, als virtuelle Kreditkarte und bei manchen neueren Autos sogar als Schlüssel. Für die Anbieter solcher Apps und



Magisk lässt sich über ein Custom-Recovery – wie das von TWRP – in wenigen Sekunden installieren.

Dienste sind gerootete Smartphones ein Albtraum. Root-Zugriff hebelt das Sandbox-Prinzip von Android weitestgehend aus. Während eine App üblicherweise nur auf ihren eigenen App-Speicher und gemeinsam genutzte Bereiche wie den Download-Ordner zugreifen darf, stehen Apps mit Root-Rechten praktisch alle Speicherorte offen. Eine Malware mit Vollzugriff könnte Bezahl-Token und Passwörter stehlen, Homebanking-Apps manipulieren. Streaming-Dienste haben wiederum Sorge, dass Nutzer mittels Root die Audio- und Videodateien kopieren.

Root-Befürworter argumentieren damit, dass ein Root die Sicherheitsmechanismen von Android und dessen SE-Linux gar nicht aushebelt. Denn die erweiterten Rechte bedeuten nicht automatisch, dass jede App in jedem beliebigen Speicherbereich schalten und walten kann, wie es ihr passt. Stattdessen öffnet vor jedem Zugriff ein Root-Manager ein Pop-up-Fenster und fragt, ob die jeweilige App den angeforderten Root-Zugriff einmalig, temporär, dauerhaft oder gar nicht erhalten darf – ganz ähnlich wie das Rechte-Management von Android selbst. Nutzer, die das technische Wissen haben, ihr Gerät zu rooten, sind laut der Befürworter auch clever genug, nicht bei jeder Rückfrage einfach „Ja und Amen“ zu sagen. Zudem sehen viele Root-Fans die Systemsicherheit als ein vorgeschobenes Argument: Viele Hersteller nehmen es mit den Updates nicht sehr genau, weshalb selbst kritische Sicherheitslücken oft monatelang ungestopft bleiben.

Für nicht mehr ganz taufrische Geräte, deren Hersteller-Support ausgelaufen ist, sehen die Root-Befürworter sogar eine höhere Sicherheit: Die Installation eines Custom-ROMs stellt dann die einzige Möglichkeit dar, ein aktuelles System mit regelmäßigen Sicherheitsupdates zu bekommen. Demnach sei beispielsweise Homebanking auf einem Custom-ROM auf Basis von Android 9 oder 10 sicherer als auf dem originalen Android 6 oder 7 ohne Sicherheitspatches. Zudem besitzen viele aktuelle Custom-ROMs gar keinen Root-Zugang mehr. Allerdings muss man zur Installation eines Custom-ROM genau wie beim Rooten den Bootloader des Smartphones entsperren, was zumindest einige der Android-Sicherheitsfunktionen außer Kraft setzt.

Beide Lager arbeiten mit spannenden technischen Kniffen. So bietet Google mittlerweile eine ziemlich ausgefeilte Lösung an, mit denen Apps die Integrität des Gerätes überprüfen können. Das Feature heißt SafetyNet und ist Bestandteil der Google-Play-Dienste. Es überprüft, ob ein Smartphone manipuliert wurde und sperrt dann die Installation bestimmter Apps.

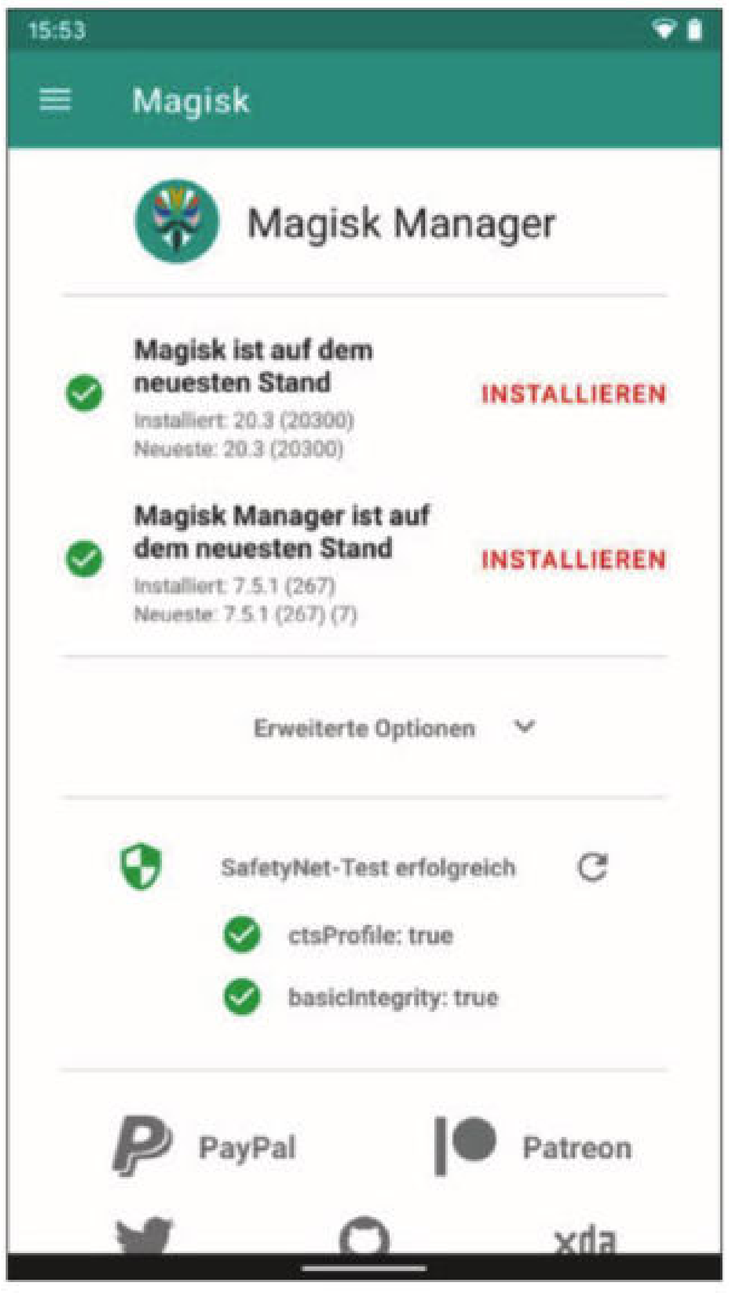
Um das Smartphone vollumfänglich nutzen zu können, brauchen Modder somit eine Lösung, die Android mit einen Root-Zugriff ausstattet und selbigen vor Google und anderen Apps zuverlässig versteckt. Genau das bietet Magisk. Dabei handelt es sich nicht um ein vollwertiges Custom-ROM, sondern nur um eine kleine Erweiterung, die sich auf beliebigen Android-Systemen installieren lässt.

Generalverdacht

Grundsätzlich besteht der SafetyNet-Check aus den beiden Teilen „CTS Profile“ und „Basic Integrity“. Der CTS-Check (Compatiblity Test Suite) läuft inklusive der Entscheidung über das Testergebnis serverseitig. Er fragt unter anderem die mittlerweile von Google geforderte Zertifizierung jedes Smartphone-Modells und der vom Hersteller angepassten Android-Version ab. Dafür werden unter anderem der Device-Fingerprint und die Datei Build.prob ausgelesen, die essenzielle Informationen über das Android-System enthält. Custom-ROMs wie das populäre Lineage OS haben keine Zertifizierung und scheitern somit am CTS Profile. Gleiches gilt auch für neuere Huawei-Smartphones, die wegen des US-Banns keine Google-Dienste einsetzen dürfen.

Der zweite Test der Basic Integrity läuft lokal auf dem Smartphone und überprüft diverse Low-Level-Kriterien. Was SafetyNet en détail kontrolliert, hält Google unter Verschluss, viele Punkte sind aber naheliegend: Dazu gehören unter anderem ein entsperrter Bootloader sowie manipulierte Systemdateien und grundsätzlich Modifikationen der Systempartition, etwa durch zusätzliche Dateien wie su, Busybox oder die Installation des Xposed Framework. Zusätzlich stehen auch weichere Kriterien auf der Checkliste, sodass auch aktiviertes USB-Debugging, das Einschalten der Entwickleroptionen, die Proxy-Konfiguration, verdächtige Logcat-Einträge oder nicht vertrauenswürdige Apps als Gerätemanager ebenfalls dafür sorgen, dass SafetyNet Alarm schlägt.

Für die vollständige Geräteüberprüfung kontaktiert das SafetyNet-API die Google-Server und lädt Binärdateien mit den eigentlichen Test-Tools herunter. Das hat für Google den Vorteil, die Kriterien



Der Magisk-Manager bringt einen Test für die SafetyNet-Kompatibilität mit.

jederzeit kurzfristig anpassen zu können, falls neue Exploits oder Root-Methoden auftauchen. Für Android-Frickler und die Custom-ROM-Szene hat das den Nachteil, dass sie nur spekulieren können, auf welche Modifikationen SafetyNet-Check anschlägt. So leicht, dass sich die Prüfkriterien aus der APK-Datei der Play-Dienste extrahieren lassen, macht es Google den Moddern jedenfalls nicht.

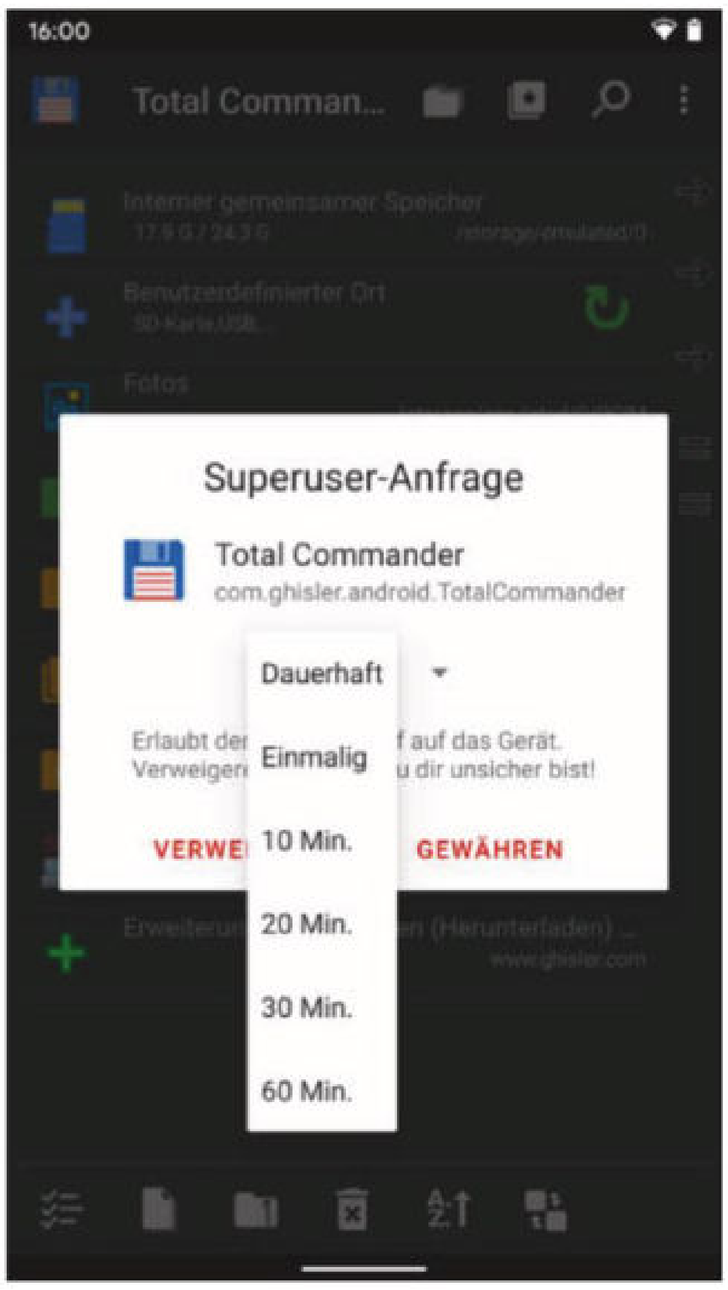
Besteht ein Smartphone die SafetyNet-Prüfung nicht, äußert sich das auf unterschiedliche Arten. So zeigt der Play-Store auf als unsicher eingestuften Geräten bestimmte Apps, etwa Netflix, erst gar nicht an. Installiert man solche Apps aus einem Backup oder alternativen Quellen wie apkmirror.com, so verweigern sie beim Start ihren Dienst. Andere Apps sind gnädiger und lassen sich auch dann noch starten, wenn das Telefon beim CTS-Test durchgefallen ist, aber wenigstens den Basic-Test bestanden hat.

Für einen vollständigen SafetyNet-Test muss das Telefon somit online sein. Im Alltag dürften die Nutzer das aber gar nicht bemerken, weil der Test ohnehin in Momenten ausgeführt wird, wenn das Smartphone mit dem Internet verbunden ist – etwa beim Videostreaming oder beim Download von Apps.

Tarnkappe Magisk

Magisk ist ein Kunstwort aus Magic und Mask – also magische Maske. Der Name beschreibt die Funktionsweise ziemlich genau: Anders als konventionelle Root-Lösungen lässt Magisk das eigentliche Android und dessen Systemdateien unangetastet, sondern legt quasi eine transparente Schicht über die Systempartition. Erst wenn eine vom Nutzer gewünschte App erweiterte Rechte anfordert, lenkt Magisk die Zugriffe auf die nötigen Dateien um, die in Wirklichkeit aber außerhalb der Systempartition liegen. Andere Apps und Android selbst bekommen meist gar nicht mit, dass überhaupt Veränderungen am Betriebssystem stattgefunden haben.

Um das zu erreichen, arbeitet Magisk auf zwei Stufen: Die für den Root-Zugriff nötigen Core-Dateien speichert Magisk nicht in der Systempartition, sondern in der Boot-Partition. Zusätzlich muss auf dem Smartphone der Magisk-Manager als reguläre App installiert sein. Sie bemerkt Root-Anfragen von anderen Apps und lenkt sie auf die entsprechenden Dateien in die Boot-Partition um.



Einzelnen Apps erteilt Magisk den Root-Zugriff für eine einstellbare Dauer.

Da der Magisk-Manager seinerseits mit Systemrechten läuft, hat er weitreichende Möglichkeiten, sich selbst und die wenigen Systemmodifikationen vor dem Betriebssystem und vor SafetyNet zu verstecken. Unter anderem installiert er sich und seine Dienste auf Wunsch unter einem zufälligen App-Namen.

Im Fall einer Prüfung verschleiert er zudem den Root-Zugriff, den entsperrten Bootloader und Auffälligkeiten am SE-Linux. Das klappt aber nicht, wenn zusätzlich andere Root-Methoden oder Systemerweiterungen wie das Xposed Framework installiert wurden. In der Praxis ist das aber gar nicht nötig: Der Funktionsumfang von Magisk lässt sich mithilfe von Modulen erweitern. Die Auswahl reicht von Modulen mit neuen Emoji-Packs oder erweitertem Audio-Equalizer zu solchen, die Pixel-exklusive Features auf andere Smartphones bringen.

Die einzelnen Module lassen sich als Zip-Archiv aufs Smartphone herunterladen und direkt im Magisk-Manager installieren. Dort findet sich auch ein SafetyNet-Check, mit dem man selbst überprüfen kann, ob die Modifikationen aufgeflogen oder unerkannt geblieben sind. Falls das eigene Gerät mit einem Stock-ROM des Herstellers wider Erwarten durchfällt, sollte man das USB-Debugging über ADB und die Entwickleroptionen deaktivieren. Zudem müssen dann alle weiteren Root-Tools und Veränderungen am Betriebssystem rückgängig gemacht werden. Auch einige Magisk-Module führen zum Nichtbestehen von SafetyNet, weshalb man dann die Module wieder deinstallieren sollte. Unser betagtes Pixel-1-Testgerät absolvierte ohne zusätzliche Module den Test mit Bravour. Da sich die Macher von Magisk und SafetyNet ein Katz-und-Maus-Spiel beim Erkennen und Verstecken liefern, ist das stets nur eine Momentaufnahme.

SafetyNet ist nur ein Teil des Problems: Viele Apps haben eigene Tests an Board und prüfen selbstständig diverse Parameter, um manipulierte Android-Versionen zu erkennen und verweigern dann auch bei bestandener SafetyNet-Prüfung ihren Dienst. Besonders streng zu Werke gehen dabei unter anderem diverse Banking-Apps, Netflix, Google Pay sowie die populären Spiele Pokémon Go und Super Mario Run.

Für solche hartnäckigen Fälle, in denen Magisks Tarnkappe nicht ausreicht, gibt es als zweite Stufe das vorinstallierte Modul Magisk Hide. Hier lassen sich störrische Apps auswählen. Sobald Magisk den Start einer solchen App erkennt, zieht es alle Register, ihr ein absolut sauberes und unangetastetes Smartphone vorzugaukeln. Meist mit Erfolg: Pokémon Go ließ sich bei unseren Tests beispielsweise problemlos starten, nachdem wir es auf die Hide-Liste gesetzt hatten – vorher nicht. Zu schnell passen App-Entwickler ihre Prüfmethoden an, weshalb die Macher von Magisk stets nachjustieren müssen. Eine Garantie, dass wirklich jede App läuft, gibt es somit nicht. Da Magisk Hide sehr ressourcenhungrig ist, sollte man das Modul nur für solche Apps einschalten, die sich ohne definitiv nicht starten lassen.

Und die Kehrseite?

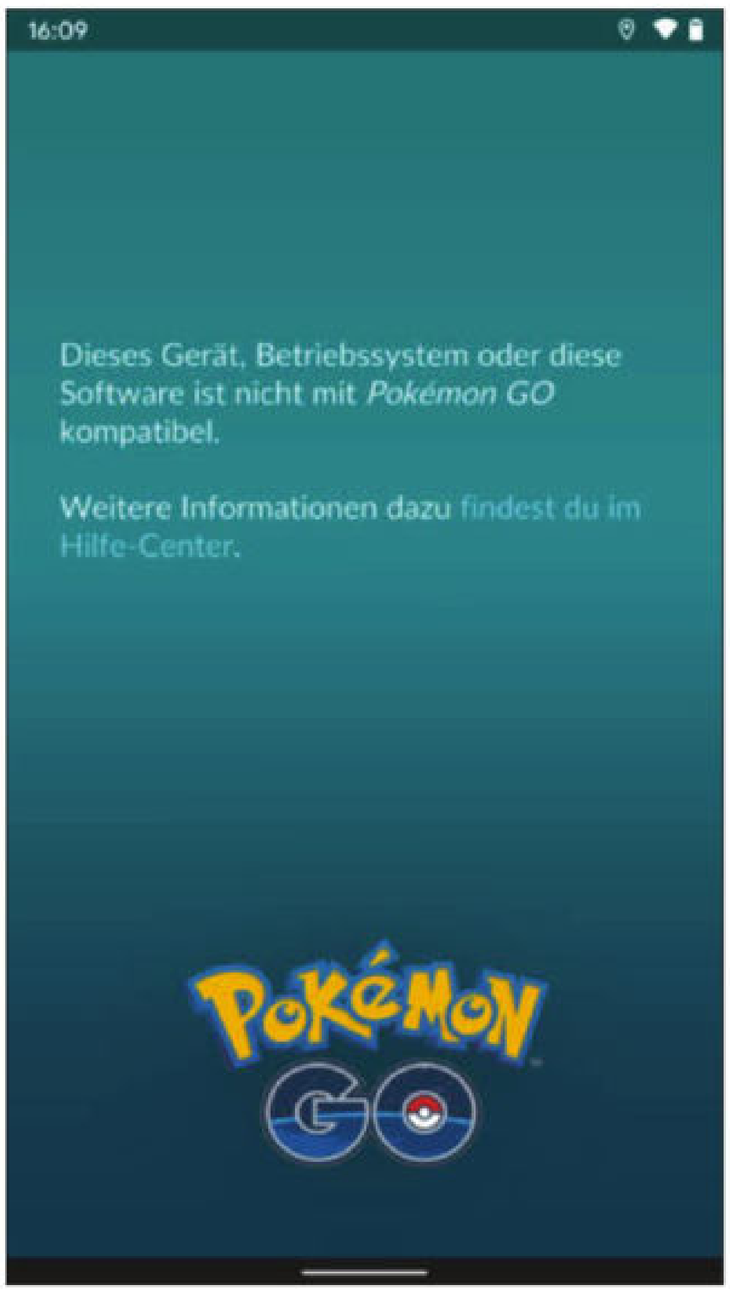
Wie jedes andere Root von Android-Geräten ist auch die Installation von Magisk nicht ganz trivial. Grundsätzlich ist auch hier das Entsperren des Bootloaders nötig, damit dieser anschließend unsignierte Systeme startet. Da alleine dadurch schon ein wichtiger Sicherheitsmechanismus ausgehebelt wird, setzt sich das Smartphone dabei auf Werkseinstellungen zurück – alle nicht gesicherten Daten gehen dabei verloren; bei manchen Smartphones erlischt sogar die Garantie.

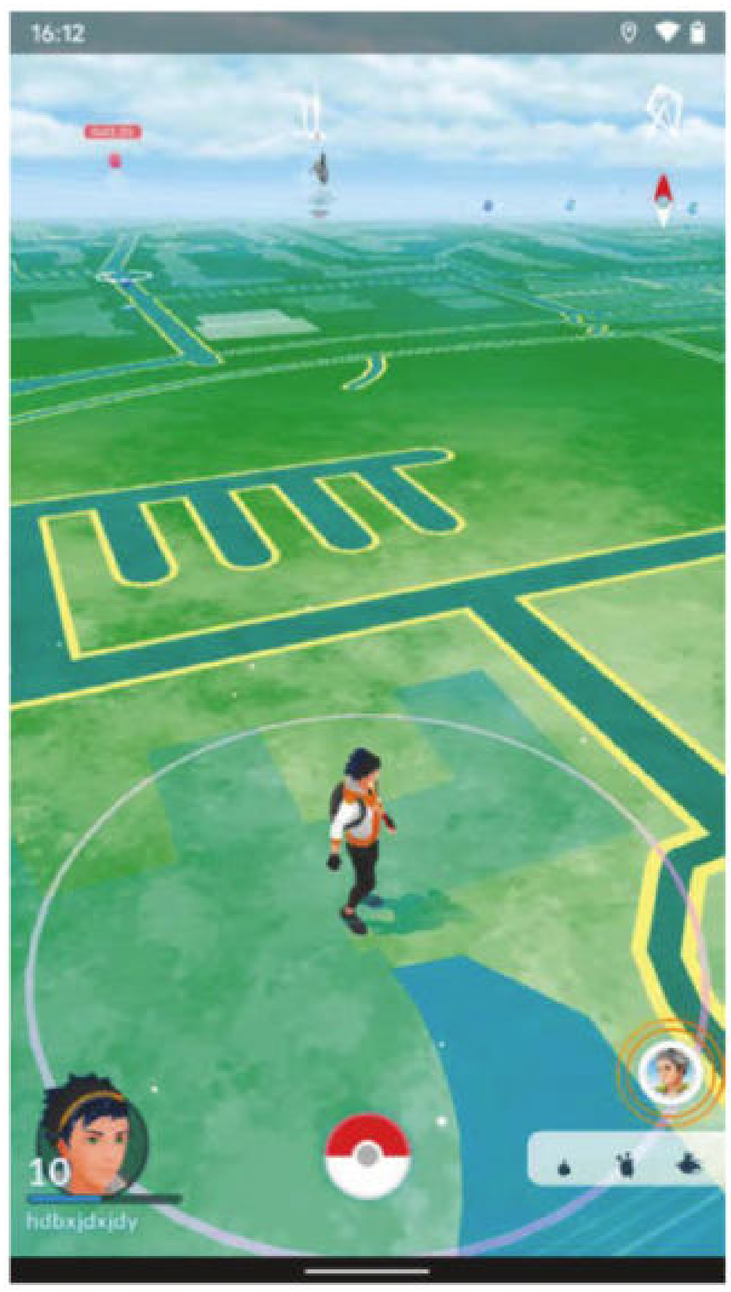
Ist der Bootloader offen, installiert man ein alternatives Recovery-Tool. Das ist zwingend nötig, denn das bordeigene Recovery von Android erlaubt kein Flashen unsignierter Custom-ROMs oder – wozu Magisk zählt – unsignierter Patches. Ist Magisk geflasht, muss man das Handy neu starten und die APK des Magisk-Managers installieren, der beim Flashen direkt ins Download-Verzeichnis des Telefons abgelegt wird. Danach steht dem Root-Zugriff mit Tarnkappe nichts mehr im Weg. Updates des Magisk-Core und des Magisk-Managers erledigt man künftig direkt mit letzterem.

Anders als bei anderen Root-Methoden lassen sich offizielle Betriebssystem-Updates unter Magisk nicht nur mit wenig Aufwand installieren, sondern Magisk überlebt deren Installation sogar und bleibt anschließend aktiv.

Damit das klappt, darf aber das Betriebssystem selbst die Installation nicht übernehmen. Um stille Updates im Hintergrund zu verhindern, schaltet man in den Entwickleroptionen „Automatische Systemupdates“ aus. Für künftige Updates erhält man dann nur noch eine Benachrichtigung, muss sie manuell herunterladen und etwas umständlicher installieren. Wie das geht, hängt von der Systemkonfiguration ab. Die folgenden Erklärungen beziehen sich auf Smartphones ab Android 7 mit sogenannten stillen Updates. Wichtige Systempartitionen des internen Speichers sind bei ihnen doppelt vorhanden. So verhindert Google die minutenlange Blockade des Geräts beim Einspielen eines Updates. Stattdessen läuft Android einfach weiter, während das Update in die inaktiven Partitionen eingespielt wird; danach startet das Gerät, schaltet die Partitionen um und ist sofort wieder einsatzbereit. Diese Geräte nennt man auch A/B-Systeme. Update-Anleitungen für ältere und mittlerweile seltene A-Only-Systeme finden sich auf der GitHub-Seite von Magisk.

Läuft das Smartphone mit Magisk gerade auf den A-Partitionen und es wird ein Android-Update angeboten, muss man Magisk temporär im Magisk-Manager auf dem Haupt-Screen unter „Deinstallieren“ stilllegen. Hierbei schreibt das Tool wieder das unveränderte Boot-Image in die Boot-Partition A. Nun darf das Handy nicht neu gestartet werden, weil Magisk sonst wirklich deinstalliert bleibt. Stattdessen lädt man über den herkömmlichen Android-Dialog das Update herunter und installiert es. Hierbei werden alle Änderungen in den bislang inaktiven B-Partitionen vorgenommen. Auch jetzt darf man im Android-Update-Dialog nicht den Neustart auswählen.





Pokémon Go erkannte zunächst das manipulierte Android und verweigerte den Dienst. Mithilfe von Magisk Hide startete das Spiel dann aber problemlos.

Stattdessen startet man den Magisk-Manager erneut und wählt dort auf der Startseite neben den Versionshinweisen von Magisk „Installieren“ und dort „Installieren in inaktiven Slot“. Nun patcht der Magisk-Manager seine Core-Dateien ins Boot-Image der immer noch inaktiven Partition B. Klickt man anschließend auf „Neu Starten“ macht Magisk genau das, was ein reguläres Android-Update auch machen würde: Es setzt die bislang aktive A-Partition auf inaktiv und weist den Bootloader an, nach dem Neustart künftig die B-Partitionen zu nutzen.

Beim nächsten Update wiederholt sich das Spiel umgekehrt: Das System läuft auf B. Magisk zieht sich aus den Boot-Images zurück und die Updates werden nach A installiert. Danach schreibt Magisk seinen Core in die Boot-Partition A, markiert B als inaktiv und startet das Telefon neu.

Fazit

Rooten ist komplizierter geworden. Das liegt zum einen an bequemeren und ausfallsicheren Updates mit doppelten Partitionen und zum anderen an diversen Sicherheitsmechanismen, die letztlich App-Anbieter und Nutzer gleichermaßen schützen sollen.

Trotzdem gibt es für Entwickler und Tüftler oder Nutzer mit dem Wunsch nach mehr Privatsphäre auf dem Smartphone Gründe, einen Root-Zugriff zu wollen. Dank Magisk klappt das, ohne dass man auf diverse Apps verzichten muss, die sonst aus Sicherheitsgründen auf manipulierten Smartphones nicht laufen.

Doch wer heutzutage Root-Rechte installiert, sollte sehr genau wissen, was er tut. Unbedingt benötigt man eine Installationsanleitung, die einhundertprozentig zum eigenen Telefon samt installierter Android-Version passt. Sonst geht man das Risiko ein, das Telefon in einen Briefbeschwerer zu verwandeln.

Sofern alles klappt, sollte man sich stets bewusst machen, dass ein Vollzugriff aufs gesamte System essenzielle Sicherheitsmechanismen aushebelt. Wer wahllos windigen Apps Root-Rechte gewährt, darf sich nicht wundern, wenn ein Schädling seinem Namen alle Ehre macht und massiven Schaden anrichtet – schlimmstenfalls sogar ein leer geräumtes Homebanking-Konto. *(spo@ct.de)* **ct**



Sirenengesänge

3D-Sound soll Nutzer zu Musikdiensten und Blu-rays locken

Das neue Streamingformat „Dolby Atmos Music“ soll selbst beim Hören altbekannter Titel ganz neue Klangdimensionen eröffnen. Es erblickte mit Amazons vernetztem Lautsprecher Echo Studio das Licht der Welt, soll bald aber auch auf vielen AV-Receivern abspielbar sein.

Von Nico Jurran

Als Beispiel für das 3D-Soundformat Dolby Atmos halten üblicherweise Filme her, in denen Hubschrauber akustisch über den Zuschauern kreisen oder Raumschiffe über sie hinwegdonnern. Als Musikformat wird Dolby Atmos hingegen bislang kaum wahrgenommen – obwohl bereits über 60 Musiktitel in diesem Format auf Blu-ray Disc und Ultra HD Blu-ray erschienen sind, Musikfilme nicht mitgezählt (vollständige Liste unter ct.de/yymj).

Mit Unterstützung von Labels wie Universal Music und Warner Music will Dolby Atmos nun als Musikformat stärker in den Fokus rücken – und hat dafür Streamingdienste ins Boot geholt: So stellen Amazon Music und Tidal bereits die ersten 3D-Fassungen bekannter Titel aus allen Genres bereit, beispielsweise von Blondie oder Ariana Grande.

Aktuell spielen die beiden Dienste Atmos-Musik noch exklusiv auf Amazons vernetztem Lautsprecher Echo Studio beziehungsweise auf ausgewählten Android-Geräten. Der Echo Studio strahlt unter anderem in Richtung Decke ab und erzeugt so einen dreidimensionalen Klang, bei Tidal bekommt man virtuellen 3D-Sound über gewöhnliche Kopfhörer. Da weder Echo Studio noch die Android-Geräte die Streams weiterleiten können, lassen sich die gestreamten Atmos-Musiktitel aktuell jedoch nicht über 3D-Heimkinoanlagen mit Höhenlautsprechern wiedergeben.

Doch das soll nicht so bleiben: Dolby hat uns vorgeführt, wie sich die Datenströme künftig auch über gewöhnliche Dolby-Atmos-taugliche Audio/Video-Receiver wiedergeben lassen sollen. Damit würde sich die potenzielle Nutzerbasis für Atmos als Musikformat auf einen Schlag deutlich erhöhen.

Nun fehlen nur noch Medienplayer, die Musik in Dolby Atmos über HDMI ausgeben – beziehungsweise AV-Receiver, die

Musikdienste mit Dolby-Atmos-Streams direkt wiedergeben. Diese Funktionen dürften aber schon bei aktuellen Geräten per Software-Update nachrüstbar sein. Dolby rechnet daher mit einem Start in „naher Zukunft“.

Parallel geben die Labels bei Musiktiteln auf Blu-ray Disc spürbar Gas: So brachten Universal Music (samt Tochter Polydor), Sony Music, Turbine und Warner Music in den vergangenen Monaten eine Reihe von Musikproduktionen mit Dolby-Atmos-Ton auf Disc heraus (siehe Tabelle am Ende) – als Konzertmitschnitte mit Videobild oder als sogenannte „Blu-ray Audio“-Scheiben.

Was hören?

Dass sich Dolby Atmos überhaupt beim Streaming nutzen lässt, ist einer neuen Dolby-Atmos-Variante namens „Dolby Atmos Music“ zu verdanken, die sich vom Heimkino-Format vor allem darin unterscheidet, dass sie keine Videospur benötigt.

Die Audiosignale liegen hier wie bei Dolby Atmos auf zwei Ebenen. Und wie dort lassen sich auf der unteren bis zu 7.1 Lautsprecher bespielen und auf der oberen wahlweise zwei, vier oder sechs. Die als Audio-Objekte in den Höhenkanälen gespeicherten Informationen verteilt der Decoder im AV-Receiver während der Wiedergabe in Echtzeit passend auf die vorhandenen Höhenlautsprecher. Diese können direkt an der Decke (Top-Position) oder angewinkelt an den Wänden knapp unter der Decke (Height-Position) montiert sein.

Die Inhalte für diese Höhenkanäle werden bei Musiktiteln auf verschiedene Arten erzeugt: Zum einen bei Live-Aufnahmen über Höhenmikrofone, wodurch sich der Spielort bei der Wiedergabe besser nachbilden lässt, zum anderen künstlich im Studio, ähnlich zu Abmischungen von Filmen. Letzteres ist gerade bei Remixes älterer Studioaufnahmen Standard.

Wie klingt es?

Bei der angesprochenen Dolby-Atmos-Music-Vorführung hörte sich c’t 3D-Remixes der Titel „What’s Going on“ von Marvin Gaye, „When Doves Cry“ von Prince und „I Feel You Coming“ von The Weeknd Featuring Daft Punk als gestreamte Stücke über eine 7.2.4-Anlage mit vier Höhenlautsprechern an.

Die beiden erstgenannten Titel waren so abgemischt, dass Stimmen manchmal um den Zuhörer herum schwebten oder von der Decke kamen. Beim letzten Stück stand offenbar eher eine Verbesserung der Atmosphäre im Vordergrund.

Natürlich sind gerade die kreativeren Mixe immer Geschmackssache. Lässt man sich darauf ein, eröffnen diese Abmischungen aber eine interessante neue Dimension. Bei den Stücken von Marvin Gaye und Prince sorgten die Effekte zudem immer wieder für Akzente, ohne das gesamte Stück zu dominieren. Schließlich haben die ersten Musiker bereits erklärt, künftig selbst an 3D-Fassungen mitarbeiten zu wollen.

Wie die Heimkino-Version ist auch Dolby Atmos Music voll abwärtskompatibel: Spielt man die 3D-Musikstücke über eine gewöhnliche Stereo- oder über eine Mehrkanalanlage ab, hört man einen entsprechenden Downmix, in dem die Informationen aus den Höhenkanälen weiterhin vorhanden sind.

Worüber hören?

Die Blu-ray Disc als Musikformat im Zeitalter des Streamings dürfte mancher als Anachronismus empfinden – zumal einige Online-Dienste mittlerweile auch verlustfrei komprimierte Musikstücke anbieten. Tatsächlich gibt es aktuell aber nur auf Blu-ray Disc und auf Ultra HD Blu-ray die Möglichkeit, 3D-Sound und verlustfreie Komprimierung miteinander zu verbinden.

Um dies zu verstehen, muss man sich bewusst machen, dass Dolby Atmos keine völlig eigenständigen Codecs benutzt. Vielmehr werden die Daten für die Höhenkanäle praktisch Huckepack in bestehenden Kompressionsverfahren transportiert.

Bei der Blu-ray Disc und der Ultra HD Blu-ray steht für Dolby Atmos dabei unter anderem Dolby TrueHD mit einer Datenrate von bis zu 18 MBit/s bereit. Dieser Lossless-Codec ist aber nicht streamingfähig. Amazon Music nutzt daher das verlustbehaftete Dolby Digital Plus als Basis für Dolby Atmos Music. Tidal liefert die 3D-Musik wiederum über den Codec Dolby AC-4 auf Android-Smartphones aus. AC-4 ist ein äußerst flexibler Codec der nächsten Generation, der allerdings ebenfalls verlustbehaftet arbeitet.

Dolby Atmos über Dolby Digital Plus findet man zwar auch auf Scheiben. Dort kommt es aber nur bei Filmen zum Einsatz, wo es oft darum geht, möglichst viele Sprachfassungen auf eine Disc zu quetschen. Bei Musiktiteln mit Dolby Atmos auf Blu-ray Discs und UHD-Blu-rays darf man hingegen von einer verlustfrei komprimierten Basis ausgehen. Zudem enthalten die Scheiben neben der 3D-Fassung in der Regel noch dedizierte Stereo- und Multikanal-Abmischungen für Anlagen ohne Höhenboxen.

Für Musikliebhaber sind die Scheiben zudem interessant, weil aktuell nur hierüber Auro-3D als weiteres 3D-Audioformat nutzbar ist. Im Unterschied zu Dolby Atmos arbeitet das Konkurrenzformat auf der oberen Ebene mit vier festen Kanälen statt Audio-Objekten, was eine noch präzisere räumliche Abbildung bei Aufnahmen mit Höhenmikrofonen verspricht.

Auro-3D nutzt ein steganografisches Verfahren zum Transport der Informationen für die Höhenkanäle und setzt dabei auf DTS-HD Master Audio als Basis-Codec, der wiederum nicht streamingfähig ist. Eine vor einiger Zeit angekündigte Streaming-Variante von Auro-3D ist bis heute nicht offiziell erschienen.

Blu-ray Audio ohne Flopgefahr

Eine reine Audio-Scheibe weckt allerdings fast zwangsläufig Assoziationen zu DVD-Audio und SACD, die als Audio-Discs und offizielle Audio-CD-Nachfolger seinerzeit krachend gescheitert sind. Und damit stellt sich die Frage, wieso es Dolby Atmos (und Auro-3D) auf Blu-ray Disc nicht genauso ergehen sollte.

Doch tatsächlich hinkt der Vergleich: Die DVD-Audio und die SACD hatte man nachträglich eingeführt, da die Video-DVD gemäß Spezifikation keine Speicherung von verlustfrei komprimierten Audiospuren erlaubten. Als dann erstmalig die Lossless-Codecs MLP (der Vorläufer



Bild: Amazon Devices

Der Echo Studio arbeitet als Soundprojektor und soll bei Audiostreams in Dolby Atmos ein echtes dreidimensionales Klangerlebnis liefern – praktisch eine Stereofront plus Höheninformationen.



Am 3. April erscheint Herbert Grönemeyers Album „Mensch“ als Pure Audio Blu-ray und als Konzertmitschnitt mit Video auf Blu-ray Disc – jeweils mit Dolby-Atmos-Ton.



Bei einer Pure Audio-Blu-ray lassen sich die farbkodierten Tasten auf der Fernbedienung nutzen, um zwischen den verschiedenen Abmischungen auf der Scheibe zu wechseln.

von Dolby TrueHD) beziehungsweise DSD zum Einsatz kamen, hatte dies zur Folge, dass gewöhnliche DVD-Player diese Scheiben nicht abspielen konnten.

„Blu-ray Audio“ ist hingegen zwar ein beliebter Begriff für Discs, die Musikstücke ohne Videos enthalten – egal, ob in Stereo, mit Mehrkanalton oder 3D-Sound –, aber kein eigenständiges Format. Tatsächlich erlaubt die Blu-ray-Disc-Spezifikation wie bereits erwähnt seit der ersten Fassung die Speicherung von verlustfrei komprimierten Audiospuren.

Daher stellt auch die Ausgabe von High-Definition- und 3D-Audio bei der Blu-ray Disc keine Herausforderung dar: Alle Blu-ray-Player geben diese Formate über HDMI aus – und alle aktuellen A/V-Receiver nehmen sie über HDMI entgegen.

Pure Audio Blu-ray

Da es sich bei der Blu-ray Audio aus technischer Sicht um eine gewöhnliche (Video-)Blu-ray handelt, lässt sich allerdings keine Scheibe produzieren, auf der sich tatsächlich nur Audiospuren befinden. Die Spezifikation verlangt stets eine Videospur. Folglich kann es auch eine Blu-ray Disc mit Dolby Atmos Music nicht geben. Sie ist aber auch nicht nötig, weil die Streamingfassung von Dolby Atmos die Heimkino-Variante qualitativ nicht übertrifft.

Der Videozwang bringt für reine Blu-ray-Audio-Titel eine gewisse Herausforderung mit sich. So ist die Blu-ray-Spezifikation auf den Anwendungsfall ausgerichtet, dass der Nutzer am Fernseher durch die Menüs der Scheibe navigiert. Der Druck auf die Play-Taste oder eine Sprung-Taste auf der Fernbedienung oder am Player führt daher nicht immer zum erwarteten Ergebnis – vor allem nicht aus dem Hauptmenü heraus.

Bei reinen Audioscheiben möchte man aber üblicherweise den Fernseher gar nicht einschalten, sondern die Wiedergabe einfach mit der Play-Taste starten und mit den Skip-Tasten durch die einzelnen Titel vor- und zurückspringen können – wie man es von Musikplayern kennt.

Genau das bietet die sogenannte „Pure Audio Blu-ray Disc“; dennoch handelt es sich um eine voll spezifikationskonforme Scheibe. Die obligatorische Videospur besteht hier aus einem Menü, über das man am Bildschirm die einzelnen Titel ansteuern und zwischen den verschiedenen Abmischungen wählen kann. Aber man hat hier zusätzlich die Möglichkeit, den Fernseher ausgeschaltet zu lassen und die Wiedergabe rein über die Tasten der Fernbedienung zu steuern.

Für Verwirrung sorgt manchmal, dass das „Pure Audio“-Format mittlerweile um Videos erweitert wurde. An sich ist es aber ganz einfach: Diese Variante bietet zwar auch Bewegtbilder, hält jedoch weiterhin an dem eben beschriebenen Bedienkonzept fest.

Wie geht es weiter?

Universal Music hat angekündigt, „tausende Musikstücke“ in den unterschiedlichsten Musikrichtungen – von Hip-Hop, Pop und Rock über Jazz bis hin zu klassischer Musik – mit Dolby-Atmos-Ton zu veröffentlichen. Gegenüber US-Medien präsentierte das Label bereits Atmos-Fassungen von Songs von Wu-Tang Clan, R.E.M., Public Enemy und Snoh Aalegra. Auch Warner Music will seinen Katalog für Dolby Atmos öffnen, dazu kommen noch mehrere kleinere Labels.

Alles in allem stehen die Chancen daher gut, dass Musikliebhaber über Streamingdienste und Blu-ray Disc künftig kontinuierlich mit 3D-Musik versorgt werden. Und bei manchem Heimcineasten könnten neben den obligatorischen Filmszenen mit kreisenden Hubschraubern und über die Köpfe donnernden Raumschiffen künftig Musikstücke als Demomaterial für die 3D-Anlage dienen.

(nij@ct.de) **ct**

Liste der Blu-ray-Audio-Titel: ***ct.de/yymj***

Aktuelle Blu-ray-Veröffentlichungen mit 3D-Sound

Interpret / Komponist	Titel	Label	Video	3D-Format(e)	Anmerkung
The Beatles	Abbey Road	Universal Music	–	Dolby Atmos	
Sarah Brightman	Hymn in Concert	Universal Music	✓	Dolby Atmos	
EAV	1000 Jahre EAV Live	Sony Music	✓	Dolby Atmos	
Andreas Gabalier	Best of Volks-Rock'n'Roller	Universal Music	✓	Dolby Atmos	
Herbert Grönemeyer	Mensch	Pure Audio Records	– (Pure Audio)	Dolby Atmos	erscheint am 3.4.
Herbert Grönemeyer	Mensch – Live	Pure Audio Records	✓	Dolby Atmos	erscheint am 3.4.
Gustav Mahler	Sinfonien 1 & 4	RCO	✓	Dolby Atmos	
Prince	Sign 'O' The Times	Turbine Medien	✓	Dolby Atmos, Auro-3D	
Bruce Springsteen	Western Stars	Warner	✓	Dolby Atmos	UK-Import
Rolling Stones	Rock and Roll Circus	Universal Music	✓	Dolby Atmos	
Johann Strauß	Die Fledermaus	Universal Music	– (Pure Audio)	Dolby Atmos	
Die Toten Hosen	Weil Du nur einmal lebst	Warner Music	✓	Dolby Atmos	
Westernhagen	Das Pfefferminz-Experiment	Polydor	✓	Dolby Atmos	
Wiener Philharmoniker	Neujahrskonzert 2020	Sony Music	✓	Auro-3D	



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/miniabo

c't Fotografie +49 541/80 009 120 leserservice@heise.de

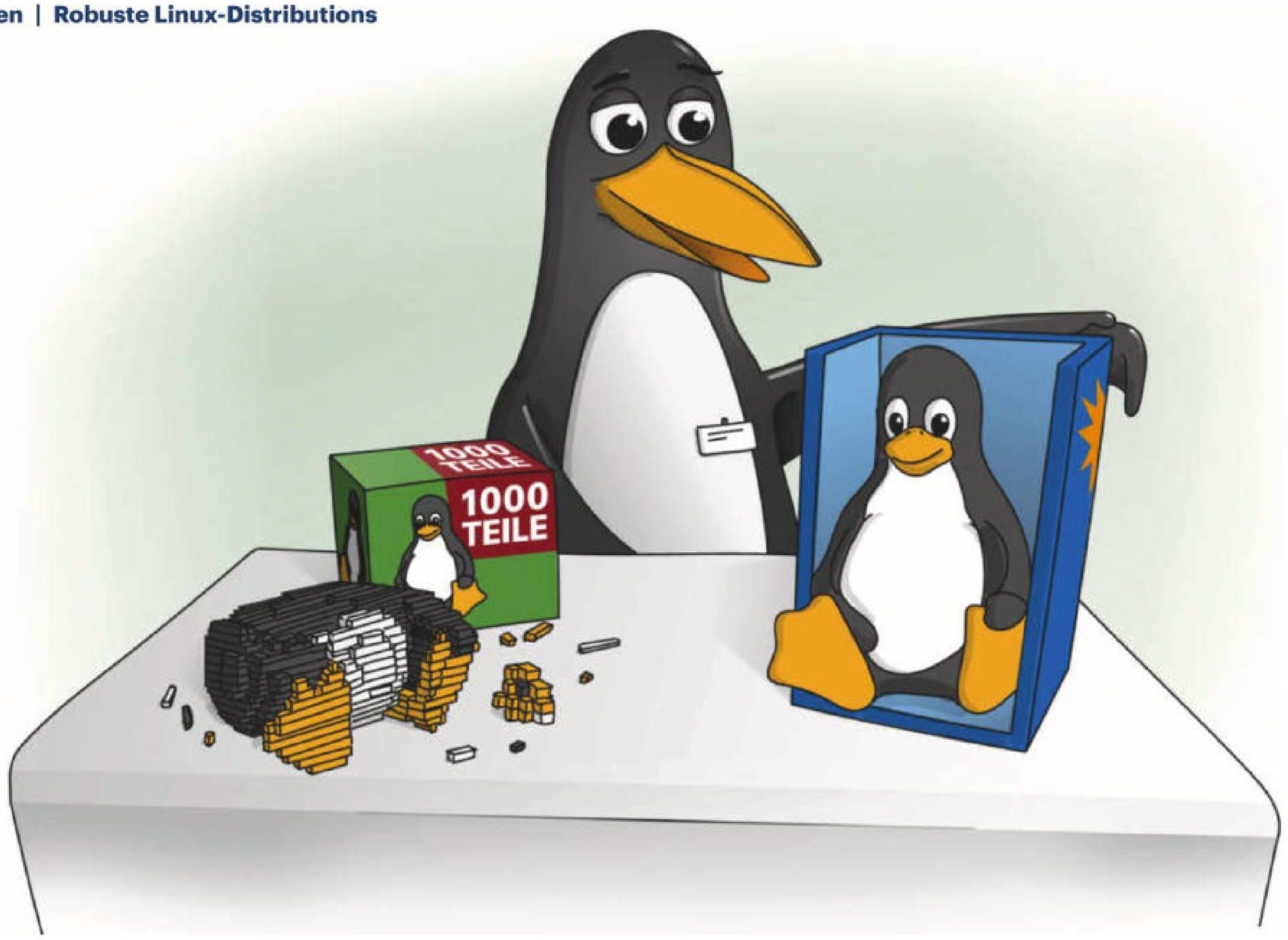


Bild: Michael Luther

Vormontiert

Viel robuster aufgebaute Linux-Distributionen

Sorgenfreie Updates von Programmen und Betriebssystem: Das versprechen zwei Distributoren, die Linux attraktiver für Notebooks und Desktop-PCs machen wollen. Dazu setzen sie auf eine neue und pfiffige Herangehensweise, die aber auch gewöhnungsbedürftig ist.

Von Thorsten Leemhuis

Eine schreibgeschützte Betriebssystemumgebung, Container-artige Pakete zur Anwendungsinstallation und Neustarts zur Systemaktualisierung – das sind die Eckdaten von zwei Linux-Distributionen, die einige alteingesessener Linuxer als riesigen Rückschritt betrachten dürften. Doch genau mit diesen Eigenschaften wollen Endless OS und Fedora Silverblue den Linux-Desktop voranbringen und damit neue Nutzergruppen erschließen. Ihre frische Herangehensweise vermeidet eine Reihe altbekannter Probleme, die Linux-Anwendern den Alltag manchmal gehörig schwer machen.

Das Debian-basierte Endless und das als Vorabversion eingestufte Fedora Silverblue versprechen vor allem Hakeleien aus der Welt zu schaffen, die beim Installieren oder Aktualisieren von Betriebssystem oder Anwendungen auftreten. Dazu nutzen sie eine grundlegend neue Herangehensweise: Sie setzen die Betriebssystemumgebung nicht beim Anwender aus Paketen zusammen, wie man es von vielen Distributionen kennt; stattdessen werden die zwei als großes, Image-artiges Bündel ausgeliefert, das bereits der Distributor aus Debian- oder RPM-Paketen zusammengesetzt hat. Beim Installieren der zwei Distributionen kann man daher die Software-Ausstattung auch nicht beeinflussen.

Das hat einen unsichtbaren, aber signifikanten Vorteil, der schon Docker Containern zum Durchbruch verholfen hat: Der Distributor kann das Bündel exakt so auf Herz und Nieren testen, wie Anwender es später nutzen. Um diesen Vorteil auch nach der Systemaktualisierung zu wahren, beseitigen die zwei Distributoren selbst Fehler und Sicherheitslücken nicht über Paket-Updates. Stattdessen schnüren beide neue Bündel – ähnlich wie man Container-Images oftmals neu baut, statt sie über Paket-Updates zu aktualisieren.

Anders als bei Container-Images passiert das aber nicht mit übereinandergelegten Dateisystemen; vielmehr stellen clevere, vom Quellcodeverwaltungssystem Git bekannte Tricks sicher, dass der Anwender für Fehlerkorrekturen nicht Gigabytes an Daten herunterladen muss, sondern nur geänderte Dateien. Damit diese Tricks greifen und Anwender das Bündel idealerweise exakt wie getestet verwenden, binden beide Distributionen die größtenteils im /usr/-Verzeichnis liegende Betriebssystemumgebung schreibgeschützt ein. Das zwingt Anwender zum Umdenken, denn nur /etc/ und /var/ sind beschreibbar. Orte wie /home, /usr/local sind in Wirklichkeit symbolische Links auf

Verzeichnisse wie /var/home/ oder /var/usrlocal/.

Neustart zum Update

Die Betriebssystemaktualisierung gelingt bei diesem Ansatz nicht zur Laufzeit, daher muss man zum Update neu starten. Für manchen Anwender dürfte das wie Hochverrat klingen, schließlich hängt Linux der Ruf an, man müsse es für Updates oder Konfigurationsänderungen so gut wie nie rebooten.

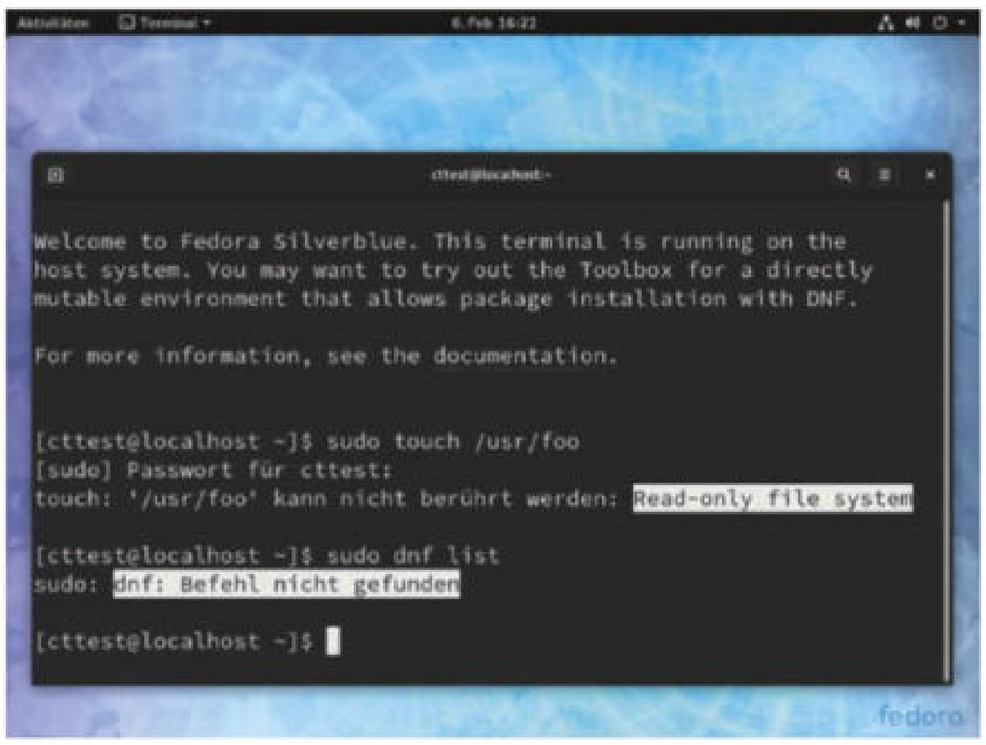
Moderne Distributionen werden diesem Ruf aber nicht vollends gerecht: Anwendungen können abstürzen oder ins Straucheln geraden, wenn Paketmanager wie `apt` oder `dnf` im Hintergrund die Pakete aktualisieren, die Dateien und Bibliotheken gerade laufender Anwendungen enthalten. Das passiert zwar nur selten, aber hin und wieder eben doch – insbesondere bei komplexer Software wie Desktop-Umgebungen, X-Server, Firefox, LibreOffice oder Thunderbird.

Paket-Updates im Betrieb können daher zu Datenverlust führen, wie es dem Autor gelegentlich auch schon passiert ist. Einige klassische Linux-Distributionen spielen Updates daher standardmäßig nicht mehr zur Laufzeit ein. Fedora Workstation etwa lädt aktualisierte Pakete im Betrieb herunter und richtet sie beim nächsten Startvorgang ein; dabei muss man sich eine Weile gedulden, was ähnlich nerven kann wie bei Windows.

Update im Hintergrund

Endless OS und Fedora Silverblue lösen das eleganter: Während man das System normal verwendet, bereitet das Update-Programm die aktualisierte Betriebssystemumgebung im Hintergrund komplett vor. Beim nächsten Herunterfahren wird dann nur noch von der alten auf die aktualisierte Umgebung umgestellt. Das erfolgt in einem Sekundenbruchteil und „atomar“ (atomic), passiert also entweder ganz oder gar nicht.

Das macht den Update-Prozess äußerst robust und vermeidet Tücken von Distributionen, die mit Paketen arbeiten. Denn mit `apt` oder `dnf` kann ein inkonsistenter Zustand entstehen, wenn ein Absturz, Stromausfall oder ähnliches ihre Arbeit überraschend unterbricht. Die zwei Paketmanager versuchen, diese Situation beim nächsten Aufruf selbst zu bereinigen. Bei einigen Distributionen klappt das oft, bei anderen nur manchmal. Aber so oder so: Linux-Experten können mit ein paar geübten Handgriffen in wenigen Minuten für Ordnung sorgen. Weniger erfahrene Anwender haben mit solchem Durcheinander aber manchmal schwer zu kämpfen; gelegentlich so sehr, dass sie aufgeben und das Betriebssystem neu installieren.



Die Betriebssystemumgebungen sind bei Endless OS und Fedora Silverblue schreibgeschützt, daher fehlen Paketmanager oder arbeiten allenfalls eingeschränkt.

All das vermeidet der Update-Mechanismus von Endless OS und Fedora Silverblue, der darüber hinaus noch einen weiteren Clou hat: Die vorherige Betriebssystemumgebung bleibt nach dem Update einsatzbereit erhalten. Sollte die aktualisierte irgendwie unrund oder gar nicht laufen, kann man das System über den Bootmanager anweisen, einmalig den alten Betriebssystemstand zu nutzen. Über das Kommando `rpm-ostree rollback` kann man Silverblue auch anweisen, diesen wieder zum Standard zu machen. Das nimmt Updates und Upgrades der Distribution den Schrecken,

Alltagstauglich?

Die Betriebssysteme Endless OS und Fedora Silverblue eignen sich unter bestimmten Bedingungen durchaus schon für den täglichen Einsatz, sind aber vorerst noch nicht massentauglich.

Endless OS schlägt sich wacker und könnte besonders für eher technikscheue Anwender attraktiv sein – also solche, die ein eher simples und robustes Betriebssystem suchen, um damit vornehmlich im Web zu surfen, Büroarbeiten zu erledigen oder mal ein einfaches Spiel zu zocken. Die kostenlose Distribution bringt genau für diese Zielgruppe viele Anwendungen mit und bietet eine simple, auf Gnome basierende Bedienoberfläche. Endless OS fehlt aber etwas, das just solche Nutzer im hiesigen Markt erwarten: Eine durchgängig deutsche Lokalisierung der Bedienoberfläche und der großen Anwendungen. Das Manko ist den Prioritäten der Firma hinter Endless OS geschuldet, die mit ihrem Betriebssystem vor allem auf Schwellenländer zielt; als voll unterstützt gelten daher derzeit nur Englisch, Indonesisch, brasilianisches Portugiesisch, Spanisch, Thai und Vietnamesisch. Deutsch ist nicht mal in der Liste der vier weiteren Sprachen, die weitgehend unterstützt werden.

Fedora Silverblue taugt ebenfalls bereits für vieles. Kein Wunder, schließlich ist es im Kern nur eine andere Auslieferungsform der mit Paketen arbeitenden Fedora Workstation. Im Vergleich dazu ist die standardmäßig verfügbare Software-Auswahl bei Silverblue aber mickrig, wenn man nicht ständig die Overlay-Funktion bemühen will. Außerdem unterstützt Silverblue bislang keine separate Home-Partition oder Dual-Boot. Viele Anwendungen, die man über das standardmäßig eingerichtete Flatpak-Repository von Fedora installiert, zeigen nur eine englische Bedienoberfläche. Sprich: Es fehlt noch allerlei Feinschliff, daher scheint es durchaus angebracht, dass Silverblue noch als „Vorschau“ und „aufkommende Fedora-Edition“ gilt. Die Entwickler gehen die Mängel bereits nach und nach an, denn sie haben ein ehrgeiziges Ziel: Fedora Silverblue soll Hauptausgabe des Projekts werden und Fedora Workstation beerben, das bislang Aushängeschild der Fedora-Distributionsfamilie ist.

daher aktualisiert sich Endless OS standardmäßig sogar automatisch.

Durch den Image-artigen Ansatz mit einer „Libostree“ genannten Software gelingt ein Rollback mit gängigen Linux-Dateisystemen wie Ext4. Das unterscheidet den Ansatz zu der vor Jahren eingeführten Rollback-Funktion von openSUSE und SUSE, die am Btrfs-Dateisystem hängt, mit dem sie vor und nach Updates jeweils Snapshots der Betriebssystemumgebung erzeugen. Canonical will bei Ubuntu bald ähnliches mit ZoL (ZFS on Linux) realisieren.

Mit den Schnappschüssen von SUSE und openSUSE gelingt zudem etwas nicht, das Fedora Silverblue beherrscht: Verschiedene Versionen einer Distribution innerhalb einer Partition parallel einzurichten und wechselweise zu nutzen. So kann man ein neues oder noch unfertiges Distributions-Release gefahrlos ausprobieren.

Reviere

Der Paket-Manager `apt` ist bei Endless OS zwar dabei – die schreibgeschützte Einbindung der Betriebssystemumgebung kastriert ihn aber auf Abfragetätigkeiten. Aus eben diesem Grund installiert Fedora Silverblue `dnf` erst gar nicht. Nutzer sollen optionale Software bei beiden Distributionen stattdessen mit Flatpaks nachrüsten. Dieses bei allen gängigen Desktop-Distributionen nutzbare Paketformat installiert ohnehin alles in /var/ oder /home/. Endless OS richtet einige so gepackte Anwendungen sogar standardmäßig ein. Weitere gibt es über die Software-Verwaltung, die auf ein hauseigenes und gut bestücktes Flatpak-Repository zugreift. Ein solches hat auch Fedora, aber derzeit enthält es nur wenige, aus den Fedora-Quellen gebaute Flatpaks. Bei Endless OS ist der bekannte und unabhängige Appstore „Flathub“ vorkonfiguriert, den man bei Fedora selbst einbinden muss.

Der Fokus auf Flatpaks verspricht Anwendern mehr Flexibilität bei Programmversionen. Bei ordentlich betreuten Flatpak-Repositories kann der Nutzer bei jedem Programm individuell entscheiden, ob er eine Vorabfassung der nächsten Version, die gerade aktuelle oder die neueste mit Langzeitpflege nutzen will.

Flatpaks ist zudem das zugrunde liegende Betriebssystem weitgehend gleichgültig: Ähnlich wie über Docker, LXC, Podman & Co. eingerichtete Container bringen Flatpaks außer einem Kernel alles mit, was die jeweilige Anwendung braucht. Endless OS und Fedora Silverblue vermeiden so Abhängigkeitsprobleme beim Installieren und Aktualisieren von Software, wie sie mit Paketmanagern vieler Linux-Distributionen auftreten können.

Anders als `apt` und `dnf` kann Flatpak installierte Programme zudem gefahrlos im Betrieb aktualisieren. Genau wie Endless OS und Fedora Silverblue bietet das Paketformat außerdem eine Rollback-Möglichkeit, falls ein aktualisiertes Flatpak mal bockt. Genau wie die zwei Distributionen realisiert auch Flatpak das mit Libostree, das seine Entwickler auch als „Git für Betriebssysteme“ bezeichnen.

Neben diesen und weiteren Vorteilen haben Flatpaks natürlich auch Nachteile, beispielsweise einen potenziell höheren Platzverbrauch. Details dazu liefern frühere c’t-Artikel zum Paketformat [1, 2].

Beim Rollback von Flatpaks, Endless OS und Fedora Silverblue bleiben Daten außen vor, die Software in /etc/, /home/ oder /var/ schreibt. Das kann zu Problemen führen, wenn eine neue Programmversion die Daten auf eine Weise verändert, mit der die ältere Version nicht klarkommt. In der Praxis kommt das selten, aber hin und wieder eben doch vor – wer auf Nummer sicher gehen will, sollte daher vor großen Upgrades weiterhin frisches Backup erzeugen.

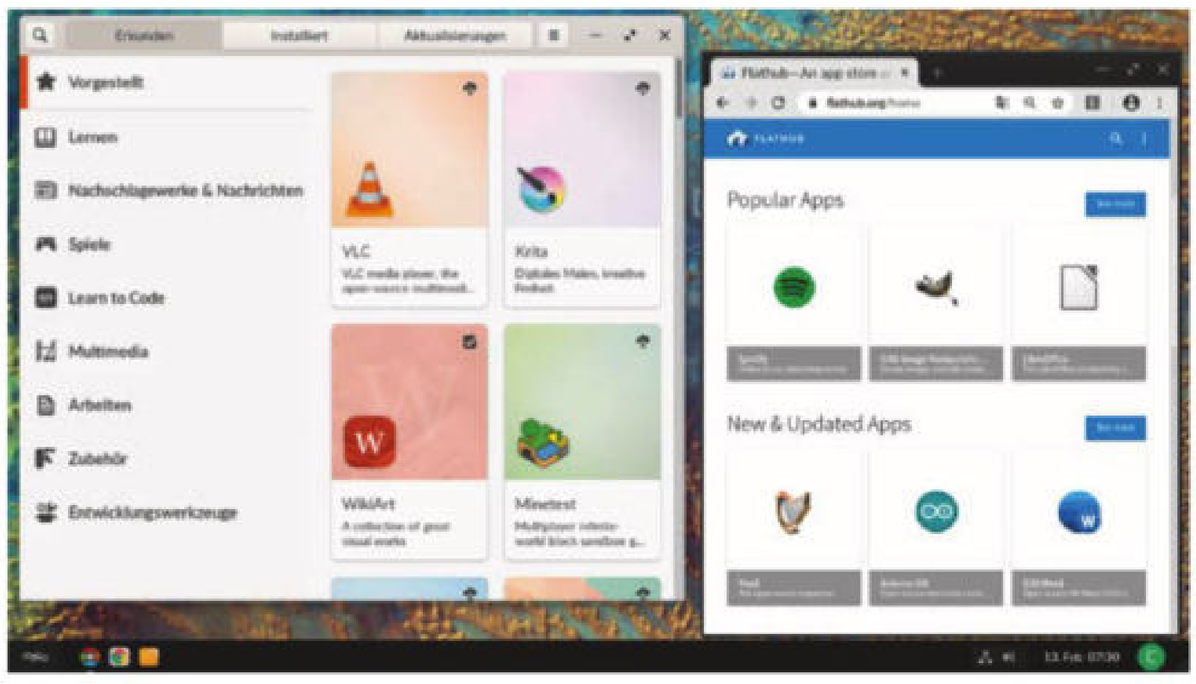
Konzeptbruch

Nvidias proprietäre Grafiktreiber lassen sich nicht via Flatpak nachrüsten: Sie werden in der Betriebssystemumgebung gebraucht, damit sie früh im Startprozess zur Verfügung stehen. Endless OS enthält die Treiber daher direkt.

Für die Fedora-Macher ist das keine Option, denn ähnlich wie Debian beschränken sie sich bewusst auf Open-Source-Software. Deshalb bietet Silverblue etwas, das Endless OS fehlt: „Package Layering“, mit dem sich klassische Pakete in der Betriebssystemumgebung nachinstallieren lassen. Das geht allerdings nicht über `dnf install`, sondern mithilfe von `rpm-ostree install`. Davon abgesehen ähnelt die Installation von Nvidias Treibern aber sehr einem klassischen Fedora: Hier wie dort gilt es, zuerst ein RPM-Paket mit der Definition des RPM-Fusion-Repository einzuspielen, bevor man von dort ein Paket mit Nvidias Treiber nachrüstet. Bei Silverblue muss man allerdings nach dem Einrichten der Repository-Definition neu starten, denn wie beim Update wird erst da auf die neue Umgebung umgeschaltet, in der das Paket mit der Repository-Definition installiert wurde.

Zur Installation des Nvidia-Treibers braucht man daher nicht nur einen, sondern zwei Neustarts. Der erste Reboot lässt sich prinzipiell über ein experimentelles Feature vermeiden, das direkt nach Installation eines RPMs auf die neue Betriebssystemumgebung umschaltet; so ein Vorgehen hat aber einige bekannte Risiken, daher ist noch nicht absehbar, ob dieser Ansatz das Versuchsstadium je verlassen wird.

Für Experimente, Fehlersuche oder Distributionsentwickler ist `rpm-ostree usroverlay` gedacht, mit den man die Betriebssystemumgebung im Betrieb verändern kann. Die Änderungen sind aber nicht persistent – sie gehen mit dem nächsten Reboot verloren.



Anwendungen installiert man beim Debian-basierten Endless OS und Fedora Silverblue normalerweise über Flatpaks vom Distributor oder von Flathub.

Werkzeugkasten

Über `rpm-ostree` kann man auch den Dropbox-Client, Audio- und Video-Codecs sowie andere Software in der Betriebssystemumgebung von Silverblue nachrüsten, wenn man diese dort braucht. Darüber lassen sich sogar einzelne Pakete aktualisieren oder deinstallieren, mit denen das Fedora-Projekt die Distribution zusam-

mengesetzt hat. Wenn dabei etwas durcheinandergerät, kann man mit `rpm-ostree reset` alle Erweiterungen leicht verwerfen und das Betriebssystembündel wieder exakt so nutzen, wie Fedora es ausgeliefert hat.

Zur Software-Entwicklung sind Neustarts bei jeder Paket-Installation viel zu umständlich, daher bietet Silverblue für diesen Einsatzzweck etwas anderes: Die „Toolbox“, die abgeschottet eine klassische Umgebung inklusive `dnf` bereitstellt. Dieser Bereich ist letztlich ein Container, den man durch das simple Kommando `fedora-toolbox create` erzeugt und danach mit `fedora-toolbox enter` betritt. Dort kann man schalten und walten, wie von Fedora gewohnt – etwa grafische Anwendungen über den Paketmanger installieren und anschließend ausführen. Durch die Abschottung braucht man dabei nicht zu fürchten, das Host-System zu stören. Und sollte man eine Toolbox zerfrickeln, kann man leicht mit einer frischen von vorn beginnen. Mehrere Toolboxen lassen sich sogar nebeneinander betreiben, etwa für Entwickler, die parallel an verschiedenen Projekten arbeiten.

Platzbedarf

Das Bereithalten der zuletzt genutzten Betriebssystemumgebung zum Rollback frisst naturgemäß Speicherplatz: Direkt nach der Installation belegte Silverblue 31 auf einem Testsystem zirka 4,7 GByte, nach der ersten Systemaktualisierung schon 6,6 GByte. Dieses Update enthielt aber auch alle in vier Monaten aufgelaufenen Änderungen und war daher entsprechend groß. Bei sukzessiven Aktualisierungen kostete es deutlich weniger Platz, den vorherigen Betriebssystemstand für einen Rollback vorzuhalten. Den alten Stand kann man zudem per `rpm-ostreee cleanup -r` leicht von der Platte putzen.

Ein frisch installiertes Fedora Silverblue 31 fällt so klein aus, weil es abseits von Dateimanager, Firefox und Software-Verwaltung kaum grafische Anwendungen mitbringt – selbst Editor, PDF-Betrachter und Taschenrechner von Gnome fehlen. Das eng verwandte Fedora Workstation 31, das diese und weitere Programme über RPMs vorinstalliert, belegt direkt nach der Installation 5,5 GByte, also 800 Megabyte mehr. Das Blatt wendete sich aber, nachdem der Autor die von ihm typischerweise verwendeten Anwendungen nachrüstete: Evince, Gedit, Gimp, LibreOffice, Pidgin, Thunderbird und VLC. Fedora Workstation 31, wo wir die Anwendungen per `dnf` nachrüsteten, belegte dann 8,4 GByte; Silverblue, wo wir Flatpaks bemühten, nahm dann 8,7 GByte in Anspruch. Das war weniger als erwartet, und das obwohl dabei die Flatpak-Runtimes von Freedesktop, Gnome und KDE auf der Platte landeten; das sind aber auch die drei gängigen, daher ist der Overhead beim Installieren weiterer Flatpaks oftmals kleiner.

Attraktiv

Wie im Kasten „Alltagstauglich“ erläutert, arbeiten beide Distributionen schon recht ordentlich, sind aber noch nicht wirklich massentauglich. Selbst wenn sie es wären: Für fortgeschrittene Linux-Anwender, die Ansatz und Flexibilität klassischer Distributionen schätzen und Paketmanager zu meistern wissen, sind Endless OS und Fedora Silverblue eine schlechte Wahl. Gerade bei Ersteinrichtung und den ersten Gehversuchen fühlen sich die zwei Distributionen umständlich und starr an – unter anderem durch den Schreibschutz und die Neustarts, die für die Systemaktualisierung und Erweiterungen mit Package Layering nötig sind.

Mit etwas Feinschliff dürften die beiden Linux bald zugänglicher für Anwender machen, die sich nicht groß um ihr Betriebssystem scheren und sich möglichst wenig damit beschäftigen wollen. Das wird Linux vor allem für Einsteiger attraktiver machen. Und wer weiß, mit weiteren Optimierungen überzeugt der Ansatz vielleicht mit der Zeit auch den ein oder anderen alten Hasen. Die brauchen sich vor der neuen Herangehensweise auch nicht zu fürchten: Auch Endless OS und Fedora Silverblue entstehen schließlich aus Debian-respektive RPM-Paketen, daher werden diese ebenso wenig aussterben wie klassische Distributionen. *(thl@ct.de)* c't

Literatur

[1] Thorsten Leemhuis, Universalpakete, Flatpak und Snap sollen App-Installationen unter Linux revolutionieren, c't 17/2016, S. 154

[2] Thorsten Leemhuis, Linux erfindet sich neu, App-Formate sollen Softwareinstallation bei Linux revolutionieren, c't 13/2018, S. 72

openSUSE experimentiert

Ein paar bekannte Entwickler des openSUSE-Projekts liebäugeln mit einem „MicroOS Desktop“ genannten Konzept, dessen Herangehensweise der von Endless OS und Fedora Silverblue ähnelt. Diese Desktop-Distribution ist allerdings derzeit nur ein Prototyp, daher ist unklar, ob daraus je eine offizielle openSUSE-Ausführung hervorgeht.

Der Ansatz ist eine Erweiterung von openSUSE MicroOS, einem recht kleinen und zum Betrieb von Container-Hosts ausgelegten Betriebssystem. Das aus Paketen von openSUSE Tumbleweed entstehende MicroOS setzt voll auf „transactional Updates“, die Tumbleweed und Leap nur bei den Server-Rollen beherrschen. Auch bei diesem Verfahren ist die Betriebssystemumgebung schreibgeschützt und die Systemaktualisierung erfolgt ebenfalls atomar, also ganz oder gar nicht. Anders als bei Endless OS und Fedora Silverblue verwaltet aber nicht Libostree die Betriebssystemumgebung. Stattdessen setzt openSUSE auf die dort ohnehin viel genutzte und tief integrierte Snapshot-Funktion des Btrfs-Dateisystems: Zur im Hintergrund vorgenommenen Aktualisierung erzeugt das Update-Programm einen neuen Schnappschuss des Subvolumes mit der Betriebssystemumgebung, den es dann beschreibbar einhängt und ganz klassisch über Pakete aktualisiert; beim nächsten Neustart wird dieser Snapshot dann schreibgeschützt eingebunden, während der bisherige zum Rollback erhalten bleibt.

Installation und Systemaktualisierung erfolgen somit nicht Image-artig über vom Distributor geschnürte und getestete Bündel, sondern wie gewohnt lokal mithilfe klassischer Pakete. Die häufigeren Neustarts stehen beim MicroOS-Ansatz trotzdem an, dafür lässt sich die Betriebssystemumgebung leichter und ähnlich wie gewohnt an eigene Bedürfnisse anpassen. Für Anwender dürfte sich die Herangehensweise daher nicht ganz so fremdartig anfühlen wie Fedora Silverblue. Die lokale Installation von MicroOS Desktop kann sich durch den Ansatz allerdings deutlich schneller von der Zusammenstellung entfernen, die der Distributor auf Herz und Nieren getestet hat. Auch ein Zurücksetzen auf den Auslieferungszustand ist nicht möglich.



c’t in Bild und Ton

Ein Blick hinter die Kulissen von c’t uplink und #heiseshow

Private Live-Streams und Podcasts sind mit dem eigenen Smartphone oder einer Webcam schnell gemacht. Für professionelle Streams ist aber deutlich mehr Aufwand und Technik erforderlich. Wir werfen einen Blick hinter die Kulissen des c’t-Videostudios und verraten Ihnen, wo Sie für kleine Projekte günstige Alternativen finden.

Von Johannes Börnsen

Wenn Achim Barczok Sie zu c’t uplink begrüßt, muss niemand die Klappe halten: Dank ausgefeilter Technik braucht es keine Filmklappe oder andere Hilfsmittel, um Bild und Ton zu synchronisieren. Auch bei Live-Streams unserer LAN-Partys aus dem Studio gibt es keinen Zeitversatz – das ist nicht selbstverständlich, wenn man sich einmal auf Streaming-Plattformen wie Twitch oder Mixer umsieht. Möglich macht das ein ausgefeiltes Setup, das den Zuschauern normalerweise verborgen bleibt, wir aber im Folgenden detailliert erklären. Außerdem verraten wir, wo Sie günstigere Alternativen finden.

Dass wir keine Filmklappe zum Synchronisieren von Bild und Ton benötigen, liegt an der Art, wie wir die verschiedenen Videoformate für c’t produzieren. Beim Interview-Format „nachgehakt“ zum Beispiel gibt es nur eine Kameraeinstellung, bei der lediglich der Gast zu sehen und Moderator und Gast zu hören sind. Dafür verwenden wir die Systemkamera Panasonic GH5 mit XLR-Mikrofon-Adapter und zwei externen Mikrofonen. Bild und Ton werden von der Kamera in derselben Videodatei auf einer SD-Karte aufgezeichnet und sind so automatisch synchron.

Voll synchron

Die klassische Herangehensweise ist hingegen, das Bild mit einer Videokamera und den Ton mit einem Mehrspur-Aufnahmegerät aufzuzeichnen, sodass man jede Signalquelle einzeln nachbearbeiten kann. Dabei sorgt eine Filmklappe dafür, dass Bild und Ton später am Schnittplatz Frame-genau synchronisiert werden können. Indem wir bei unserer Kamera gleichzeitig mit dem Bild die Signale beider Mikrofone als einzelne Monospur aufzeichnen, können wir ebenfalls am Schnittplatz die Signalquellen getrennt anpassen, ohne eine Filmklappe zu benötigen.

Eine günstige Alternative zur der von uns verwendeten, rund 2000 Euro teuren GH5 ist ein einfacher Camcorder mit externem Stereo-Mikrofoneingang, etwa der Panasonic HC-V777 für rund 360 Euro, der sich wie die GH5 zwischen 50 und 60 Bilder pro Sekunde umstellen lässt. Über ein zusätzliches Y-Kabel können Sie die Sprache von Moderator und Gast wie bei der GH5 getrennt als Monospur aufzeichnen und haben so ebenfalls die Möglichkeit, die Audiopegel beider Interviewpartner am Schnittplatz getrennt anzupassen.

Bei den Aufzeichnungen von c’t uplink verwenden wir typischerweise drei bis vier Kameraperspektiven, dazu drei bis vier Mikrofone für Moderator und Gäste. Auch hier wäre der klassische Ansatz, wie bei Filmproduktionen die Videos jeder einzelnen Kamera und den Ton jedes einzelnen Mikrofons getrennt aufzuzeichnen, um nachträglich am Schnittplatz alle Signale einzeln bearbeiten und die optimalen Einstellungen zusammenschneiden zu können. Dabei fallen riesige Datenmengen an und die Nachbearbeitung erfordert zudem sehr viel Zeit: Die Daten müssen erst auf den Schnittrechner übertragen und alle Videos und Tonspuren miteinander synchronisiert werden, bevor dann per Multi-

Cam-Schnitt das fertige Video entsteht. Der Zeitaufwand beträgt oft ein Vielfaches der späteren Laufzeit des Videos.

Live produziert

Deshalb ähneln Aufbau und Ausstattung unseres Videostudios dem eines Fernsehstudios, wie es auch für Sendungsformate wie „Wetten dass?“ oder die Tagesschau benutzt wird: Die Videos aller Kameras und alle Mikrofone landen bei einem Bildmischer im Regie-Pult, wo dann in Echtzeit zwischen den Kameras umgeschaltet wird. Auch Einblendungen wie Name oder E-Mail-Adresse erfolgen wie beim Fernsehen in Echtzeit durch die Regie.

Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass am Ende der Aufzeichnung praktisch das sendefähige Video vorliegt – am Schnittplatz werden allenfalls noch Anfang und Ende nachbearbeitet. Es gibt aber auch erhebliche Nachteile: Die Bildauswahl lässt sich später nicht mehr ändern, denn es wird lediglich das Ausgabesignal des Bildmischers nebst Ton aufgezeichnet. Hat die Regie einen Einstellungswechsel verschlafen, gibt es keine Möglichkeit, den Fehler nachträglich auszubügeln.

Als Kameras verwenden wir überwiegend Blackmagic Studio Cameras von Blackmagic Design. Die semiprofessionellen Kameras sind für kleinere Studios konzipiert und übertragen das Bild per SDI (Serial Digital Interface, praktisch HDMI über Koax-Kabel) an den Bildmischer – selbst aufzeichnen können die Kameras nicht. Ihr Aufbau ähnelt einem Tablet mit Objektivanschluss auf der Rückseite. Der große Bildschirm dient nicht nur zur Ausrichtung der Kamera, sondern auch zur Fokussierung, wenn man herkömmliche Objektive verwendet.

Über den SDI-Eingang der Kameras lassen sich fast alle Parameter auch aus der Ferne steuern, bei motorisierten Objektiven sogar Zoom und Fokus. So können wir bei c’t uplink mit der an der Decke des Studios montierten Detailkamera, eine kompakte Blackmagic Micro Studio Camera 4K ohne Bildschirm, auf Gegenstände auf dem Tisch zoomen. Ein direkt an der Kamera montierter motorisierter Stativkopf erlaubt es uns außerdem, die Kamera vom Regiepult aus nachzuführen.

Sammelbilder

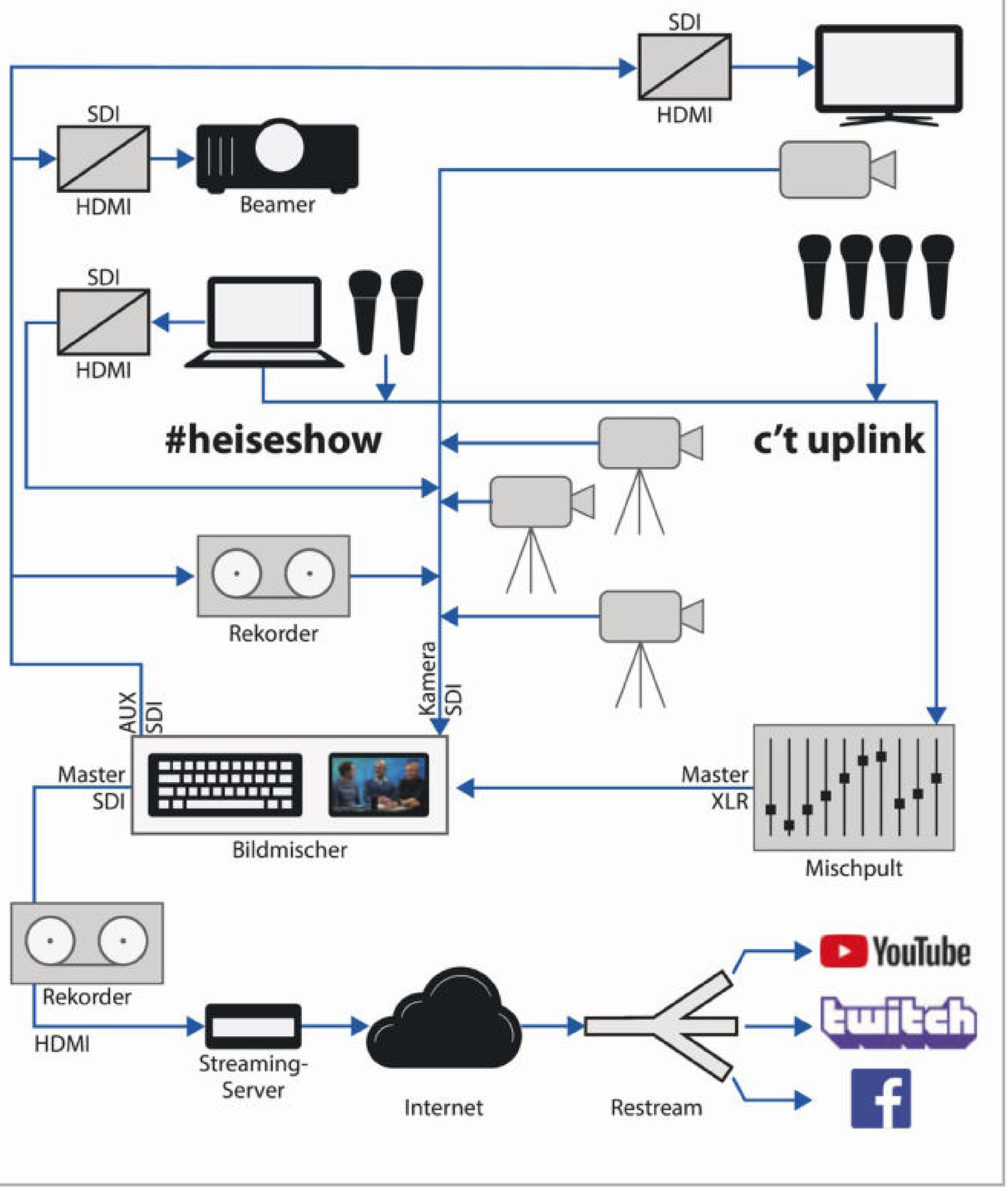
Beim Bildmischer, ein Blackmagic Atem 4 M/E Broadcast Studio 4K, laufen dann die Bild- und Tonsignale aller Kameras zusammen. Insgesamt verfügt er über 20 SDI-Eingänge, sodass wir auch selten genutzte Bildquellen wie ein MacBook Pro, mit dem wir bei der #heiseshow externe Gäste via Skype einblenden, ständig angeschlossen lassen können. Das spart Umbauzeit und reduziert die Fehleranfälligkeit. Neben Kameras und Notebooks ist auch ein einfacher Medienplayer mit dem Bildmischer verbunden, der bei c’t uplink das Logo mit der Pixelanimation auf dem TV im Hintergrund zuspielt. Dessen Signal wird über einen der sechs SDI-Ausgänge des Bildmischers an den Fernseher geschickt.

Natürlich könnten wir den Medienplayer auch direkt an den Fernseher anschließen. Indem wir den Bildmischer zwischenschalten, kann man aus der Regie heraus dem Fernseher auch ein beliebiges anderes Signal zuteilen, etwa das der Detailkamera oder des Notebooks. Dabei wandeln Blackmagic MicroConverter von HDMI auf SDI um und umgekehrt.

Generell setzen wir bei der Signalübertragung in unserem Studio auf SDI, entsprechend zahlreich sind die HDMI-SDI-Konverter. Die SDI-Konverter sind durchaus erschwinglich und eignen sich beispielsweise auch, um ein langes HDMI-Kabel zum Beamer an der Decke zu ersetzen – so wie bei unserem Beamer im Studio. Hat die Bildquelle anders als unser Bildmischer keinen SDI-Ausgang, schließt man dort einfach einen HDMI-SDI-Konverter für knapp 50 Euro an. Der Beamer bekommt einen SDI-HDMI-Konverter für knapp 60 Euro vorgeschaltet. Die Standard-Konver-

Der Signalweg im Studio

Bild und Ton laufen getrennt voneinander in Bildmischer und Audiomischpult zusammen. Nur das Ausgangssignal des Mischpults wird in den Bildmischer eingespeist und dort synchron mit dem Bild ausgegeben.





Im Regiepult laufen Bild und Ton zusammen. Um Zeit bei der Nachbearbeitung zu sparen, wird auch bei Aufzeichnungen in Echtzeit zwischen den Kameraeinstellungen umgeschaltet und nur das Mastersignal aufgenommen – ganz so, als würde die Sendung live ins Internet gestreamt.

ter mit 3G-SDI von Blackmagic Design übertragen bis zu Full HD, Mini-Konverter mit 4K-Unterstützung (6G-SDI) sind mit 150 bis 200 Euro deutlich teurer.

Der Bildmischer Atem 4 M/E Broadcast Studio 4K enthält keine Konverter, weshalb alle Zuspieler die bei ihm ausgewählte Videonorm einhalten müssen. Standard ist in unserem Studio 1080p59.94, also Full HD mit 59,94 fps. Geräte, die sich nicht darauf einstellen lassen, schalten wir vor einen Cross-Konverter MD-HX von Decimator Design, der die Framerate in Echtzeit konvertiert. In der Vergangenheit war das vor allem bei Linux-Notebooks erforderlich.

Fernbedient

Die Bedienung des Bildmischers erfolgt fast ausschließlich via Ethernet mit der Software Blackmagic Atem Control. Das Gerät besitzt nämlich nur ein Tastenfeld für die Steuerung der Aux-Ausgänge, außerdem ein Display, auf dem eins der Bildsignale der Aux-Ausgänge angezeigt wird. Atem Control stellt ein virtuelles Sendepult mit Dutzenden Tasten zur Signalauswahl und -umschaltung dar. Auch die Steuerung der HyperDeck-Rekorder, der Mediaplayer des Bildmischers und Effekte wie Einblendungen, Bild-in-Bild, Greenscreen und Umschaltanimationen werden mit Atem Control gesteuert.

Mit über 5000 Euro ist der Atem 4 M/E für kleine Studios und Privatanwender unerschwinglich, es gibt aber günstigere Alternativen. Der neue Atem Mini ist mit 300 Euro geradezu ein Schnäppchen: Er hat vier HDMI-Eingänge mit integrierten Cross-Konvertern und einen HDMI-Ausgang für das Mastersignal. Man kann also problemlos und ohne jegliche Konverter jeden Rechner, jeden Camcorder, jede Digitalkamera und jedes Smartphone mit HDMI-Adapter direkt mit dem Atem Mini verbinden. Das integrierte Bedienpult erlaubt außerdem die Steuerung des Atem Mini ohne einen Rechner mit Atem Control – das Programm benötigt man nur für komplexere Setups mit Greenscreen oder Einblendungen. Außerdem hat der Atem Mini einen USB-C-Anschluss, über den er sich als Webcam beim Rechner anmeldet und sich leicht etwa in OBS Studio oder jede andere Streaming- und Recording-Software einbinden lässt.

Die zweite günstige Alternative ist der Atem Television Studio HD für rund 900 Euro. Er bietet vier HDMI- und vier SDI-Eingänge, außerdem vier SDI-Ausgänge zur Steuerung von Kameras, einen Aux-Ausgang und eine MultiView-Anschluss für einen Monitor, der alle Eingangssignale sowie Preview- und Mastersignal verkleinert in einer Übersicht anzeigt. Der Atem Studio lässt sich weitestgehend ohne Software über das Frontpanel bedienen. Das Mastersignal selbst wird wie auch beim Atem 4 M/E über SDI ausgegeben, ein Webcam-Interface wie beim Atem Mini gibt es beim Atem Studio aber nicht. Man benötigt hier also zusätzlich einen SDI-HDMI-Konverter und einen USB-Framegrabber, um das Mastersignal in OBS oder eine andere Software zu importieren, oder einen dedizierten Streaming-Server mit HDMI- oder SDI-Eingang.

Das Mastersignal unseres Bildmischers landet zunächst bei einem Recorder, einem Blackmagic HyperDeck Mini, mit dem wir die Sendungen auf SD-Karten aufzeichnen. Wir haben gleich zwei HyperDecks: Den zweiten benutzen wir vorwiegend als Mediaplayer, er kann aber auch über einen der Aux-Ausgänge des Bildmischers als Rekorder benutzt werden. Ein Vorteil des HyperDeck Mini ist, dass er als Mediaplayer den Alphakanal eines entsprechend kodierten Videos über einen zweiten SDI-Ausgang an den Bildmischer übertragen kann – so lassen sich transparente animierte Logos in Videos einblenden.

Animierte Logos

Für statische Logos und sonstige Einblendungen mit oder ohne Alphakanal haben die Atem-Bildmischer eine integrierte Mediathek. Für Adobe Photoshop gibt es ein spezielles Plug-in, ansonsten können Grafiken über Atem Control in die Mediathek hochgeladen und dann eingeblendet werden. Um komplexe Einblendungen wie den Countdown zur #heiseshow zu generieren, benutzen wir seit einem halben Jahr das Programm Mimo Live auf unserem iMac aus 2013. Das Programm kann mehr, es könnte ähnlich wie OBS auch mehrere Signale und Einblendungen verarbeiten und sogar konvertieren und streamen. Allerdings gab es damit Stabilitätsprobleme auf unserem iMac, sodass wir aktuell nur Einblendungen über einen HDMI-Adapter und einen SDI-Konverter an den Bildmischer übertragen, der Schwarz per Alpha-Blending transparent darstellt. Für transparente mehrfarbige Logos müsste Mimo einen zweiten HDMI-Ausgang als separaten Alphakanal ansteuern, so wie es das HyperDeck Mini tut.

Eine kostengünstige Variante zum HyperDeck Mini sind ein USB-Framegrabber und ein Rechner mit OBS oder einer beliebigen anderen Recording-Software. Wir nutzen diese Konfiguration gelegentlich als Backup. Der HyperDeck Mini dient uns gleichzeitig als SDI-HDMI-Cross-Konverter, am HDMI-Ausgang betreiben wir einen Teradek VidiU Pro Streaming-Server. Dieser verarbeitet das Full-HD-Eingangssignal

mit maximal 30 fps zu einem H.264-Stream und überträgt ihn ins Internet.

Mit fast 1000 Euro ist der VidiU Pro für Privatanwender und kleine Studios ziemlich teuer. Die Alternative ist wieder einmal OBS. Allerdings muss der Rechner respektive dessen Grafikkarte ziemlich leistungsfähig sein, um das Signal des Atem Mini oder eines USB-Framegrabbers in Echtzeit mit 30 oder 60 fps konvertieren zu können. Viele YouTuber und Twitcher installieren OBS deshalb auf einem separaten Rechner und nicht auf ihrem Spiele-PC.

Meist lassen wir unseren Streaming-Server die Daten an den Streaming-Dienst Restream.io senden. Dort können wir den Stream parallel an mehrere Plattformen wie YouTube, Twitch oder Facebook zu verteilen. Außerdem erlaubt uns Restream in der kostenpflichtigen Variante, den Stream vorab zu begutachten – das ist vor allem bei der Fehlersuche äußerst wertvoll.

Guter Ton

Während die Bildsignale beim Bildmischer zusammenlaufen, landet der Ton ganz klassisch bei einem großen Mischpult – einem Behringer X32. Das Digitalpult besitzt 32 Eingänge und 8 Ausgänge, sodass wir auch hier alle Quellen und Ziele dauerhaft verkabelt lassen können.

Digitale Mischpulte haben den Vorteil, dass sich die Signalwege einfach umkonfigurieren lassen, ohne die Verkabelung ändern zu müssen. Das ist besonders praktisch, wenn mehrere Ein- und Ausgänge gleichzeitig betroffen sind. Bei der #heiseshow zum Beispiel darf vor Beginn der Sendung für die Zuschauer nur die Pausenmusik zu hören sein. Der Moderator und die Gäste, die möglicherweise auch per Skype zugeschaltet werden, sollen sich aber vorab bereits unterhalten können – ohne störende Musik im Hintergrund. Dazu wird allein der Skype-Ton auf einen Studiolautsprecher gelegt. Der Skype-Gast wiederum soll sich nicht selbst zurück hören, er bekommt nur das Signal der Studiomikrofone. Fängt die Sendung an, soll das Intro aber für alle zu hören sein. Das ist nur leistbar, weil sich die Signalwege auf Knopfdruck respektive per Makro dynamisch ändern lassen.

Wer auf solch komplexe Szenarien verzichten kann, kommt aber mit einem analogen Mischpult ab 50 Euro aus. Für etwas mehr Geld findet man auch Modelle mit USB-Anschluss, über den sich etwa der Spiele-Sound auf das Mischpult übertragen oder das Mastersignal abgreifen und etwa in OBS einbetten lässt. Eine andere Alternative ist, ganz auf ein Mischpult zu verzichten und stattdessen mit einem USB-Mikrofon oder einem USB-Audio-Konverter zu arbeiten. Die Pegel stellen Sie dann direkt in OBS ein. Der Nachteil von USB-Audiogeräten ist aber, dass es stets zu Latenzen kommt, die Sie etwa in OBS korrigieren müssen, damit Bild und Ton wieder synchron sind.

Statt der bei Podcasts üblichen Großmembranmikrofone verwenden wir Nackenbügelmikrofone. Das lässt mehr Platz auf dem Tisch und ist einfacher zu handhaben als typische Studiomikrofone, bei denen man darauf achten muss, den Abstand zwischen Sprecher und Mikro möglichst konstant zu halten.

Neben den Mikros laufen im Mischpult auch die Wartemusik, bei den LAN-Partys von c't zockt der Spiele-Sound und andere Audioquellen zusammen. Wo nötig, werden die Signale mit Kompressoren, Limitern und Equalizern bearbeitet; zu den jeweiligen Zielen gelangt nur die Audiosumme. Das Mastersignal des Audiomischers, das im Stream zu hören sein soll, läuft zum Bildmischer und wird von diesem synchron zum Bild in den Masterausgang des Bildmischers eingefügt.

Geräteübergreifende Makros

Nicht nur der Bildmischer, auch das Mischpult, der Intro-Zuspieler und sogar die Studio-Uhr lassen sich über das Netzwerk steuern. Dazu gibt es für jedes Gerät entsprechende Software oder ein Web-Frontend, doch mehrere Fenster parallel lassen sich von einer Person am Regiepult kaum bedienen. Deshalb setzen wir seit einigen Wochen Bitfocus Companion erfolgreich ein: Das Open-Source-Projekt beherrscht die Protokolle verschiedener Geräte und Programme, darunter die der Bildmischer von Blackmagic Design, der HyperDeck Recorder, des Mischpults Behringer X32 und der Streaming-Software OBS. Damit lassen sich hochkomplexe, geräteübergreifende Makros programmieren. Auch wenn die Entwickler derzeit noch vom produktiven Einsatz der Version 2.0 abraten, hat sie sich bei uns als stabil und alltagstauglich erwiesen. Die Bedienung erfolgt über frei programmierbare Tastenfelder Elgato Stream Deck XL mit jeweils 32 mit Displays ausgestatteten Tasten.

Mit rund 250 Euro ist das Stream Deck XL ziemlich kostspielig, die kleinere Version mit 15 Tasten gibt es schon für 150 Euro. Wer privat streamt, kommt vielleicht aber auch mit der kleinsten Version mit 6 Tasten für 100 Euro aus. Der große Vorteil gegenüber einem virtuellen Tastenfeld etwa auf einem Tablet ist, dass sich die Tasten des Stream Deck auch zuverlässig blind bedienen lassen, wenn man etwa bei Spiele-Streams schnell zwischen den Kameraeinstellungen umschalten muss.

Apropos Kameraeinstellungen: In der Regel filmen wir #heiseshow, c't uplink und c't zockt mit drei Kameras: Eine für die Totale, eine für die Gäste auf der linken und eine für die auf der rechten Seite. Das Hintergrundbild der #heiseshow, ein Leiterbahnmuster, entsteht dabei nicht wie oft vermutet in Greenscreen-Technik durch Überblendung und Chroma-Keying. Bei drei Kameraeinstellungen müssten wir sonst auch drei miteinander synchronisierte, an den jeweiligen Blickwinkel angepasste Hintergrundanimationen verwenden. Deshalb wird der Hintergrund mittels Kurzdistanzbeamer, der über einen SDI-HDMI-Adapter mit dem Bildmischer verbunden ist, an eine weiße Wand hinter den Gästen projiziert. Ein solcher Beamer eignet sich mit einem einfarbig grünen Bild auch gut als Greenscreen-Ersatz, denn die Ausleuchtung ist sehr gleichmäßig, was ein sauberes Chroma-Keying ermöglicht. Außerdem lässt sich der Greenscreen so leicht in einen Bluescreen verwandeln, falls ein Gast etwas Grünes tragen sollte.

c't uplink und c't zockt haben wir bislang traditionell an einem einfachen Holztisch mit einer blau hinterleuchteten Gardine, einem Fernseher und einem alten Flipper als Deko im Hintergrund gefilmt. Nach über 300 Folgen uplink und über 50 Folgen c't zockt steht hier ein Neubau auf dem Plan, den Sie in den nächsten Wochen auf dem YouTube-Kanal von heise online begutachten können.

(mid@ct.de) c't

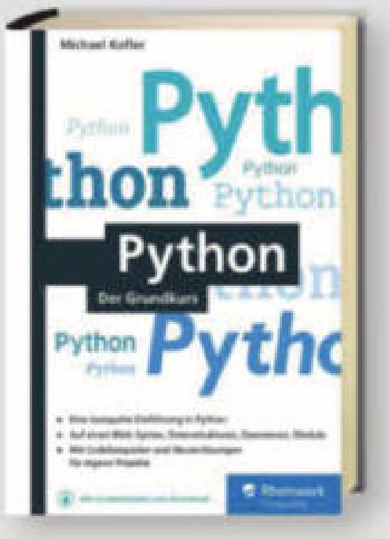
c't auf YouTube

Auf dem YouTube-Kanal von heise online unter youtube.com/heiseonline finden Sie immer samstags neue Folgen von c't uplink, außerdem veröffentlichen wir unter „nachgehakt" Interviews zu einigen Themen aus c't. Ein Mal im Monat streamen wir zusätzlich eine LAN-Party live aus dem Studio auf unserem c't-zockt-Kanal unter youtube.com/ctzockt und veröffentlichen dort auch Let's Plays und Neuvorstellungen

Für Wissenshungrige

Ausgewählte Fachliteratur

shop.heise.de/buecher



Michael Kofler

Python

Diese Python-Einführung konzentriert sich auf das Wesentliche und zeigt Ihnen, wie Sie die Sprache in eigenen Projekten einsetzen. Erfahren Sie praxisgerecht, wie Sie mit Python Daten verarbeiten, den Raspberry Pi ansteuern, wiederkehrende Aufgaben automatisieren und vieles mehr.

ISBN 9783836266796
shop.heise.de/python-buch

14,90 € ›

BEST-SELLER



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

39,90 € ›

BEST-SELLER



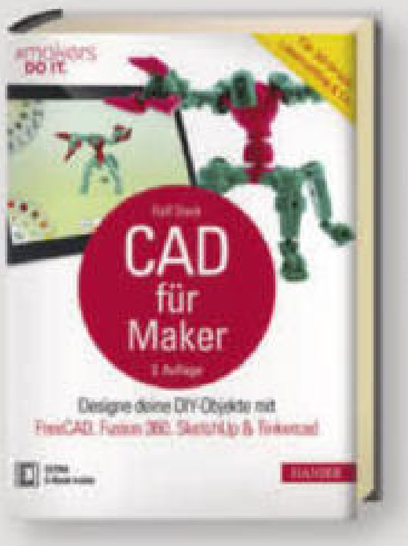
Jörg Frochte

Maschinelles Lernen (2. Auflg.)

Maschinelles Lernen ist ein interdisziplinäres Fach, das die Bereiche Informatik, Mathematik und das jeweilige Anwendungsgebiet zusammenführt.
In diesem Buch werden alle drei Teilgebiete gleichermaßen berücksichtigt.

ISBN 9783446459960
shop.heise.de/maschinelles-lernen

38,00 € ›



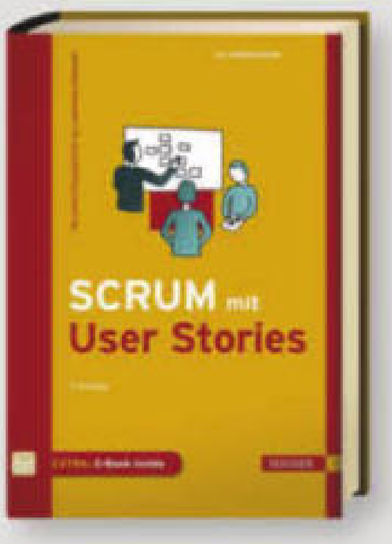
Ralf Steck

CAD für Maker (2. Auflg.)

Eigene DIY-Objekte mit FreeCAD, Fusion 360, SketchUp & Tinkercad designen! Grundlagen der CAD-Modellierung, die nötige Hardware, 3D-Scanning und alle relevanten Daten zu den vorgestellten Projekten auch im Netz.

ISBN 9783446456815
shop.heise.de/cad-buch

34,00 € ›



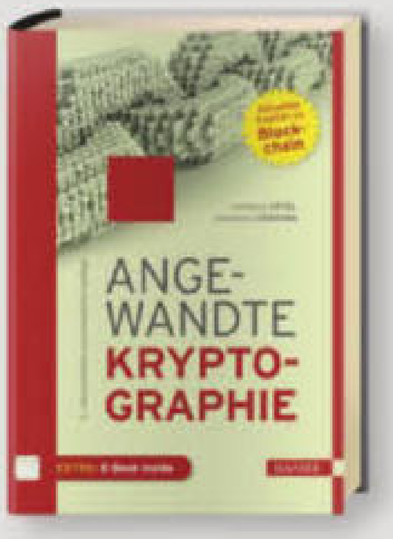
Ralf Wirdemann

SCRUM mit User Stories

Optimieren Sie Scrum mit Hilfe von User Stories hinsichtlich eines kundenorientierten Anforderungsmanagements. Außerdem: konkrete Empfehlungen für Entwickler, um User Stories erfolgreich einzusetzen.

ISBN 9783446450523
shop.heise.de/scrum-stories

32,00 € ›



Wolfgang Ertel, Ekkehard Löhmann

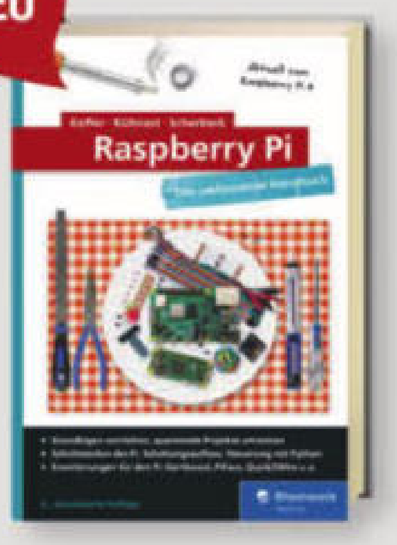
Angewandte Kryptographie

Ziel des Buches ist es, Grundwissen über Algorithmen und Protokolle zu vermitteln und kryptographische Anwendungen aufzuzeigen. Mit so wenig Mathematik wie nötig, aber vielen Beispielen, Übungsaufgaben und Musterlösungen.

ISBN 9783446454682
shop.heise.de/kryptographie

32,00 € ›

NEU



Michael Kofler, Charly Kühnast, Christoph Scherbeck

Raspberry Pi, 6. Auflage

Das umfassende Handbuch mit über 1.000 Seiten komplettem Raspberry-Wissen, um richtig durchstarten zu können. Randvoll mit Grundlagen und Kniffen zu Linux, Hardware, Elektronik und Programmierung.
Aktuell für alle Versionen, inkl. Raspberry Pi 4!

ISBN 9783836269339
shop.heise.de/raspberry-6

44,90 € ›



Hans-Georg Schumann

Calliope mini für Kids

Die wichtigsten Bestandteile des Calliope mini mit allen Sensoren kennenlernen und ausprobieren. Mit vielen kleinen Calliope-Projekten für die Schule und zu Hause wie Würfelspiele, Farbthermometer, Alarmanlage, Wasserwaage, Funkgerät uvm.

ISBN 9783958458598
shop.heise.de/calliope-kids

19,99 € ›

PORTOFREI
AB 15 €
BESTELLWERT

› Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €.
Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

und Maker!

Zubehör und Gadgets

shop.heise.de/gadgets



Waveshare Game HAT für Raspberry Pi

Ein Muss für jeden Retro Gamer! Verwandeln Sie Ihren Raspberry Pi in kürzester Zeit in eine Handheld-Konsole. Mit Onboard-Speakern, 60 Frames/s, Auflösung von 480x320 und kompatibel mit allen gängigen Raspberrys.

shop.heise.de/game-hat — 41,90 € ›

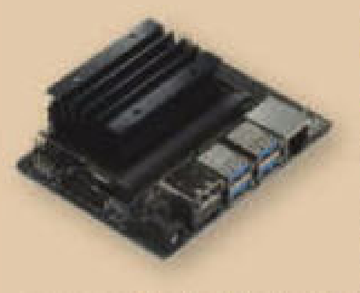
BEST-SELLER



ODROID-GO

Mit diesem Bausatz emulieren Sie nicht nur Spiele-Klassiker, sondern programmieren auch in der Arduino-Entwicklungsumgebung.

shop.heise.de/odroid — 49,90 € ›



NVIDIA Jetson nano

Das Kraftpaket bietet mit 4 A57-Kernen und einem Grafikprozessor mit 128 Kernen ideale Voraussetzungen für die Programmierung neuronaler Netze, die ähnlich wie Gehirnzellen arbeiten.
Inklusive Netzteil!

shop.heise.de/jetson — 134,90 € ›



Raspberry Pi-Kameras

Aufsteckbare Kameras, optimiert für verschiedene Raspberry Pi-Modelle mit 5 Megapixel und verschiedenen Aufsätzen wie z. B. Weitwinkel für scharfe Bilder und Videoaufnahmen.

shop.heise.de/raspi-kameras — ab 18,50 € ›

NEUER PREIS!

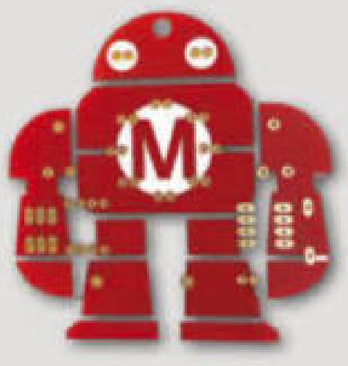


ArduiTouch-Set

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 — 36,90 € ›



Makey Lötbausatz

Hingucker und idealer Löt-Einstieg: das Maskottchen der Maker Faire kommt als konturgefräste Platine mitsamt Leuchtdiodendie, die den Eindruck eines pulsierenden Herzens erwecken.

Jetzt neu mit Schalter!

shop.heise.de/makey-bausatz — ab 4,90 € ›



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 kühlt 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 — 99,90 € ›



Stockschirm protec'ted

Innen ist Außen und umgekehrt.
Dieser etwas andere Regenschirm sorgt für interessierte Blicke auch bei grauem und nassem Wetter. Als Highlight kommt noch das stilvolle und dezente Design in Schwarz und Blau mit der mehr als passenden Aufschrift "Always protec'ted" daher.

shop.heise.de/ct-schirm — 22,90 € ›



c't Tassen

c't-Leser und -Fans trinken nicht einfach nur Kaffee, sie setzen Statements. Und zwar mit drei hochwertigen Blickfängern, individuell designt für Ihr Lieblings-Heißgetränk: „Kein Backup, kein Mitleid", „Deine Mudda programmiert in Basic" oder „Admin wider Willen". Perfekt für Büro und Frühstückstisch!

shop.heise.de/ct-tassen — ab 12,90 € ›

NEU



„No Signal" Smartphone-Hülle

Passend für Smartphones aller Größen bis 23cm Länge blockt diese zusammenrollbare Hülle alle Signale von GPS, WLAN, 3G, LTE, 5G und Bluetooth, sowie jegliche Handy-Strahlung. Versilbertes Gewebe im Inneren der Tasche aus recycelter Fallschirmseide bildet nach dem Schließen einen faradayschen Käfig und blockiert so alles Signale.

shop.heise.de/no-signal-sleeve — 29,90 € ›

› Bestellen Sie ganz einfach online unter **shop.heise.de** oder per E-Mail: **service@shop.heise.de**

heise shop

shop.heise.de ›

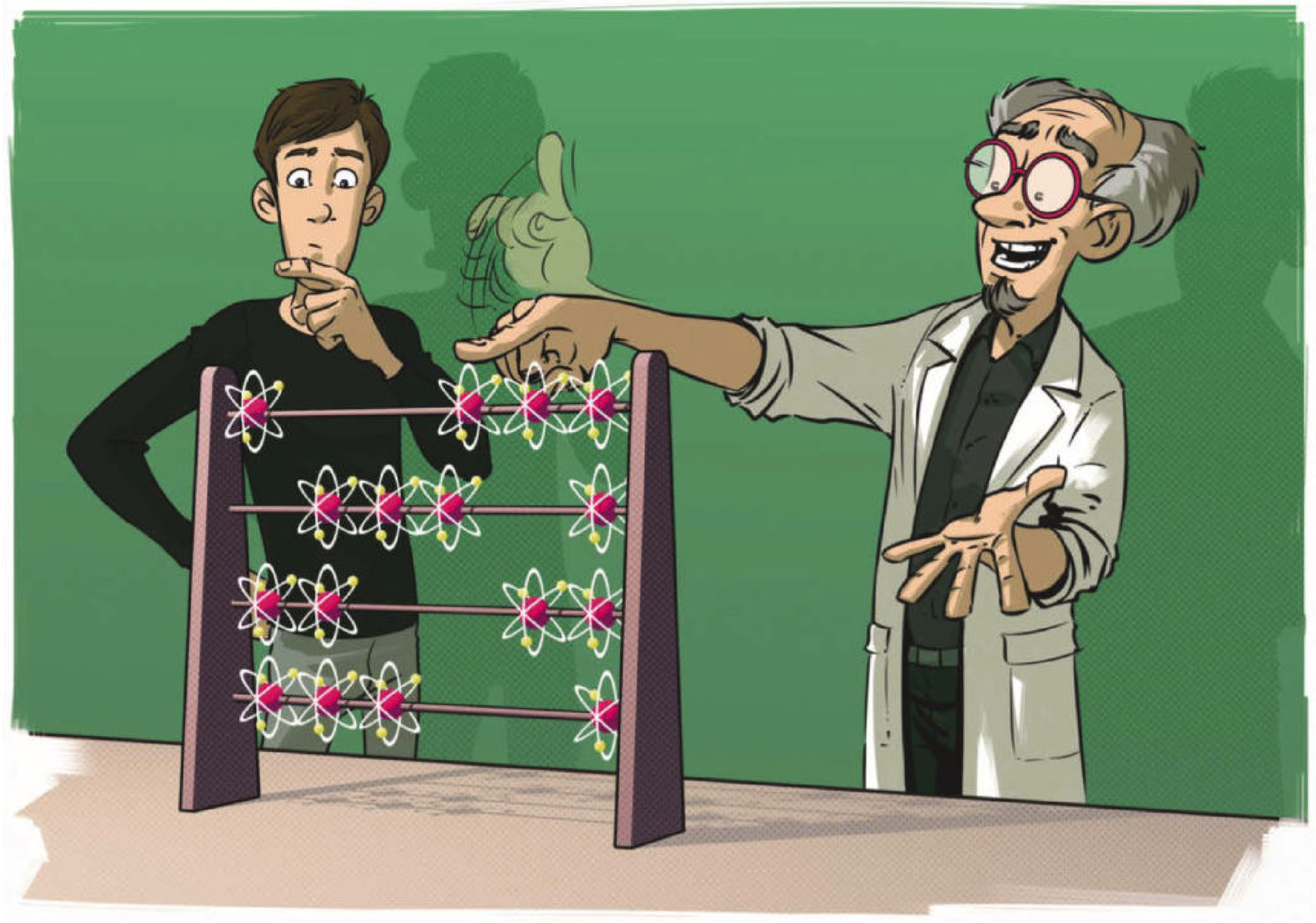


Bild: Albert Hulm

Quantencomputing

Eine Einführung für Programmierer

Quantencomputer sind nicht nur ein Feld für Experten mit tiefem Fachwissen. Jeder kann lernen, sie zu programmieren. Und die Maschinen rücken der praktischen Nutzbarkeit näher. Zeit, sich mit den Grundlagen zu beschäftigen und zu verstehen, wie so ein Quantencomputer tickt.

Von Florian Neukart

Google demonstrierte im vergangenen Jahr eindrucksvoll einen ersten Fall von „quantum supremacy“, zu Deutsch Quantenüberlegenheit: Forscher des Konzerns ließen einen Quantencomputer ein Problem lösen, das ein klassischer Rechner nur mit exorbitant viel Zeit oder Speicherplatz hätte lösen können. Diese Überlegenheit ist der Grund für die Aufregung um Quantum Computing. Quantencomputer sind aber nicht in jeder Hinsicht besser als klassische Rechner. Einerseits gibt es Probleme, die weder herkömmliche Computer noch Quantenrechner praktisch lösen können. Andererseits können auch klassische Computer viele Dinge schon so gut, dass diese nicht von der Portierung auf Quantencomputer profitieren würden – niemand wartet etwa auf eine Quanten-Tabellenkalkulation.

Quantencomputer sind daher eher als Coprozessoren zu sehen und werden klassische Computer nicht ersetzen, sondern ergänzen. Trotzdem gibt es viele potenzielle Anwendungsfelder und die Hoffnungen sind groß: Profitieren könnten zeitkritische Optimierungsprobleme, wie sie zum Beispiel Navigations- und Verkehrsleitsysteme lösen müssen. Auch Probleme aus der künstlichen Intelligenz sind häufig Optimierungsprobleme. Materialforschung und Medizin könnten ebenfalls profitieren: Die Simulation von Molekülen und Proteinen fällt klassischen Computern sehr schwer, unter anderem weil hier quantenmechanische Effekte eine Rolle spielen. Quantencomputer können ausnutzen, dass sie genau solche Effekte zur Berechnung einsetzen – was die Grundlage ihrer Vorteile ist. Sie eignen sich dadurch ungleich besser zur Simulation solcher Systeme.

Zwei Arten von Quantencomputern sind momentan auf dem Vormarsch: Quantum-Annealing-Maschinen, die auf Optimierungsprobleme spezialisiert sind, und Quantengattercomputer, die beliebige

Berechnungen ausführen können – man nennt sie daher universell. In beiden Fällen unterscheidet sich die Programmierung grundlegend von der Programmierung klassischer Computer: Damit quantenphysikalische Effekte in die Berechnungen einfließen können, müssen sich Quantencomputer schon in ihren fundamentalen Bauteilen von klassischen Rechnern unterscheiden. Herkömmliche Computer nutzen Bits, die 0 oder 1 repräsentieren und sonst nichts. Quantencomputer verwenden sogenannte Quantenbits, kurz Qubits, die völlig andere Eigenschaften haben.

Entgegen dem Klischee von der unbegreiflichen Quantenphysik sind diese Eigenschaften aber nicht allzu schwierig zu verstehen. Sie sind lediglich anders als die Physik, die man in der alltäglichen Welt wahrnimmt, und daher wenig intuitiv. Es ist deswegen sinnvoll, sich Quantencomputern so zu nähern, als würde man das erste Mal etwas über Computer lernen. Annahmen und Erfahrungen in der Programmierung klassischer Computer sollte man beiseite legen.

Was sind Qubits?

Die kleinste Informationseinheit im Quantum Computing ist das Qubit. Im Unterschied zu klassischen Bits ist der Zustand eines Qubits nicht entweder 0 oder 1, sondern eine Mischung daraus. Die Mischung wird als „Überlagerung“ oder „Superposition“ bezeichnet. Ein Qubit kann also umgangssprachlich ausgedrückt „fast ganz 0 und nur ein bisschen 1“, „hälftig 0 und 1“ oder auch „exakt 0“ sein. „0“ und „1“, die diesen Zustandsraum eines Qubits aufspannen, nennt man Basiszustände. Sie werden üblicherweise als $|0\rangle$ und $|1\rangle$ geschrieben, was man als „Ket 0“ und „Ket 1“ ausspricht.

Ein Qubit ist also immer mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit $|0\rangle$ und mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit $|1\rangle$. Man nennt Qubits – und auch Quantencomputer – daher probabilistisch, was eine ihrer Stärken ist: Eine Operation auf einem Qubit in Superposition wird sowohl auf dem Zustand $|0\rangle$ als auch dem Zustand $|1\rangle$ ausgeführt. Letztlich kann eine Berechnung dadurch mit allen möglichen Inputs auf einmal erfolgen. Es ist aber sowohl ein Segen als auch ein Fluch, dass Quantencomputer probabilistisch sind: Selbst wenn ein Quantenprogramm perfekt geschrieben wurde, ist das Ergebnis mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit falsch. Auf Quantencomputern wird daher jede Berechnung nicht nur einmal, sondern hunderte oder tausende Male ausgeführt und das korrekte Ergebnis daraus statistisch ermittelt.

Physikalisch gibt es diverse Möglichkeiten, Qubits zu realisieren, je nachdem, welche quantenphysikalische Größe als Informationsträger genutzt wird. Verwendet werden unter anderem elektrische Ströme oder Ladungen, quantenmechanische Spins und sogar „Anyonen“ – exotische Quasiteilchen, von denen man sich stabilere Qubits erhofft. Neben zahlreichen Unternehmen treiben auch staatliche und universitäre Forschungseinrichtungen verschiedene Ansätze voran, in Deutschland zum Beispiel in Braunschweig, Hannover, München, Mainz und Siegen [1]. Die allen Ansätzen gemeinsame technologische Herausforderung ist, das quantenphysikalische System von weiteren physikalischen Eigenschaften und störenden Einflüssen zu isolieren. Eine Realisierung von Qubits sind beispielsweise Ringe aus Supraleitern, etwa Niob oder Aluminium. Sobald das Qubit seine supraleitenden Eigenschaften angenommen hat, kann Strom in beide Richtungen zugleich und ohne Widerstand fließen. Das erzeugt zwei Magnetfelder, ein „nach oben“ und ein „nach unten“ gerichtetes.

Um Supraleitung zu ermöglichen und thermisches Rauschen zu minimieren, muss man die Qubits auf etwa 10 bis 15 Millikelvin kühlen, also unter −273 °C, nahe dem absoluten Nullpunkt. Außerdem müssen sich die Qubits im Vakuum befinden, weil schon die Kollision eines einzelnes Atoms mit einem Qubit die Berechnung verfälschen würde. Hinzu kommt, dass das Erdmagnetfeld stark genug ist, um solche Qubits zu beeinflussen, weshalb man sie von jeglichem Magnetfeld isolieren muss – alles zusammen eine große Herausforderung.

Einmaliges Lesen

Ein zweiter, wesentlicher Unterschied zwischen Qubits und klassischen Bits ist, dass sich letztere beliebig oft auslesen lassen. Der Wert des Bits ändert sich dabei nicht. Ein Qubit hingegen existiert in besagtem Überlagerungszustand, bis es gemessen wird. Am Ende jeder Berechnung steht so eine Messung, bei der Qubits unausweichlich „dekohärent“ werden. Das bedeutet, dass ein Qubit seine Quanteneigenschaften verliert und in einen von zwei messbaren Zuständen (0 oder 1) kollabiert.

Alle möglichen Ergebnisse einer Berechnung werden dabei auf ein Resultat reduziert. Daher ist es unsinnig, Qubits mehrfach auszulesen. Einmal gemessen, ist die Quantennatur zerstört und nicht wiederherstellbar. Aus dem gleichen Grund versucht man, Dekohärenz vor der Messung unbedingt zu verhindern: Wenn ein Qubit schon während der Berechnung seine Quanteneigenschaften verliert, dann ist die Berechnung falsch und man muss von vorne anfangen.

Auf gehts

Um mit Qubits rechnen zu können, muss man ihre mathematische Darstellung verstehen. Der folgende Artikel gibt einen ersten Einblick in die Mathematik von Qubits; noch tiefer kann man mit dem Artikel auf Seite 146 einsteigen, an dessen Ende ein erstes Beispielprogramm steht. Lassen Sie sich von den Formeln nicht abschrecken. Qubits sind nicht viel schwieriger zu verstehen als die binäre Logik klassischer Bits, nur etwas weniger vertraut. *(syt@ct.de)* c't

Literatur

[1] Arne Grävemeyer, Robuste Quantenrechner, Ionenfallen-Qubits mit reduzierter Fehlerquote, c't 4/2020, S. 40

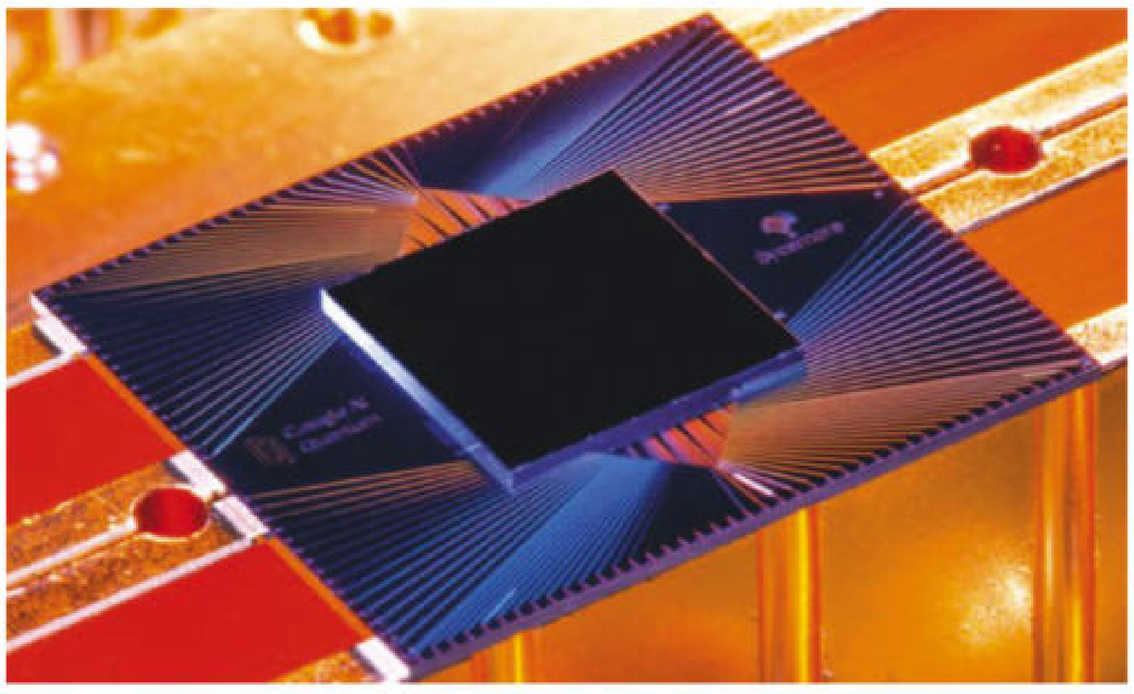


Bild: Erik Lucero, Google

Quantenprozessor mit 54 Qubits: Googles Chip „Sycamore“, der zum ersten Mal Quantenüberlegenheit demonstrierte.

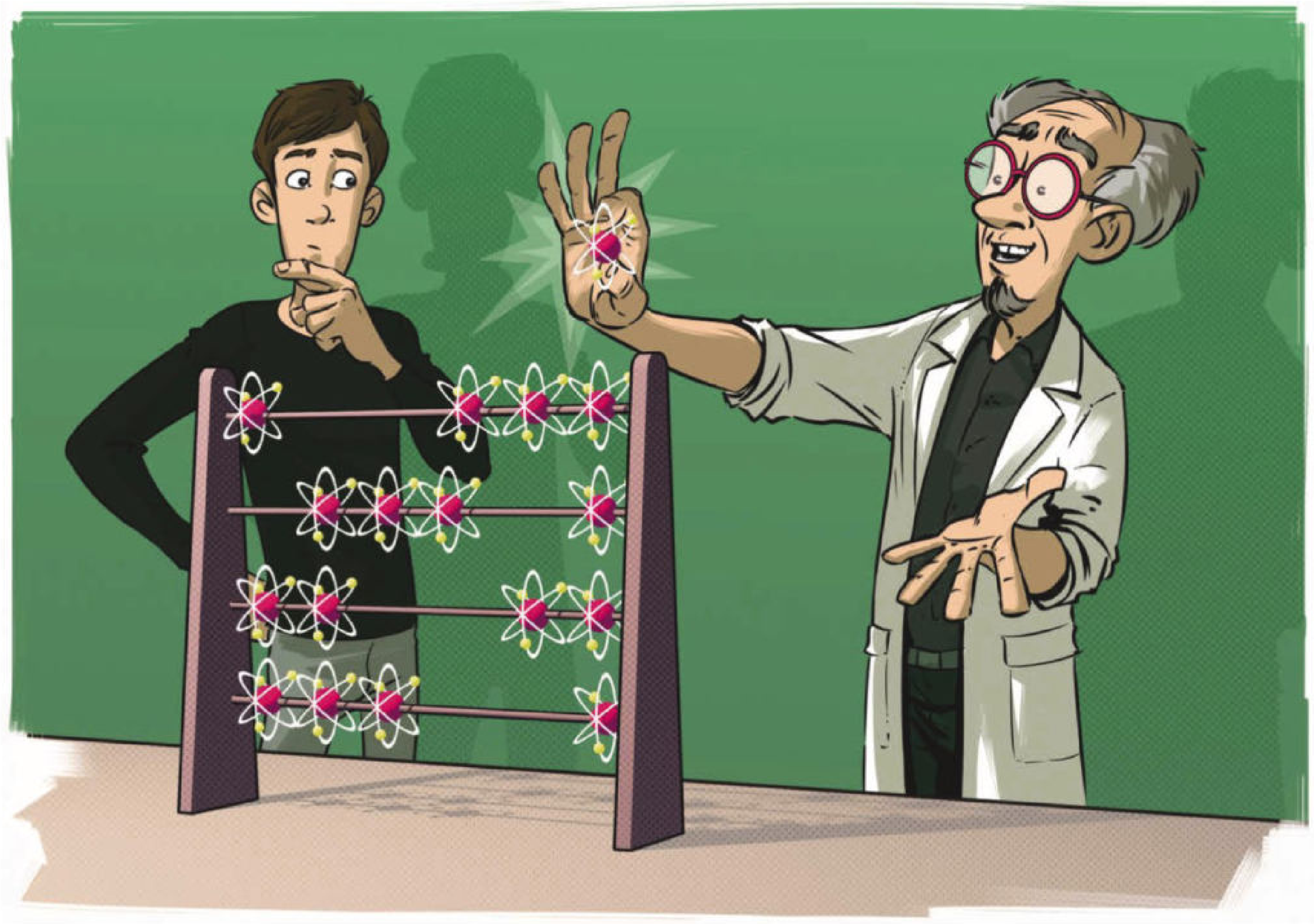


Bild: Albert Hulm

Qubits 101

Die Mathematik von Qubits erklärt

Um mit Qubits zu rechnen, muss man eher ihre logischen Eigenschaften verstehen als ihre physikalische Realisierung. Um etwas Mathematik kommt man dabei nicht herum, aber die sieht schwieriger aus, als sie ist. „Wahrscheinlichkeiten" und „Vektorräume" klingen kompliziert, sind aber gar nicht so schwer zu verstehen.

Von Florian Neukart

Klassische Bits sind entweder 0 oder 1, sie lassen sich deshalb mathematisch als Wahrheitswert fassen: Wahr oder falsch, dazwischen gibt es nichts. Die Bits von Quantencomputern (Qubits) verhalten sich anders. Sie sind sowohl $|0\rangle$ als auch $|1\rangle$, jeweils mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit. Erst wenn man ein Qubit misst, kollabiert es auf einen festen Wert (siehe S. 142), aber vorher kann es sich in einem Überlagerungszustand befinden und beispielsweise gleich wahrscheinlich $|0\rangle$ und $|1\rangle$ sein. $|0\rangle$ und $|1\rangle$ – ausgesprochen „Ket 0" und „Ket 1" – nennt man Basiszustände, weil sie den Zustandsraum eines Qubits aufspannen.

Den internen Zustand eines Qubits vor der Messung kann man also durch zwei Parameter charakterisieren, die beschreiben, wie sehr das Qubit $|0\rangle$ und wie sehr es es $|1\rangle$ ist. Die beiden Parameter nennt man häufig α und β. Genau genommen handelt es sich bei α und β um sogenannte Wahrscheinlichkeitsamplituden, aber dieses Konzept hier zu erklären, führt zu weit. Wichtig für das Folgende ist nur, dass α und β komplexe Zahlen sind, sozusagen Gewichtungen, die angeben, ob das Qubit eher im Zustand $|0\rangle$ oder im Zustand $|1\rangle$ vorliegt: Die quadrierten Absolutwerte von α und β sind die Wahrscheinlichkeiten, wie das Qubit gemessen wird: $|\alpha|^2$ ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Qubit als $|0\rangle$ gemessen wird und $|\beta|^2$ die Wahrscheinlichkeit, dass das Qubit als $|1\rangle$ gemessen wird. Auf welchen Wert ein Qubit tatsächlich kollabiert, wird bei der Messung festgestellt, aber α und β selbst kann man nicht messen.

Hardcore

Mathematisch ist ein Qubit also ein Vektor aus zwei komplexen Zahlen: $\begin{bmatrix}\alpha\\ \beta\end{bmatrix}$.

Auch $|0\rangle$ und $|1\rangle$, die beiden Basiszustände, lassen sich als solche Vektoren schreiben: Weil ein Basiszustand eben keine Überlagerung darstellt, ist jeweils eine der Wahrscheinlichkeitsamplituden gleich 0 und die andere gleich 1:

$$|0\rangle = \begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix} \qquad |1\rangle = \begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}$$

Dass es sich bei einem beliebigen Qubit $\left[\begin{smallmatrix}\alpha\\\beta\end{smallmatrix}\right]$ um eine Überlagerung der beiden Basiszustände handelt, lässt sich in linearer Algebra wie folgt ausdrücken:

$$\begin{bmatrix}\alpha\\\beta\end{bmatrix} = \alpha\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix} + \beta\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}$$

Anstatt die Vektoren explizit anzugeben, was mühsam werden kann, wird in der Regel die Bra-Ket-Schreibweise genutzt (siehe Kasten):

$$\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

Alle Wahrscheinlichkeiten in einem System ergeben in Summe immer 1 – es ist nicht möglich, mit 70 Prozent Wahrscheinlichkeit den Zustand $|0\rangle$ zu messen und mit 40 Prozent Wahrscheinlichkeit den Zustand $|1\rangle$. Daraus folgt, dass $|\alpha|^2$ und $|\beta|^2$, die beiden Wahrscheinlichkeiten, addiert immer 1 ergeben. Das wiederum bedeutet, dass der Vektor eines Qubits immer die Länge 1 hat, was praktisch ist, um damit zu rechnen.

Mehrere Qubits

Mit einem einzelnen Qubit kann man wenig anfangen, für Berechnungen sind mehrere Qubits nötig. Ein solches System kombinierter Qubits hat einen eigenen Zustandsraum, der sich aus den Zustandsräumen der beteiligten Qubits ergibt. Mathematisch wird das durch Tensorprodukte beschrieben, die auch festlegen, wie sich Basiszustände des Systems aus den Basiszuständen der einzelnen Qubits ergeben. „Tensorprodukt“ klingt kompliziert, aber die Berechnung ist nicht allzu schwierig, wie ein kleines Beispiel für die Basiszustandskombination $|0\rangle$ und $|1\rangle$ zeigt:

$$|0\rangle \otimes |1\rangle = \begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1\cdot\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}\\0\cdot\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}\end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix}\begin{bmatrix}1\cdot 0\\1\cdot 1\end{bmatrix}\\\begin{bmatrix}0\cdot 0\\0\cdot 1\end{bmatrix}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}\begin{bmatrix}0\\1\end{bmatrix}\\\begin{bmatrix}0\\0\end{bmatrix}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}0\\1\\0\\0\end{bmatrix}$$

Es wird zuerst jedes Element im ersten Vektor (rot) mit dem gesamten zweiten Vektor (grün) multipliziert. Die entstehenden „verschachtelten“ Vektoren werden entsprechend der Position ihrer Elemente kombiniert. Vereinfacht schreibt man statt $|\psi\rangle\boxtimes|\varphi\rangle$ auch $|\psi\rangle|\varphi\rangle$ oder $|\psi\varphi\rangle$.

An dem Ergebnis der obigen Beispielrechnung sieht man, dass zwei Qubits einem vierdimensionalen Vektorraum entsprechen. Die Basiszustände dieses Zwei-Qubit-Raumes sind:

$$|00\rangle = \begin{bmatrix}1\\0\\0\\0\end{bmatrix} \qquad |01\rangle = \begin{bmatrix}0\\1\\0\\0\end{bmatrix}$$

$$|10\rangle = \begin{bmatrix}0\\0\\1\\0\end{bmatrix} \qquad |11\rangle = \begin{bmatrix}0\\0\\0\\1\end{bmatrix}$$

Im Allgemeinen werden n kombinierte Qubits durch einen Vektor in einem 2^n-dimensionalen Vektorraum dargestellt. Der Vektorraum von Qubits erfüllt noch einige spezielle Bedingungen; Mathematiker bezeichnen solche Vektorräume als Hilbert-Räume. Die Darstellung mit ausgeschriebenen Vektoren wird schon ab vier, fünf Qubits unübersichtlich, weil man etwa Vektoren mit $2^5 = 32$ Dimensionen schreiben müsste. Die Bra-Ket-Schreibweise ist deutlich übersichtlicher.

Wie man solche kombinierten Qubits nutzt, um Berechnungen anzustellen, hängt von der verwendeten Architektur des Quantencomputers ab. Aktuell sind zwei Varianten verbreitet: Quanten-Annealer und Quantengattercomputer.

Der Artikel auf der nächsten Seite gibt eine erste Einführung in die Programmierung von Quantengattercomputern. Neben den theoretischen Hintergründen wird auch ein kleines Beispielprogramm implementiert und auf einem Quantengattercomputer ausgeführt. Verschiedene Firmen bieten Systeme an, die man teilweise kostenlos nutzen darf. Weitere Programmierbeispiele und den Einsatz von Quanten-Annealern stellen wir in loser Folge in künftigen c’t-Ausgaben vor. *(syt@ct.de)* c't

Die Bra-Ket-Notation

Man schreibt Qubits der Einfachheit halber oft in Bra-Ket-Notation. Von den ungewohnten Zeichen darf man sich nicht abschrecken lassen, das Grundprinzip ist einfach: Ein „Bra“ beschreibt einen Zeilenvektor und wird mit den Zeichen ⟨...| dargestellt, wohingegen ein „Ket“ einen Spaltenvektor beschreibt und mit den Zeichen |...⟩ notiert wird. Zum Beispiel stehen die beiden Kets $|0\rangle$ und $|1\rangle$, die Basiszustände eines Qubits, für die Spaltenvektoren $\left[\begin{smallmatrix}1\\0\end{smallmatrix}\right]$ und $\left[\begin{smallmatrix}0\\1\end{smallmatrix}\right]$. Die zugehörigen Bras, $\langle 0|$ und $\langle 1|$, stehen für die Zeilenvektoren $\left[\begin{smallmatrix}1&0\end{smallmatrix}\right]$ und $\left[\begin{smallmatrix}0&1\end{smallmatrix}\right]$.

Kets und Bras werden mittels Matrixmultiplikation miteinander multipliziert. Das bedeutet, dass ein Ket mit einem Bra multipliziert eine Matrix ergibt:

$$|x\rangle\langle y| = \begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}\begin{bmatrix}c & d\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}a\cdot c & a\cdot d\\b\cdot c & b\cdot d\end{bmatrix}$$

Matrix-multipliziert man hingegen ein Bra mit einem Ket, ergibt das eine normale Zahl (einen Skalar). In so einer Bra-Ket-Kombination wird nur ein senkrechter Strich geschrieben:

$$\langle x|y\rangle = \begin{bmatrix}a & b\end{bmatrix}\begin{bmatrix}c\\d\end{bmatrix} = a\cdot c + b\cdot d$$

Ein Qubit ψ, das sich in einer Superposition von $|0\rangle$ und $|1\rangle$ befindet, schreibt man in Bra-Ket-Notation wie folgt:

$$|\psi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$$

Wichtig ist, dass der Teil zwischen ⟨ und | beziehungsweise zwischen | und ⟩ ein bloßes Label ist, ohne innere Bedeutung. Die Basiszustände $|0\rangle$ und $|1\rangle$ könnten zum Beispiel auch mit $|\bullet\rangle$ und $|\ddagger\rangle$ bezeichnet werden. Die Zuordnung zu den angegebenen Vektoren folgt zwar gewissen Schemata, ist letztlich aber eine Frage der Konvention. Es gibt noch viele weitere konventionelle Label, zum Beispiel folgendes:

$$|+\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

Zustände aus mehreren Qubits, beispielsweise den beiden Qubits ψ und φ, stellt man mathematisch als Tensorprodukt dar: $|\psi\rangle\boxtimes|\varphi\rangle$. In der Bra-Ket-Schreibweise ist das Produktzeichen optional und die beiden Qubits werden sogar in ein gemeinsames Ket geschrieben:

$$|\psi\rangle \otimes |\varphi\rangle = |\psi\rangle|\varphi\rangle = |\psi\varphi\rangle$$

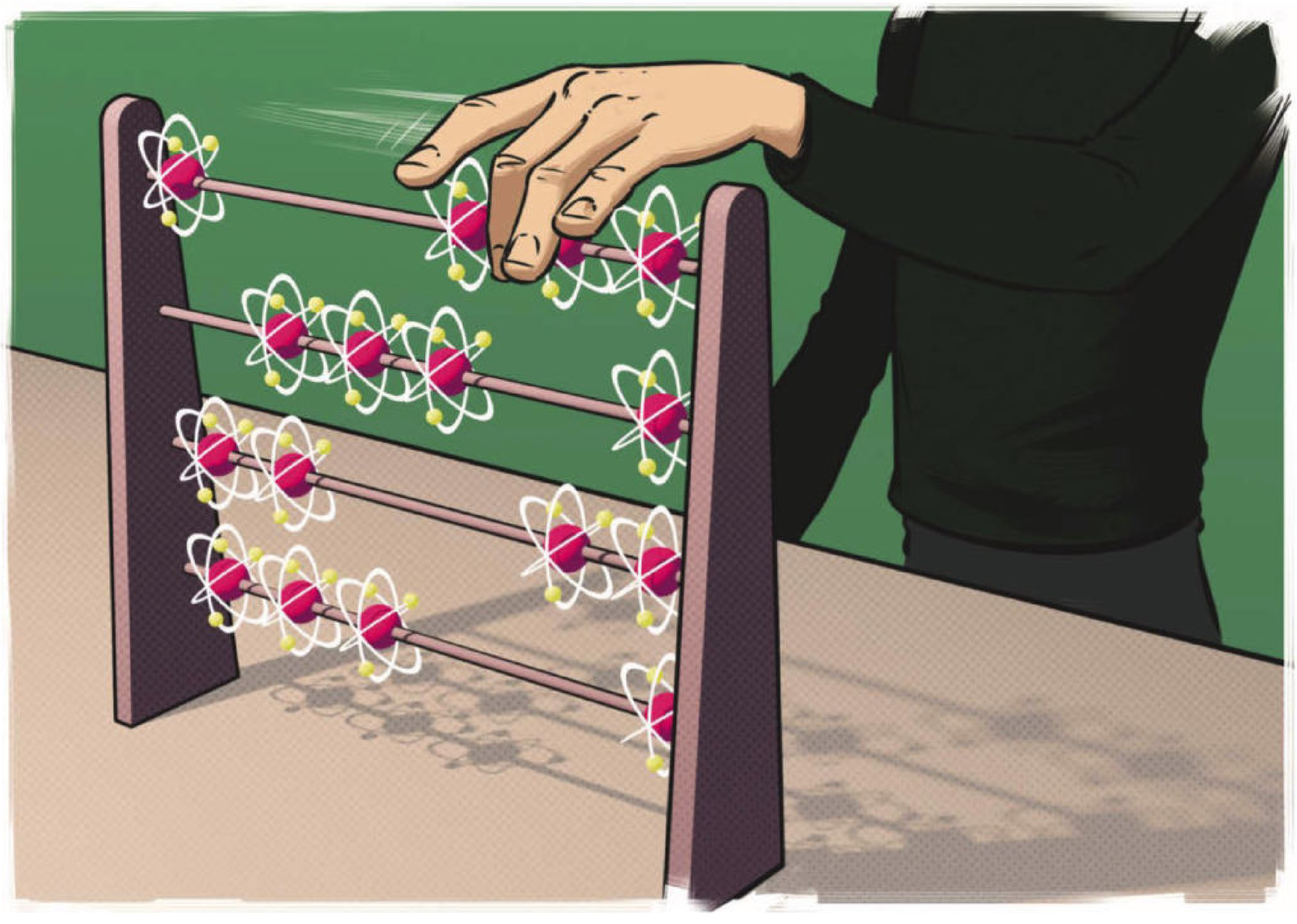


Bild: Albert Hulm

Hallo, Quantenwelt!

Wie man mit Quantengattern programmiert

Universelle Quantencomputer sind Objekte aktiver Forschung. Trotzdem kann man schon lernen, wie man sie programmiert. Um etwas Mathematik kommt man zwar nicht herum, aber die Programmierung ist keine rein abstrakte Denkaufgabe: Verschiedene Firmen bieten APIs und Interfaces für Quantum-Computing in der Cloud, die auch Privatpersonen offenstehen und sich zum Experimentieren eignen.

Von Florian Neukart

Verglichen mit klassischen Computern befinden sich Quantencomputer und deren Programmierung noch in den Kinderschuhen. Analog zu den Anfangstagen klassischer Rechner muss man deswegen mit relativ rudimentären Strukturen arbeiten. Nach Methoden zum Deklarieren und Setzen von Variablen oder nach Funktionen, Schleifen und Anweisungen darf man nicht suchen. Stattdessen beschreibt man das gewünschte Verhalten direkt als Verschaltung und Manipulation von Qubits.

c't Hardcore

Wie man das macht, hängt von der Architektur des verwendeten Quantencomputers ab. Quantengattercomputer programmiert man – wie der Name nahelegt –, indem man Logikgatter definiert und auf die Qubits anwendet. Solche „Gate Model"-Quantencomputer können beliebige Berechnungen ausführen, sie sind universell. Das Prinzip der Gatter ähnelt herkömmlichen Rechnern, die mithilfe klassischer Gatter operieren (siehe Kasten „Klassische Logikgatter").

Es gibt verschiedene Programmiersprachen und APIs, um Quantengatter und ihre Verknüpfung zu beschreiben. Die eigentliche Aufgabe der Programmierung besteht aber weniger darin, eine bestimmte Gatterkombination in der gewählten Programmiersprache zu beschreiben – das ist einfach –, sondern die gewünschte Berechnung überhaupt auf eine Kombination von Gattern abzubilden. Dazu muss man verstehen, wie Quantengatter funktionieren und welche mathematischen Überlegungen ihnen zugrunde liegen. Um die Berechnungen kleinteilig nachzuvollziehen hilft es, schon einmal mit Matrizen und Vekto-

ren gerechnet zu haben, nötig zum allgemeinen Verständnis ist das aber nicht.

Willkommen in der Matrix

Mathematisch repräsentiert man Qubits als Vektoren (siehe Artikel auf S. 144). Weil Quantengatter auf solchen Qubits operieren, muss die theoretische Beschreibung von Quantengattern also auf Vektoren operieren. Das legt Matrizen nahe, denn eine Matrix ist eine lineare Transformation für Vektoren.

Anders als klassische Gatter unterliegen Quantengatter den Gesetzen der Quantenphysik. Dazu gehört, dass bei einem Zustandsübergang keine Information verloren gehen kann – man nennt das Unitarität. Da Quantengatter definieren, wie zwischen den Zuständen von Qubits gewechselt wird, müssen sie Unitarität einhalten, ihre Anwendung muss umkehrbar sein.

Das hat zweierlei Konsequenzen: Zum einen müssen Quantengatter die gleiche Anzahl von Eingangs- und Ausgangs-Qubits haben – sonst wären sie schon prinzipiell nicht umkehrbar. Dies unterscheidet sie von den meisten klassischen Logikgattern (siehe Kasten „Reversibles Rechnen“). Matrizen, die Quantengatter repräsentieren, müssen daher quadratisch sein, also n Zeilen und n Spalten haben. Nur so wird ein n-dimensionaler Eingangsvektor auch auf einen n-dimensionalen Ausgangsvektor abgebildet. Zum anderen sind Quantengatter – den physikalischen Bedingungen folgend – auch tatsächlich umkehrbar. Für ihre theoretische Darstellung heißt das, dass die Matrizen invertierbar sein müssen. Außerdem müssen Quantengatter die Einheitslänge der Qubits beibehalten, auf denen sie operieren. (Qubit-Vektoren haben immer die Länge 1.)

Um das alles abzudecken, repräsentiert man Quantengatter als unitäre Matrizen. Unitäre Matrizen sind quadratisch, längenerhaltend und für jede unitäre Matrix gibt es eine inverse Matrix.

Quantengatter

Ganz wie bei den Wahrheitstabellen klassischer Gatter ist im Prinzip alles als Quantengatter denkbar, was sich als unitäre Matrix schreiben lässt (siehe Kasten „Gatter definieren“). Zwei der wichtigsten Quantengatter sind das Hadamard-Gatter (H) und das controlled-NOT-Gatter (cNOT). Das Hadamard-Gatter wirkt auf ein einzelnes Qubit. Es hebt einen definitiven Zustand ($|0\rangle$ oder $|1\rangle$) in eine Superposition der beiden möglichen Zustände, und zwar wie folgt:

$$|0\rangle \quad \rightarrow \quad \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle + \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

$$|1\rangle \quad \rightarrow \quad \frac{1}{\sqrt{2}}|0\rangle - \frac{1}{\sqrt{2}}|1\rangle$$

Als unitäre Matrix wird das Hadamard-Gatter so dargestellt:

$$H = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}$$

Wenn man es auf den definitiven Zustand $|0\rangle$ anwendet, ist das Ergebnis eine gleichgewichtete Superposition der Zustände $|0\rangle$ und $|1\rangle$:

$$H|0\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(|0\rangle + |1\rangle\right) \qquad (1)$$

Alle Gleichungen mit einer Ziffer am Ende sind hier der Übersichtlichkeit halber verkürzt dargestellt. Unter ct.de/yekp finden Sie ausführliche Varianten der Gleichungen zum Nachvollziehen. Wie bereits erwähnt, müssen Quantengatter reversibel sein, es muss also ein Gatter geben, das die Wirkung rückgängig macht. Das Hadamard-Gatter im Speziellen macht sich selbst rückgängig, eine neuerliche Anwendung resultiert im Urzustand:

$$H\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\left(|0\rangle + |1\rangle\right)\right) = |0\rangle \qquad (2)$$

Das cNOT-Gatter hingegen wirkt auf zwei Qubits, einem Kontroll-Qubit und einem

Klassische Logikgatter

Logikgatter sind die grundlegenden Bauteile klassischer Computer. Ein Gatter hat einige Bits als Eingänge und Ausgänge und setzt die Ausgangsbits abhängig von seinen Eingangsbits. Zum Beispiel hat ein AND-Gatter zwei Eingänge und einen Ausgang. Wenn beide Eingänge auf 1 stehen, dann – und nur dann – wird auch das Ausgangsbit auf 1 gesetzt. Steht mindestens einer der Eingänge auf 0, wird das Ausgangsbit auf 0 gesetzt. Ein anderes typisches Beispiel ist das NOT-Gatter. Es hat nur einen Eingang und einen Ausgang und invertiert den Wert seines Einganges: Steht der Eingang auf 1, setzt es den Ausgang auf 0, und steht der Eingang auf 0, setzt es den Ausgang auf 1.

Es gibt zahllose solcher Gatter, die mehr oder weniger üblich sind. Letztlich lässt sich alles, was klassische Computer berechnen, auf Kombinationen solcher Gatter abbilden. Theoretisch repräsentieren lassen sich klassische Gatter als Wahrheitstabellen. Jede Spalte einer solchen Tabelle steht für ein Eingangs- oder Ausgangsbit, die Zeilen decken alle möglichen Eingangskombinationen ab und definieren die resultierenden Ausgangswerte. Die Wahrheitstabelle eines AND-Gatters ist folgende:

Eingang 1	Eingang 2	Ausgang
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Und die eines NOT-Gatters sieht so aus:

Eingang	Ausgang
0	1
1	0

Im Prinzip ist alles als Gatter denkbar, was sich als Wahrheitstabelle schreiben lässt. Eine besondere Rolle spielen „funktional vollständige“ Gatter wie das NAND-Gatter. Das ist eine negierte Version des AND-Gatters, es verhält sich also wie ein AND-Gatter, bei dem das Ergebnis noch mal durch ein NOT-Gatter geleitet wird. Man nennt solche Gatter „funktional vollständig“ oder „universell“, weil sich mit ihnen jede Kombination beliebiger Gatter simulieren lässt. Anders gesagt: Jede Verschaltung irgendwelcher Logikgatter lässt sich durch eine andere Schaltung ersetzen, die ausschließlich aus NAND-Gattern besteht, sich aber exakt gleich verhält. Das bedeutet letztlich, dass sich jede beliebige Berechnung, die klassische Computer überhaupt durchführen können, auch mit einer Verschaltung von NAND-Gattern durchführen lässt.

Ziel-Qubit. Ist das Kontroll-Qubit $|0\rangle$, tut das Gatter nichts. Wenn das Kontroll-Qubit allerdings $|1\rangle$ ist, dann invertiert das cNOT-Gatter das Ziel-Qubit. cNOT funktioniert daher wie ein NOT-Gatter, aber nur wenn das Kontroll-Qubit $|1\rangle$ ist – daher der Name „controlled NOT".

Die Matrix, die cNOT darstellt, behandelt das Kontroll-Qubit als den Wert links im Ket und das Ziel-Qubit als den Wert rechts. In folgendem Beispiel ist das Kontroll-Qubit im Zustand $|0\rangle$, daher bleibt auch der Zustand des Ziel-Qubits unverändert:

$$cNOT|01\rangle = |01\rangle \qquad (3)$$

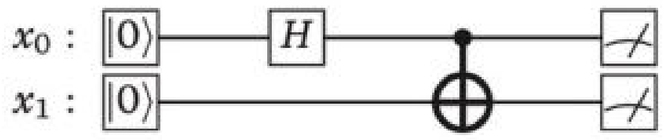
Wenn das Kontroll-Qubit im Zustand $|1\rangle$ ist, dann wird das Ziel-Qubit invertiert:

$$cNOT|10\rangle = |11\rangle \qquad (4)$$

Der Kasten „Gatter definieren" erklärt genauer, wie man die Matrix eines Gatters konstruiert.

Quantenschaltungen

Solche Quantengatter lassen sich dann in sogenannten Quantum-Circuit-Diagrammen kombinieren – Schaltkreise mit Quantengattern. Qubits werden dabei als Zeilen repräsentiert, in die man Quantengatter – sequenziell von links nach rechts – einträgt. Das ganze Diagramm liest man dann von links nach rechts ab; man spricht von der Evolution einer Quantenschaltung.



Die Abbildung zeigt ein einfaches Beispiel. Die beiden Zeilen stehen für zwei Qubits x_0 und x_1, beide anfangs im definitiven Zustand $|0\rangle$. In der Evolution nach rechts sieht man, dass das Hadamard-Gatter auf x_0 angewendet wird. Bei x_1 ist nichts eingetragen, was bedeutet, dass die Identitätsmatrix I angewendet wird. Sie lässt das Qubit unverändert.

Das Hadamard-Gatter und die Identitätsmatrix beziehen sich nur auf jeweils eines der beiden Qubits. Die Quantenschaltung kann aber nur als Ganzes einen Schritt in ihrer Evolution machen. Um zu wissen, wie dieser kombinierte Schritt der beiden Qubits aussieht, muss die Hadamard-Transformation des ersten Qubits mit der Identitätstransformation des zweiten Qubits kombiniert werden. Das geschieht mittels Tensorprodukt (siehe Artikel auf S. 144):

$$H \otimes I = HI \qquad (5)$$

Diese Operation wird auf den Zustand $|00\rangle$ angewendet:

$$HI|00\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(|00\rangle + |10\rangle\right) \qquad (6)$$

Man sieht, dass x_0 (links im Ket) durch das Hadamard-Gatter in eine Superposition gehoben worden ist, während x_1 (rechts im Ket) im Zustand $|0\rangle$ verbleibt. Im nächsten Schritt der Schaltungsevolution – also weiter nach rechts – wird die Operation cNOT auf beide Qubits angewendet. Die Art der Darstellung impliziert, dass x_0 das Kontroll-Qubit ist und x_1 das Ziel-Qubit. x_0 ist allerdings in Superposition. Die cNOT-Operation wird deshalb mit einem Aufruf sowohl auf $|00\rangle$ als auch auf $|10\rangle$ angewendet. Anders gesagt: Weil das Kontroll-Qubit in Superposition ist, wird das Ziel-Qubit sowohl invertiert als auch nicht invertiert:

$$\begin{aligned} cNOT\frac{1}{\sqrt{2}}\left(|00\rangle + |10\rangle\right) = \\ = \frac{1}{\sqrt{2}}\left(|00\rangle + |11\rangle\right) \end{aligned} \qquad (7)$$

Der Zustand der beiden Qubits nach diesen beiden Transformationen ist in einer gleichgewichteten Superposition der beiden Zustände $|00\rangle$ und $|11\rangle$. Wenn nun also eine Messung durchgeführt wird – die im Quantum-Circuit-Diagramm mit zwei Zeigeranzeigen repräsentiert wird –, dann wird mit jeweils 50 Prozent Wahrscheinlichkeit einer dieser beiden Zustände gemessen. Die Wahrscheinlichkeiten ergeben sich aus dem Quadrieren der Absolutwerte der Gewichtungen (siehe Artikel auf S. 144).

Reversibles Rechnen

Eine wichtige Folge der Unitarität von Quantengattern ist, dass Qubits sich nicht einfach willkürlich auf bestimmte Zustände setzen lassen. Angenommen, es gäbe ein Quantengatter, das Qubits feste Werte zuweisen kann. So ein Gatter wäre nicht invertierbar und damit auch nicht unitär: Es wäre nicht möglich, aus dem fixen Zustand nach Anwendung des Gatters auf den beliebigen Zustand davor zu schließen. Dass Quantengatter grundsätzlich invertierbar sind, ist der Grund, warum Quantum Computing oft als eine Form des reversiblen Rechnens betrachtet wird.

Reversibles Rechnen ist keine Domäne der Quantencomputer, obgleich die meisten herkömmlichen Gatter nicht reversibel sind. Das AND-Gatter etwa bildet drei Eingangskombinationen auf den Ausgangswert 0 ab. Kennt man nur diesen Wert, weiß man also nicht, welche der drei möglichen Eingangskombinationen vorgelegen hat.

Es gibt aber klassische reversible Gatter, wie das Toffoli-Gatter, benannt nach seinem Erfinder Tommaso Toffoli. Das Toffoli-Gatter ist nicht nur reversibel, es ist auch universell, man kann mit ihm also jede klassische Berechnung durchführen (siehe Kasten „Klassische Logikgatter").

Reversible Gatter müssen mindestens so viele Aus- wie Eingänge haben. Sonst gäbe es notwendigerweise mehr Kombinationen von Eingangsbits als Kombinationen von Ausgangsbits, sodass eine Zuordnung nicht eindeutig sein kann. Das Toffoli-Gatter hat drei Eingänge und drei Ausgänge, seine Wahrheitstabelle sieht folgendermaßen aus:

E-1	E-2	E-3	A-1	A-2	A-3
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	0

Sind Bit 1 und Bit 2 gleich 1, dann, und nur dann, wird Bit 3 invertiert – man nennt das Toffoli-Gatter daher auch controlled-controlled-NOT-Gatter (ccNOT). Es gibt ein direktes Quantenäquivalent davon, was zeigt, dass Quantenschaltungen alle Operationen ausführen können, die klassische Schaltungen berechnen können – wenn auch nicht unbedingt schneller oder effizienter.



Bild: IBM Quantum Experience

Ziemlich einfach: Bei IBM kann man Quantenschaltkreise sogar per Maus zusammenklicken. Eine entsprechende Repräsentation in der Programmiersprache OpenQASM wird automatisch erzeugt.

Intuitiv ergibt das Sinn: Die cNOT-Operation macht den Zustand des Ziel-Qubits vom Zustand des Kontroll-Qubits abhängig. Auch das Ziel-Qubit wird dadurch in eine Superposition gehoben, allerdings verknüpft mit dem Zustand des Kontroll-Qubits. Die Zustände der beiden Qubits sind voneinander abhängig und lassen sich nicht mehr als einzelne Qubit-Zustände beschreiben. Man sagt, die beiden Qubits sind quantenmechanisch verschränkt.

Mathematisch zeigt sich die Verschränkung dadurch, dass ein Zustand wie das Ergebnis der Gleichung Nummer 7 nicht durch ein Tensorprodukt zweier einzelner Zustände (wie etwa $|0\rangle \otimes |1\rangle$) erzeugt werden kann.

Ausführung des Programms

Aber wie programmiert man nun einen Quantencomputer ganz konkret? Letztlich muss man doch Code schreiben, so eine Darstellung als Quantenschaltung kann man ja nirgendwo eingeben, oder? Ja und nein: Zum Beispiel bietet IBM in der Tat ein Interface, über das sich Quantenschaltungen grafisch definieren lassen. Außerdem stellen verschiedene Anbieter APIs zur Verfügung. Darüber lassen sich Programme für Quantencomputer in einer Programmiersprache beschreiben, etwa Python. Die APIs mancher Anbieter, zum Beispiel von IBM, Google oder Rigetti, erlauben auch, die Programme direkt zu einem Quantencomputer des Unternehmens zu übertragen und dort auszuführen.

In diesem Tutorial verwenden wir exemplarisch die APIs von Rigetti Computing und IBM. Um IBMs Service nutzen zu können, muss man sich bei dem Anbieter registrieren. Das kostet aber nichts und geht schnell vonstatten. Die Anmeldung bei Rigetti ist umständlicher und das Unternehmen gibt nicht unbedingt kostenfrei Zugriff auf seine Quantencomputer. Andererseits kann man Rigettis SDK auch ohne Anmeldung installieren und hat dann immerhin einen Quantensimulator lokal zur Verfügung. Alle nötigen Links haben wir unter ct.de/yekp zusammengestellt.

Der grundlegende Programmierprozess läuft unabhängig vom verwendeten API ähnlich ab:

1. Der Algorithmus wird definiert, zum Beispiel als Quantenschaltung.
2. Der Algorithmus wird in ein Programm portiert, das die Schaltung und den erforderlichen zusätzlichen Code spezifiziert.
3. Das Programm wird in einem Quantensimulator getestet.
4. Auf einem echten Quantencomputer wird Zeit reserviert.
5. Das Programm wird an den Quantencomputer übertragen und dort (vielfach) ausgeführt.
6. Das Ergebnis wird zurückgeliefert und interpretiert.

Ein Programm in Forest, das Python-API von Rigetti, beginnt – wie die meisten Python-Programme – mit dem Import der benötigten Module:

```
from pyquil.quil import Program
from pyquil.api import *
from pyquil.gates import H, CNOT
```

Die Klasse `Program` repräsentiert das eigentliche Programm. Zuerst wird die Hadamard-Transformation (H) auf Qubit 0 angewendet, dann cNOT auf die Qubits 0 und 1. Die benötigten Qubits muss man nicht explizit definieren:

```
Windows PowerShell
PS C:\Users\cttest> more my_program.py
from pyquil.quil import Program
from pyquil.api import *
from pyquil.gates import H, CNOT

p = Program(H(0), CNOT(0, 1))

qc = get_qc('2q-qvm')
results = qc.run_and_measure(p, trials=10)

print(list(zip(results[0], results[1])))

PS C:\Users\cttest> python my_program.py
[(1, 1), (0, 0), (1, 1), (0, 0), (0, 0), (1, 1), (0, 0), (0, 0), (0, 0), (1, 1)]

PS C:\Users\cttest>
```

Das Programm „H(0), CNOT(0, 1)“ hat ein Quantensimulator aus dem Rigetti SDK abgearbeitet. Bei 2 Qubits und 10 Durchläufen schafft das auch ein schwachbrüstiger PC leicht. Das Ergebnis ist, wie erwartet, in etwa eine 50:50-Verteilung von $|00\rangle$ und $|11\rangle$.

```
p = Program()
p += H(0)
p += CNOT(0, 1)
```

Alternativ nimmt der Konstruktor der Klasse die Programmsequenz auch direkt entgegen:

```
p = Program(H(0), CNOT(0, 1))
```

Über `get_qc()` wird jetzt eine Maschine angefordert, um den Code auszuführen. Für einen ersten Test nutzt man eine – lokal ausgeführte – Simulation eines Quantencomputers (Quantum Virtual Machine, QVM), von der eine Variante für 2 Qubits benötigt wird:

```
qc = get_qc('2q-qvm')
```

Die Methode `run_and_measure()` führt das Programm auf der gewählten Maschine aus. Als Inputs übergibt man die Sequenz von Transformationen – das Programm – und die Anzahl der Ausführungen. Da Quantencomputer probabilistische Systeme sind, führt man jedes Programm viele Male aus. Das Ergebnis wird `res` zugewiesen, es liegt in Form eines Arrays von Tupeln vor und kann über `print()` ausgegeben werden:

```
res = qc.run_and_measure(p, trials=10)
print(list(zip(res[0], res[1])))
```

Die Simulation ist nützlich, um zu überprüfen, ob das Programm sich wie beabsichtigt verhält. Das Beispielprogram ist allerdings so simpel, dass ohne Analyse fortgefahren werden kann. (Man könnte die Simulation auch ganz unterlassen, technisch notwendig ist sie nicht.) Nach der Simulation wird wieder über `get_qc()` Zugriff angefordert, diesmal auf einen echten Quantenchip, keinen Simulator. Der Name des genutzten Rigetti-Chips ist „Aspen-4-2Q-A“:

```
qc = get_qc('Aspen-4-2Q-A')
```

Welche – echten und simulierten – Quantencomputer zur Verfügung stehen, listet die Methode `list_quantum_computers()` auf. Ob man die Computer tatsächlich nutzen darf, hängt davon ab, ob man sich angemeldet und Zugriff auf einen API-Schlüssel hat. Ohne Schlüssel liefert `get_qc()` eine Fehlermeldung beim Versuch, auf einen echten Quantencomputer zuzugreifen.

Mit der neuen (echten) Maschine wird das Programm wieder per `run_and_measure()` ausgeführt und anschließend per `print()` ausgegeben:

```
res = qc.run_and_measure(p, trials=10)
print(list(zip(res[0], res[1])))
```

Gatter definieren

Zur Programmierung von Quantengatter-Computern ist es sinnvoll – zumindest in diesen frühen Tagen des Quantum Computings – nicht nur gegebene Operatoren zu nutzen, sondern auch selbst Operatoren definieren zu können.

Als Beispiel wird im Folgenden das cNOT-Gatter als Matrix definiert. Das cNOT-Gatter operiert auf zwei Qubits, dem Kontroll-Qubit und dem Ziel-Qubit. Ersteres wird von dem Gatter nicht verändert. Das Ziel-Qubit dagegen wird vom cNOT-Gatter invertiert, genau dann, wenn das Kontroll-Qubit im Zustand $|1\rangle$ ist. Das führt zu folgenden Transformationen (das Kontroll-Qubit steht links):

$$|00\rangle \rightarrow |00\rangle \qquad |01\rangle \rightarrow |01\rangle$$

$$|10\rangle \rightarrow |11\rangle \qquad |11\rangle \rightarrow |10\rangle$$

Grundsätzlich erhält man eine Matrix, wenn man ein Ket (Spaltenvektor) mit einem Bra (Zeilenvektor) multipliziert (siehe Kasten „Die Bra-Ket-Notation“ auf S. 144). Um herauszufinden, welche Matrix das beschriebene Verhalten abbildet, muss man die einzelnen Transformationen genauer betrachten, zum Beispiel $|10\rangle$ zu $|11\rangle$. Um eine Matrix für diese Transformation zu erhalten, multipliziert man den Output als Ket mit dem Input als Bra:

$$|11\rangle\langle 10| = \begin{bmatrix}0\\0\\0\\1\end{bmatrix} \times \begin{bmatrix}0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix} =$$

$$= \begin{bmatrix}0 & 0 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 0\\0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}$$

Die anderen drei Transformationen ergeben die folgenden Matrizen:

$$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix}0 & 0 & 0 & 0\\0 & 1 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix}0 & 0 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 1\\0 & 0 & 0 & 0\end{bmatrix}$$

Die Matrix für das gesamte cNOT-Gatter erhält man, indem man die Matrizen der vier Transformationen addiert:

$$\begin{bmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\0 & 1 & 0 & 0\\0 & 0 & 0 & 1\\0 & 0 & 1 & 0\end{bmatrix}$$

Einfacher lässt sich das in Bra-Ket-Notation schreiben:

$$cNOT = |00\rangle\langle 00| + |01\rangle\langle 01| + \\ + |11\rangle\langle 10| + |10\rangle\langle 11|$$

Auch Berechnungen lassen sich direkt in Bra-Ket-Notation vornehmen. cNOT auf einen Zustand angewendet sieht in Bra-Ket wie folgt aus:

$$cNOT|10\rangle = \\ = \big(|00\rangle\langle 00| + |01\rangle\langle 01| + \\ + |11\rangle\langle 10| + |10\rangle\langle 11|\big)|10\rangle = \\ = |00\rangle\langle 00|10\rangle + |01\rangle\langle 01|10\rangle + \\ + |11\rangle\langle 10|10\rangle + |10\rangle\langle 11|10\rangle$$

Allgemein ergibt ein Bra mit einem Ket multipliziert eine Zahl (siehe Kasten „Die Bra-Ket-Notation“ auf S. 144). Im Speziellen ist das Ergebnis 1, wenn man das Bra eines Basiszustands mit dem Ket desselben Zustands multipliziert. Wenn die Zustände sich unterscheiden, ist das Ergebnis 0. Das bedeutet, dass drei der vier Multiplikationen 0 ergeben und damit aus der Summe verschwinden. Übrig bleibt nur $|11\rangle$ (multipliziert mit 1):

$$cNOT|10\rangle = \\ = |00\rangle \overbrace{\langle 00|10\rangle}^{0} + |01\rangle \overbrace{\langle 01|10\rangle}^{0} + \\ + |11\rangle \underbrace{\langle 10|10\rangle}_{1} + |10\rangle \underbrace{\langle 11|10\rangle}_{0} \\ = |11\rangle$$

Die Ausgabe des gesamten Ablaufs sieht so ähnlich wie das folgende Beispiel aus:

```
[(0, 0), (1, 1), (1, 1), (0, 0), ↵
       ↳(0, 0), (0, 0), (1, 1), ↵
       ↳(0, 0), (0, 0), (1, 1)]

[(0, 0), (0, 1), (1, 1), (1, 1), ↵
       ↳(1, 1), (0, 0), (0, 0), ↵
       ↳(1, 1), (1, 0), (0, 0)]
```

Die erste Zeile zeigt die Ergebnisse des Simulators. Ungefähr die Hälfte der Resultate ist `(0, 0)`, die andere Hälfte `(1, 1)`. Das ist wie zu erwarten: Der verschränkte Zustand der Qubits ist eine Superposition aus |00⟩ und |11⟩, und die Chancen stehen 50:50, entweder den einen oder anderen Zustand zu messen.

Der reale Quantencomputer hat jedoch neben den erwarteten `(0, 0)` und `(1, 1)` auch `(0, 1)` und `(1, 0)` zurückgegeben. Eigentlich sollte der Algorithmus aber nur die ersten beiden Kombinationen liefern, im Verhältnis 50:50. Das Problem ist, dass echte Quantencomputer heute immer noch recht fehleranfällig sind. Wenn beispielsweise versucht wird, Qubits auf |0⟩ zu initialisieren, gibt es eine Fehlerrate von etwa 2 bis 3 Prozent. Zusätzlich gibt es Fehlerraten pro Einzel-Qubit-Gatteroperation von etwa 1 bis 2 Prozent, und etwa 3 bis 4 Prozent für Zwei-Qubit-Gatteroperationen. Zudem gibt es eine gewisse Fehlerrate beim Messen der Qubits. Alles zusammen führt zu ungewollten Bit-Flips und inkorrekten Ergebnissen. Jedes Programm wird daher nicht nur einmal, sondern idealerweise hunderte Male ausgeführt und das Ergebnis statistisch ermittelt.

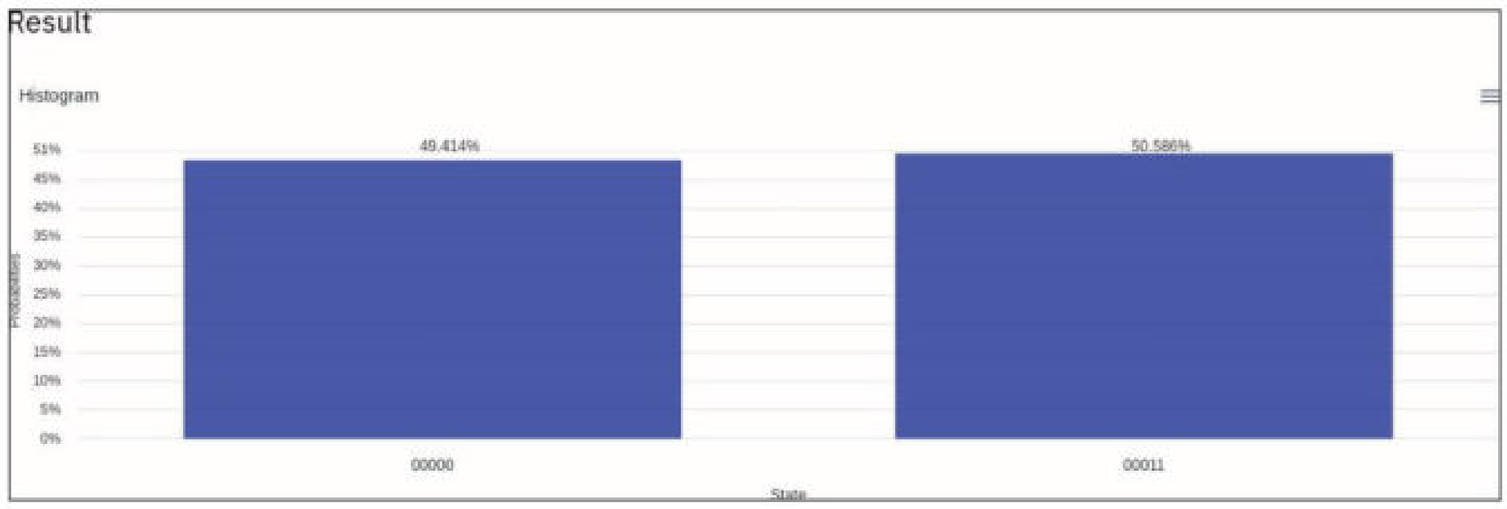


Bild: IBM Quantum Experience

49,414 Prozent zu 50,586 Prozent: Das Ergebnis von 1024 Programmdurchläufen in einem Simulator. Simulierte Qubits lassen sich perfekt manipulieren und auslesen; aber auch perfekte Qubits sind probabilistisch. Mit mehr und mehr Durchläufen nähert man sich dem theoretischen Ergebnis von 50:50 immer weiter an, aber eine Garantie gibt es nicht.

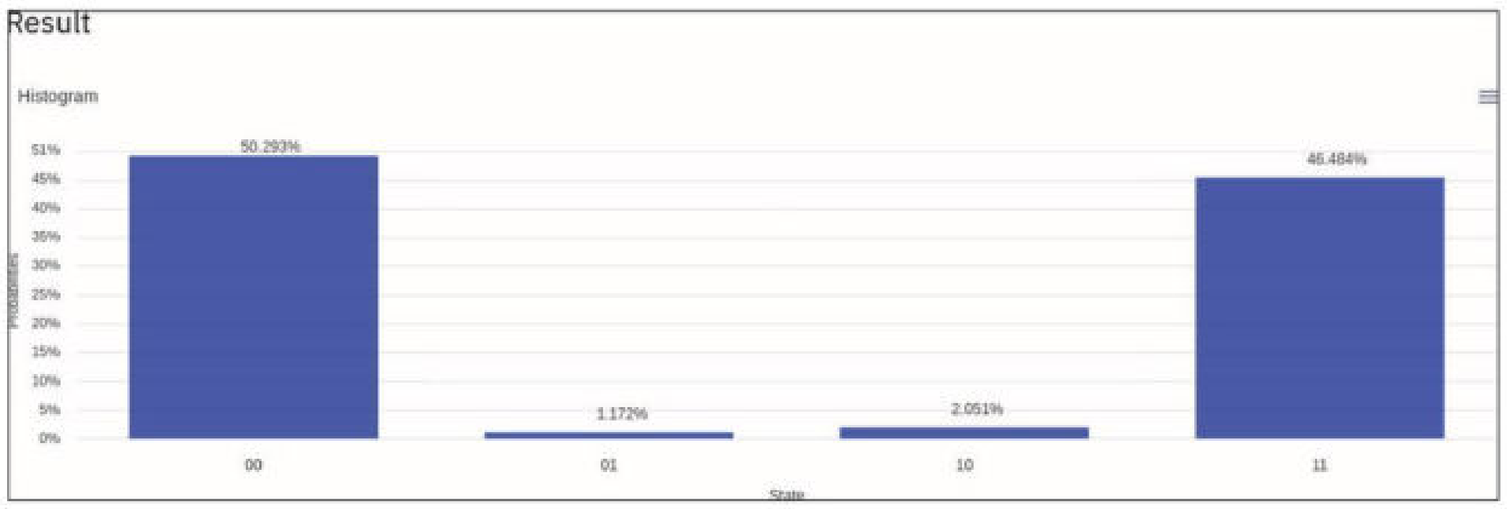


Bild: IBM Quantum Experience

Dieses Ergebnis hat ein echter Quantencomputer produziert. Auch hier wurden wie erwartet die Qubits ungefähr hälftig in den Zuständen |00⟩ und |11⟩ gemessen. Aber weil sich Qubits noch lange nicht so zuverlässig wie klassische Bits manipulieren und lesen lassen, haben ein paar Messungen auch |01⟩ und |10⟩ ergeben.

Quanten-Assembler

Dasselbe Programm lässt sich auch in der Open Quantum Assembly Language (OpenQASM) implementieren, einer Sprache, die IBM für seine „Quantum Experience“ nutzt. Für die Quantum Experience ist eine Anmeldung bei IBM zwingend erforderlich, dafür lässt sie sich komfortabel direkt im Browser nutzen (Links siehe ct.de/yekp). OpenQASM orientiert sich weniger an Sprachen wie Python, sondern eher an Beschreibungssprachen für klassische Hardware wie Verilog. Nach einer Präambel mit Versionsinformationen werden auch in OpenQASM die nötigen Importe vorgenommen:

```
OPENQASM 2.0;
Include "qelib1.inc";
```

Danach definiert man explizit zwei Register, ein Quantenregister mit 2 Qubits und ein klassisches Register mit zwei normalen Bits. Letzteres wird die Messergebnisse aufnehmen:

```
qreg q[2];
creg c[2];
```

Dann wird die Hadamard-Transformation (`h` in OpenQuasm) auf das Qubit 0 angewendet und danach cNOT (`cx`) auf die Qubits 0 und 1:

```
h q[0];
cx q[0],q[1];
```

Anschließend werden die beiden Qubits gemessen. Das Ergebnis der Messung von Qubit 0 landet im klassischen Bit 0, und das Messergebnis von Qubit 1 im klassischen Bit 1:

```
measure q[0] -> c[0]
measure q[1] -> c[1]
```

Auf welchem „Backend“, also einem echten oder simulierten Quantenchip, das Programm ausgeführt wird, stellt man im Interface von IBMs Quantum Experience ein. Schaltkreise können dort übrigens auch rein grafisch definiert werden. Führt man das Programm viele Male aus, ergeben – wie erwartet – ungefähr 50 Prozent der Messungen den Zustand |00⟩ und etwa 50 Prozent den Zustand |11⟩. Nutzt man einen echten Quantenchip, gibt es auch ein paar fehlerhafte Ergebnisse für |01⟩ und |10⟩.

In bester Tradition der „Hello, World!“-Programme ist das beschriebene Beispiel nicht wirklich zu irgendetwas Nutze. In einer der kommenden c’t-Ausgaben werden wir uns ein etwas praxisnäheres Beispiel ansehen und eine Aufgabe zum maschinellen Lernen auf einem Quantencomputer implementieren.

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

Links zu den ausführlichen Gleichungen sowie IBM und Rigetti: ct.de/yekp



Bild: Michael Luther

Schick und überzeugend

Tipps und Tricks für die Diagrammgestaltung

Diagramme helfen beim Analysieren und Präsentieren von Daten. Das gelingt aber nur dann überzeugend, wenn der Diagrammtyp zum Datensatz passt und die richtigen Einstellungen dem Schaubild den letzten Schliff verpassen.

Von Rainer Schwabe

Ein Diagramm sagt mehr als tausend Daten. Damit es das erwünschte Aha-Erlebnis auslöst, muss es allerdings richtig gestaltet sein. Alle in diesem Artikel empfohlenen Einstellungen lassen sich mit einer Übungsdatei zum Artikel nachvollziehen; zusätzlich gibt es eine Datei mit bereits eingefügten Diagrammen. (Download unter ct.de/yyxt)

Der Artikel erklärt zwar die Diagramm-Optionen der Excel-Version 2019/Office 365 – die Vorgehensweise ist mit Einschränkungen aber auch in älteren Versionen möglich. Viele Tipps und Tricks lassen sich in anderen Tabellenkalkulationen ebenso anwenden, etwa in Libre/OpenOffice oder Google Docs.

Welches Diagramm wofür?

Je nach Art der Daten eignen sich unterschiedliche Diagrammtypen am besten zur Visualisierung. Das Kreisdiagramm ist oft eine naheliegende Wahl. Falls etwa Teilnehmer eines Seminars auf einem Feedback-Formular zwischen den Bewertungen „sehr gut“, „gut“, „neutral“, „schlecht“ und „sehr schlecht“ entschieden haben, ist für die Auswertung die Kreisform passend – die gesamte „Torte“ entspricht 100 Prozent der Antworten und die Größe der fünf Tortenstücke zeigt anschaulich, welche Bewertung überwiegt. Wenn dagegen Mehrfachantworten erlaubt sind, sollten die Daten in einem Säulen- oder Balkendiagramm dargestellt werden – das Kreisdiagramm ist dann falsch.

Eine durchgehende Linie suggeriert einen speziellen Zusammenhang zwischen Werten, in der Regel einen zeitlichen Verlauf. Falls ein Diagramm den Energieverbrauch in aufeinanderfolgenden Monaten darstellt, verdeutlicht eine

Diagrammtypen

Daten	Diagramm
Anteile an einem Ganzen	Kreisdiagramm
Häufigkeiten	Säulendiagramm
Rangfolgen	Balkendiagramm
Entwicklung, zeitlicher Verlauf	Liniendiagramm
(statistische) Zusammenhänge	Punkt-, Blasendiagramm
hierarchische Daten	Treemap/Sunburst-Diagramm

Linie die Entwicklung des Verbrauchs – das ist sinnvoll. Um die Umsätze der Mitarbeiter Müller, Meier, Lehmann und Schmidt zu visualisieren, wäre ein Liniendiagramm dagegen die falsche Wahl.

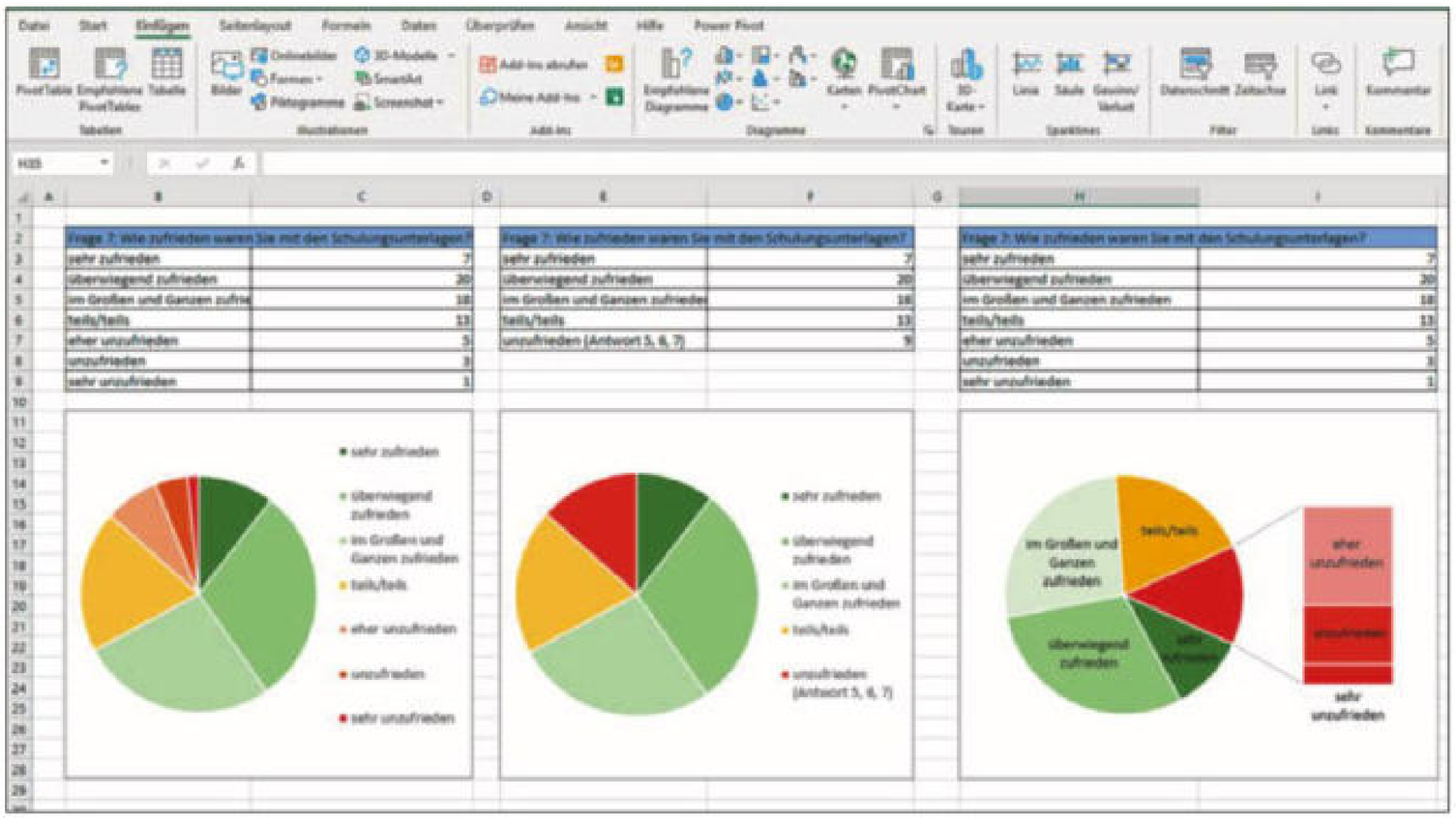
Excel bietet auch allerlei 3D-Varianten an. Hier ist Vorsicht geboten: Ein Diagramm mit räumlich dargestellten Säulen oder Tortenstücken lässt sich schwerer lesen als das 2D-Pendant.

Torten, Säulen und Balken

Kreisdiagramme sind unkomplizierte Vertreter, die der Betrachter leicht interpretieren kann. Zwei Probleme gilt es zu vermeiden: zu viele oder zu schmale Tortenstücke. Bei mehr als sieben Segmenten wird ein Kreisdiagramm unübersichtlich und falls einzelne Segmente lediglich einen sehr kleinen Prozentanteil darstellen, fallen sie so schmal aus, dass ein Vergleich mit den anderen Segmenten schwerfällt. In beiden Fällen empfiehlt es sich, Kategorien zusammenzufassen. Falls dadurch wichtige Informationen verlorengehen würden, helfen die beiden Diagrammvarianten „Kreis aus Kreis“ oder „Balken aus Kreis“ weiter, die eine Teilmenge aller dargestellten Daten in einem separaten Diagramm visualisieren.

In Säulen- und Balkendiagrammen werden Werte miteinander verglichen. Grundsätzlich kann man Entwicklungskosten, Umsätze oder Mitarbeiterzahlen gleich gut als Säulen oder Balken darstellen. Allerdings nimmt der Betrachter beide Formen unterschiedlich wahr. Bei Säulen symbolisiert nicht der höchste Punkt, sondern die ganze Fläche den dargestellten Wert. Das ist bei Balken anders: Deren Länge wird eher als eine gerichtete Strecke wahrgenommen. Mit Säulendiagrammen lassen sich daher gut Größer/Kleiner-Beziehungen darstellen, Balken eignen sich besonders für Rang-Vergleiche.

Bevor Sie ein Balkendiagramm einfügen, sollten Sie die Daten sortieren. In der Regel beginnen Sie mit dem besten Wert. In einem Ländervergleich wäre das beim Bruttosozialprodukt der größte, beim Korruptionsindex der kleinste Wert. Besonders komfortabel lassen sich Daten – bei Bedarf immer wieder neu – sortieren, wenn die Datenquelle als Tabelle vorliegt: Platzieren Sie den Cursor irgendwo in den Daten und drücken Sie Strg+T, um den Bereich als Tabelle zu formatieren und dadurch die Spaltenköpfe jeweils mit einem Sortierpfeil zu versehen.



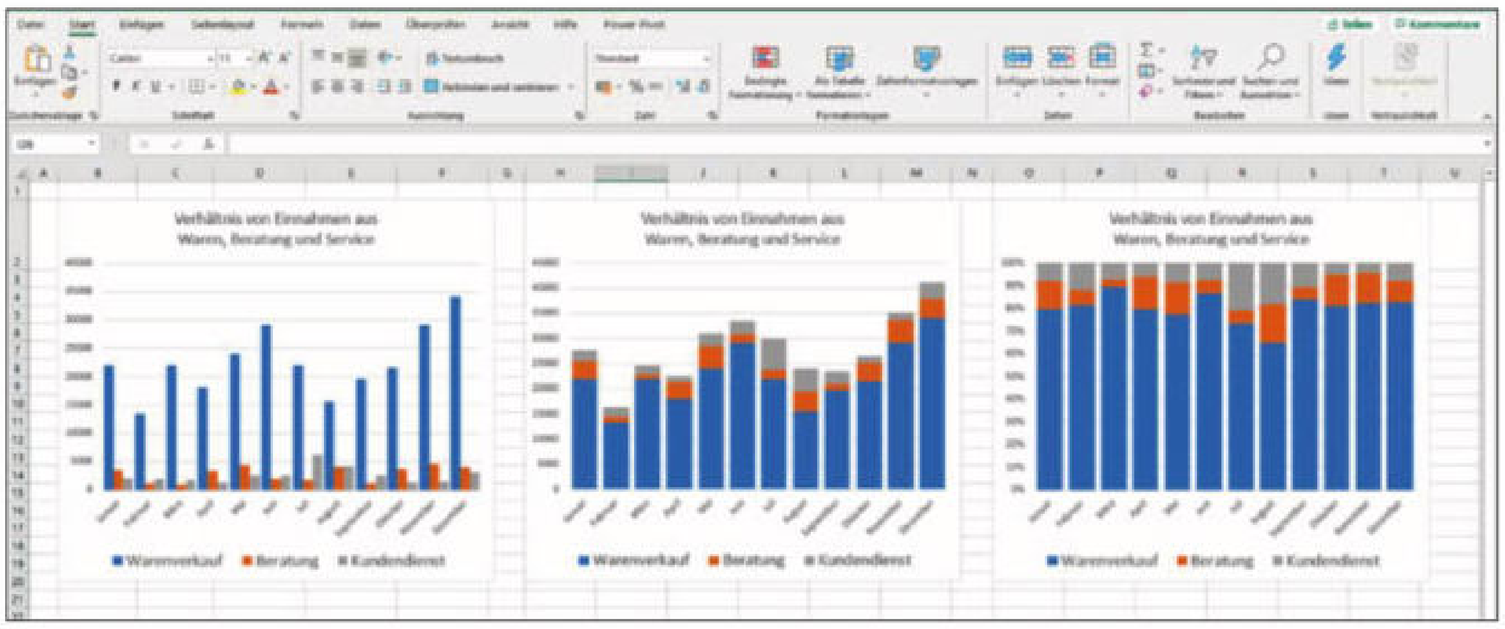
Zur besseren Übersicht kann man im Kreisdiagramm Datengruppen zusammenfassen oder einen Teil der Werte in einem separaten Mini-Diagramm darstellen.

Excel unterscheidet „Gestapelte Säulen“ und „Gestapelte Säulen (100 %)“. Die Auswahl nehmen Sie im Kontextmenü über „Diagrammtyp ändern ...“ vor. Das erste Tabellenblatt der Übungsdatei („Waren_Beratung_Service“) enthält monatliche Einnahmen aus Warenverkäufen, Beratung und Kundendienst. Da der Betrag für den Warenverkauf deutlich höher ist als die beiden anderen, erkennt man in der normalen gestapelten Darstellung nicht viel – die Säulenabschnitte für Beratung und Kundendienst sind zu klein. In der 100-Prozent-Variante stimmen zwar die absoluten Säulenlängen nicht, die gestapelte Darstellung ist aber gut geeignet, um die Einnahmenverteilungen der Monate miteinander zu vergleichen.

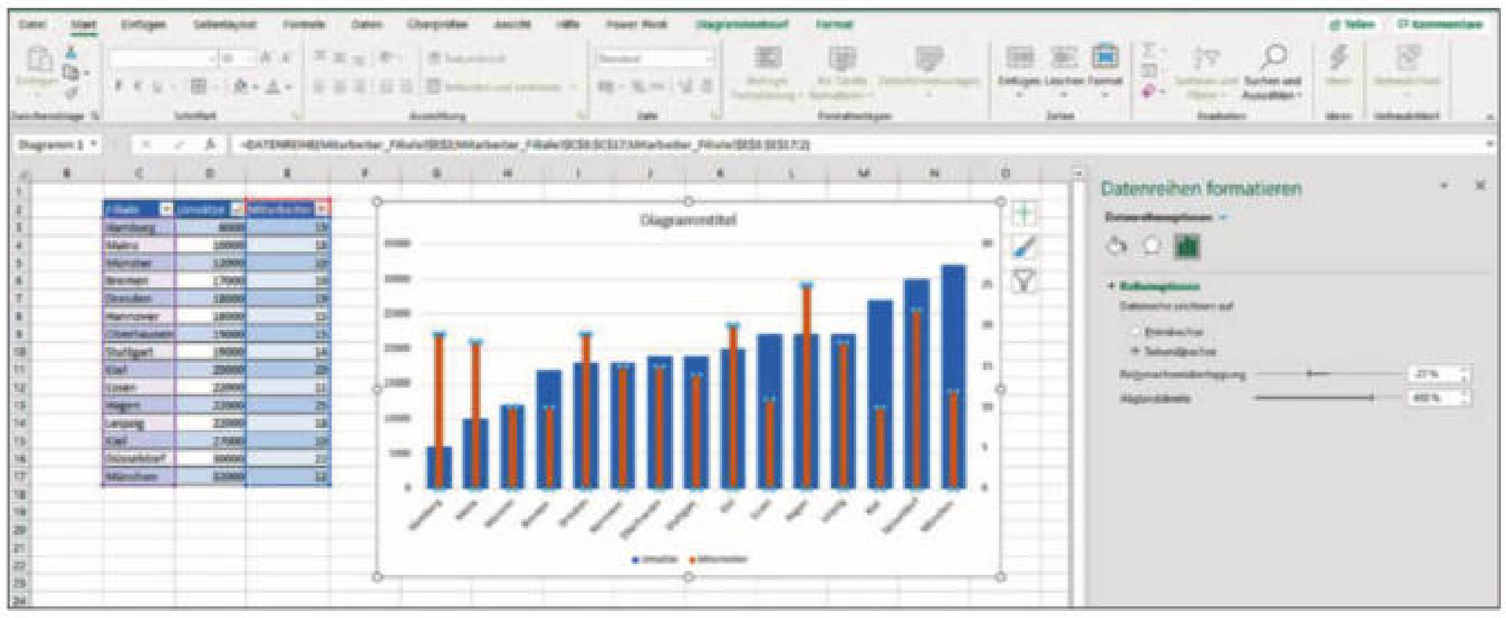
Um die Eurobeträge in die Grafik einzufügen, setzen Sie in der Liste der Diagrammelemente einen Haken bei „Datenbeschriftungen“. Da Excel Säulen standardmäßig recht schmal darstellt, ragen die Werte häufig rechts und links über den Säulenrand hinaus. Dann können Sie im Aufgabenbereich in den Datenreihenoptionen zum Beispiel eine Abstandsbreite von „50 %“ festlegen. Indem Sie den Abstand verringern, machen Sie die Säulen breiter. Die Zahlenangaben passen nun vollständig hinein.

Größen passend machen

Im Tabellenblatt „Mitarbeiter_Filiale“ geht es um die Umsätze unterschiedlicher Filialen im Verhältnis zur Zahl der Mitarbeiter. Das Problem: Hier werden relativ große Zahlen, nämlich die Eurobeträge der Umsätze, mit sehr kleinen Zahlen in einem Diagramm kombiniert. In einem Standard-Säulendiagramm fallen die Säulen für die Mitarbeiterzahl so niedrig aus,



Klassisches Säulendiagramm, gestapelte Säulen und eine 100-Prozent-Darstellung im Vergleich: Die Variante in der Mitte zeigt die tatsächlichen Werte als Summe, die rechte erlaubt es am besten, das Verhältnis der Werte zueinander zu beurteilen.



Wenn unterschiedliche Arten von Daten gemeinsam in einem Säulendiagramm dargestellt werden sollen, benötigt man eine zweite vertikale Achse.

dass sie kaum zu sehen sind. Eine zweite Wertachse schafft Abhilfe.

Die Tabelle ist alphabetisch nach Städtenamen sortiert. Sortieren Sie die Daten nach Höhe der Umsätze und fügen Sie ein normales Säulendiagramm ein. Weil die Werte klein sind, lassen sich die Säulen der Datenreihe „Mitarbeiter“ nur schlecht markieren. Erhöhen Sie einfach den ersten Wert vorübergehend – etwa auf 1000 – und setzen Sie ihn später zurück. Ändern Sie im Aufgabenbereich rechts unter „Datenreihenoptionen“ die Einstellung von „Primärachse“ auf „Sekundärachse“. Nun sind auch die Säulen für die Mitarbeiteranzahl gut sichtbar – allerdings verdecken sie die Säulen für den Umsatz zum Teil.

Verbreitern Sie deshalb die Umsatzsäulen kräftig, beispielsweise durch Wahl der Abstandsbreite „50 %“, und verringern Sie die Breite der Säulen für die Mitarbeiteranzahl stark, etwa durch eine Abstandsbreite „400 %“. Jetzt sind alle Säulen beider Datenreihen sichtbar und es wird auf einen Blick klar, dass in Kiel mit wenigen Mitarbeitern ein hoher Umsatz erzielt wird, in Hamburg dagegen trotz vergleichsweise vieler Mitarbeiter nur ein niedriger Umsatz.

Umsatz versus Kosten

Umsatz und Kosten stehen sich gegenüber. In einem Standard-Balkendiagramm erscheinen die Balken für beide Beträge jedoch versetzt untereinander, was dem Betrachter das Zuordnen der Werte erschwert. Der Diagrammtyp „Gestapelte Balken“ ist die Lösung, wie sich anhand des Tabellenblatts „Umsatz-Kosten-Pyramide“ in der Übungsdatei nachvollziehen lässt.

Nachdem Sie ein gestapeltes Balkendiagramm eingefügt haben, klicken Sie doppelt auf die horizontale Achse des Diagramms, also die Reihe der Eurobeträge unter den Balken. Rechts öffnet sich der Aufgabenbereich „Achse formatieren“. Aktivieren Sie zunächst bei „Vertikale Achse schneidet“ die Option „Maximaler Achsenwert“. Dadurch rutschen die Monatsnamen, die mitten im Diagramm stehen und dort stören, an den rechten Rand.

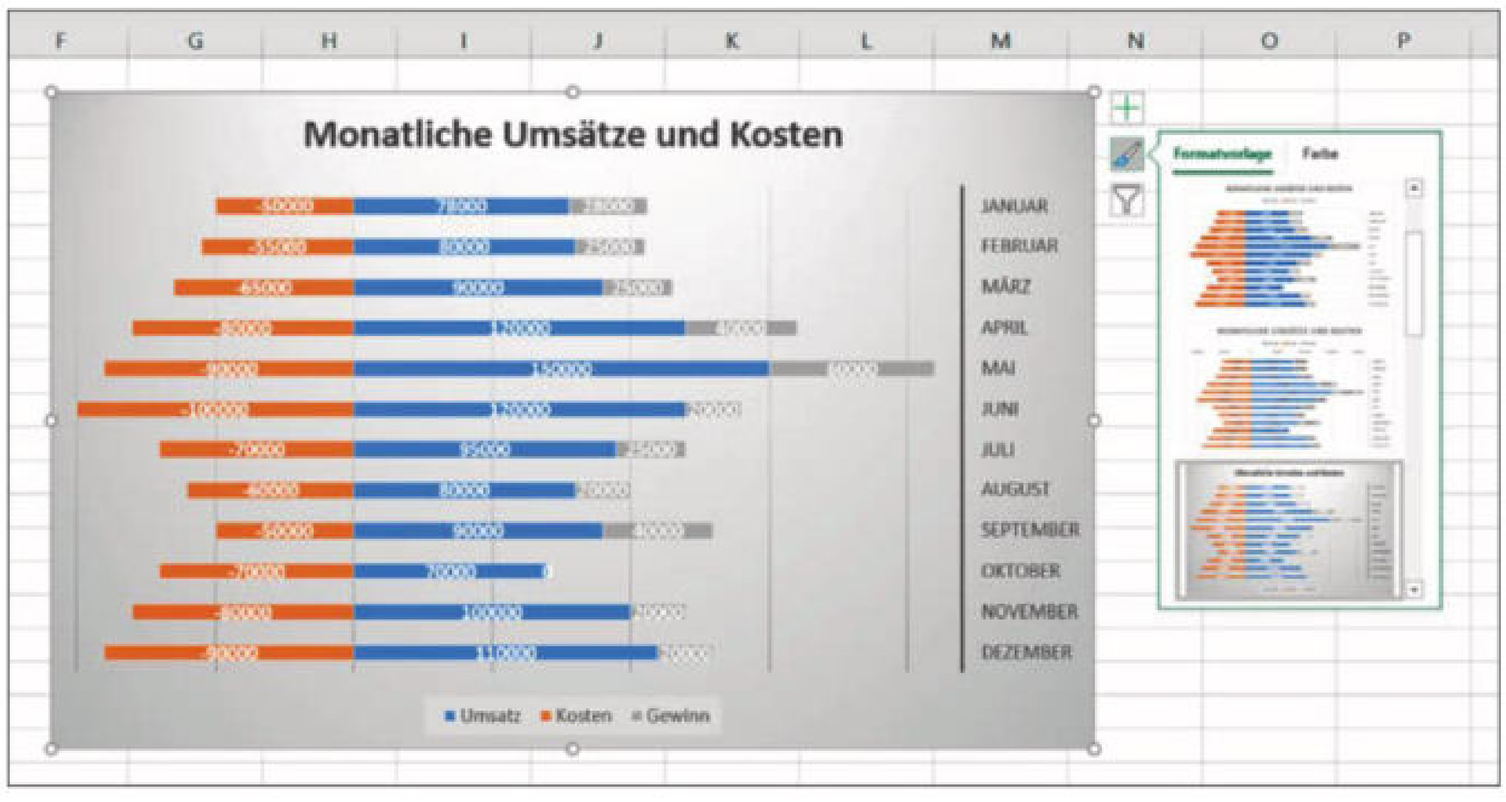
Excel ordnet die Balken andersherum an als in der Datenquelle: Der Dezember steht ganz oben, der Januar unten. Markieren Sie die Monatsnamen rechts und setzen im Arbeitsbereich bei den Achsenoptionen unter „Achsenposition“ einen Haken bei „Kategorien in umgekehrter Reihenfolge“, um dies zu korrigieren. Zum Schluss passen Sie in den Achsenoptionen noch die Maximal- und Minimalwerte an, indem Sie ein Minimum von –100.000 und ein Maximum von 220.000 festlegen.

Termine im Griff

Zur Visualisierung von Projektphasen dienen sogenannte Gantt-Diagramme. Diesen Typ bietet Excel nicht von der Stange an, aber man kann gestapelte Säulen für ein schlichtes Gantt-Diagramm zweckentfremden. Grundlage ist eine Tabelle mit Anfangs- und Endterminen. Die Minitabelle namens „Gantt-Diagramm“ in der Übungsdatei deutet nur an, wie so etwas aussehen könnte. Das Enddatum der vier beispielhaft eingetragenen Vorgänge wird darin unter Berücksichtigung von Wochenenden aus der angenommenen Vorgangsdauer berechnet. Darauf gehen wir hier nicht weiter ein.

Markieren Sie zunächst lediglich die Spalte „Beginn“ und fügen dann ein Diagramm von Typ „Gestapelte Balken“ ein. Nach einem Rechtsklick in die Diagrammfläche rufen Sie über „Daten auswählen...“ den Dialog „Datenquelle auswählen“ auf. In der rechten Hälfte des Dialogs korrigieren Sie zunächst die horizontale Achsenbeschriftung: Hier sollten die Einträge der Tabellenspalte „Projektphase“ stehen; markieren Sie dazu nur die Zellen der Spalte, aber nicht den Spaltenkopf. Damit das Diagramm den ersten Vorgang wie üblich ganz oben zeigt, wählen Sie für die Achse noch die Option „Kategorien in umgekehrter Reihenfolge“.

Auf der linken Seite des Dialogs ergänzen Sie nun „Differenz“ und „Meilensteine“ . Die Beginn-Balken haben lediglich den Zweck, die Balken für die Vorgangsdauer an der richtigen Position anfangen zu lassen. Im fertigen Diagramm sollen sie nicht sichtbar sein. Setzen Sie



Der Diagrammtyp mit dem etwas unglücklichen Namen „Gestapelte Balken“ kann positive und negative Werte übersichtlich nebeneinander darstellen.

daher Füllung und Kontur auf „keine Füllung“ beziehungsweise „keine Kontur“.

Nach einem Doppelklick auf die Datumsangaben können Sie im Aufgabenbereich Minimum und Maximum anpassen. Tippen Sie einfach neue Datumsangaben in die Eingabefelder. Die werden zwar als fünfstellige Zahl dargestellt – es funktioniert aber trotzdem. Geben sie als Minimum den 6.3.2020 und als Maximum den 12.6.2020 ein. Direkt darunter bearbeiten Sie die Hauptstriche des Diagramms, also die senkrechten Linien, die die Diagrammfläche unterteilen und zur Orientierung dienen. Hier sind 7 oder 14 sinnvolle Werte, um eine Woche oder einen 14-Tage-Zeitraum zu markieren.

Meilensteine werden in Gantt-Diagrammen als Raute dargestellt. Nach Doppelklick auf einen der Meilenstein-Balken können Sie diese durch eine Grafikdatei mit einer Raute ersetzen. Dazu wählen Sie im Aufgabenbereich unter Füllung „Bild- oder Texturfüllung“. Eine passende Grafikdatei finden Sie über ct.de/yyxt.

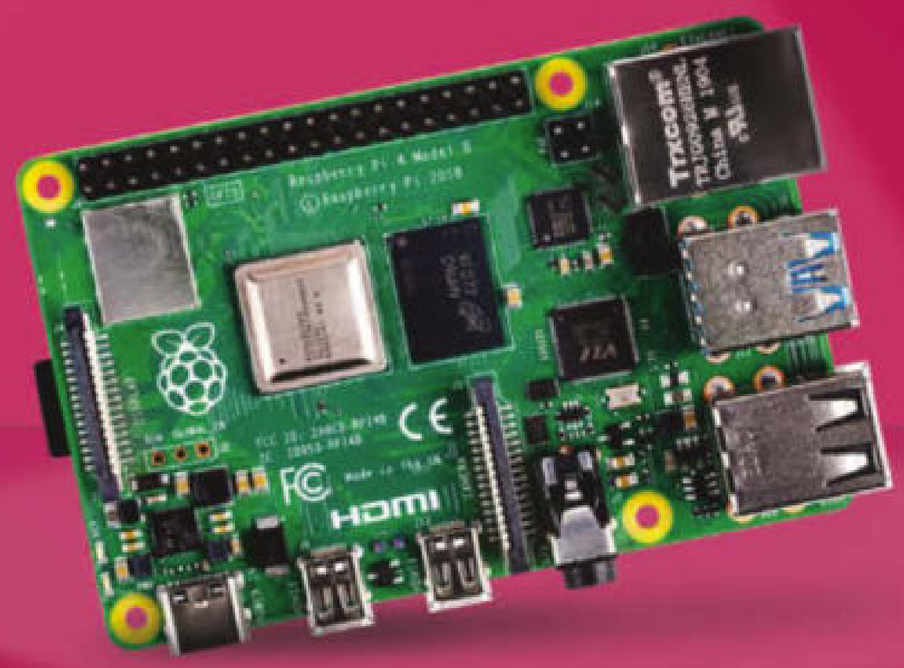
Markieren Sie zum Schluss noch die Balken für die Projektvorgänge und wählen Sie nach einem Rechtsklick darauf zunächst im Kontextmenü „Datenbeschriftungen hinzufügen“. Excel ergänzt daraufhin die Dauer in Wochentagen. Ein Rechtsklick darauf öffnet den Aufgabenbereich für die Datenbeschriftungen. Setzen Sie dort einen Haken bei „Wert aus Zellen“ und geben Sie im folgenden Dialog die Zellen der Tabellenspalte „Ressourcen“ wieder ohne Spaltenkopf an. Den Haken bei der Beschriftungsoption „Wert“ können Sie anschließend entfernen.

Liniendiagramme

Mit Liniendiagrammen lassen sich zeitliche Verläufe gut darstellen – typische Beispiele sind Wetterdaten oder Börsenkurse. Das Tabellenblatt „Wechselkurse_Brexit“ enthält die Wechselkurse der Jahre 2000 bis 2020 für britisches Pfund und Euro. Die Tabelle listet zu jeder Jahreszahl den höchsten und tiefsten Kurs sowie den Jahresschlusskurs und die prozentuale Veränderung. Einige dieser Daten sollen in einem Liniendiagramm dargestellt werden. Das naheliegende Vorgehen führt zunächst noch nicht zum Erfolg: Wenn Sie den Cursor in die Datentabelle setzen und über „Einfügen/Diagramme“ ein Liniendiagramm auswählen, sind im Schaubild lediglich zwei mehr oder weniger gerade Linien zu erkennen. Der Grund: Auch die Jahreszahlen werden von Excel als Werte interpretiert. Da diese Werte vierstellig sind, erscheinen alle anderen, vergleichsweise sehr kleinen Werte ganz unten im Diagramm übereinanderliegend.

Das Problem tritt auch auf, wenn Sie für den Zellinhalt das Format „Text“ festgelegt haben. Es lässt sich lösen, indem man das Wort „Jahr“ im Spaltenkopf entfernt. Oder Sie kennzeichnen alle Jahreszahlen durch einen vorangestellten Apostroph als Text, dann verwendet Excel die Jahreszahlen wie gewünscht zur Beschriftung der horizontalen Achse.

Markieren Sie in der Tabelle zunächst nur die Spalten „Jahr“, „Hoch“ und „Tief“

NEU
+ portofrei
Im heise shop:
Der neue Raspberry Pi 4 B

Der kraftvollste Raspberry aller Zeiten!
- 64-Bit Quad-Core
- 1, 2 oder 4 GByte RAM
- USB 3.0 und 2.0
- 4k Dual-Display Support
- WLAN: 2.4 oder 5 GHz
- PoE-fähig
Jetzt Raspberry Pi und viel Zubehör portofrei im heise shop bestellen!
shop.heise.de/raspi4
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/raspi4



Auch in Liniendiagrammen hilft eine Sekundärachse weiter, falls Daten unterschiedlicher Art gemeinsam visualisiert werden sollen, wie hier Wechselkurse und prozentuale Veränderung.

und wählen Sie Einfügen/Liniendiagramm. Die Schlusskurse werden für das Diagramm nicht benötigt. Um eine Linie für die Veränderung in Prozent hinzuzufügen, ergänzen Sie im „Datenquelle auswählen"-Dialog links die Spalte „Veränderg. (%)". Die Werte benötigen eine eigene Achse („Datenreihen formatieren/Sekundärachse"), da sie nicht dieselbe Einheit wie die Kurse haben. Im Beispieldiagramm haben wir der Darstellung der Kursänderung zum Schluss noch eine gepunktete Linie zugewiesen.

Das Diagramm zeigt für das Jahr 2016 einen starken Kursrückgang, der zeitlich mit dem Brexit-Referendum in Großbritannien zusammenfällt. Um dies im Diagramm kenntlich zu machen, gehen Sie wie folgt vor: Über Einfügen/Illustration/Formen fügen Sie einen Pfeil ein, der auf das Jahr 2016 zeigt und über Einfügen/Text/Textfeld daneben ein Eingabefeld für den Hinweis „Brexit-Referendum".

Insbesondere in Liniendiagrammen führen fehlende Werte oder ein „#NV" in einer Tabellenzelle zu Irritationen: Die Linie stürzt auf Null ab oder wird unterbrochen dargestellt. Um das zu vermeiden, klicken Sie im Dialog „Datenquelle auswählen" auf die Schaltfläche „Ausgeblendete und leere Zelle". Hier können Sie festlegen, wie mit fehlenden Werten oder der Fehlermeldung „#NV" in der Datenquelle umgegangen werden soll.

Punkt- und Blasendiagramm

Liniendiagramme haben in der Regel nur eine Werteachse, die andere Achse ist eine Rubrikenachse. Das Börsenbeispiel oben weicht mit Primär- und Sekundärachse nur scheinbar von dieser Regel ab – auch hier ist die horizontale Achse einer Rubrik vorbehalten; im Beispiel sind das die Jahreszahlen. Rubriken geben mitunter nur eine qualitative Unterscheidung vor, beispielsweise wenn es sich um Kunden, Regionen oder Filialen handelt. Falls die Rubrik Zeiteinheiten enthält, ergibt sich eine Ordinalskala mit Früher/Später-Beziehungen, in der die Reihenfolge also von Bedeutung ist.

Im Unterschied dazu haben Punktdiagramme zwei Werteachsen und keine Rubrikachse. Es ist wichtig, sich diesen Unterschied klarzumachen. Wertachsen enthalten kardinale Werte, größere Abstände darauf stellen entsprechend größere Unterschiede dar. Mit einem Punktdiagramm lassen sich Wertepaare mathematischer Funktionen darstellen. Punktdiagramme, die auch als Streudiagramm oder Punktwolke bezeichnet werden, findet man vor allem in wissenschaftlichen Studien. Sie visualisieren oft eine sehr große Menge an Daten und zeigen statistische Zusammenhänge auf.

Unser Beispiel ist alltäglicher: Das Tabellenblatt „Warengruppen_Umsatz" enthält eine Liste aller Warenkategorien und dazu die Anzahl der Artikel und den erzielten Umsatz jeder Kategorie. Das Punktdiagramm dazu zeigt, dass der Umsatz offenbar nicht in jedem Fall von der Zahl der Artikel einer Warengruppe abhängt. Während die beiden Werte bei Damen-, Herren- und Kinderbekleidung in einem ähnlichen Verhältnis zueinander stehen, wurde mit Schuhen trotz vergleichsweise niedriger Artikelanzahl ein hoher Umsatz erzielt.

Für das Diagramm markieren Sie zunächst nur die beiden Spalten „Anzahl Artikel" und „Umsatz". Fügen Sie danach ein Punktdiagramm ein. Den nichtssagenden Titel ersetzen Sie durch eine aussagekräftige Überschrift. Um die Punkte zuordnen zu können, beschriften Sie sie mit den Namen der Warengruppen. Dazu klicken Sie zunächst doppelt auf einen beliebigen Punkt, um die Datenreihe zu markieren. Anschließend klicken Sie rechts auf einen der Punkte und wählen im Kontextmenü „Datenbeschriftungen hinzufügen".

Standardmäßig werden die Punkte mit Werten beschriftet. Um stattdessen den Namen der Warengruppe neben die Punkte zu stellen, öffnen Sie mit einem erneuten Klick auf einen der Werte und Auswahl von „Datenbeschriftung formatieren ..." im Aufgabenbereich rechts die Beschriftungsoptionen. Setzen Sie einen Haken bei „Wert aus Zellen" und geben Sie im folgenden Dialog die Liste der Warengruppen an. Nun können Sie den Haken bei „Y-Wert" entfernen.

Die Punkte im Diagrammbeispiel visualisieren Artikelanzahl und Umsatz, also zwei Größen für jede der Warengruppen. Im Tabellenblatt „Warengruppen_Umsatz_Marktanteil" kommt eine dritte Größe hinzu, nämlich der jeweilige Marktanteil – ein Fall für das Blasendiagramm. Die Position der Blasen oder Kreise ist dieselbe wie im Punktdiagramm. Der unterschiedliche Durchmesser der Kreise stellt nun aber zusätzlich noch die dritte Größe, nämlich die Höhe des Marktanteils dar.

Hierarchien visualisieren

Die Flächen eines Treemap-Diagramms stellen Größen im Verhältnis zueinander dar. Einen ähnlichen Zweck haben Sunburst-Diagramme, in denen anstelle der Rechtecke Kreise beziehungsweise umeinander liegende Ringe gezeigt werden. Excel verwendet automatisch für jede der Kategorien auf oberster Ebene eine andere Farbe. Dadurch kann es passieren, dass die Datenbeschriftungen schlecht lesbar sind.

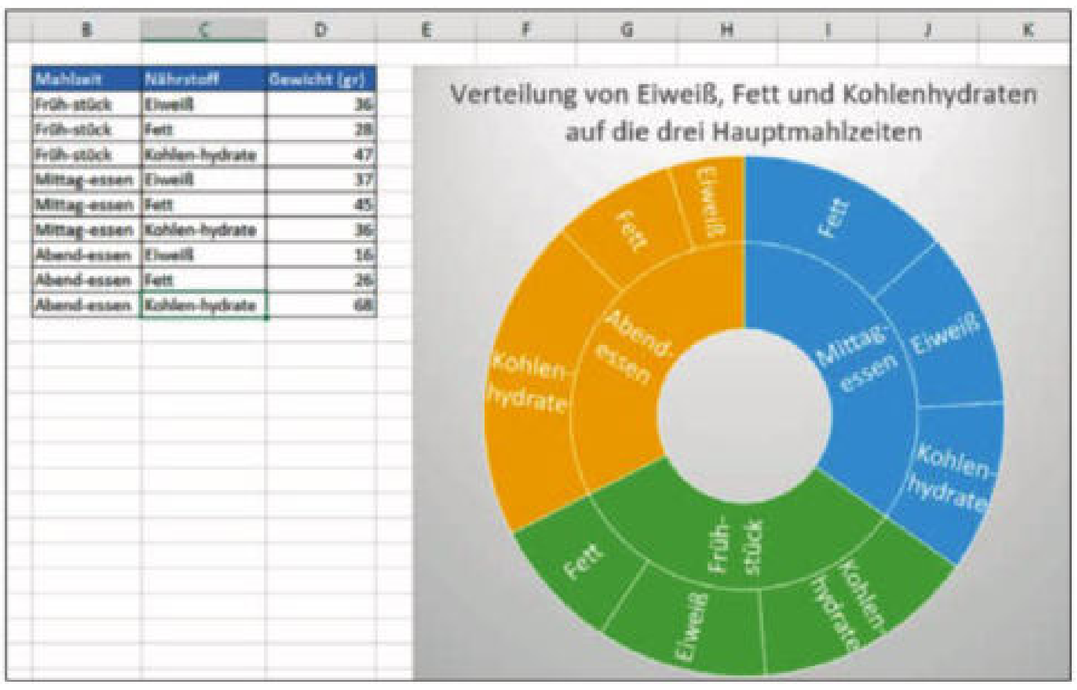
Damit man in der Treemap die Kategorien der obersten Ebene auf einen Blick erkennt, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf eines der Kästchen im Diagramm. Wählen Sie dann im Kontextmenü den Befehl „Datenreihen formatieren" und aktivieren Sie die Option „Banner". Zum Experimentieren mit diesen exotischen, aber ziemlich angesagten Diagrammtypen

gibt es in der Übungsdatei die Tabellenblätter „Region_Städte“ und „Nährstoffe“.

Benutzerdefinierte Vorlagen

Excel unterstützt den Anwender mit allerlei Mechanismen bei der Gestaltung von Diagrammen. Im Diagrammentwurf-Menüband gibt es links oben die „Schnelllayouts“, das sind Vorschläge, in denen Form und Position der Legende oder die Art der Diagrammelemente-Beschriftungen variiert. Rechts daneben präsentiert Excel eine ganze Reihe von Diagrammformatvorlagen – hier variieren lediglich Designeigenschaften, also Dinge wie Transparenz, Schraffuren oder die Farbgebung des Diagrammhintergrundes. Zusätzlich gibt es sogar noch Formatvorlagen für einzelne Diagrammelemente.

Fast alle Einstellungen lassen sich beliebig ändern und ergänzen. Mitunter verrennt man sich beim Ausprobieren und das Ergebnis ist weder zweckmäßig noch ansehnlich. Dann hilft die Option „Auf Formatvorl. zurücks.“. Vielleicht haben Sie aber auch das ultimative Diagramm gebastelt und möchten die Einstellungen für künftige Datenauswertungen konservieren. Dann wählen Sie nach einem Rechtsklick auf das gesamte Diagramm die Option „Als Vorlage speichern ...“. Vorlagendateien legt Excel standardmäßig unter `C:\Benutzer\<Benutzername>\AppData\Roaming\Microsoft\Templates\Charts` ab; sie haben die Endung .crtx.



Bei Sunburst-Diagrammen hilft ein Trick bei der Datenbeschriftung: Mit Trennungsstrichen in den Kategorienbezeichnungen der Datenquelle gelingt eine gut lesbare Kennzeichnung der Diagrammelemente.

Falls das Diagramm in einem Textdokument oder einer Präsentation verwendet werden soll, haben Sie möglicherweise exakte Vorgaben für die Höhe und Breite des Schaubilds. Dann können Sie im Format-Menüband im Abschnitt „Größe“ ganz rechts Zentimeterangaben eingeben. *(dwi@ct.de)* **ct**

Übungsdateien: ***ct.de/yyxt***

Ihr Erste-Hilfe-Set:

Das Notfall-System für den Ernstfall



JETZT NEU!
c't wissen Desinfec't 2019/20

Dank Desinfec't 2019/20 analysieren Sie Ihr bedrohtes Windows-System aus mehreren Blickwinkeln: Viren aufspüren, Hardware untersuchen, Daten sichern. Vier Viren-Scanner und diverse Tools helfen Ihnen auch bei der Systemwartung.

Auch als Download erhältlich.
shop.heise.de/desinfect2019

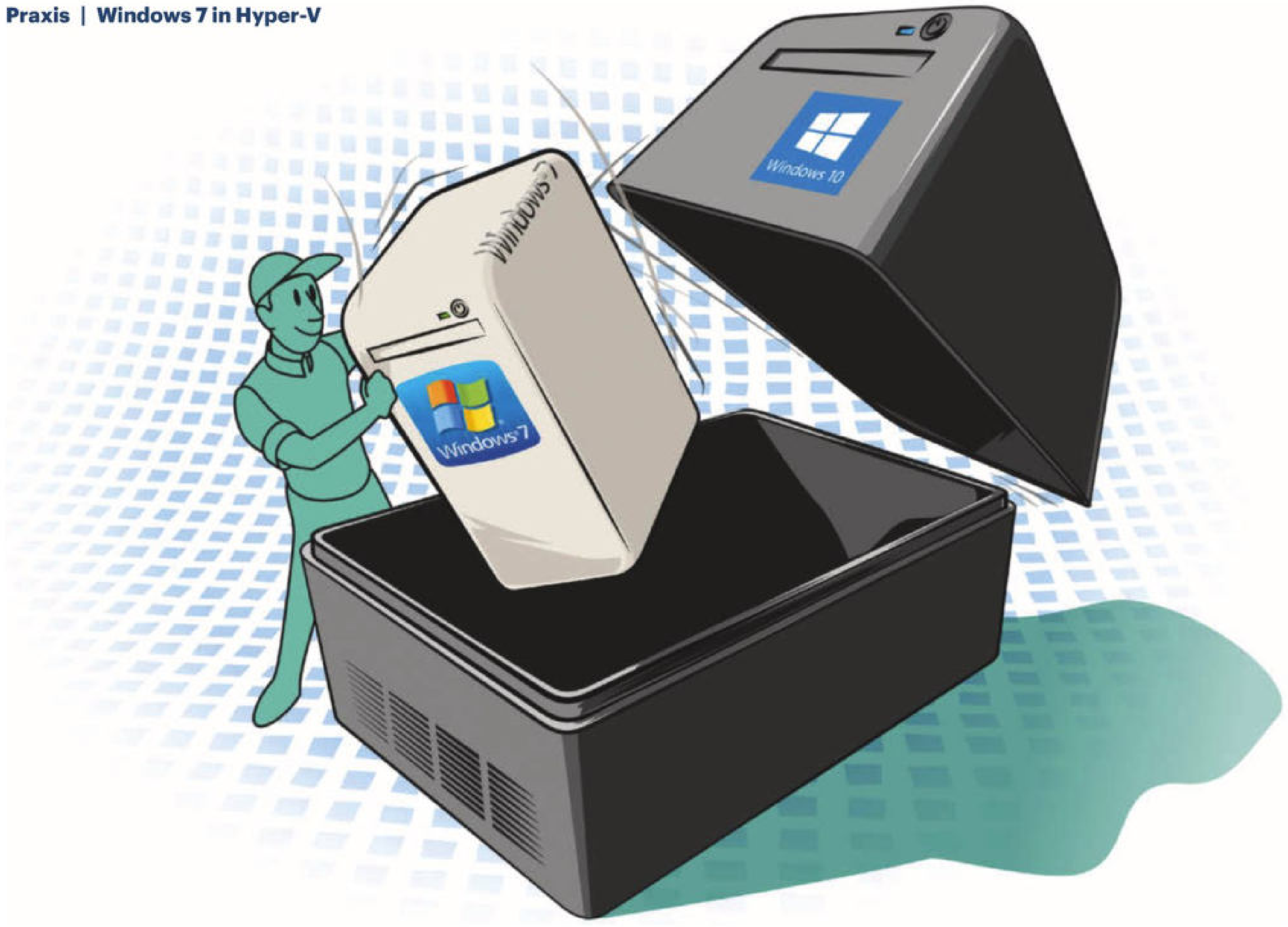
12,90 € ›

Auch auf USB-Stick erhältlich!



› 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 ›



7 in 10

Windows 7 in Hyper-V unter Windows 10 weiternutzen

Sie gehen nach dem Support-Ende von Windows 7 zwar nur noch mit Windows 10 ins Internet, wollen oder können auf den Oldie aber trotzdem nicht ganz verzichten? Dann betreiben Sie Ihre alte Installation doch einfach in einer virtuellen Maschine weiter.

Von Axel Vahldiek

Eine virtuelle Maschine (VM) bildet einen kompletten PC in Software nach, und das können Sie ausnutzen, um Ihre gewohnte Windows-7-Installation in einer Hyper-V-VM als Gast unter dem Wirtssystem Windows 10 laufen zu lassen. Anschließend können Sie gleichzeitig auf das alte und das neue Windows zugreifen und Daten zwischen beiden austauschen, ohne wie bei einer Parallelinstallation zum Wechsel zwischen den Betriebssystemen immer erst neu booten zu müssen. Was dafür nötig ist, besitzen Sie bereits, sofern Sie eine 64-Bit-Variante von Windows 10 Pro, Enterprise oder Education nutzen, denn bei denen ist mit Hyper-V eine Software zum Erzeugen und Betreiben von VMs dabei (falls Sie keine besitzen: Tipps zum Geld sparen beim Windows-Kauf liefert die Titelgeschichte in c't 5/2020).

Damit Sie sich keine falschen Vorstellungen machen: Ihre Windows-7-Installation muss noch lauffähig sein. Etwaige Schäden behebt der Umzug nicht. Falls die alte Installation also im Laufe der Jahre bereits so weit kaputtgespielt wurde, dass es schon auf der echten Hardware kaum noch läuft, wird sie in der VM sehr wahrscheinlich noch schlechter laufen. Zudem ist der Umzug Ihrer Windows-7-Installation in vielen, aber nicht in allen Situationen sinnvoll. So hilft er Ihnen dann nicht weiter, wenn Sie Windows 7 lediglich wegen älterer Hardware weiterbetreiben wollen, die unter Windows 10 nicht läuft. Die lässt sich auch aus der VM heraus nicht ansprechen. Probleme können zudem auftreten, sobald kopiergeschützte Software im Spiel ist: Beim Umzug entsteht eine Kopie Ihrer Installation, und kopiergeschützte Software wird in dieser Kopie womöglich nicht laufen – das ist ja der Sinn solcher „Schutz"-Maßnahmen. Mitunter klappt es aber trotzdem, sodass letztlich nur Ausprobieren hilft. Beim Windows-eigenen Kopierschutz, der Aktivierung, beispielsweise reicht es aus, nach dem Umzug einfach erneut zu aktivieren, was telefonisch klappt.

Des Weiteren sind nach dem Umzug für Windows 7 und 10 jeweils eigene Lizenzen erforderlich. Falls Sie Windows 10 mit dem alten 7er-Schlüssel als Gratis-Upgrade installiert haben, würden sonst beide Systeme gleichzeitig mit derselben Lizenz lau-

fen, und das ist nicht erlaubt. Bei Bedarf können Sie aber Windows 10 oder 7 einfach einen neuen Schlüssel einimpfen (Systemsteuerung/System/„Product Key ändern“), eine Neuinstallation ist also nicht erforderlich. Achtung: Wenn Windows 7 vom PC-Hersteller vorinstalliert wurde, müssen Sie zum Aktivieren nach dem Umzug in die VM den Schlüssel vom Aufkleber kennen. Ist der nicht mehr da, weil er beispielsweise aus ästhetischen Gründen abgeknibbelt wurde, müssen Sie einen neuen, passenden Schlüssel beschaffen.

Die nachfolgende Anleitung ist so geschrieben, dass das Verfahren unabhängig von der Ausgangssituation funktioniert. Sie brauchen also nicht zu wissen, auf welche Weise Windows 7 bislang bootet (klassisch oder per UEFI), auf welcher Partition auf welchem Datenträger der Bootloader liegt und welches Partitionsschema dieser Datenträger hat. Details dazu finden Sie bei Interesse im Kasten „Die Datei Boot.vhd“.

Vorbereitungen

Damit der Umzug klappt, sollten Sie zuerst sicherstellen, dass der Windows-10-PC ausreichend Platz auf dem Datenträger bereitstellt. Wie viel erforderlich ist, hängt dabei im Wesentlichen nur vom Platzbedarf Ihrer Windows-7-Installation ab. Damit ist jedoch nicht die Größe der Partition gemeint, sondern der wirklich belegte Platz. Ablesen können Sie den unter Windows 7 im Explorer in den Eigenschaften der Windows-Partition (üblicherweise C:). Addieren Sie zu diesem Wert noch rund 20 GByte, dann kennen Sie den aktuellen Platzbedarf. Berücksichtigen Sie aber, dass er – je nachdem, wie Sie Windows 7 in der VM künftig verwenden – im Laufe der Zeit weiter steigen kann. Um den anfänglichen Bedarf zu reduzieren, bietet es sich an, in der VM nicht mehr benötigte Programme zu deinstallieren, die Datenträgerbereinigung laufen zu lassen (Knopf „Bereinigen“ in den Eigenschaften der Windows-Partition), den Download-Ordner zu entrümpeln und persönliche Daten wie Filme und ähnliche Platzfresser auf andere Laufwerke auszulagern. Auch der Virenscanner kann weg: Windows 7 sollte ohnehin nicht mehr ins Internet und später wird der Datenaustausch zwischen Windows 7 und 10 vom Windows-10-eigenen Defender überwacht.

Wenn möglich, sollte der Platz für die VM nicht auf einer herkömmlichen Magnetplatte, sondern auf einer SSD zur Verfügung stehen. Denn die Windows-7-Installation in der VM profitiert dann vom SSD-Tempo. Ohne SSD geht es zwar auch, doch läuft Windows 7 dann langsamer.

Falls Sie unter Windows 7 Pfade zu persönlichen Ordnern auf ein anderes Laufwerk umgebogen haben, sollten Sie das rückgängig machen. Falls Sie das ganze Profil umgebogen haben, geht das leider nicht; dann hilft nur, das andere Laufwerk später ebenfalls mit in die VM zu verfrachten – räumen Sie also auch darauf auf.

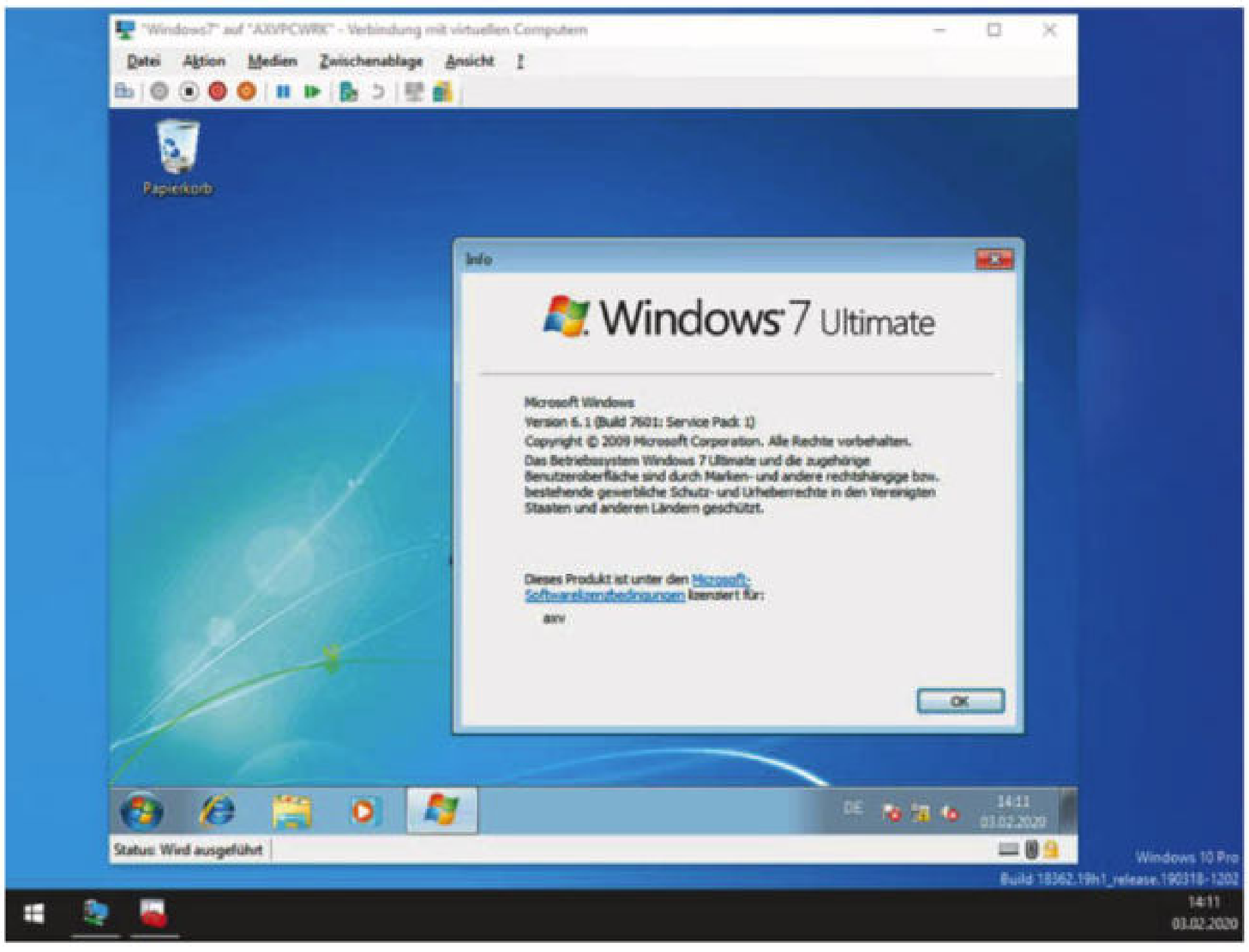
Und los!

Nun kann der Umzug beginnen, und zur Beruhigung: Ihre Windows7-Installation wird dabei nicht angerührt. Sie landet als Kopie in einer großen Container-Datei. Die dient später der VM als virtuelle Festplatte, in der Datei landen also während des Betriebs der VM alle Änderungen an Windows 7. Sie wird dabei wachsen, aber immer nur so weit, wie es zum Speichern aller Dateien nötig ist. Der Dateityp der Container-Datei ist VHD (Virtual Hard Disk), genauer dessen Nachfolgeformat VHDX (Hyper-V kann mit beiden umgehen). Das Kopieren erledigt das Programm Disk2vhd. Programmiert wurde es von Mark Russinovich, der nach dem Aufkauf seiner Firma Sysinternals durch Microsoft schon seit vielen Jahren für den Konzern arbeitet.

Laden Sie unter Windows 7 von der Website https://live.sysinternals.com die Datei disk2vhd.exe herunter (nicht mit disk2vhd.chm verwechseln, das ist bloß die zum Betrieb des Programms nicht erforderliche Hilfe-Datei). Das Programm läuft ohne Installation, starten Sie es nach dem Download also einfach und nicken Sie die Lizenzbestimmungen ab. Es erscheint ein kleines Fenster, in dem unter „Volumes to include“ eine Liste Ihrer Laufwerke auftaucht. Identifizieren Sie anhand der Laufwerksbuchstaben Ihre Windows-Partition und entfernen Sie die Häkchen vor allen anderen Laufwerken. Sollten Sie wegen eines umgebogenen Benutzerprofils ein weiteres Laufwerk mit umziehen müssen, markieren Sie auch das.

Oberhalb der Laufwerksübersicht können Sie den Speicherpfad und Namen der VHD-Datei konfigurieren. Standardmäßig landet die VHDX-Datei im gleichen Ordner, in dem auch Disk2vhd liegt, und trägt den Namen Ihrer Windows-Installation („Computername“). Falls Sie Partitionen ausgewählt haben, die über mehrere Datenträger verteilt sind, erzeugt Disk2vhd mehrere VHDX-Dateien – pro Datenträger eine, Sie tragen dann alle denselben Namen plus einer angehängten Ziffer. Wenn mehrere Partitionen auf einem gemeinsamen Datenträger liegen, landen sie in der gleichen VHDX-Datei.

Falls Windows 10 auf einem anderen PC läuft, können Sie die Datei für den Transport dorthin direkt auf einem



Ihre gewohnte Windows-7-Installation kann unter Windows 10 in einer virtuellen Maschine laufen. Sie erscheint dann als Fenster auf dem Desktop.

USB-Laufwerk erzeugen lassen, doch Achtung: Da die VHDX-Datei größer als 4 GByte wird, darf das USB-Laufwerk nicht mit FAT32 formatiert sein, denn dieses alte Dateisystem kann mit größeren Dateien nicht umgehen. Formatieren Sie es also bei Bedarf vorab mit NTFS oder exFAT.

Mehr ist nicht vorzubereiten, klicken Sie nun auf „Create“. Wie lange das Erzeugen der VHDX-Datei dauert, lässt sich kaum vorhersagen, denn das hängt von der zu kopierenden Datenmenge und der Hardware ab. Üblicherweise ist Disk2vhd aber eher nach Minuten als nach Stunden fertig. Kopieren Sie die VHDX-Datei anschließend bei Bedarf auf den Windows-10-PC.

Anpassungen

Weiter geht es unter Windows 10. Dort befindet sich in der VHDX-Datei zwar Ihre Windows-7-Installation, doch sie ist noch nicht bootfähig. Um das zu ändern, doppelklicken Sie zuerst die VHDX-Datei, woraufhin der Explorer sie als virtuelles Laufwerk mit eigenem Laufwerksbuchstaben einbindet. Haben Sie weitere Laufwerke in die VHDX verfrachtet, tauchen die hier ebenfalls auf. Eventuell erscheinende Hinweise auf weitere Laufwerke, die angeblich erst noch formatiert werden müssten, ignorieren Sie bitte durch Klick auf „Abbrechen“. Das Gleiche gilt für Beschwerden, dass der Zugriff auf ein Laufwerk nicht möglich sei (Details finden Sie bei Interesse im bereits erwähnten Kasten „Die Datei Boot.vhd“). Merken Sie sich den Buchstaben jenes virtuellen Laufwerks, in dem Ihre Windows-7-Installation steckt. Als Beispiel dient hier G:.

Die von Windows 10 verwendeten Buchstaben sind höchstwahrscheinlich andere, als Sie sie von Windows 7 für die jeweiligen Laufwerke kannten, doch das macht nichts. Ihre Windows-7-Installation wird in der VM später trotzdem die gewohnten verwenden. Lag Windows 7 bislang auf C:, liegt es auch in der VM auf C; war es F:, bleibt es F:. Auch eventuell mit übertragene Datenlaufwerke behalten ihre Buchstaben. Dass Windows 10 derzeit andere verwendet, liegt daran, dass jede Installation die Buchstaben selbst verwaltet.

Sie brauchen noch eine weitere VHD-Datei. Wer weiß, wie es geht, kann sie in der Datenträgerverwaltung selbst erzeugen (500 MByte, dynamisch wachsend, MBR-Partitionsschema, eine primäre, aktive NTFS-Partition). Sie können den Job aber auch einem c’t-Skript namens MakeBootVHD.bat überlassen, welches Sie via ct.de/y9cw finden. Das Skript erzeugt nach einem Doppelklick die nötige VHD-Datei in dem Ordner, in dem es selbst liegt, und bindet die neue Datei ebenfalls als virtuelles Laufwerk im Explorer ein. Merken Sie sich auch dessen Laufwerksbuchstaben, als Beispiel dient hier H:.

Als Nächstes erzeugen Sie in der vom Skript generierten VHD-Datei einen Bootloader für Ihre Windows-7-Installation. Das erledigt ein einziger Kommandozeilenbefehl. Drücken Sie Windows+X und wählen Sie „Eingabeaufforderung (Administrator)“ oder „PowerShell (Administra-

Die Datei Boot.vhd

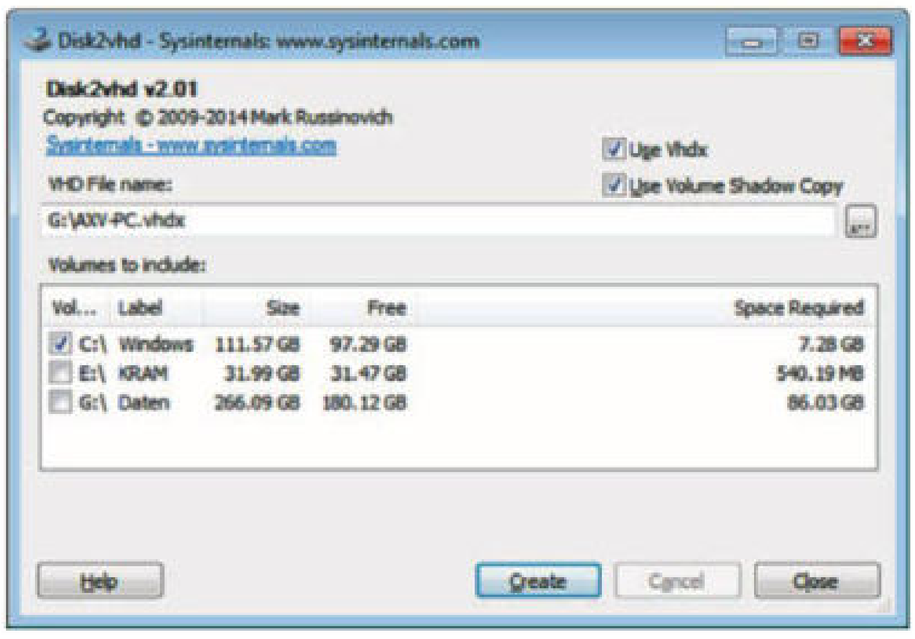
Dass dieser Artikel empfiehlt, eine zusätzliche Boot.vhd zu erzeugen und in die VM einzubauen, hat gleich mehrere Gründe – der wichtigste ist, dass Sie sich so mit allen anderen Gründen nicht beschäftigen müssen.

Sie wollen sie trotzdem wissen? Na, dann: Windows 7 kann sowohl klassisch per Legacy BIOS als auch per UEFI booten. Letzteres ist zwar seltener, kommt aber vor, etwa wenn jemand auf einem PC mit vorinstalliertem Windows 8(.1) oder 10 nachträglich Windows 7 installiert hat. Denn seit Windows 8 booten all diese PCs standardmäßig per UEFI. Eine weitere Eigenheit von Windows: Es mag klassisch nur dann von einem internen Datenträger booten, wenn der Bootloader auf einem Datenträger mit MBR-Partitionsschema liegt, und per UEFI bootet es nur von internen Datenträgern mit GPT-Partitionsschema. Hinzu kommt, dass sich die Partitionierung je nach Partitionsschema unterscheidet: Während bei MBR der Bootloader auf einer quasi beliebig formatierten Partition liegen darf, die allerdings primär und aktiv sein muss, bootet Windows von einem GPT-Datenträger normalerweise nur aus einer FAT32-formatierten Partition. Der Bootloader muss zudem keineswegs auf demselben Datenträger wie die Windows-Installation liegen. Es muss auch nicht der Windows-eigene, sondern kann auch beispielsweise ein Linux-Bootloader wie Grub sein.

Disk2vhd kennt nicht alle denkbaren Bootverfahren für Windows 7 und kann sie demzufolge auch nicht immer so sichern, dass das Booten in der VM nach dem Umzug umstandslos gelingt. Ob Ihre Windows-7-Installation von solchen Problemen betroffen ist, ließe sich zwar herausfinden, doch die nötigen Anleitungen würden hier bei Weitem den Rahmen sprengen. Falls Sie sich das Wissen aneignen wollen: In [2] haben wir die Partitionierung moderner Windows-PCs aufgedröselt, in [3] und [4] haben wir die zum Erforschen und Konfigurieren erforderlichen Bordwerkzeuge Datenträgerverwaltung und Diskpart vorgestellt. In [5] haben wir die diversen Begriffe rund um BIOS und UEFI erläutert, in c’t 22/2018 finden Sie einen ausführlichen Praxis-Artikel inklusive FAQ zum Thema UEFI [6, 7].

Die Boot.vhd erspart Ihnen das Ganze jedoch. Sie nutzt aus, dass all diese Besonderheiten letztlich immer nur für den Bootloader gelten, aber nicht für jene Partition, in der Windows selbst installiert ist. Sofern sie auf einem separaten Datenträger liegt, ist es nämlich völlig egal, ob dieser MBR- oder GPT-partitioniert ist und welche Partitionen sich sonst noch darauf befinden. Wenn Sie der Anleitung folgen, haben Sie am Ende eine VM, die nicht per UEFI, sondern klassisch bootet. Der Bootloader liegt auf der ersten eingebundenen virtuellen Festplatte (Boot.vhd). Diese ist mit einem MBR-Partitionsschema versehen und enthält eine einzige primäre, aktive Partition mitsamt eines Windows-Bootloaders. Der bootet Windows 7 von der zweiten virtuellen Festplatte, die Sie mit Disk2vhd erstellt haben, und bei der ist dank der Boot.vhd egal, ob sie MBR- oder GPT-partitioniert ist.

Die von Disk2vhd erzeugte Datei enthält übrigens nicht nur jene Partitionen, die Sie im Programm per Häkchen ausgewählt haben, sondern auch alle anderen. Die enthalten jedoch weder ein Volume geschweige denn ein Dateisystem, sondern sind „raw“, also komplett leer und belegen in der VHDX-Datei keinen nennenswerten Platz. Sie können sie per Datenträgerverwaltung beziehungsweise Diskpart entfernen oder einfach ignorieren.



Das kostenlose, portable Programm Disk2vhd von Microsoft kopiert Ihre Windows-7-Installation in eine Container-Datei, die später als virtuelle Festplatte dient.

tor)“. Tippen Sie dort folgenden Befehl ein, passen Sie die beiden darin enthaltenen Laufwerksbuchstaben G: (Windows-7-Installation) und H: (Boot.vhd) unbedingt an, und überprüfen Sie beide Anpassungen noch mal, bevor Sie wirklich Enter drücken:

```
Bcdboot G:\Windows /s H: /l de-de
```

Es dauert nur wenige Sekunden, bis die Meldung „Die Startdateien wurden erfolgreich erstellt“ erscheint. Falls da stattdessen „Fehler beim Kopieren steht“, prüfen Sie bitte, ob Eingabeaufforderung beziehungsweise PowerShell wirklich als Administrator laufen (zu erkennen am „Administrator:“ in der Titelleiste des Fensters).

Hat alles geklappt, klicken Sie im Explorer im Kontextmenü der virtuellen Laufwerke jeweils auf „Auswerfen“.

VM erzeugen

Sofern noch nicht passiert, aktivieren Sie nun Hyper-V (eine umfassende Einführung in Hyper-V finden Sie bei Bedarf in [1]) . Drücken Sie dazu Windows+X, wählen Sie „Apps und Features“ und klicken Sie auf „Programme und Features“ (je nach Fenstergröße entweder rechts oben oder ziemlich weit unten). Nun klicken Sie auf „Windows-Features aktivieren oder deaktivieren“, setzen in der Liste ein Häkchen vor „Hyper-V“, klicken auf OK und dann auf „Jetzt neu starten“. Das erledigt alles Nötige auf einen Schlag.

Starten Sie den Hyper-V-Manager, den Sie im Startmenü unter „Windows-Verwaltungsprogramme“ finden. Im linken Bereich finden Sie unterhalb von „Hyper-V-Manager“ einen Unterpunkt, der den Namen Ihrer Windows-10-Installation trägt, klicken Sie doppelt darauf. Ganz rechts geht es mit Klicks auf „Neu“ und „Virtueller Computer“ weiter, woraufhin ein Assistent startet.

Vergeben Sie zuerst einen beliebigen Namen, etwa „Windows 7“. Im selben Dialog können Sie einen Speicherort für die VM festlegen. Dort landen allerdings nur die Metadaten, die nur ein paar MByte belegen. Der nächste Dialog fragt nach der „Generation“ der VM, belassen Sie es bei der Voreinstellung auf „Generation 1“, sonst wird Windows 7 in der VM später nicht booten.

Als Nächstes legen Sie die Größe des Arbeitsspeichers fest. Vorausgewählt sind sparsame 1024 MByte. Sofern ausreichend RAM im Windows-10-PC steckt, erhöhen Sie den Wert besser auf 2048 oder noch besser auf 4096. Das Häkchen vor „Dynamischen Arbeitsspeicher ...“ können Sie entfernen, mit Windows 7 klappt das ohnehin nicht.

Belassen Sie im nächsten Dialog die Netzwerkverbindung auf „Nicht verbunden“. Danach geht es um die virtuelle Festplatte: Ändern Sie die Vorauswahl also auf „Virtuelle Festplatte später zuordnen“. Nach einem Klick auf „Fertigstellen“ erzeugt Hyper-V die VM. Sie erscheint im Manager in der Mitte. Rechtsklicken Sie darauf und wählen Sie „Einstellungen“. Hier können Sie die virtuelle Hardware konfigurieren. Wählen Sie „Prozessor“ aus und erhöhen Sie die „Anzahl virtueller Prozessoren“ auf 2, besser auf 4 – mit nur einem virtuellen Prozessor würde die VM nur sehr lahm laufen. Markieren Sie die Netzwerkkarte und klicken Sie rechts auf „Entfernen“ – die VM soll ja nicht ins Netz (eventuell doch, aber dazu später mehr).

Bauen Sie nun die virtuellen Festplatten in die VM ein. Markieren Sie „IDE-Controller 0“, achten Sie darauf, dass dann weiter rechts „Festplatte“ markiert ist und klicken Sie auf Hinzufügen. Klicken Sie auf „Durchsuchen“ und wählen Sie die vom Skript erstellte Datei Boot.vhd aus. Für die zweite Platte funktioniert es genauso: erst „IDE-Controller 0“ markieren, dann Hinzufügen, Durchsuchen und die von Disk2vhd erzeugte Datei auswählen.

Ganz unten im Bereich „Verwaltung“ entfernen Sie noch bei „Prüfpunkte“ das Häkchen vor „Automatische Prüfpunkte verwenden“. Die könnten bei der Problembehebung hinderlich sein, falls beim ersten Start der VM etwas schieflaufen sollte. Klicken Sie zum Abschluss unten auf „Anwenden“, danach können Sie die Einstellungen schließen.

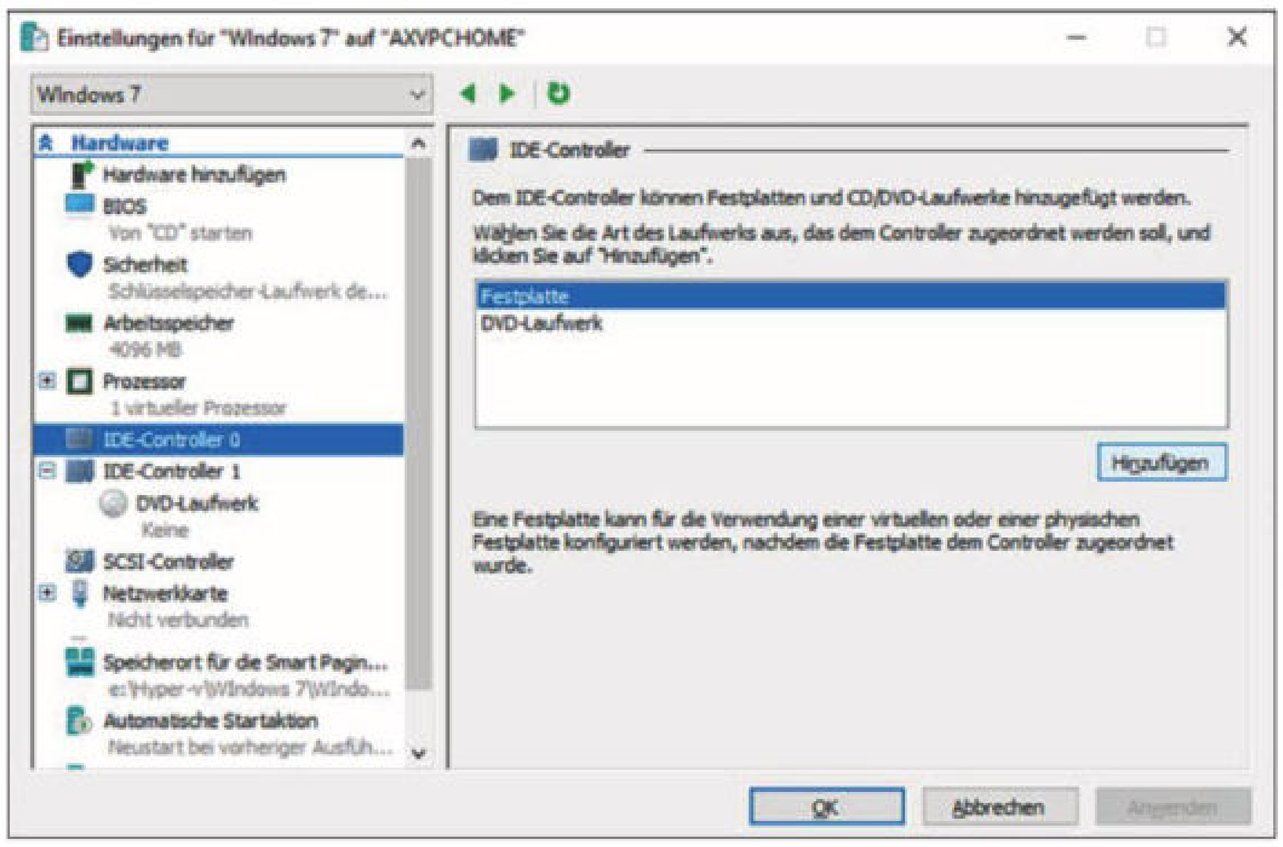
Start!

Nun ist es so weit: Doppelklicken Sie Ihre VM im Hyper-V-Manager. Es erscheint ein Fenster, in dem Sie auf „Starten“ klicken. Und siehe da: Ihre gewohnte Windows-Installation bootet. Es kann passieren, dass Windows als erstes noch mit weißer Schrift danach verlangt, Laufwerke zu überprüfen. Ein Anlass zur Sorge ist das jedoch nicht, denn es geht nicht um die Windows-Partition auf der virtuellen Festplatte, sondern um andere, von Disk2vhd erzeugte, komplett leere und darum für Windows 7 seltsam erscheinende Partitionen. Lassen Sie Windows also prüfen, dann kommt die Meldung nicht erneut.

Wenn der Desktop erscheint, erkennt Windows 7 jede Menge neuer Hardware



Ein kurzer Kommandozeilenbefehl versorgt Ihre Windows-7-Installation in der virtuellen Maschine mit einem neuen Bootloader. Die markierten Laufwerksbuchstaben müssen Sie unbedingt anpassen.



In den Einstellungen der frisch erzeugten VM bauen Sie nachträglich die virtuellen Festplatten ein.

und installiert passende Treiber dafür. Das kann einige Zeit dauern und je nach Konfiguration der VM bei einzelnen Treibern fehlschlagen, unter anderem weil Windows 7 keinen virtuellen dynamischen Arbeitsspeicher unterstützt. Das macht aber nichts, Windows 7 läuft trotzdem problemlos in der VM. Welche Treiber gerade installiert werden, sehen Sie, wenn Sie auf das kleine Symbol im Infobereich der Taskleiste klicken (neben der Uhr). Nach Abschluss der Treiber-Installation ist ein Neustart von Windows 7 erforderlich, dann ist der Umzug an sich abgeschlossen.

Einsatz

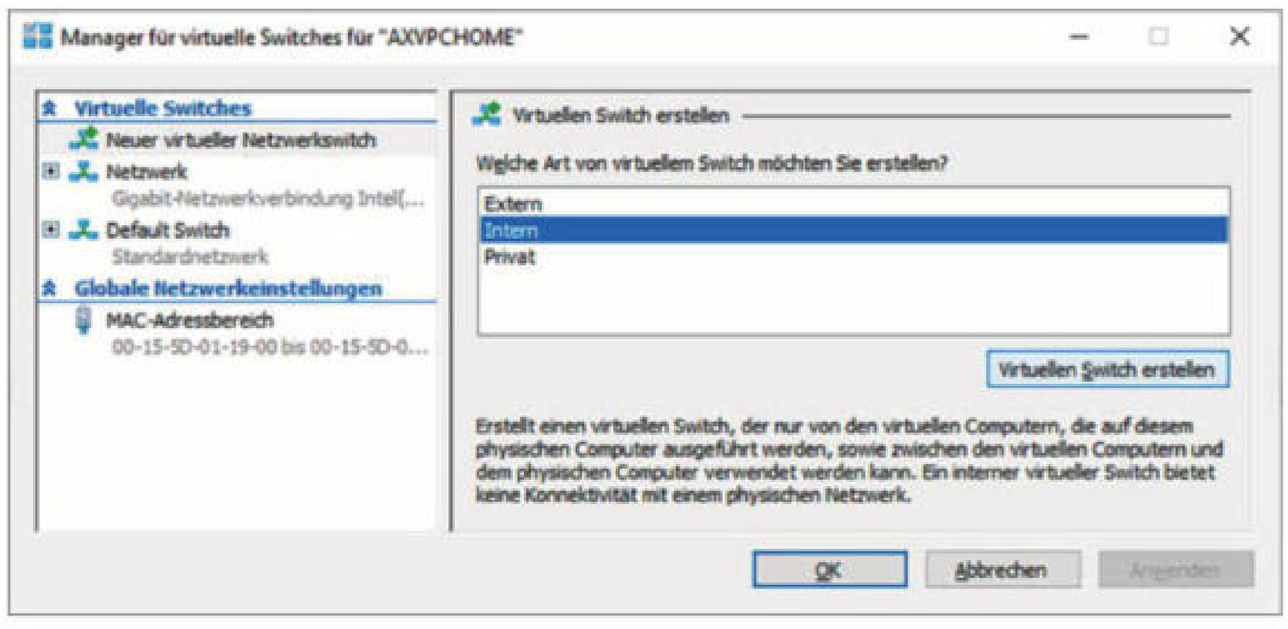
Was noch bleibt, sind Tipps zum Umgang mit der VM im Alltag. Sofern es sich bei der Edition Ihrer Windows-7-Installation um Professional, Ultimate oder Enterprise handelt, können Sie den Mauszeiger einfach in die VM rein und wieder raus bewegen. Falls es eine Home-Edition ist, sieht es anders aus: Dann ist der Mauszeiger nach einem Klick in die VM darin gefangen. Um ihn wieder zu befreien, drücken Sie die Tastenkombination Strg+Alt+Pfeil links.

Der Austausch von Daten zwischen VM und Wirts-Windows ist im ersten Moment kaum möglich. Standardmäßig erlaubt Hyper-V lediglich, reinen Text via Zwischenablage vom Wirt in die VM zu kopieren („Zwischenablage“ in der Menüleiste der VM). Doch mit einem Trick können Sie beliebige Dateien bequem austauschen: Mit einem gemeinsam genutzten Ordner, auf den Sie von VM und Wirt aus gleichzeitig zugreifen können.

Diesen Ordner einzurichten erfordert etwas, was im ersten Moment wie ein Widerspruch zu der Empfehlung klingen mag, Windows 7 nach dem Support-Ende mit keinem Netzwerk mehr zu verbinden: Bauen Sie eine virtuelle Netzwerkkarte in die VM ein. Doch die Art des Einbaus ist speziell, denn er beginnt nicht in den Einstellungen der VM, sondern im Hyper-V-Manager rechts mit einem Klick auf „Manager für virtuelle Switches“. Klicken Sie darin auf „Neuer virtueller Netzwerkswitch“. Markieren Sie unter „Welche Art von virtuellem Switch möchten Sie erstellen“ den Eintrag „Intern“ (das ist wichtig!) und klicken Sie dann auf „Virtuellen Switch erstellen“. Daraufhin erzeugt Hyper-V den Switch. Das Besondere an ihm: Über den können VMs zwar untereinander und mit dem Wirt kommunizieren, kommen aber weder ins Internet noch ins lokale Netzwerk und sind von dort auch nicht erreichbar. Wenn Sie die VM mit diesem Switch verbinden, bleibt sie also von der Außenwelt abgeschottet.

Weiter geht es in den Einstellungen der VM, die für den nächsten Handgriff ausgeschaltet sein muss. In den Einstellungen unter „Hardware hinzufügen“ finden Sie zwei Netzwerkkarten: Wählen Sie „Ältere Netzwerkkarte“ (die funktioniert mit allen Windows-7-Editionen) und klicken Sie auf „Hinzufügen“. Sie landen automatisch im Konfigurationsdialog der Karte, wo Sie unter „Virtueller Switch“ von „Nicht verbunden“ auf „Intern“ umstellen. Nun „Anwenden“ und „OK“ klicken, dann können Sie die VM wieder starten. Windows 7 wird nun im Infobereich der Taskleiste ein Netzwerksymbol mit gelben Ausrufezeichen anzeigen – kein Wunder, aus Sicht des Betriebssystems ist ja auch etwas faul, wenn weder lokales Netz noch Internet erreichbar sind. Aber das soll ja in diesem Fall auch so sein.

Geben Sie nun einen Ordner frei, auf den Sie über den internen Switch vom anderen Betriebssystem aus zugreifen wollen. Ob Sie das in der VM oder im Wirtssystem erledigen, bleibt Ihnen überlassen. Nehmen wir als Beispiel den Ordner „Eigene Dokumente“ von Windows 7 in der VM: Hangeln Sie sich dort im Explorer zu diesem Ordner durch (C:\Benutzer\<Kontoname>\Eigene Dokumente), öffnen Sie via Kontextmenü dessen Eigenschaften und klicken Sie im Reiter „Freigabe“ auf den gleichnamigen Knopf. Ihr Benutzer ist bereits vorausgewählt, weitere sind üblicherweise nicht erforderlich. Die Nachfrage, wie Sie für die Freigabe das Netzwerk konfigurieren wollen, beantworten Sie mit „Nein, das Netzwerk [...] zu einem privaten Netzwerk machen“. Ist das Freigeben abgeschlossen, zeigt Windows 7 Ihnen an, wie Sie die Freigabe von Windows 10 erreichen, in diesem Fall via \\<PC-



Wenn Sie einen „Internen“ Switch verwenden, kann das in der VM laufende Windows 7 zwar Daten via Netzwerk mit dem Wirts-Windows 10 und anderen VMs austauschen, kommt aber weder ins lokale Netz noch ins Internet.

Name>\users\<Kontoname>\documents. Merken Sie sich diesen Pfad.

Was in manchen Fällen noch fehlen dürfte: Für das Konto, welches Sie unter Windows 7 zum Freigeben benutzen, muss ein Kennwort vergeben sein, denn sonst verweigert Windows den Zugriff auf die Freigabe. Sie vergeben es bei Bedarf in der Systemsteuerung unter „Benutzerkonten und Jugendschutz/Eigenes Windows-Kennwort ändern".

Unter Windows 10 drücken Sie nun Windows+R zum Öffnen des Ausführen-Feldes und tippen den von Windows 7 angezeigten Pfad ein. Sie müssen sich nun mit dem Windows-7-Kontonamen und -kennwort anmelden, dann erscheint der freigegebene Ordner im Explorer. Es erleichtert den künftigen Datenaustausch enorm, wenn Sie den Ordner nun als Netzlaufwerk verbinden. Klicken Sie auf den gleichnamigen Menüpunkt in dessen Kontextmenü, wählen Sie einen Laufwerksbuchstaben, etwa Y:, und lassen Sie das Häkchen bei „Verbindung bei Anmeldung wiederherstellen". Dann können Sie den Ordner künftig als Laufwerk Y: im Explorer finden. Achtung: Falls beim Verbinden etwas schiefgeht, erscheinen die Fehlermeldungen mitunter hinter dem VM-Fenster.

Feinschliff

Sind Sie mit der VM zufrieden, bleibt noch, die Aktivierung zu erledigen. Mangels Internetzugang machen Sie das telefonisch. Den Dialog finden Sie in der Systemsteuerung unter System/Windows-Aktivierung. Wählen Sie „Andere Aktivierungsmethoden anzeigen". Wie eingangs erwähnt, wird das allerdings in jenen Fällen scheitern, in denen Windows 7 vom PC-Hersteller vorinstalliert wurde, denn dann steckt ein nicht aktivierbarer Schlüssel im System. Tauschen Sie diesen Schlüssel gegen den vom Aufkleber.

Falls Sie nach dem Deinstallieren des Virenscanners unter Windows 7 die Warnmeldungen des Wartungscenters stören, die immer mal wieder mitsamt eines Symbols im Infobereich der Taskleiste erscheinen, schalten Sie sie ab. Dazu klicken Sie im Kontextmenü des Symbols auf „Wartungscenter öffnen" und darin unter Sicherheit/Virenschutz auf „Meldungen zu Virenschutz deaktivieren" – die brauchen Sie nun ja ohnehin nicht mehr. *(axv@ct.de)* c't

Literatur

[1] Axel Vahldiek, Viele PCs in einem, Virtuelle Computer mit Hyper-V unter Windows 10, c't 4/2020, S. 140

[2] Axel Vahldiek, Vielfach unterteilt, Die Partitionierung moderner Windows-PCs, c't 5/2018, S. 146

[3] Axel Vahldiek, Plattenteiler, Partitionieren mit Windows-Bordmitteln – Teil 1: Datenträgerverwaltung, c't 2/2018, S. 154

[4] Axel Vahldiek, Tipp-Schnippler, Partitionieren mit Windows-Bordmitteln – Teil 2: Diskpart, c't 3/2018 S. 144

[5] Thorsten Leemhuis, Wer, wie, was?, Was die Begriffe Firmware, BIOS, UEFI, alles meinen können, c't 10/2019, S. 186

[6] Christof Windeck, UEFI-BIOS im Griff, Die Hakeleien des BIOS-Nachfolgers ausbügeln, c't 22/2018, S. 108

[7] Christof Windeck, FAQ: UEFI-BIOS, c't 22/2018, S. 114

MakeBootVHD.bat: **ct.de/y9cw**

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

*Preis in Deutschland.



(0541) 80009 126
(werktags von 8 – 20 Uhr, samstags von 10 – 16 Uhr)

wissen-abo@emedia.de

Leserservice eMedia Wissen,
Postfach 24 69, 49014 Osnabrück

emedia.de

eMedia GmbH

Hartes Fenster

Kioskmodus von Windows 10 einrichten

Will man ein Windows 10 so herrichten, dass Anwender nur eine ganz bestimmte App starten können, braucht man dafür keine Zusatzsoftware: Windows 10 hat einen Kioskmodus.

Von Jan Schüßler

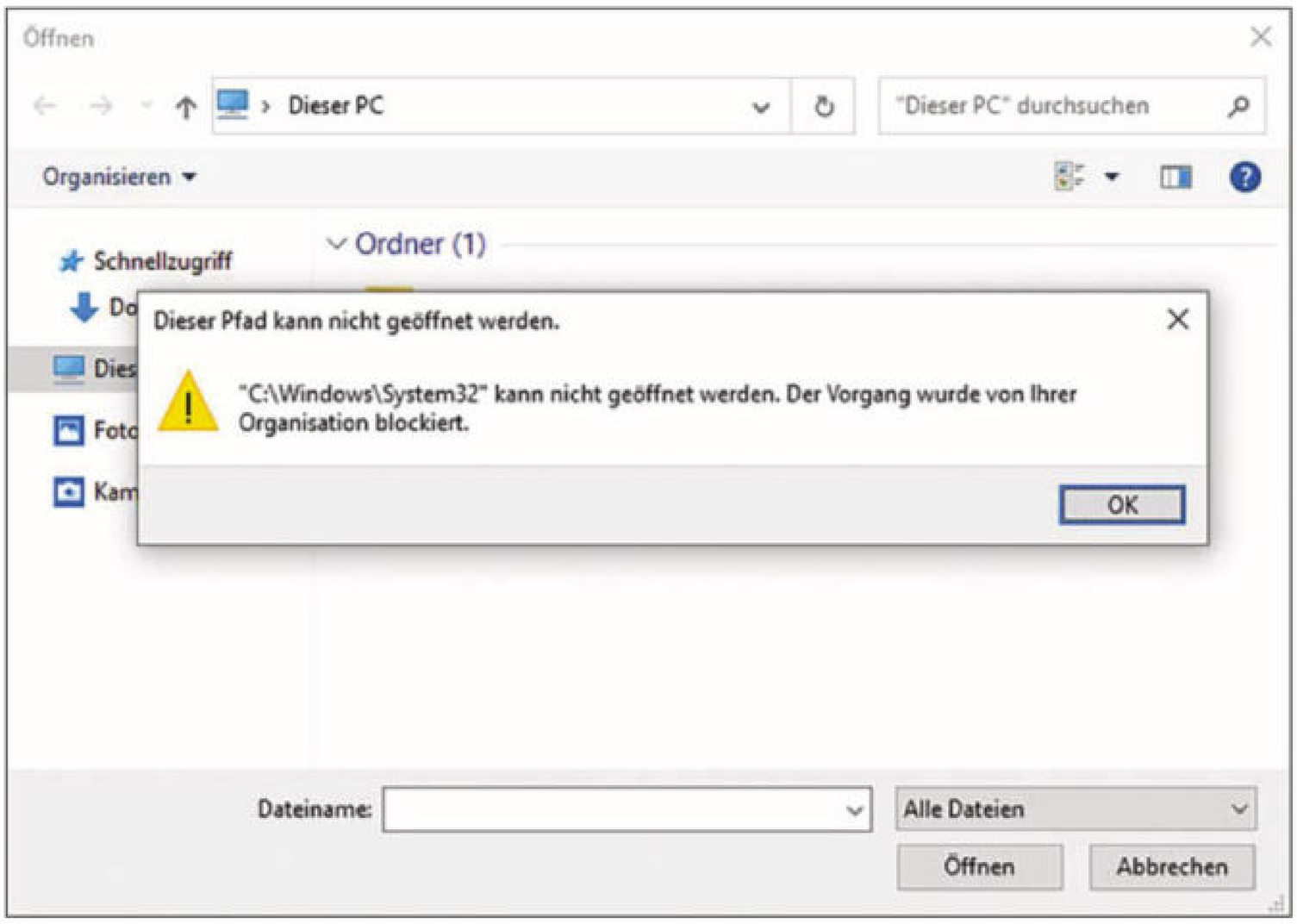
In manchen Fällen ist es praktisch, einen Windows-PC so zu konfigurieren, dass beliebige Nutzer ihn zwar für einen ganz bestimmten Zweck verwenden, die Installation aber nicht kaputtspielen können. Jegliche Änderungen an den Programmen, Einstellungen oder dem Betriebssystem bleiben ihnen verwehrt. Ein praktischer Fall ist etwa ein Surf-PC in einer Bibliothek oder WG, und auch für Partys kann es praktisch sein, einen PC so einzurichten, dass er zwar für alle zu bedienen ist, man damit aber nichts anstellen kann, außer Musik abzuspielen.

Ein praktisches Hilfsmittel dafür ist in Windows 10 in den Editionen Pro, Enterprise und Education enthalten: die Einrichtung eines Kiosk-Benutzerkontos, bei Microsoft auch „zugewiesener Zugriff“ genannt. Beim Login führt es automatisch eine vom Administrator vordefinierte App aus – die allerdings eine moderne App sein muss, also eine in Windows 10 enthaltene oder aus dem Store nachinstallierte Kachel-App. Die wohl gängigste Wahl dürfte hier der Webbrowser Edge sein. Es muss sich dabei bislang um den serienmäßig in Windows 10 enthaltenen herkömmlichen Edge handeln; der neue Edge-Browser auf Chromium-Basis funktioniert derzeit nicht mit dem Kioskmodus. Bei der Installation wird der alte Edge versteckt; wenn Sie bereits den Chromium-Edge verwenden, müssen Sie ihn also entweder wieder deinstallieren oder aber den Side-by-Side-Modus aktivieren. Damit bekommen Sie Zugriff auf beide Versionen. Wie das geht, haben wir unter ct.de/ygvy verlinkt.

Das Einrichten ist vergleichsweise schnell erledigt. Überlegen Sie zunächst, welche App die Kiosk-Benutzer verwenden sollen und installieren Sie sie bei Bedarf über den Store. Klicken Sie dann in den Einstellungen unter „Konten/Familie und andere Benutzer“ im Abschnitt „Kiosk einrichten“ auf die Funktion „Zugewiesener Zugriff“ und danach auf „Erste Schritte“. Vergeben Sie einen Benutzernamen für das Kiosk-Konto oder klicken Sie einfach auf „Weiter“, dann heißt es automatisch „Kiosk“. Wählen Sie nun die gewünschte App aus.

Sofern Sie hier Microsoft Edge wählen, fragt Sie der folgende Dialog, ob Sie eine „digitale Signatur oder öffentliche Anzeige“ einrichten wollen, oder aber einen „öffentlichen Browser“. Der Unterschied: Beim Modus „digitale Signatur oder öffentliche Anzeige“ fehlt der Zugriff auf sämtliche Navigationselemente, und Tabs gibts ebenfalls keine. Somit ist es in diesem Modus nicht möglich, einfach beliebige Webseiten anzusurfen. Weil man sich zwar durchaus auf verlinkte Seiten weiterklicken kann, von dort mangels Navigationselementen aber nicht mehr zurückkommt, empfiehlt sich dieser Betriebsmodus ausschließlich für Webseiten, die entweder gar nicht interaktiv sind (zum Beispiel Videowiedergabe oder Präsentationen in Dauerschleife) oder speziell für die öffentliche Bedienung zugeschnitten sind (etwa für Kundeninformations-Terminals in Behörden oder Geschäften). Daher rührt auch der Begriff „digitale Signatur“ – eine missratene Übersetzung des englischen Ausdrucks „digital signage“, der öffentlich sichtbare Displays oder bedienbare Terminals jeglicher Art bezeichnet.

Im Betriebsmodus „öffentlicher Browser“ bekommen Sie ein Edge-Fenster im InPrivate-Modus zu sehen, in dem URL-Eingabeleiste, Navigationsknöpfe und Tabs ganz normal funktionieren. Davon abgesehen ist der Funktionsumfang auch hier stark beschnitten: Im Menü des Browsers verfügbar sind lediglich die Optionen zum Zoomen, Drucken, Vorlesen und Suchen. Außerdem sind Downloads möglich. Ausführen oder mit anderen Apps öffnen lassen sich die allerdings nicht, daher ist der Nutzen arg begrenzt. In der rechten oberen Bildschirmecke befindet sich zudem eine Schaltfläche „Sitzung beenden“, die den gesamten Browserverlauf löscht, Edge schließt und den Browser neu startet.



Im Kiosk-Edge kann man zwar einen Dateidialog öffnen, wenn die Webseite einen hergibt – doch man kommt damit fast nirgends hin.

In beiden Edge-Betriebsmodi müssen Sie außerdem die Startseite festlegen sowie optional eine Leerlaufzeit, nach der die aktuelle Sitzung automatisch beendet, der gesamte Verlauf gelöscht und eine neue Sitzung gestartet wird.

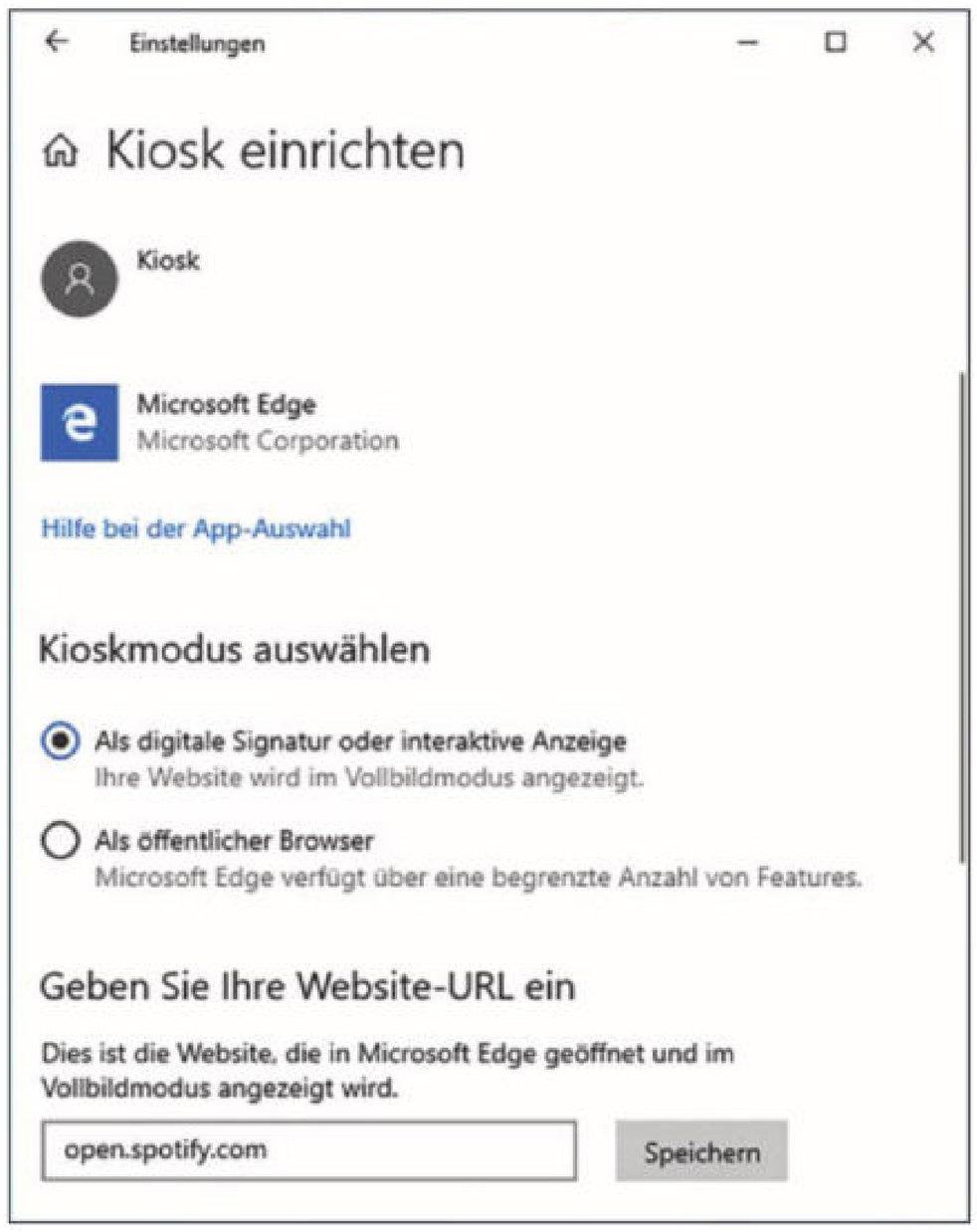
Welche App auch immer im Kioskmodus läuft, es handelt sich beim Kiosk-Konto stets um ein sehr stark eingeschränktes Benutzerkonto, das zum Beispiel keine anderen Fenster öffnen kann. Das bedeutet: Das Anklicken von Hyperlinks in einer App wie VLC oder der Wetter-App wird ignoriert, Tastenkombinationen wie Windows+Pause, Windows+Druck und Windows+L sind ebenso lahmgelegt wie der Zugriff auf Startmenü, Taskleiste und sonstige Elemente der Bedienoberfläche.

Per Edge kommt man zwar an einen Windows-Dateidialog heran (etwa über die Google-Bildersuche oder VirusTotal), kann damit allerdings nichts anstellen, außer auf die Downloads des Kioskkontos zuzugreifen. Selbst die Ordner des Standardprofils „Öffentlich“ (C:\Users\Public) sind gesperrt.

Aus anderen Apps mit Dateisystemzugriff (zum Beispiel dem VLC-Player aus dem Store) lassen sich über einen Öffnen-Dialog all jene Ordner und Dateien von Laufwerk C: auflisten, die auch ein Standardbenutzer sehen kann – das Kiosk-Benutzerkonto ist Mitglied der Gruppe „Benutzer“. Das Löschen, Umbenennen oder Starten dieser Dateien ist aber nicht möglich. Lediglich auf Wechseldatenträgern, im Kiosk-Benutzerprofil und im „Öffentlich“-Profil kann man Dateien und Ordner löschen, umbenennen und neu erstellen. Darüber kommt man aber kaum hinaus: So kann man an diesen Orten zwar etwa eine neue Textdatei anlegen, aber nicht bearbeiten. Ausschneiden und Kopieren funktionieren, Einfügen aber nicht. Will man einen Ordner öffnen, für den die Rechte des Kiosk-Kontos nicht ausreichen (etwa fremde Dokumente oder Bilder), stürzt der Dateidialog ab, statt eine UAC-Abfrage einzublenden.

Bei genauerer Betrachtung fiel uns im Fall von VLC auf, dass sich über Datei-öffnen-Dialoge durchaus Prozesse starten lassen, etwa Batch-Dateien oder Konsolenbefehle, die man schlicht in die Adresszeile eintippt. Auf diese Weise gestartete Programme werden nicht angezeigt, laufen aber im Hintergrund, was sich parallel dazu aus dem Admin-Konto heraus im Task-Manager nachvollziehen lässt. Im Extremfall kann es Angreifern so durchaus gelingen, Nicht-Systemdatenträger zu formatieren. Aus Microsoft-Edge-Dialogen heraus sind uns derartige Tricks nicht gelungen.

Der Kioskmodus macht Windows 10 mit ein paar Handgriffen fit für den Einsatz als Party-Musik-PC.



Microsoft hat die Kiosk-Optionen in einem Docs-Artikel ausführlich dokumentiert (siehe ct.de/ygvy) und listet auch im Detail auf, welche Gruppenrichtlinien im zugewiesenen Zugriff scharfgeschaltet werden. Admins finden dort ebenfalls Hinweise, wie ein Kioskmodus zu konfigurieren ist, der mehrere Apps zulässt.

Anwendungsfall Musik-PC

Ausgerechnet Musik-Streaming-Apps wie Deezer, Spotify oder Tidal lassen sich nicht für den Kioskmodus auswählen – warum das so ist, entzieht sich unserer Kenntnis. Die Einrichtung eines Streaming-Clients als Party-Musik-PC ist dennoch möglich, solange der Anbieter einen Web-Player bietet. Die Kiosk-App ist dann einfach Edge und die Startseite lautet im Fall von Spotify „open.spotify.com“. In diesem Anwendungsfall sollten Sie den Betriebsmodus des Kiosk auf „digitale Signatur oder öffentliche Anzeige“ festlegen, weil damit keine Schaltfläche zum Beenden der Sitzung existiert, die die Partygäste versehentlich klicken und damit den bestehenden Login zunichte machen könnten.

Kommt ein Player für lokale Musik zum Einsatz, etwa die in Windows 10 enthaltene Groove-App oder der VLC Player aus dem Store, müssen Sie dafür Sorge tragen, dass das Kiosk-Konto auch Zugriff auf die Mediendateien hat – liegen die im Musik-Ordner Ihres normalen Benutzerkontos, klappt das nicht, da dem Kiosk dafür die Zugriffsrechte fehlen. Die simpelste Lösung dafür ist es, die gewünschten Musikdateien einfach auf einen USB-Stick zu ziehen und den anzuschließen; möglich ist aber auch etwa, die Musik in den Ordner „C:\Users\Public\Music“ zu kopieren.

Will man den Kioskmodus verlassen, bringt die Tastenkombination Strg + Alt + Entf die Anmeldeseite zum Vorschein. Von dort aus ist der Login in andere Konten möglich und der Rechner lässt sich herunterfahren oder neu starten.

Was auch ein Kiosk-Modus nicht verhindern kann, ist, dass Nutzer einen bootfähigen USB-Stick anstecken und den PC neu starten, um am System herumzubasteln. Um so etwas zu verhindern, sollten Sie auch das BIOS des Rechners mittels zweier Einstellungen absichern: Schalten Sie erstens in der Boot-Konfiguration sämtliche Laufwerke außer der internen Festplatte ab und sichern Sie zweitens den Zugang zum BIOS mit einem Kennwort. *(jss@ct.de)* c't

Kiosk-Dokumentation, Edge-Parallelbetrieb: ***ct.de/ygvy***

Notleidende Datenbanken

SQL-Server-Datenbanken wiederherstellen oder wiederbeleben

Microsofts SQL Server ist das Rückgrat für viele Anwendungen in Unternehmen – nicht nur für solche, die Microsoft selbst anbietet. Schlimm, wenn er die Arbeit einstellt. Wir zeigen, mit welchen Werkzeugen Sie sich in einem solchen Fall behelfen können.

Von Jan Mahn

Die Entscheidung, Microsoft SQL Server zu installieren, treffen die meisten Admins nicht unbedingt aus freien Stücken. Der Datenbankserver ist das lästige Beiwerk, das man mal schnell installiert, während man eigentlich eine andere Software einrichten will: Sei es Microsofts Update-Dienst WSUS, ein Exchange-Server oder die Buchhaltungssoftware eines Drittanbieters. Solange der Server läuft, befassen sich nur die wenigsten mit den mitgelieferten Werkzeugen – die Einrichtung hat im besten Fall ein mitgeliefertes Skript des Softwareherstellers erledigt. Doch diese Herangehensweise rächt sich, wenn man irgendwann mal in die Situation kommt, ein Backup einspielen zu müssen oder man sich Zugang zu einer Datenbank verschaffen muss, aus der man sich ausgesperrt hat.

Klick-Oberfläche

Das „Microsoft SQL Server Management Studio“ (SSMS) ist der erste Anlaufpunkt für viele Administrationsaufgaben, sowohl im SQL-Server-Alltag als auch im Krisenfall. Die Software wird aber nicht automatisch zusammen mit dem Server installiert. Über ct.de/y2f8 finden Sie die Installationsdatei der aktuellen Ausgabe, die ein halbes GByte auf der Platte beansprucht. Installieren können Sie die Anwendung entweder direkt auf dem Server (sofern er mit grafischer Oberfläche läuft), oder auf einem Arbeitsplatzrechner (sofern die Datenbank über das Netzwerk verfügbar ist).

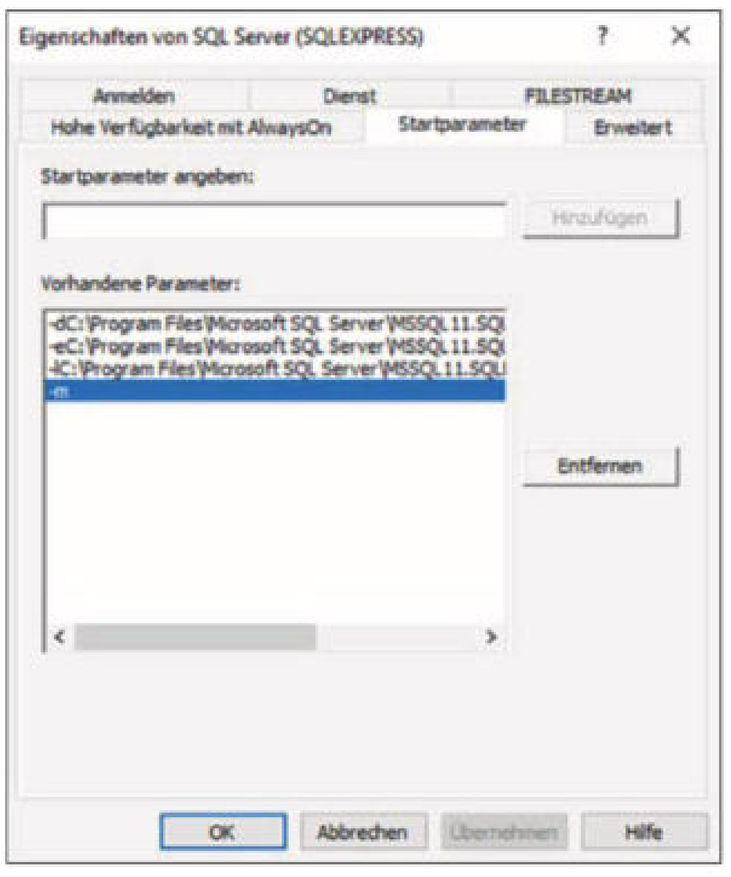
Öffnet man das Programm, muss man sich an einem Datenbankserver anmelden, ein lokal installierter Server wird automatisch vorgeschlagen. Ob man sich mit Benutzername und Kennwort (SQL-Server-Authentifizierung) oder mit den Windows-Anmeldedaten des an Windows angemeldeten Benutzers anmelden kann, hängt von der SQL-Server-Instanz ab. Falls Sie die Zugangsdaten verlegt oder den Server undokumentiert geerbt haben, erfahren Sie im Abschnitt „Ausgesperrt“, wie Sie durch die Hintertür reinkommen.

Müssen Sie ein Backup auf einem frischen Server einspielen, kommen Sie mit SMSS schnell zum Ziel. Voraussetzung ist eine laufende Datenbankinstanz, mindestens auf dem Versionsstand des defekten Servers, von dem das Backup erstellt wurde. Sicherungen schreibt SQL Server in Dateien mit der Endung .bak. Öffnen Sie das SSMS, verbinden sich mit der Instanz. Rechtsklicken Sie dann in der Baumstruktur auf „Datenbanken“. Mit dem Menüpunkt „Neue Datenbank“ erstellen Sie eine leere Datenbank. Anschließend finden Sie im selben Menü den Punkt „Datenbank wiederherstellen“. Dahinter verbirgt sich ein Assistent. Die Auswahl der bak-Datei hat der Hersteller hinter dem Begriff „Medium“ versteckt.

Hat der Assistent mit der Arbeit begonnen, brauchen Sie vor allem Geduld – bei unseren Versuchen mit einer ein Terabyte großen Sicherungsdatei vergehen die ersten 15 Minuten, bevor der Server überhaupt eine Prozentanzeige liefert. Im besten Fall haben Sie am Ende des Prozesses wieder eine lebende Datenbank. Wenn die Quell-Datenbank auf einem neueren Server gesichert wurde, beschwert sich der Assistent sofort nach dem Start. Hinderlicher ist der Versuch, eine Datenbank, die größer als 10 GByte ist, auf einen Server in der Express-Version wiederherzustellen – das ist in der kostenlosen Version nicht erlaubt. Dieser Vorgang scheitert leider erst nach 30 Minuten, wenn das Limit erreicht ist. Vorab prüfen sollten Sie auch, ob der Datenbankserver ausreichend Festplattenkapazität hat, um das Backup auszupacken. Auch das prüft SQL Server leider nicht vorab und scheitert erst, wenn die Platte bis zum letzten Byte voll ist.

Ausgesperrt

Hat man sich aus einem Datenbankserver ausgesperrt und keinen Zugriff über SQL- oder Windows-Authentifizierung, kommt man ebenfalls mit dem SSMS zum Ziel – muss aber die Rechteverwaltung austricksen. Zunächst müssen Sie den Serverdienst stoppen. Öffnen Sie dazu den „Sql Server Configuration Manager“. Rechtsklicken Sie dort auf die Serverinstanz, die Sie retten wollen, und wählen Sie „Beenden“. Öffnen Sie dann die Einstellungen für die Instanz und ergänzen Sie im Reiter „Startparameter“ den Parameter `-m`. Starten Sie den Server dann erneut, er läuft jetzt im



Bevor man das Kennwort zurücksetzen kann, muss man die Server-Instanz mit dem Parameter -m starten.

Wartungsmodus – nach dem Abschluss der Operation müssen Sie den Parameter wieder entfernen, da der Server in diesem Modus nur eine einzige Verbindung zulässt. Wenn Sie nicht gerade per Remote Desktop arbeiten, trennen Sie am besten während der Prozedur die Netzwerkverbindung oder sorgen Sie dafür, dass keine andere Anwendung auf die Datenbank zugreifen will – sonst werden Sie immer mal wieder von lästigen Fehlermeldungen behelligt, die Sie wegklicken müssen.

Das SSMS müssen Sie jetzt mit den Rechten des System-Accounts starten. Dieser darf im Wartungsmodus nach Belieben Hand an die Zugriffsrechte anlegen. Um eine Anwendung mit Systemrechten zu starten, ist PsExec aus den Sysinternals-Tools das Mittel der Wahl. Diese Helfer finden Sie über ct.de/y2f8 bei Microsoft zum Download. Entpacken Sie das Archiv und legen Sie PsExec.exe zum Beispiel nach C:\. Erstellen Sie dann eine Batch-Datei, zum Beispiel auf dem Desktop. Darin rufen Sie PsExec.exe mit den Parametern `-s` (mit Systemrechten) und `-i` (interaktiv) und dem Pfad zu SSMS auf. Wo die Datei liegt, hängt von der verwendeten Version ab. Für das SSMS für SQL Server 2012 (interne Versionsnummer 110) lautet der vollständige Befehl:

```
C:\PsExec.exe -s -i "C:\Program ↵
↳Files (x86)\Microsoft SQL Server\110\↵
↳Tool\Binn\ManagementStudio\Ssms.exe"
```

Verwenden Sie den aktuellen SQL Server und das aktuelle SSMS, lautet der Aufruf:

```
C:\PsExec.exe -s -i "C:\Program Files ↵
↳(x86)\Microsoft SQL Server ↵
↳Management Studio 18\Common7\↵
↳IDE\Ssms.exe"
```

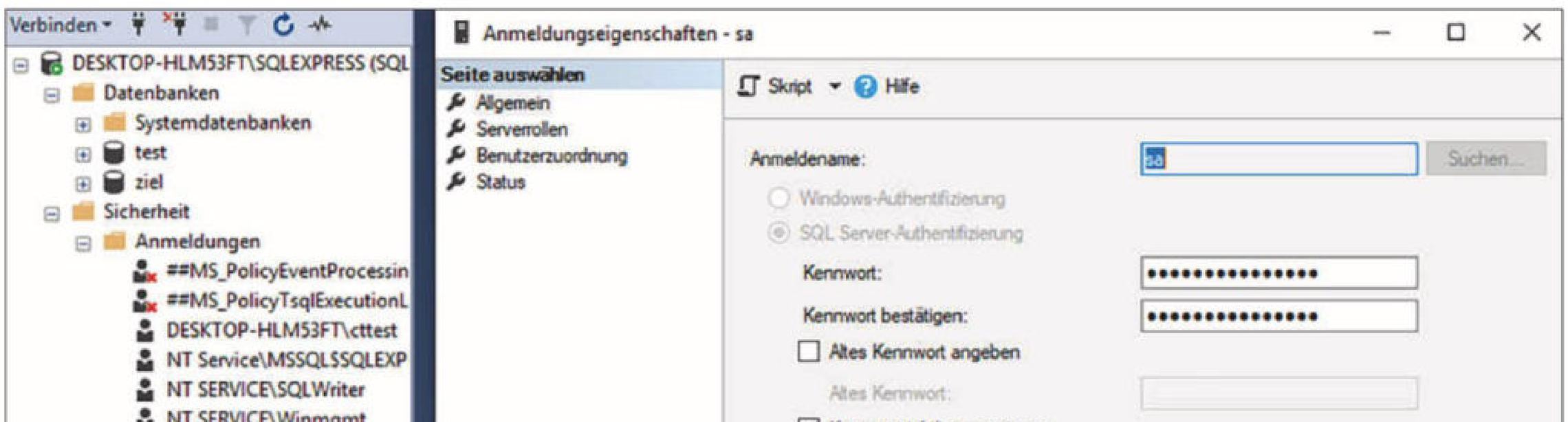
Führen Sie die Batch-Datei anschließend mit Administratorrechten aus. Es öffnet sich das SSMS und Sie dürfen sich mit dem Windows-Benutzer „NT-AUTORITÄT\SYSTEM“ am Datenbankserver anmelden.

Um den Zugang wieder herzustellen, klappen Sie im Baum links den Ordner „Sicherheit“ aus und öffnen Sie „Anmeldungen“. Dort ist der Super-Admin „sa“ aufgeführt, meist ist er deaktiviert (zu erkennen am roten Kreuz). Öffnen Sie mit einem Rechtsklick die Eigenschaften des Benutzers und aktivieren Sie ihn zunächst im Reiter „Status“, indem Sie das Feld „Anmeldename“ auf „Aktiviert“ setzen. Unter „Allgemein“ vergeben Sie ein neues Passwort. Anschließend sollten Sie SSMS beenden, den SQL-Server im Configuration Manager stoppen und den Startparameter `-m` entfernen. Anschließend starten Sie eine gewöhnliche Instanz von SSMS und melden sich mit „sa“ und Ihrem neuen Kennwort an. Jetzt können Sie die Datenbank sichern, andere Accounts anlegen oder deren Kennwörter zurücksetzen.

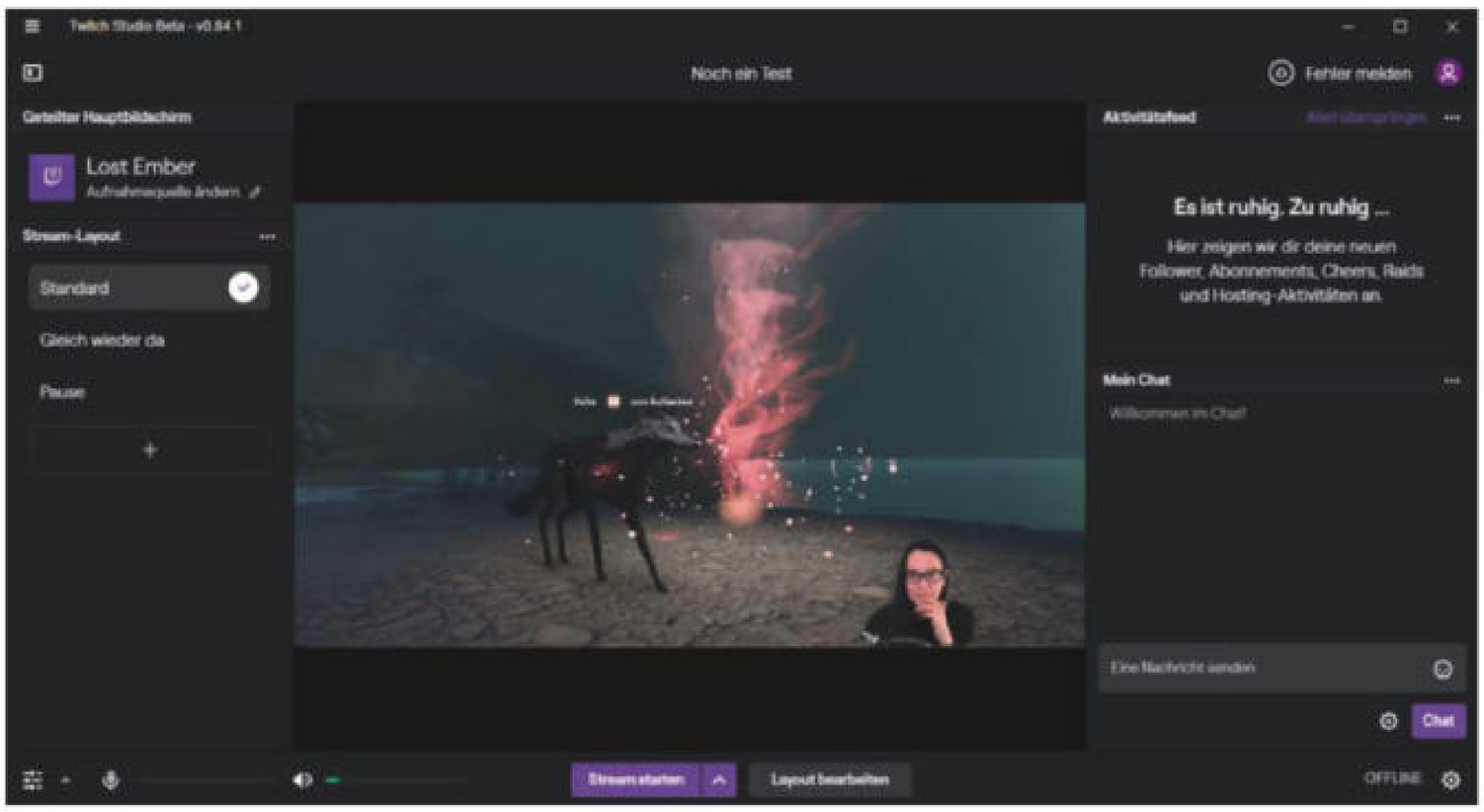
Im besten Fall macht man sich als freiwilliger oder unfreiwilliger SQL-Server-Admin rechtzeitig mit den Werkzeugen vertraut und wartet nicht auf den Katastrophenfall. Zu diesem Zweck kann man eine Instanz von SQL Server Express zusammen mit SSMS auf einer Windows-10-Maschine einrichten – Windows Server ist keine Voraussetzung.

(jam@ct.de) c't

Downloads: ct.de/y2f8



Im Microsoft SQL Server Management Studio kann man im Notfall den Super-Admin freischalten, wenn man sonst keinen Zugang mehr zur Datenbank hat.



Starthilfe

Livestreams mit Twitch Studio Beta

Spiele mit wenigen Klicks live streamen: Die Livestreaming-Plattform Twitch will diesen Schritt mit einer eigenen Software noch einfacher machen.

Von Liane M. Dubowy

Statt wie früher mit Freunden auf dem Sofa zu sitzen und den Controller herumzureichen, streamen viele Gamer heute ihr Spiel live und teilen den Spielspaß mit ihrer Community. Eine der beliebtesten und größten Plattformen für Livestreaming ist Twitch, das mit einem Chat und weiteren Funktionen den Aufbau des virtuellen Freundeskreises erleichtert. Außerdem ermöglicht die Plattform Gamern, mit ihrem Hobby Geld zu verdienen.

Livestreams sind tückisch: Guter Ton, flüssiges Bild ohne Artefakte und die richtige Qualität und Bildrate für den Stream sind nur ein paar der Faktoren, die Streamer in den Griff bekommen müssen. Die Konfiguration einer Streaming-Software wie OBS Studio ist allerdings nicht trivial. Mit einer eigenen Software will die Streaming-Plattform Twitch Einsteigern über die technischen Hürden hinweghelfen.

Noch ist Twitch Studio im Beta-Stadium, es steht allerdings unter https://twitch.tv/broadcast/studio schon frei zum Download bereit. Anders als die Konkurrenz OBS Studio gibt es Twitch Studio nur für Windows. Twitch Studio schickt nicht nur den Livestream zur Online-Plattform, sondern hilft dabei, zwischen verschiedenen Szenen umzuschalten. Dabei ist die Software genau auf die Plattform abgestimmt. Wir haben uns Twitch Studio Beta angesehen und zeigen, wie Sie damit schnell einen eigenen Stream einrichten.

Bitte einsteigen

Voraussetzung für das Streamen auf Twitch.tv ist nur ein kostenloser Account, den Sie vorab einrichten sollten. Wer nur sein Spiele ohne Kommentar überträgt, wird auf Twitch vergeblich auf Zuschauer hoffen, ein Mikrofon – und sei es nur das am Gaming-Headset – ist Pflicht. Eine Webcam ist ebenfalls dringend anzuraten.

Schließen Sie alle Geräte schon mal an Ihren Windows-Rechner an und sorgen Sie dafür, dass die aktuellsten Hardware-Treiber installiert sind. Im Test kam unter Windows 10 typische Game-Streamer-Hardware zum Einsatz: ein Auna-B900-USB-Mikrofon und als Webcam die Logitech C920 sowie C922.

Nach dem Start von Twitch Studio müssen Sie sich zunächst bei Ihrem Twitch-Konto anmelden, bevor Sie irgendetwas konfigurieren können.

Fast automatisch

Twitch Studio bringt einen Assistenten mit, der bei den wichtigsten Einrichtungsschritten hilft. Wie gut der Stream am Ende aussieht, hängt aber auch davon ab, wieviel Liebe Sie später ins Feintuning Ihrer Streaming-Szenen stecken. Mit „Los geht's" starten Sie die Konfiguration über den Assistenten; wollen Sie selbst Hand anlegen, bringt Sie „Setup überspringen" direkt in die Einstellungen.

Zunächst will Twitch Studio das Mikrofon einrichten. Sorgen Sie dafür, dass es vor Ihrem Mund ist und sprechen Sie ein paar Worte, dann sollten Sie einen grünen Ausschlag im Mikrofon-Setup sehen. Andernfalls wählen Sie über „Mikrofon wechseln" das richtige Mikro aus. Über „Personalisieren" können Sie die Aufnahme mit Filtern verbessern und beispielsweise mit der Rauschunterdrückung störende Hintergrundgeräusche ausblenden. Standardmäßig aktiv sind „Hintergrundgeräusche filtern" und „Lautstärkeausgleich aktivieren". Letzteres sorgt dafür, dass die Audioaufnahme nicht zu laut wird, wenn Sie im Eifer des Gefechts einmal lauter werden. Sollen leise Geräusche nicht zu hören sein, können Sie mit der Option „Leise Geräusche filtern" ein sogenanntes „Noise Gate" einrichten. Diese Funktion ist nicht automatisch aktiv, denn falsch konfiguriert kann sie dafür sorgen, dass ganze Wortteile im Stream nicht zu hören sind. Sämtliche Audioeinstellungen können Sie auch später noch anpassen.

Testen Sie Ihr Mikrofon, indem Sie oben „Ins Mikrofon reinhören" aktivieren und dann hinein sprechen. Sie sollten Ihre Stimme nun direkt über Ihre Kopfhörer oder Lautsprecher hören. Wie laut Ihre Stimme im Stream klingt, passen Sie über den Schieberegler an.

Im nächsten Schritt konfiguriert der Assistent Ihre Webcam. Im Test wurde die Webcam automatisch erkannt, andernfalls wählen Sie sie aus dem Auswahlfeld aus. Direkt darunter zeigt die Software eine Vorschau. Über die Pfeile am Rand können Sie zwischen verschiedenen Effekten wählen. Ein Klick auf „Continue to Layouts" bringt Sie zu drei vorkonfigurierten Stream-Layouts (eine Art Kameraeinstellung).

Szenenwechsel

Während des Streams können Sie per Klick oder Tastendruck zwischen ver-

schiedenen Stream-Layouts wechseln. „Standard“ zeigt das Spiel im Vollbild und legt links unten ein kleines Webcam-Bild darauf. Das Layout „Gleich wieder da“ blendet eben diesen Text vor einem Hintergrundbild ein. Es kann während einer Kaffeepause eingeblendet werden, wenn Sie den Platz kurz verlassen möchten. Das Layout „Pause“ wiederum eignet sich für Wartezeiten, etwa bis sich die Lobby eines Multiplayerspiels füllt. Hier ist der Spielebildschirm klein links unten eingeblendet und das Webcambild nimmt zwei Drittel des Platzes in Anspruch.

Jedes Layout können Sie anpassen und außerdem eigene anlegen. Das geht sowohl im Assistenten als auch später noch. Im Assistenten klicken Sie dazu auf „Layouts anpassen“, später finden Sie die Einstellungen im Hauptfenster per Doppelklick auf ein Layout. Um ein neues Layout anzulegen, klicken Sie im Hauptfenster auf die Schaltfläche mit dem Pluszeichen.

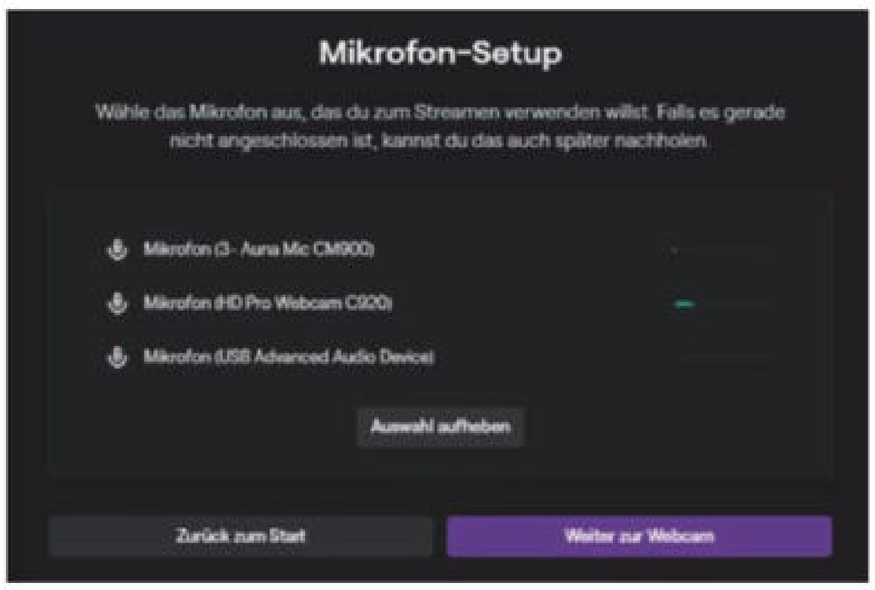
Ein Layout besteht aus mehreren Ebenen. Überlappen sich Elemente, ist stets die oberste Ebenen sichtbar. Um ein Element im Layout zu bearbeiten, klicken Sie es links in der Leiste an, die möglichen Optionen zeigt Twitch Studio dann in einer Seitenleiste rechts. Für fast jedes Element können Sie einen Rahmen, dessen Dicke, Farbe oder Transparenz und Eckenrundung definieren. Über „Hintergrundbild“ links in der Leiste tauschen Sie bei Bedarf per Klick auf „Ändern“ die Grafik im Hintergrund aus. Bei Bedarf fügen Sie eigene Grafiken und Texte hinzu.

Wollen Sie etwa die Webcam ausblenden, fahren Sie mit dem Mauszeiger auf die Zeile „Webcam“ und klicken auf das Augensymbol, das dann erst sichtbar wird. Das funktioniert auch mit allen anderen Elementen.

Welches Spiel Twitch Studio zeigt, wählen Sie über „Spielaufnahme“ aus: Klicken Sie diesen Punkt an und dann rechts unter „Geklonte Eigenschaften“ auf „Bearbeiten“. Starten Sie zunächst das Spiel und klicken auf „Ändern“, dann taucht es in einer Liste der geöffneten Fenster auf. Alternativ entscheiden Sie sich hier für einen Monitor, allerdings sind im Stream dann auch Benachrichtigungen des Desktops zu sehen. Hier können Sie außerdem für jedes Layout „Alerts“ konfigurieren. Die kleinen Info-Fenster öffnen sich dann während des Streams und machen beispielsweise auf neue Follower und Abonnenten aufmerksam.

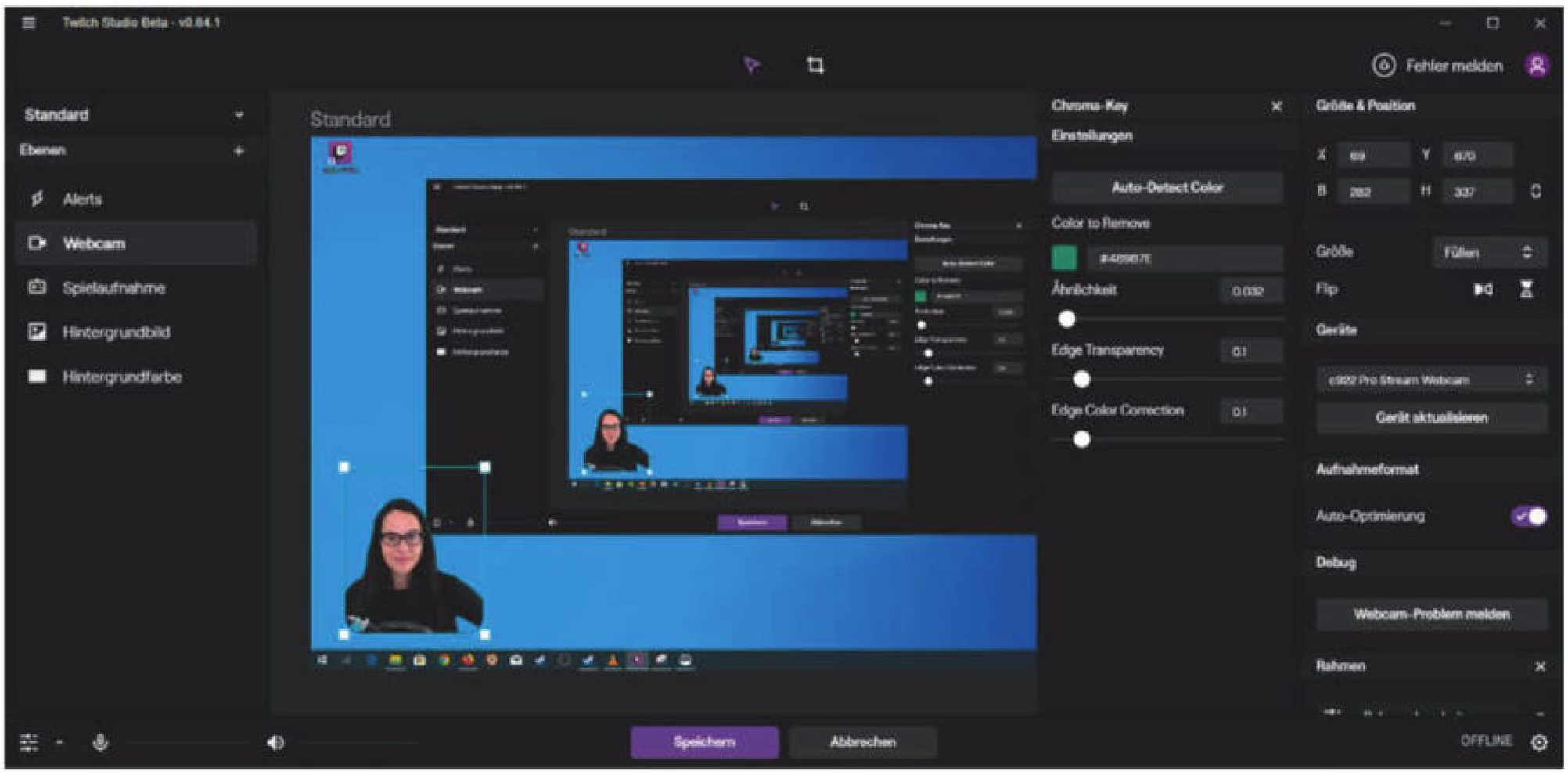
Gesicht zeigen

Viele Streamer zeigen im Livestream mit einer Webcam auch Ihr Gesicht. Markieren Sie in einer Szene „Webcam“, um die Kamera zu konfigurieren. Größe und Position legen Sie mit Ko-



Der Konfigurationsassistent von Twitch Studio bietet alle verfügbaren Mikros zur Auswahl an. Verwenden Sie statt des Webcam-Mikrofons besser ein anderes wie etwa das Auna 900B.

EGAL WO …
SPACE FASZINIERT!
NEU!
Das Weltraum-Magazin
Space
DER UR-KNALL
WAR ER WIRKLICH DER ANFANG?
DAS IST SPACE
Vollgepackt mit informativen Artikeln und atemberaubenden Fotos berichtet Space über die Technik der Weltraumfahrt, ebenso wie über Astronomie und kosmische Phänomene.
Testen Sie 2× Space mit 30% Rabatt!
Nur 11,90 €* statt 17,00 €* im Handel!
Zusätzlich digital als PDF im Kundenaccount verfügbar.
Jetzt bestellen unter:
www.emedia.de/space-mini
0541 80 009 126 space-abo@emedia.de
eMedia Leserservice, Postfach 24 69, 49014 Osnabrück
*Preise in Deutschland.



Green Screen: Twitch Studio kann ein grünes Tuch im Hintergrund ausblenden und sie so direkt vor Ihren Livestream setzen.

ordinaten rechts in der Leiste fest oder durch Ziehen mit der Maus in der Vorschau. Wenn Sie hinter sich ein grünes Tuch (Greenscreen) aufhängen, können Sie über „Chroma-Key“ einen Grünfilter dafür hinterlegen und damit einen transparenten Hintergrund schaffen. Markieren Sie dazu das Webcam-Fenster und klicken Sie rechts auf „Chroma-Key bearbeiten“. Den passenden Grünton finden Sie per Klick auf „Auto-Detect Color“ oder indem Sie über das Farbfeld einen passenden Grünton wählen. Wenn Sie sich selbst im Bild noch sehen, der Hintergrund aber verschwunden ist, haben Sie den richtigen Farbton gefunden. In unserem Test war das #00CD00.

Flimmern die Umrisse noch oder fehlen Bildteile, nehmen Sie mit den Schiebereglern „Ähnlichkeit“, „Edge Transparency“ und „Edge Color Correction“ weitere Feineinstellungen vor. Sollte auch das nichts helfen: Der Green-Screen-Stoff sollte möglichst glatt liegen und muss gut und gleichmäßig ausgeleuchtet sein.

Übervorsichtig

Im letzten Schritt schlägt der Assistent passende Stream-Einstellungen vor, wählt diese aber sehr konservativ. Obwohl die App im Test häufig 720p60 vorschlug, hatten wir zuvor bereits regelmäßig erfolgreich mit 1080p und 60fps gestreamt. Wer eine höhere Auflösung oder mehr Frames versuchen möchte, kann diese über „Einstellungen anpassen“ versuchsweise einstellen und die App mit „Wiederholen“ erneut testen lassen. Verläuft der Test positiv, können Sie die Einstellungen mit „Fertig“ übernehmen.

Wer nochmal komplett von vorn anfangen will, kann den Assistenten über „Datei/Einstellungen/App zurücksetzen“ nochmal neu aufrufen. Dabei bleibt lediglich das Login bei Twitch erhalten.

Aufnahme

Wer nicht direkt live gehen will, kann die Einstellungen erst einmal mit einer Aufnahme testen. Dazu wählen Sie statt „Stream starten“ über den Pfeil daneben „Video aufnehmen“. Dann können Sie in Ruhe beurteilen, ob das Webcam-Bild korrekt sitzt, der Greenscreen gut konfiguriert ist und die Audio-Einstellungen passen. Standardmäßig zeichnet Twitch Studio in FLV auf, alternativ steht MP4 zur Wahl.

Allerdings verwendet Twitch Studio für die Aufnahme dieselben Einstellungen wie fürs Streaming, was je nach Spiel zu starken Artefakten führen kann. Wer mal das eine, mal das andere macht, muss also jedesmal umkonfigurieren und hat wenige Optionen zur Wahl. Sollen Videos für YouTube produziert werden, ist daher eine Software wie OBS, die getrennte Einstellungen für Aufnahme und Stream vorsieht, die bessere Wahl.

Und live!

Sind alle Stream-Layouts nach Wunsch, können Sie live gehen. Vergeben Sie über die Einstellungen Tastenkürzel für den Wechsel zwischen den Szenen und das Starten und Stoppen des Streams, dann müssen Sie nicht viel herumklicken. Wählen Sie dann das Layout aus, das gleich zu sehen sein soll und klicken Sie auf „Stream starten“. Prüfen Sie hier noch einmal das Layout und werfen Sie einen Blick auf die Zeile darunter: Hier sehen Sie den Stream-Titel. Klicken Sie darauf, um ihn anzupassen und wählen Sie unter „Kategorie“ die passende Stream-Kategorie (beispielsweise Ihr Spiel). Mit „Weiter“ und „Live gehen“ sind Sie dann live und in Farbe auf Twitch zu sehen. *(lmd@ct.de)* c't



Sehr konservativ: Selbst bei schneller Internetleitung und flotter Hardware schlägt Twitch Studio nur einen 720p-Stream vor, findet aber später im Test nichts an 1080p auszusetzen.

INTERNET SECURITY DAYS 2020 ISD

Call for Papers

10. Internet Security Days | 17.-18.09.2020 | Phantasialand

go.eco.de/R2-D2

```
<?php
$secret='I_SwDL2x0q2x0q :W@i8r- -s&utcah#e9nw Psppiamn/nEe5n7dNe: :V0o9rTtoriaeeigee';
                for($i=0;$i<strlen($secret);$i+=2){
                echo $secret[$i];
        }
?>
```

<h1>Die Themen</h1>

- **Den Hackern auf der Spur**
- **Die menschliche Firewall**
- **Internet überall – Sicherheit überall**
- **Best Practices – Anwender berichten**

<img src="isd-qr-code.png" alt="**Jetzt einreichen!**" style="width:354px;height:354px;
border:35px">

Veranstalter

heise Events
Conferences, Seminars, Workshops

eco
VERBAND DER INTERNETWIRTSCHAFT



Bruchpilot im All

Journey to the Savage Planet: Schwarzhumoriger Erkundungstrip

Journey to the Savage Planet schickt die Spieler zu einem spannenden Erkundungstrip auf einen fremden Planeten. Dank einer großen Prise schwarzen Humors, cleverem Leveldesign und wenig Frustmomenten wird das Erstlingswerk der Kanadier zu einem unterhaltsamen Planetenabenteuer für bis zu zwei Spieler.

Von Andreas Müller

Unendliche Weiten waren gestern. Nachdem der Bruchpilot auf einem geheimnisvollen Planeten gestrandet ist, steht er erst mal mit leeren Händen und einem Haufen Schrott da. Um die Kiste wieder in Schwung zu bringen, muss er den Planeten erkunden und Ersatzteile basteln. Das wäre alles einfacher, wenn die bunte Fassade nicht trügen würde: Fauna und Flora des Planeten scheinen sich verschworen zu haben und werfen mit Gift- und Feuerbällen. Zu allem Überfluss entdeckt der Astronaut Hinweise auf eine alte Zivilisation, die unschöne Überraschungen birgt. Die kanadischen Entwickler haben sich dabei von Spielen wie No Man's Sky und Metroid inspirieren lassen.

In der Ego-Perspektive macht sich der Hobby-Astronaut auf die Reise, scannt die Umgebung, sammelt Daten und sucht Rohstoffe und Ersatzteile. Die bunte Comicwelt erinnert ein wenig an Alice im Wunderland, und wie dort verbergen sich hinter der zuckersüßen Fassade viele Gefahren. Knuddelige Kuscheltiere werden zu gierigen Biestern, wenn man sie reizt und manche Pflanzen verströmen giftige Dämpfe. Wer nicht aufpasst, stürzt von riesigen Pilzen in einen tödlichen Abgrund. Das erfordert einiges Geschick und überlegtes Vorgehen.

Zuckersüßer Planet des Todes

Um in diesem schnuckeligen Garten des Todes zu überleben, kann sich der Held Hilfsmittel basteln: Eine aufladbare Energiepistole hält Feinde auf Distanz, mit einem Greifhaken schwingt er sich an weit entfernte Orte oder er nutzt die tödlichen Pflanzen und bastelt Gift- oder Feuerbomben. Dafür braucht er Kristalle, die er im Raumschiff in einen praktischen 3D-Drucker wirft. Oft ermöglichen erst diese Upgrades den Zugang zu neuen Wegen und Sammelobjekten, wie glitschigen Bällchen, mit denen der Astronaut seine Lebenspunkte erhöht. Durch Upgrades erschließt er neue Gebiete und lernt neben Naturlandschaften auch schwebende Plattformen oder Alienruinen kennen. Nicht alles davon muss man gesehen haben, um die Geschichte zu beenden. Wer aber einfach über den Planeten hetzt, dem bleiben viele Geheimnisse verborgen, die das Spiel leichter machen.

Spannende Bosskämpfe

Die Ballerszenen halten sich in Grenzen. Hauptsächlich sind Geschick beim Springen, etwas Einfallsreichtum und Neugierde gefragt. Nur bei den wenigen, aber knackigen Bosskämpfen müssen sich die Spieler auf ihre Reflexe und die richtige Taktik verlassen. Da springt plötzlich ein froschähnliches Monster aus dem Nichts hervor und verteilt Schockwellen, eine Riesenqualle schießt mit glibberigem Schleim oder ein ekliges Tentakelwesen wirft Feuerbälle. Jeder dieser Gegner ist mit etwas Übung zu meistern und selbst der Bildschirmtod ist nicht so frustrierend wie in anderen Action-Spielen: Aus dem Drucker wird sofort ein neuer Klon ins Abenteuer geschickt.

Allzu ernst sollten man dieses Planetenabenteuer sowieso nicht nehmen. Der Astronaut ist kein strahlender Held, sondern eher ein Beamter, der nur seinen Job macht, bei dem er manchmal von seiner hochnäsigen, virtuellen Beraterin zurechtgewiesen wird. Der E-Mail-Ordner des Bordcomputers ist voll mit derb-komischen Werbespots, die an Monty-Python-Sketche erinnern. Wenn dann der überforderte Chef seine Videobotschaft schickt, bleibt kein Auge trocken.

Nicht zuletzt durch den Humor ist Typhoon Studios mit Journey to the Savage Planet ein Überraschungshit gelungen. Die einzelnen Abschnitte sind zwar nicht groß, aber clever verwinkelt und der Schwierigkeitsgrad findet eine nahezu perfekte Balance zwischen Herausforderung und Entspannung. Nur der bunten Comicgrafik fehlt auf Dauer die Abwechslung. So bleibt es ein rund zwölfstündiger Abenteuertrip, der besonders neugierige Hobby-Astronauten fesselt. *(lmd@ct.de)* c't

Journey to the Savage Planet

Abenteuer	
Vertrieb	505 Games, Typhoon Studios, https://savageplanetgame.com/de/
Systeme	Windows ab 7 (Epic Game Store), PS4, Xbox One
Preis	30 €
USK	ab 12

IMMER EINE RUNDE GESCHiCHTE.



2 × 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 €

Mit Artikel-Archiv!

* Für die Laufzeit des Angebotes.



Jetzt bestellen und von den Vorteilen profitieren:
0541 80 009 120 · leserservice@heise.de

www.mac-and-i.de/miniabo

Mac & i
Das Apple-Magazin von c't.

Tipps & Tricks

Sie fragen – wir antworten!

Ersatz für Intel-RST-Driver

Ich habe gelesen, dass Intel den Treiber für seine Rapid Storage Technology (RST) ab dem zweiten Quartal 2020 nicht mehr weiterentwickeln will. Ich verwende diesen auf Anraten von c't, da er den optimalen Stromsparmodus für meine SSDs und HDDs aktiviert. Gibt es eine Alternative, wenn der RST und die „Optane Speicheranwendung" nicht mehr verfügbar sind?

Jein. Genau genommen stellt Intel lediglich die Weiterentwicklung der Benutzeroberflächen für die genannten Treiber ein. Bestehende Treiber können Sie weiter verwenden. Wenn Sie Windows 10 aber neu installieren, können Sie auf die kostenlose App namens „Intel Optane Memory und Storage Management" ausweichen, die Intel allerdings ausschließlich über den Microsoft Store verteilt.

Wenn Sie RST und das Optane-Paket zur Speicherbeschleunigung verwenden, also den Optane-Speicher als Cache nutzen, müssen Sie die Beschleunigung zuvor deaktivieren und den Computer neu starten. Erst dann können Sie die Optane-Speicherverwaltung deinstallieren. Legen Sie wegen des Caching-Zugriffs auf das Dateisystem zur Sicherheit vorher ein Backup an. *(csp@ct.de)*

Weitere Informationen und Download:
ct.de/y2mt

USB-Linkrate ermitteln

Ich habe mir eine flotte USB-SSD gegönnt, die mit zwei Kabeln geliefert wird, eins für herkömmliche Ports (USB-A 3.0) und ein USB-C-Kabel. Wie finde ich bei meinem Laptop heraus, ob sie am USB-C-Port nun mit 5 GBit/s (USB 3.2 Gen 1) oder 10 GBit/s (USB 3.2 Gen 2) läuft?

Bei Windows lässt sich das allein mit Bordmitteln nicht herausfinden, aber mit dem Tool USBView aus Microsofts SDK (ct.de/y2mt). Laden Sie den Installer herunter und wählen Sie alle Komponenten außer den „Debugging Tools for Windows" ab. Wer sich für diesen Fall nicht gleich ein paar hundert MByte auf die Platte legen will, kann auf das aus dem SDK abgeleitete Freeware-Tool USB Device Tree Viewer von Uwe Sieber ausweichen (ct.de/y2mt). Es belegt nur ein halbes MByte. Beide Programme zeigen eine sehr ähnliche Ansicht. Microsofts USBView verrät für eine USB-SSD Verbatim Vx500, dass diese am USB-C-Port mit „SuperSpeedPlus" läuft, also 10 GBit/s.

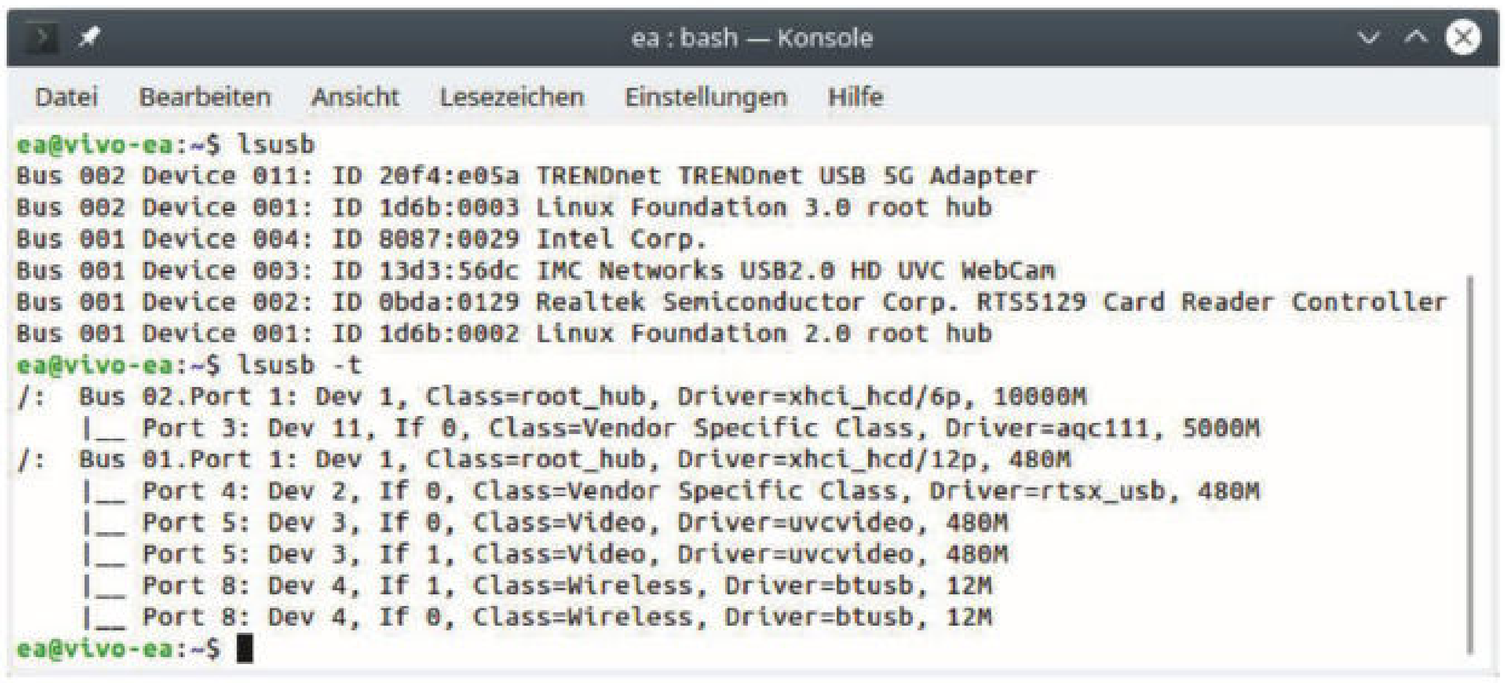
Unter Linux identifizieren Sie zuerst mit `lsusb`, an welchem logischen Bus das fragliche Gerät mit welcher Nummer (Device) hängt. `lsusb -t` listet dann für alle USB-Geräte am Ende der Zeile die Datenraten. Im beispielhaften Screenshot arbeitet der Root Hub (Bus 2, Device 1) mit 10.000 MBit/s (USB 3.2 Gen 2), der angeschlossene USB-NBase-T-Ethernetadapter (Bus 2, Device 11) schafft aber maximal 5000 MBit/s (USB 3.2 Gen 1 alias SuperSpeed).

Beide Betriebssysteme zeigen freilich nur die beim Anschließen ausgehandelte Datenrate an. Falls die USB-Verbindung wegen mangelnder Kabel- oder Steckerqualität unzuverlässig ist, kann das System auch bei laufender Übertragung vorübergehend auf eine niedrigere Geschwindigkeit herunterschalten. Verwenden Sie deshalb mit schnellen USB-Geräten am besten nur die mitgelieferten Kabel. *(ea@ct.de)*

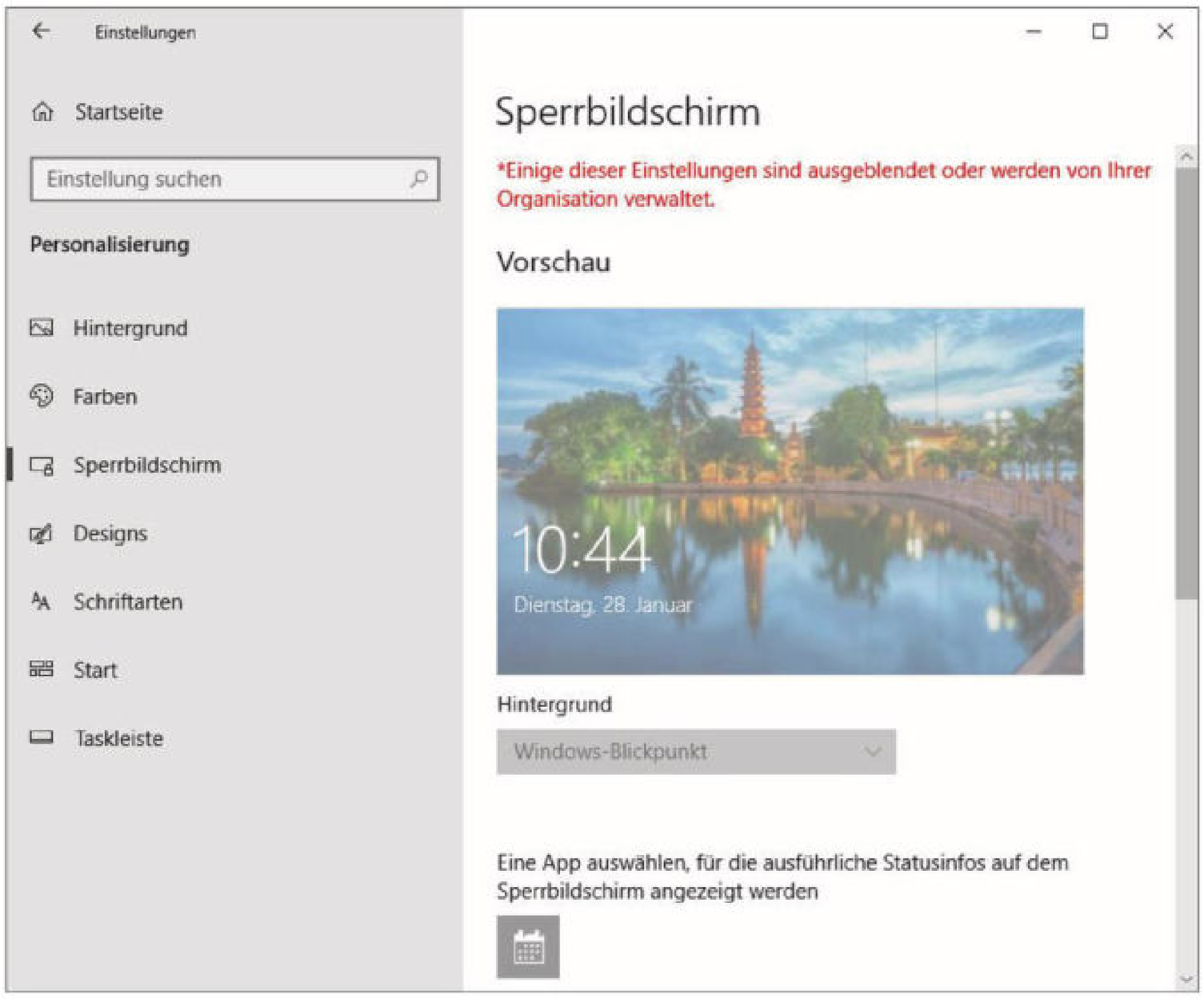
Download USB-Tools: ***ct.de/y2mt***

Windows 10: Hintergrund des Anmeldeschirms ändern

Der Bildschirm, in dem ich mein Passwort zum Anmelden an Windows eintippe, hat ein Hintergrundbild, welches mir nicht mehr gefällt. Ich würde es gern ändern, doch in den Einstellungen unter Personalisierung/Sperrbildschirm steht „Einige dieser Einstellungen sind ausgeblendet oder werden von Ihrer Organisation verwaltet". Der PC ist aber mein privater und kein Mitglied irgendeiner Domäne.



Linux spuckt mit `lsusb -t` die aktuellen Schnittstellengeschwindigkeiten der USB-Geräte aus. Den Klartextnamen der Geräte liefert `lsusb`.



Wenn Sie den überflüssigen Sperrbildschirm von Windows 10 per Registry-Hack deaktivieren, können Sie den Hintergrund des Anmeldebildschirms nicht mehr ändern.

Das ist eine Nebenwirkung eines Registry-Hacks. Hintergrund: Der Bildschirm, in dem Sie Ihr Passwort eintippen, ist nicht etwa der Sperr-, sondern der Anmeldebildschirm. Einen Sperrbildschirm gibt es aber auch: Das ist der, den Sie erst wegklicken oder wegwischen müssen, um zum Anmeldebildschirm zu gelangen. Das ist auf Geräten ohne Touch-Bedienung jedoch überflüssig, weswegen der Sperrbildschirm gern per Registry-Hack deaktiviert wird. Sie können ihm dann – wozu auch – keinen anderen Hintergrund zuweisen. Das wird dann ärgerlich, wenn Sie den Hintergrund des Anmeldeschirms ändern wollen, denn der übernimmt einfach den des nun nicht mehr konfigurierbaren Sperrbildschirms, hat also keinen separaten Konfigurationsdialog.

Abhilfe: Machen Sie den Registry-Hack vorübergehend rückgängig. Ändern Sie dazu in der Registry unter `HKEY_LOCAL_MACHINE\SOFTWARE\Policies\Microsoft\Windows\Personalization` den Wert des DWORD `NoLockScreen` von `1` auf `0`. Wenn Sie die Einstellungen anschließend erneut öffnen, können Sie den Hintergrund anpassen. Sobald Sie damit zufrieden sind, ändern Sie den Wert von `NoLockScreen` wieder auf `1`. Falls Sie lieber nicht selbst an der Registry herumfummeln wollen: via ct.de/y2mt finden Sie zwei Registry-Dateien. Ein Doppelklick auf „Lockscreen-AN.reg“ aktiviert den Sperrbildschirm und erlaubt das Festlegen des Hintergrunds, „Lockscreen-AUS.reg“ deaktiviert den Sperrbildschirm wieder. *(axv@ct.de)*

Download REG-Dateien für Sperrbildschirm: ct.de/y2mt

Textfarben der PowerShell ändern

Ich möchte meine PowerShell-Fenster in einer anderen als der von Microsoft vorgegebenen Hintergrundfarbe anzeigen lassen. Die Änderung ist ja über den Befehl „Eigenschaften“ im Systemmenü des Konsolenfensters schnell erledigt, auch eine passende Schriftfarbe findet sich hier.

Allerdings färbt die PowerShell bei der Befehlseingabe verschiedene Bestandteile des Kommandos wie den Befehlsnamen, Optionen oder Zeichenketten unterschiedlich ein. Einige dieser Farben heben sich jetzt überhaupt nicht mehr vom Hintergrund ab und sind praktisch nicht zu lesen. Wie kann man diese Farben ändern?

Ein Dialog ist für diese Anpassung nicht vorgesehen. Sie müssen sie vielmehr über den Befehl `Set-PSReadLineOption` vornehmen. Sein Aufruf sieht für diesen Zweck so aus:

```
Set-PSReadLineOption -Colors ↵
  ↳@{<Kategorie> = '<Farbe>'}
```

Dabei ist `<Kategorie>` durch eines der in der Microsoft-Dokumentation (siehe ct.de/y2mt) genannten Schlüsselwörter zu ersetzen, beispielsweise `Command` für den Befehlsnamen oder `String` für Zeichenketten in Anführungszeichen. Die `<Farbe>` können Sie auf zwei verschiedene Arten definieren: Wenn es eine der vordefinierten Farben sein soll, können Sie deren Namen verwenden, etwa `Black` für Schwarz oder `DarkGreen` für ein dunkles Grün – eine Liste liefert `[ConsoleColor].GetEnumNames()`. Alternativ können Sie statt der Farbe selbst einen ANSI-Escape-Code einsetzen, der diese einstellt. Beispiele listet ein Wikipedia-Artikel zum Thema (siehe ct.de/y2mt). So zeigt die PowerShell nach der Eingabe

```
Set-PSReadLineOption -Colors ↵
  ↳@{Variable = "$([char]0x1b)↵
  ↳[38;2;255;224;255m"}
```

Variablennamen in einem hellen Rosa (RGB: 255, 224, 255) an.

Damit die passende Farbe immer beim Öffnen eines neuen PowerShell-Fensters eingestellt wird, schreiben Sie den Aufruf zweckmäßigerweise in Ihre Profile-Datei – deren Name steht in der Systemvariablen `$profile`. *(hos@ct.de)*

Online-Dokumentation: ct.de/y2mt

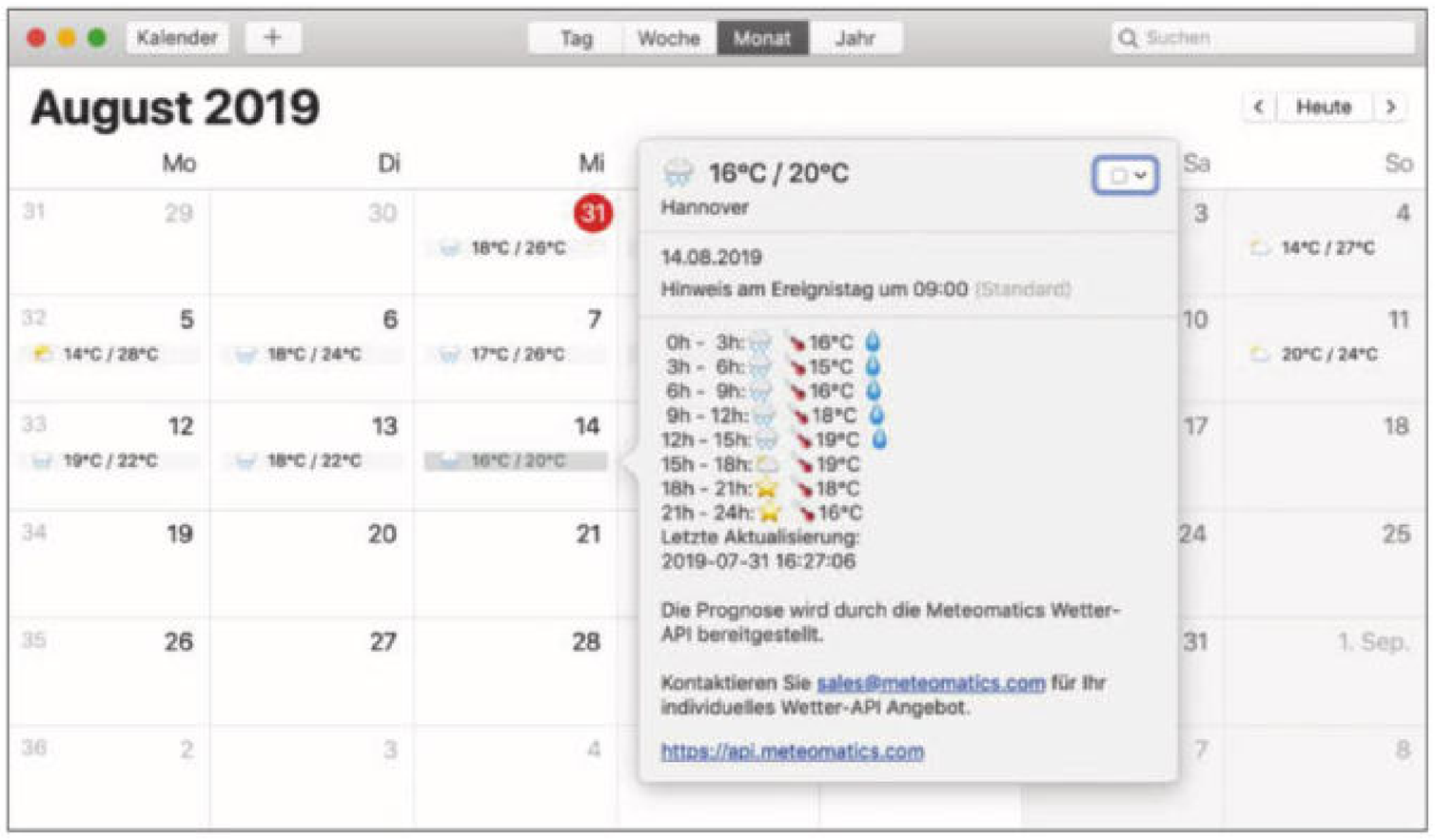
Fragen richten Sie bitte an

hotline@ct.de

c't Magazin

@ctmagazin

Alle bisher in unserer Hotline veröffentlichten Tipps und Tricks finden Sie unter **www.ct.de/hotline.**



Mit einem abonnierten Wetter-Kalender sehen Sie direkt in Apples Kalender-Apps, ob Termine „ins Wasser fallen“.

Wetter im Kalender

Kennen Sie einen Weg, um Wetterprognosen direkt im Kalender von iOS und macOS anzuzeigen?

Sie können über die Website www.meteomatics.com/kalender-wetter für den angegebenen Ort einen Wetter-Kalender generieren. Klicken Sie in der angezeigten Karte den gewünschten Ort an. Es erscheint ein webcal:-Link. Über den mit „öffnen“ beschrifteten Knopf übertragen Sie ihn in die Kalender-App, die daraufhin anbietet, den Kalender zu abonnieren. Da der Dienst von Meteomatics die Wetterdaten alle fünf Minuten aktualisiert, empfiehlt es sich, das Abo nicht unter iOS, sondern am Mac einzurichten. Dort können Sie nämlich im Abonnieren-Dialog die Option „Automatisch aktualisieren“ von der Vorgabe „Wöchentlich“ auf ein kürzeres Intervall einstellen. Wählen Sie bei „Ort“ dann „iCloud“ aus, damit der Wetter-Kalender auch auf Ihren iOS-Geräten erscheint. Zum gezielten Aktualisieren drücken Sie am Mac Cmd+R oder ziehen Sie unter iOS die Liste mit den Kalendern nach unten.

Die Prognosen zeigt der Kalender für zwei Wochen in die Zukunft als Ganztagstermine an. In deren Termin Notizen finden Sie außerdem eine detaillierte Tagesprognose und den Zeitpunkt der letzten Aktualisierung. Eine hübschere Wetteranzeige bieten die kostenpflichtigen Kalender- und Erinnerungen-Alternative BusyCal für macOS (45 Euro) und iOS (6 Euro) sowie Fantastical (44 Euro/Jahr, macOS und iOS). Sie zeigen Wettersymbole platzsparend neben dem Wochentag an. Am Mac können Sie auf eine große Darstellung wechseln, die die Prognose als Hintergrundbild anzeigt. Außerdem blendet die App auf Wunsch die Mondphasen ein. *(Wolfgang Reszel/csp@ct.de)*

Office 365 Home mit mehreren E-Mail-Konten

Meine Familie nutzt wechselnd Desktop-PC, Notebook und Smartphone. Jedes Endgerät soll in der Lage sein, die aktuellen Mails, Kontakte und Kalender der verschiedenen Anbieter anzuzeigen. Kann Office 365 auch in der Home-Version verschiedene POP3- oder IMAP-Konten etwa von Google Mail oder GMX abfragen, ohne dabei über eine Mailadresse von Microsoft weitergeleitet zu werden?

Im Rahmen eines Abos von MS Office 365 Home können Sie und Ihre Familienmitglieder jeweils ein eigenes Office-Paket (beziehungsweise Apps) auf den jeweiligen Endgeräten installieren. Wenn Sie (und Ihre Familie) Outlook für E-Mails benutzen, legen Sie dort einfach Konten mit den Zugangsdaten zu den jeweiligen Providern an. Der individuelle Zugriff auf die Postfächer bei GMX & Co. bleibt erhalten; genau so, als hätte jeder eine Office-Einzelversion installiert. Outlook „spricht“ also auf jedem Rechner direkt via POP, IMAP oder Exchange mit dem jeweiligen Provider.

Das mit dem Office-365-Abo verknüpfte E-Mail-Konto, so Sie ein zusätzliches MS-Konto mit einer Domain wie zum Beispiel Outlook.de angelegt haben, brauchen Sie für den täglichen Mailverkehr nicht.

Um die Funktionen eines Exchange-Servers wie etwa synchronisierte Kalender zu nutzen, muss der jeweilige Mail-Provider auch das Exchange-Protokoll unterstützen und das Konto auf Outlook entsprechend eingerichtet sein. Google Mail und GMX unterstützen in der Basisversion nur POP/IMAP. Microsoft-Konten hingegen (auch die kostenlosen) laufen immer unter „Exchange/Active Sync“. *(swi@ct.de)*

Steam kompakt

Seit dem Steam-Update vom November 2019 ist die von mir bevorzugte Kompaktansicht verschwunden. Gibt es eine Möglichkeit, wie ich mir meine Spiele wieder übersichtlich und ohne endloses Scrollen anzeigen lassen kann?

Ja. Erweitern Sie die Steam-Verknüpfung auf Ihrem Desktop um `steam://open/minigameslist` und schon haben Sie die alte Ansicht zurück. Den Pfad zu steam.exe müssen Sie dazu allerdings noch in Zollzeichen setzen, sodass das komplette Konstrukt wie folgt aussieht: `"[Kompletter_Installationspfad]\steam.exe" steam://open/minigameslist`. *(csp@ct.de)*



Die versteckte Kompaktansicht von Steam zeigt umfangreichere Spielesammlungen übersichtlicher als der normale Modus an.

iX Workshop

Workshops 2020



Kubernetes für Fortgeschrittene: Netzwerke, Service Meshes, Multicluster

10. – 12. März 2020
in Nürnberg



Elastic Stack

16. – 18. März 2020
in Frankfurt am Main

Kerberos – LDAP – Active Directory

16. – 18. März 2020
in Hannover

Sicherer Betrieb von NFSv4: Know-how für System- und Netzwerkadministratoren

19. – 20. März 2020
in Hannover





Moderne Java-EE-Entwicklung: Architekturansätze, APIs, Streaming, Skalierung

19. – 20. März 2020
in Frankfurt am Main

Weitere Infos unter:
http://www.heise-events.de/workshops



Drucker

Mit dem Drucker beschäftigt man sich meist erst, wenn Probleme auftreten oder ein Neukauf ansteht. Lassen Sie sich dann nicht von früheren Erfahrungen und alten Vorurteilen leiten. Wir bringen Sie auf den neuesten Stand.

Von Rudolf Opitz

Tinte oder Toner: Die Kosten

Bisher war ich immer der Meinung, Laserdrucker seien bei den Verbrauchskosten günstiger als Tintendrucker mit ihren überteuerten Patronen. Nun lese ich hin und wieder, dass das Gegenteil der Fall ist. Was stimmt denn nun?

Für Heim- und Arbeitsplatzdrucker, für die Sie Originalpatronen oder Tonerkartuschen nachkaufen, sind Tintengeräte fast immer günstiger. Um ein vergleichbares Maß für die Tinten- und Tonerkosten zu erhalten, berechnen wir die Kosten pro Normseite: Dazu teilen wir den Preis durch die Reichweite der jeweiligen Farbcontainer, die bei Farbdruckern anhand der Norm ISO/IEC 24711 und dem fünfseitigen Normdokument ISO/IEC 24712 [1] ermittelt wird. Durch das standardisierte Prüfverfahren lässt sich jederzeit überprüfen, ob die Herstellerangaben zur Reichweite stimmen. In unseren Stichprobentests lagen die gemessenen Reichweiten durchweg 5 bis 10 Prozent über den Herstellerangaben.

In den Druckertests der vergangenen Jahre lagen die Tintenkosten pro ISO-Farbseite mindestens ein bis zwei Cent unter den Tonerkosten vergleichbarer Laserdrucker. Teurer druckten lediglich einige Spezialisten, etwa mobile Tintendrucker. Günstig drucken auch die wenigen Tintenmodelle, die ausschließlich Schwarztinte verwenden. Besonders krass fällt der Unterschied aus, wenn man Tintendrucker mit großen, nachfüllbaren Tanks und Laserdrucker (Heim- und Arbeitsplatzgeräte) vergleicht: Bei Farblasermodellen liegen die Tonerkosten pro ISO-Seite bei 8 bis 24 Cent, bei Tintentankdruckern sind es 0,7 Cent; ähnlich sieht es bei Schwarzweißdruckern aus.

Günstiger drucken Lasergeräte für Unternehmen – meist Multifunktionsgeräte – mit Wartungsverträgen und Abrechnung pro Druckseite. Der Kunde braucht sich nicht um Tonerkosten oder den Ersatz anderer Verbrauchsmaterialien wie Fototrommel, Transferband und Fixiereinheit zu kümmern. Privatanwender sind mit einem Tintendrucker besser bedient, es sei denn, sie drucken nur wenige Seiten pro Jahr.

Laserdrucker sind schnell, aber teuer

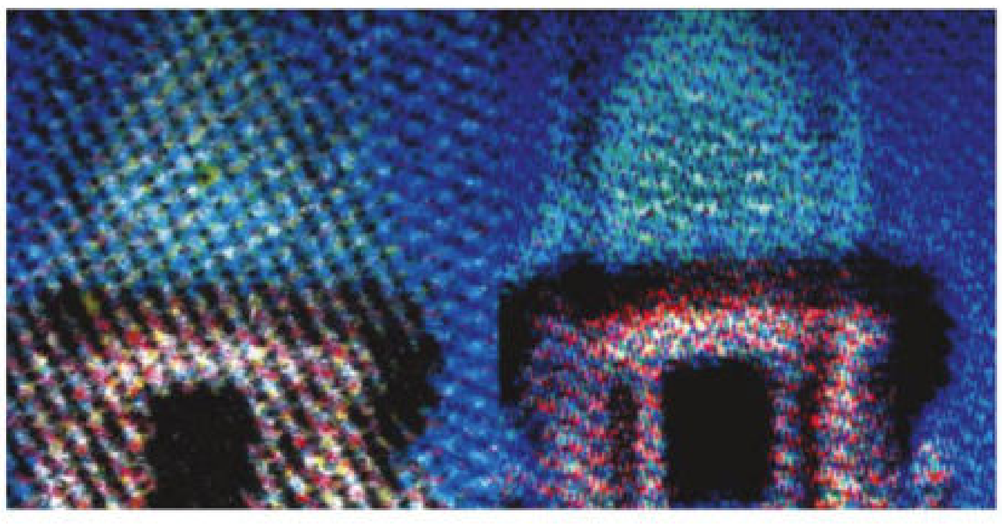
Ich hätte gerne einen Laserdrucker, weil die schneller und in besserer Qualität drucken als Tintendrucker. Doch drucke ich nur selten; ist da ein Laserdrucker nicht zu teuer?

Kleine Schwarzweiß-Laserdrucker für den Schreibtisch bekommen Sie schon ab 60 Euro. Soll es ein Farblaserdrucker sein, sind Sie ab etwa 150 Euro dabei – je nach Angebotslage auch weniger [2]. Gerade unter den günstigen Geräten tummeln sich illustre Namen wie Kyocera, Oki und Xerox. Trotz der niedrigen Preise sind diese Modelle aber für den Office-Einsatz ausgestattet: 250-Blatt-Kassette, Netzwerk und oft auch Duplexdruck sind Standard, doch wiegen sie um die 20 kg und brauchen viel Stellfläche. Suchen Sie es etwas kompakter, werden Sie bei Brother, Canon und HP fündig. Wenn Sie wenig und selten drucken, dürften die hohen Tonerkosten eine geringe Rolle spielen.

Teurer wird es erst bei Multifunktionsmodellen mit Scanner und Kopierfunktion: Unter 200 Euro wird man nur in Ausnahmefällen fündig. Einfache Tintenmultifunktionsdrucker gibt es dagegen schon ab 60 Euro.

Die Druckqualität hängt nicht nur von der Drucktechnik und der Geräteklasse ab, sondern auch davon, was man druckt. Bei Text und Liniengrafik schneiden die Lasergeräte fast immer besser ab als Tintendrucker, wobei man Unterschiede bei aktuellen Modellen nur noch mit der Lupe erkennen kann: Da der Toner nur auf der Papieroberfläche sitzt, sehen Buchstabenkanten meistens auch unter dem Mikroskop wie mit dem Lineal gezogen aus. Tinte dringt immer auch etwas in die Papierfasern ein, wodurch die Kanten unregelmäßiger aussehen – allerdings nur in der Vergrößerung, mit bloßem Auge sieht man es spätestens bei Bürotintendruckern nicht mehr.

Bei der Druckgeschwindigkeit haben die Laserdrucker in der Regel die Nase vorn. Lasergeräte drucken immer mit maximaler Qualität, auch bei hoher Geschwindigkeit. Gute Tintendrucker können in puncto Geschwindigkeit mit Laserdruckern mithalten, Geräte mit seitenbreitem Druckkopf übertreffen die Laserkonkurrenz sogar. Das gilt allerdings nur in Normalqualität; stellt man die höchste Qualität ein, werden sie deutlich langsamer. Eine Ausnahme bei den Lasergeräten sind Multipass-Farbdrucker: Die haben nur eine Fototrommel und brauchen für einen Farbdruck vier Belichtungsvorgänge [3]. Sie drucken in Farbe damit etwa viermal so langsam wie in Schwarzweiß – selbst billige Tintendrucker sind da schneller.



Ein Laserdrucker (links) produziert ein gröberes Raster und kann Farbtoner für Mischfarben nur nebeneinander platzieren. Ein Tintendrucker mit Dye-Tinten (rechts) setzt die Farbtröpfchen auch übereinander.

Will man Grafiken mit Farbflächen und Fotos in hoher Qualität drucken, sind Tintendrucker die bessere Empfehlung, weil sie höher auflösen, feiner rastern und mit Flüssigfarbstofftinten (sogenannten Dye-Tinten) Farbtöne besser mischen können, ohne dass die Auflösung leidet. Laserdrucker können Farben dagegen nicht übereinander drucken, um eine Mischfarbe zu erzeugen, da die Farbpunkte sich gegenseitig abdecken würden. Um die Mischfarbe darzustellen, werden die Punkte dicht nebeneinander gedruckt.

Austrocknen verhindern

Wie vermeide ich bei meinem Tintendrucker das Zusetzen der Düsen durch eingetrocknete Tinte?

Der erste und wichtigste Rat lautet: Versorgen Sie Ihren Drucker nicht über eine schaltbare Steckdosenleiste, an der auch ihr PC hängt. Schalten Sie ihn immer über die Power-Taste aus und warten Sie, bis er völlig zur Ruhe gekommen ist, bevor Sie den Netzstecker ziehen – Sie fahren ja auch den PC herunter, bevor Sie ihn vom Strom trennen. Beim Abschalten über die Power-Taste fährt der Drucker den Kopf auf eine Parkposition, die die Düsen wie die Kappe eines Filzstiftes abdichtet und so vor dem Austrocknen schützt. Da die Drucker nach einer Netztrennung nicht wissen, wie lange die Standzeit war, reinigen sie zuerst die Düsen, was Tinte verbraucht. Besser, man lässt die Drucker am Netz. Ausgeschaltet verbrauchen sie 0,1 bis 0,3 Watt; das kostet bei 30 Cent/kWh maximal 90 Cent pro Jahr – Tinte ist teurer. Laserdrucker haben mit dem Steckerziehen keine Probleme, daher gibt es noch Modelle, die einen richtigen Netzschalter statt einer Taste besitzen.

Verwenden Sie wenn möglich Originaltinten, wenn Sie mit längeren Standzeiten rechnen. Manche Fremdtinten trocknen schneller ein oder sind (etwa bei China-Billigtinten aus dem Internet) nicht optimal an Ihren Drucker angepasst. Moderne Druckköpfe haben zum Teil 600 Düsen und mehr – wohlgemerkt nur für Schwarz! Enthält die Ersatztinte dann etwas zu große Farbpartikel, können diese die feinen Düsen verstopfen, was meist einen Totalschaden bedeutet. Schadensersatz zu erhalten, ist in der Regel aussichtslos.

Besonders bei Büro-Tintendruckern, die der besseren Deckung wegen meist mit Pigmenttinten arbeiten, lohnt sich der monatliche Druck eines Düsentestmusters. Heimdrucker mit Dye-Tinten sind weniger anfällig gegen Austrocken (siehe „Schwarztinte eingetrocknet“)

Schwarztinte eingetrocknet

Da ich nur selten drucke, bleibt mein HP Envy öfters monatelang im Schrank. Nach längeren Standzeiten gibt es häufig Aussetzer wie fehlende Zeilen beim Schwarzdruck. Einmal druckte der Envy gar kein Schwarz mehr und ich musste die Patrone auswechseln, obwohl der Drucker noch ein Drittel Füllung meldete. Mit den anderen Druckfarben habe ich längst nicht so viele Probleme.

Günstige Drucker von HP und Canon arbeiten meist mit nur zwei Patronen: eine für Schwarz und eine Kombipatrone für die Grundfarben Cyan, Magenta und Gelb. Die Tinten unterscheiden sich nicht nur in der Farbe. Die Kombipatrone für die Grundfarben enthält Dye-Tinten, also Tinten, die nur flüssige Farbstoffe enthalten. Daher kann man sie direkt übereinander drucken, um etwa für hochaufgelöste Fotos Mischfarben zu erzeugen. Die Schwarztinte ist dagegen für gute Deckung und hohe Textkontraste optimiert. Sie besteht aus festen Farbteilchen in einer Trägerflüssigkeit. Die Farbteilchen bleiben wie der Toner der Laserdrucker auf der Papieroberfläche, nur der flüssige Bestandteil zieht ins Papier ein.

In den vergangenen Jahren haben die Hersteller den Flüssigkeitsanteil verringert, um das Ausfasern von Buchstabenrändern zu minimieren und ein dem Laserdruck vergleichbares Schriftbild zu erreichen. Das macht die Schwarztinte anfälliger für Austrocknen: Die festen Pigmente verklumpen und setzen die feinen Düsen zu. Zur Vorbeugung reicht es, einmal im Monat ein Düsentestmuster – bei HP die Druckqualitätsdiagnoseseite – zu drucken. So wird jede Düse angesprochen und freigespült.

Leere Tintenpatronen?

Mein Epson-Drucker meldet eine leere Patrone und stellt die Arbeit ein, obwohl augenscheinlich noch Tinte vorhanden ist. Der letzte Druck zeigt jedenfalls keine Tintenaussetzer.



Günstige Drucker von Canon und HP verwenden zwei Kombipatronen mit integriertem Druckkopf: eine Patrone für Schwarz mit pigmentierter Tinte und eine für die Grundfarben mit Dye-Tinten.

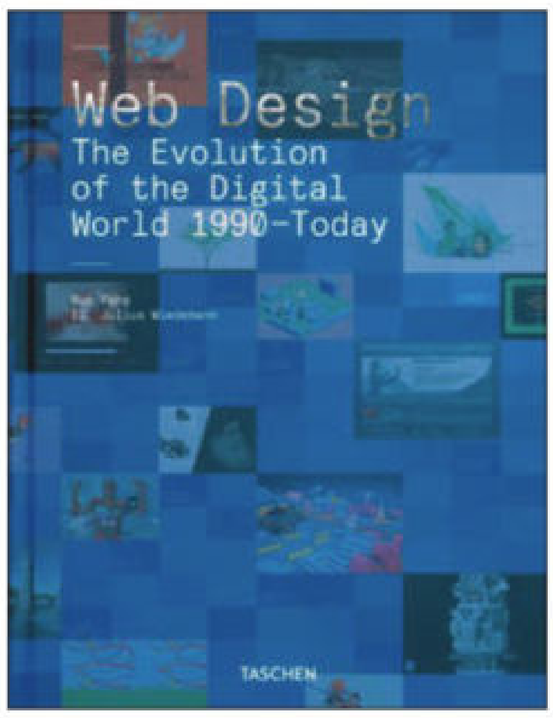
Die Drucker von Brother und Epson verwenden die Piezo-Technik, mit der sich Größe und Position der Tintentröpfchen sehr exakt kontrollieren lassen. Dazu muss die Druckkammer aber vollständig mit Tinte gefüllt sein. Ein Luftbläschen in der Tintenkammer kann die Düse blockieren: Der elektromechanische Piezokristall hat nur einen geringen Hub und drückt das Bläschen lediglich zusammen, ohne es aus der Düse zu befördern. Abhilfe schafft dann nur die entgaste Tinte, die bei Reinigungsvorgängen die Luft nach und nach auflöst. Fließt keine Tinte nach, zieht die Kammer Luft und kann die Düse so dauerhaft lahmlegen. Daher stellen die Drucker den Betrieb ein, bevor man die ersten Ausfallerscheinungen auf dem Druck beobachten kann. Die Drucker von Canon und HP arbeiten mit dem Bubblejet-Verfahren, das durch Erhitzen der Tinte bewusst eine Blase erzeugt, die die Tinte durch die Düse aufs Papier drückt. Mit dieser Technik lässt sich weiterdrucken, bis die ersten hellen Streifen wegen fehlendem Tintennachschub auftreten. Die Düsen werden dabei nicht auf Dauer blockiert. *(rop@ct.de)*

Literatur

[1] Johannes Schuster, Leerauftrag, Neue Norm zur Reichweitenmessung bei Tintendruckern, c't 7/2007, S. 238

[2] Rudolf Opitz, Laserklötze, Farblaserdrucker mit (W)LAN für wenig Geld, c't 6/2017, S. 106

[3] Rudolf Opitz, Drucker-Grundlagen, Die Technik des Laserdruckers, c't 10/2017, S. 172



Rob Ford (Julius Wiedemann, Hrsg.)

Web Design

The Evolution of the Digital World 1900–Today

Taschen, Bonn 2019
ISBN 978-3-8365-7267-5
640 Seiten, 40 €

Meilensteine und Monstrositäten

Wie andere Kulturgüter unterliegen auch Webinhalte den Gezeiten von Anforderungen, Vorlieben und Technik. Eine reich bebilderte Geschichte des Webdesigns lädt zur Reise in die Vergangenheit des World Wide Web ein.

Was gestern noch als Innovation gefeiert wurde, gilt schon heute als Selbstverständlichkeit oder wirkt altbacken. Das lässt sich bei digitalen Medien besonders eindrücklich beobachten. Der Brite Rob Ford befasst sich seit 20 Jahren als Juror und Autor mit der Bewertung von Webseiten. Unterstützt von Herausgeber Julius Wiedemann hat er eine Geschichte des Webdesigns im Format eines wuchtigen Kunstkatalogs vorgelegt.

Mit den Wiegenjahren von 1990 bis 1997 befasst sich ein einführendes Kapitel; jedem Jahr ab 1998 ist ein eigenes Kapitel gewidmet. Dort skizziert jeweils zunächst ein knapper Text entscheidende Entwicklungen, anschließend stellt der Autor rund zehn herausragende Webseiten oder Online-Anwendungen des Jahres im Detail auf je einer Doppelseite vor.

Diese chronologische Darstellung ist mit zahlreichen Zitaten von Zeitzeugen garniert. Zudem flankieren „Fakten des Jahres“ ein jedes Kapitel: die Anzahl der Internetnutzer und Webseiten weltweit, relevante Neuerscheinungen von Hard- und Software, der erfolgreichste Kinofilm, politische Ereignisse.

Wer sich für das erste Foto oder Video im Netz interessiert, die erste Webcam, den ersten Online-Pizzaservice, die erste endlos scrollende Webseite oder das erste Menü mit Zoom-Funktion, wird in diesem Buch fündig. Pfiffige Tricks, Geistesblitze und Designverirrungen der Webgeschichte stehen einträchtig beieinander. Die Entwicklungslinien von Flash nach HTML5 und vom Browser zur mobilen Applikation zeichnet Ford anschaulich nach; ebenso aufschlussreich zeigt er die Genese des Onlinehandels.

Das Buch ist für manche Überraschung gut; es bietet Fachleuten und Laien Anregung und Unterhaltung. Da es aber letztlich aufzählenden Charakter hat, eignet es sich nur schlecht zur durchgehenden Lektüre. Auch die unentwegte Begeisterung über Innovationen und bahnbrechende Pioniertaten kann auf die Dauer ermüdend wirken. Etwas weniger Euphorie und stattdessen mehr Analysen hätten „Web Design“ gut getan.

Neben dem englischen Haupttext stehen in kleinerer Schrift eine französische und eine deutsche Übersetzung. Die Letztere ist leider etwas hölzern geraten. *(Pit Noack/psz@ct.de)*

KI-Futter für Pythonisten

Etliche Lehrbücher zu Machine Learning setzen veritable mathematische Kenntnisse voraus, andere gehen nicht über die Verwendung von Standardbibliotheken hinaus. Durch sinnvoll gewählte Abstraktionen vermittelt Trask Python-Programmierern auch ohne fortgeschrittene Mathematik solides Grundwissen über neuronale Netze und Deep Learning.

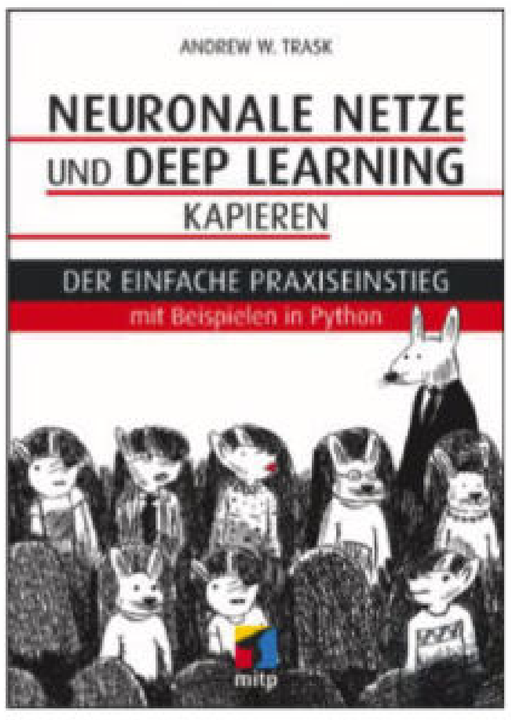
Lassen sich aus der Anzahl der Zehen und der Fans eines Fußballteams Informationen über die Wahrscheinlichkeit eines Sieges gewinnen? Ein Forward-Learning-System, das Andrew W. Trask an den Anfang seines Buches stellt, tut genau das. Bei seinen Darlegungen setzt der Autor Eselsbrücken und Analogien so geschickt ein, dass der geneigte Leser ihm mit bloßer Gymnasialmathematik folgen kann.

Für die Erklärung des Gradientenabstiegs setzt Trask auf Diagramme, die von einem „Schieber“ abgefahren werden. Es folgen Überlegungen zur Back Propagation und zur grafischen Darstellung der Inhalte neuronaler Netze. Damit jedes Kapitel sofort nutzbares Wissen vermittelt, verwendet Trask viele kleine, aber durchaus sehenswerte Beispiele. Als Programmierumgebung setzt er dabei Python ein – die Sprache ist im Bereich des Machine Learning stark verbreitet. Die durchweg funktionsfähigen Prögrämmchen entstehen weitgehend ohne Bibliotheken wie Keras; dadurch kann der Leser ein tiefergehendes Verständnis der durchgeführten Operationen gewinnen.

Das Buch hat jedoch noch mehr zu bieten. Es behandelt auch Themen wie die Verarbeitung natürlicher Sprache und die Erkennung von Hand geschriebener Zahlen. Außerdem geht es um mehrschichtige Netze und um die Verarbeitung von Datensätzen, die aus rechtlichen oder technischen Gründen nicht vollständig sind.

Die gelungene deutsche Übersetzung füllt stolze 350 Textseiten und übertrifft damit das englischsprachige Original um rund 50. Zum Schluss wirft Trask noch einen Blick auf Bereiche jenseits des Grundwissens: Angehende Machine-Learning-Enthusiasten finden hier Verweise auf GPU-Programmierung und akademische Papers.

Unterm Strich hat der Leser es mit einem Lehrbuch alter Schule zu tun, das an Klassiker wie O'Reillys „AI for Game Programmers“ anknüpfen kann. Der Autor hat die Einstiegshürden angesichts der anspruchsvollen Materie bemerkenswert niedrig gesetzt. Anstatt zu theoretisieren, zündet er ein Feuerwerk von Anregungen für Programmierpraktiker. *(Tam Hanna/psz@ct.de)*



Andrew W. Trask

Neuronale Netze und Deep Learning kapieren

Der einfache Praxiseinstieg mit Beispielen in Python

MITP, Frechen 2020
ISBN 978-3-7475-0015-6
360 Seiten, 30 €
(PDF-/Epub-/Kindle-E-Book: 26 €)

Mit allen Wassern gewaschen:

Portofrei ab 15 €



NEU

iX Developer Moderne Softwareentwicklung

Verschaffen Sie sich Orientierung im Dschungel der Softwareentwicklung: Machine und Deep Learning, mehr Sicherheit dank DevSecOps, Git-Funktionen ausreizen, Chaos Engineering, Rust, Elixir und Elm - dieses Sonderheft bietet mit einem breiten Themenmix und umfangreichen Praxisartikeln Überblick und vielfältige Anregungen.

Auch komplett digital erhältlich.

shop.heise.de/ix-software20

12,90 € ›



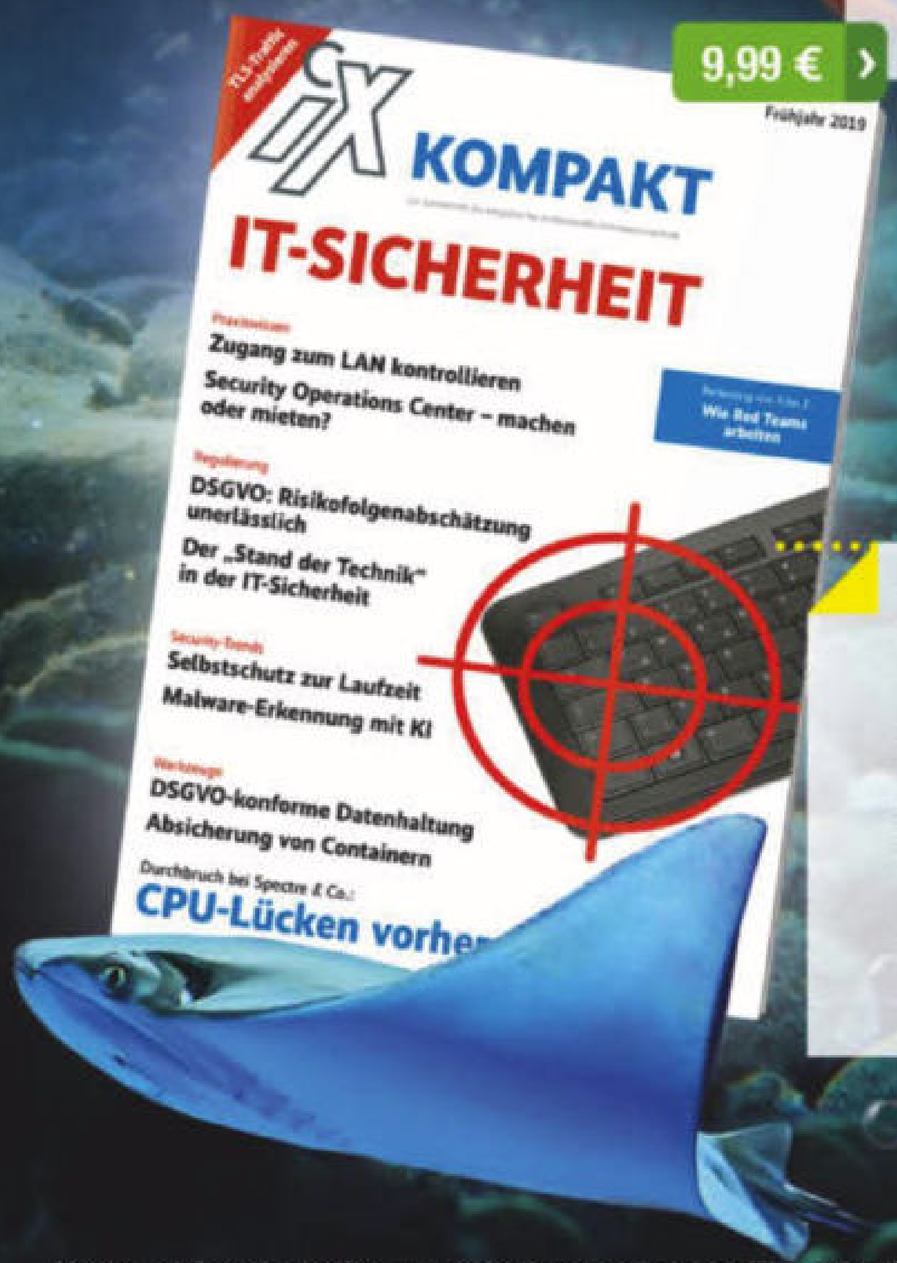
iX Developer Machine Learning

Lernen Sie die Grundlagen von Machine Learning-Methoden und neuronalen Netzen kennen, verschaffen Sie sich einen Überblick über die wichtigsten Open-Source-Frameworks und erkennen Sie das Potenzial von ML für eigene Projekte. Außerdem: die wichtigsten juristischen und ethischen Fragen zum Thema.

Als PDF-Download erhältlich.

shop.heise.de/ix-ml

9,99 € ›



iX kompakt IT-Sicherheit

Das neue Sonderheft der iX-Experten bringt alle Sicherheitsaspekte ins Bewusstsein und schafft reale Sicherheit: Red Teaming fürs effektive Testing, Malware-Erkennung durch KI, DSGVO und IT-Sicherheit, Anwendung in Containern, Marktübersichten und Tools.

Auch komplett digital erhältlich.

shop.heise.de/ix-security2019

12,90 € ›

Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: **shop.heise.de/specials-aktuell**

› 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/specials-aktuell ›



ETERNITY AG

VON GARD SPIRLIN

Der Klang der Stimme war wie so oft fein zwischen Schärfe, Klage und unbeirrbarer Überzeugung ausbalanciert.

„Schatz, du sollst doch die Kartoffeln erst nach dem Kochen schälen, sonst hast du nur noch Brei im Topf!“

Sibylle verdrehte die Augen und wandte sich demonstrativ vom Küchendisplay ab, von dem aus sie den vorwurfsvollen Blicken ihrer Mutter ausgesetzt war.

„Mutter! Ich mache tatsächlich Kartoffelbrei! Und außerdem hat ja nicht jeder so hitzeresistente Hände wie du!“

Kaum hatte sie dem Bildschirm geantwortet, da bereute sie es auch schon. *Warum lasse ich mich immer provozieren?*, fragte sie sich. Und überhaupt … – schon als Kind hatte sie sich geschworen, dass sie niemals, *niemals* so harte, schwielige Hände wie ihre Mutter haben wollte. Mit diesen hätte sie buchstäblich die Pommes aus einer Friteuse holen können. Abgesehen davon, dass es zu Hause sowieso nie welche gegeben hatte. *Zu ungesund, iss lieber eine Karotte, Liebling.* Mann, wie sie das gehasst hatte! Und nicht nur sie. Sibylle gestattete sich einen kostbaren Gedanken an ihren Vater, der früh, viel zu früh gestorben war. Es wurde innerhalb der Verwandtschaft gemunkelt, dass er sich aus Kummer über die ewige Besserwisserei seiner Frau heimlich zu Tode gesoffen hatte. Sibylle hatte ihn und seine ruhige, sanfte Art geliebt. *Warum musste er zuerst …?*

Entschlossen schob sie die trüben Gedanken beiseite. Es war, wie es war, punktum. Pragmatismus hatte ihr schon oft über die Hürden des Lebens hinweggeholfen.

„Und warum schon wieder Kartoffelbrei? Das hatte er doch vorgestern auch schon!“

„Und wenn schon, Florian liebt Kartoffelbrei! Bis jetzt hat er sich daran noch nicht sattgegessen, das Zeug ist gesund und nahrhaft. Mit ein bisschen Butter mag er es besonders gern.“

„Mein Gott, Butter! Denkst du gar nicht an das viele Cholesterin? Nimm doch wenigstens Margarine, wenn es schon Fett sein muss!“

Du kannst dir die Margarine sonstwohin stecken, dachte Sibylle. *Typisch frühe Nachkriegsgeneration, als Nächstes empfiehlt sie mir noch Malzkaffee!* Sie hielt den Deckel auf dem Topf fest und kippte das Ganze, um das Kochwasser auszugießen. Dampf stieg auf; das Display und die Kamera darüber beschlugen.

„Kannst du hier nicht einmal das Fenster aufmachen, das muss ja eine Luft zum Schneiden sein“, raunzte die Stimme ihrer Mutter aus den Lautsprechern. Sibylle ignorierte sie und schüttete die Kartoffeln in die Küchenmaschine. Ein wenig Salz, ein Stückchen Butter, Milch – ein schneller Blick zum noch immer matten Display – und eine klitzekleine Prise Muskat, solange das allzu neugierige Kameraauge sie nicht sehen konnte. Sonst hätte sicher wieder eine Nörgeltirade über zu viel Würze für einen Einjährigen eingesetzt! Und schon surrte die Maschine. Leider nicht laut genug, um die Stimme ihrer Mutter zu übertönen …

„Hast du heute schon Salbe auf seinen Wespenstich geschmiert?“

Natürlich hatte sie. Es gab kaum mehr Bienen, aber die verdammten Wespen waren natürlich resistent gegen 400-kV-Hochspannungsleitungen, Glyphosat und 7G-Mobilfunkmasten. Und der kleine Flo hatte zielstrebig in das Loch im Kunstrasen des Spielplatzes gegriffen, in dem die Viecher zu Hause waren.

Da die Kamera nicht länger beschlagen war, beschränkte sich Sibylle auf ein kurzes Nicken, um die Frage zu beantworten. Natürlich war die Konversation damit noch nicht beendet. Sie war so gut wie nie beendet. Und schon ging es weiter.

KAUM HATTE SIE DEM BILDSCHIRM GEANTWORTET, DA BEREUTE SIE ES.

„Du bist ja selbst schuld, dass du jetzt mit dem Kleinen allein dastehst. Warum bist du nicht bei dem Sebastian geblieben, der war so ein netter junger Mann! Nein, du lässt dir von dem windigen Roland ein Kind andrehen und siehst zu, wie er sich nach Singapur vertschüsst!“

Sibylle holte tief Luft und versuchte, ihren Blutdruck unter Kontrolle zu halten: „Nein, Mutter! Nicht schon wieder dieses Thema! Dein *ach so lieber Sebastian* war ein widerlicher Schleimscheißer, auf den wohl nur Schwiegermütter dauerhaft reinfallen würden. Und im Bett war er auch eine Niete, nebenbei. Stand wohl mehr auf Jungs …“

Allerdings hatte ihre Mutter bei ihrem nächsten Lover leider Recht behalten. Der war zwar ein Mann nach Sibylles Geschmack gewesen, doch auch sein Charakter wies einige eklatante Mängel auf. Zum Beispiel, sich auf Nimmerwiedersehen aus dem Staub zu machen, als sie mit Florian schwanger war. Daraus resultierte unter anderem auch der ganze Schlamassel, in dem sie jetzt festsaß. Sibylle fühlte, wie die Tränen in ihr hochstiegen. Wütend drehte sie die Küchen-

Illustration: Albert Hulm

maschine ab und spachtelte den fertigen Brei in eine kleine Schüssel, damit die Babysitterin ihn später nur noch in der Mikrowelle anzuwärmen brauchte. Dann stellte sie ihn in den Kühlschrank, nahm die Küchenschürze ab und eilte ins Bad, um sich für den Abend zurechtzumachen.

Als sie mit der Puderquaste in der Hand den Spiegel einschaltete, erschien dort natürlich ebenfalls das Antlitz ihrer Mutter neben ihrem eigenen. So etwas wie Erstaunen lag auf dem Spiegelgesicht.

„Was machst du denn da?“, fragte es und eine steile Falte erschien auf seiner Stirn. „Sag bloß, du lässt dein Kind wieder allein mit dieser, dieser … Punkerin?“

„Sie ist eine Goth, Mutter, du weißt schon, schwarze Klamotten, Grüfte, diese Abteilung. Und sie ist meine Kollegin. Außerdem sehr günstig. Und sie verspeist trotzdem keine kleinen Kinder.“

„Aber sie war mit einem Drogensüchtigen zusammen, ich habe das überprüfen lassen!“

„Du hast *WAS?*“, blaffte Sibylle den Spiegel an.

„Schrei nicht so, du weckst ja Florian auf. Sie überprüfen lassen. Natürlich. Glaubst du, ich überlasse meinen Enkel irgendjemandem?“

Sibylle fühlte, wie ihre Hände zu zittern begannen. Sie spürte ihre Halsader pochen und sah im Spiegel, wie ihr eigenes Gesicht rot anlief. Daneben das selbstgerechte, vollkommen ruhige Antlitz ihrer Mutter. Wie oft hatte sie ihre vor über einem Jahr getroffene Entscheidung schon bereut? Hundertmal? Tausendmal? Aber was hätte sie machen sollen, hochschwanger und ohne Wohnung?

SO ETWAS WIE ERSTAUNEN LAG AUF DEM SPIEGELGESICHT.

Früher, vor mehr als fünf Jahren, hatte sie noch gelacht, als ihre Mutter mit ihrer Idee daherkam und mit den Worten „Schau, das mache ich jetzt!“ den Prospekt der Eternity AG präsentierte. Diese bot an, ein digitales Abbild der Persönlichkeit zu erstellen, so präzise, wie der Stand der Technik dies möglich machte. Dazu musste man der Firma allerdings dauerhaft uneingeschränkten Zugang zu sämtlichen Online-Aktivitäten, zur kompletten Telekommunikation einschließlich Videochats sowie zu allen biometrischen und medizinischen Daten gewähren.

Eine künstliche Intelligenz würde auf diese Art und Weise Tag für Tag trainiert werden und quasi mit der Zeit in die Rolle der realen Person hineinwachsen. Falls der Auftraggeber schließlich das Zeitliche segnen würde, konnte er gewiss sein, dass sein digitales Abbild unsterblich im Netz existieren würde, ja, bei weiteren Fortschritten in der Robotik vielleicht sogar eines Tages in einen Androidenkörper ausgelagert werden und so auch physisch unbegrenzt weiterleben könnte. Vor allem aber konnten die Hinterbliebenen immer auf seine Erfahrungen und Meinungen zurückgreifen, ja sogar mit ihm kommunizieren.

Sibylles Mutter war Feuer und Flamme gewesen, obwohl die Demos der Firma gelinde gesagt enttäuschend waren. Über ein Textinterface konnte man mit Simulationen bekannter Persönlichkeiten kommunizieren, aber damals war das Ganze bestenfalls ein besserer Chatbot gewesen. Sibylle hatte das Ganze für hinausgeworfenes Geld gehalten, aber ihre Mutter hatte sich nicht davon abbringen lassen und den Vertrag unterschrieben. Dann hatte Sibylle die ganze Geschichte wieder vergessen, bis …

* * *

… bis zu dem Tag, an dem sie hochschwanger und verzweifelt in der Mietwohnung von Roland saß, den Bescheid zur Wohnungsräumung in der Hand. Es klopfte an der Tür und als sie durch den Spion sah, erblickte sie zwei Polizeibeamte mit professionell ernsten Gesichtern.

„Sibylle Reimer?“, fragte einer der beiden, als sie die Tür öffnete. Sie nickte mit tränennassem Gesicht.

„Ah, offenbar wissen Sie es schon?“, sagte der Beamte sichtlich erleichtert.

„Was soll ich wissen?“

„Nun, wegen Ihrer Mutter, der Unfall … leider … Sie ist noch an der Unfallstelle verstorben, unser aufrichtiges Beileid.“

Es folgten Tage wie im Nebel. Die Formalitäten, das Begräbnis, die geheuchelte Anteilnahme der fernen Verwandtschaft, alles zog an ihr vorbei, als wäre sie nicht direkt daran beteiligt. Dann die Wehen, die Schmerzen, schließlich die Geburt. Erst als man ihr den kleinen Florian an die Brust legte, wurde der Nebel wieder lichter und sie konnte wieder klarere Gedanken fassen.

Dann kam der Tag der Testamentseröffnung und sie saß mit dem Kleinen im Arm beim Notar.

„Frau Reimer, ich muss Ihnen leider mitteilen, dass das bewegliche Vermögen Ihrer verstorbenen Frau Mutter in eine zweckgebundene Stiftung eingegangen ist, auf die Sie keinen Zugriff haben. Die Erträge dieser Stiftung dienen ausschließlich dem finanziellen Erhalt der sogenannten digitalen Persönlichkeit Ihrer Mutter und gehen zur Gänze an die Firma Eternity AG oder deren Rechtsnachfolger. Darüber hinaus vererbt sie Ihnen aber ihre Eigentumswohnung in der Weimarer Straße Nummer 17. Diese Erbschaft ist allerdings ausdrücklich an die Bedingung geknüpft, dass Sie zustimmen, die digitale Persönlichkeit Ihrer Mutter in ebendieser Liegenschaft über audiovisuelle Interfaces in den Hauptwohnräumen jederzeit zugänglich zu halten. Wollen Sie zu diesen Bedingungen die Erbschaft annehmen?“

Sibylle saß da wie vom Blitz getroffen. Bei aller Trauer, aber das war typisch ihre Mutter! Sogar noch nach ihrem Tod wollte sie nicht von ihren ewigen Einmischungen ablassen! Fieberhaft überdachte sie ihre Optionen und kam zu dem Schluss, dass sie keine mehr hatte. Was konnte es schon ausmachen, hin und wieder über ein Terminal mit diesem seltsamen Konstrukt zu chatten, das vorgeben würde, ihre Mutter zu sein? Vielleicht war das sogar ein wenig unterhaltsam? Also stimmte sie schließlich zu.

Bei der Wohnungsübergabe einen Monat später wartete neben einem Vertreter der Hausverwaltung auch ein geschniegelter Mitarbeiter der Eternity AG auf sie. Nach einigen Formalitäten wie zum Beispiel ihrer obligatorischen Unter-

schrift unter eine Datenschutzerklärung, die Orwell in seinem Sarg hätte rotieren lassen, erklärte der junge Mann mit großem Enthusiasmus: „Sie bekommen das beste System, das wir derzeit im Angebot haben! Sie müssen wissen, dass in den letzten Jahren die Technik der Quantencomputer geradezu sprunghafte Fortschritte gemacht hat. Dadurch haben wir die Möglichkeit, unsere Deep-Learning-Algorithmen mit einer bisher noch nie da gewesenen Rechenleistung ausführen zu können! Sie werden das einerseits daran bemerken, wie verzögerungsfrei die Persönlichkeit Ihrer werten Frau Mutter reagiert, andererseits daran, dass ihr Persönlichkeitsmodell sehr detailliert ausgeführt werden konnte. Was auch nicht zuletzt an der sehr großen Datenfülle liegt, die wir schon zu ihren Lebzeiten ansammeln durften. Sie werden verblüfft sein! So, ich lasse Sie nun allein. Ich wünsche Ihnen ein freudiges Wiedersehen mit Ihrer Frau Mutter!“

Mit diesen Worten startete er den Hauptrechner. Dann wies er sie noch darauf hin, dass sich das System selbst wartete und auch niemals heruntergefahren werden musste. De facto war das von der Wohnung aus auch gar nicht möglich. Nachdem alles geklärt war, ließ er sie mit dem Monitor des Multimediasystems im Wohnzimmer allein, der soeben zum Leben erwachte.

Was danach erfolgte, war der größte Schock in Sibylles Leben, den abrupten Abgang Rolands mit eingerechnet. Auf

„AH, OFFENBAR WISSEN SIE ES SCHON?“, SAGTE DER BEAMTE SICHTLICH ERLEICHTERT.

dem riesigen Bildschirm erschien das Gesicht ihrer Mutter, absolut detailgetreu bis hin zu den Narben ihrer Schönheits-OP am Hals. Und bis zu dem selbstgefälligen Gesichtsausdruck, mit dem sie stets klar machte, welche Ehre ihren jeweiligen Gesprächspartnern durch ihre bloße Anwesenheit zuteil wurde.

„Grüß dich, meine liebe Sibylle! Ich freu’ mich ja sooo, dich wiederzusehen!“, säuselte der Avatar in Gestalt ihrer Mutter. „Und das muss der kleine Florian sein, dessen Geburt ich durch meine kleine … Unpässlichkeit leider versäumt habe. Ist der süß! Zum Glück sieht er seinem unmöglichen Vater nicht ähnlich! Wir werden noch viel Spaß miteinander haben, gell? Ich habe schon einen genauen Speiseplan für ihn ausgearbeitet, sobald er entwöhnt ist. Damit er groß und stark wird, habe ich folgende Vorschläge …“

Und so ging es die nächste halbe Stunde weiter, während Sibylle krampfhaft versuchte, nicht überzuschnappen. Sie



flüchtete mit Florian zuerst in die Küche, dann ins Bad, doch das digitale Abbild ihrer Mutter wanderte mit ihr von Raum zu Raum, von Bildschirm zu Bildschirm. Bis sie im WC saß, das Kind auf dem Schoß. Dort konnte man zwar noch immer die Stimme hören, aber zumindest war dort kein Monitor. Sie begann hemmungslos zu schluchzen.

* * *

Das alles kochte in ihr wieder hoch, als sie im Badezimmer vergeblich um ihre Fassung rang. Was bildete sich diese ... Kreatur ein? Nicht nur die ständigen Einmischungen in ihre und Florians Ernährung, die andauernden Nörgeleien über ihre Kleidung oder Fernsehgewohnheiten, jetzt spionierte sie auch noch ihre Kollegen und Bekannten aus? Das Adrenalin in ihrer Blutbahn ließ sie alle Zurückhaltung vergessen.

„Du bist nicht meine Mutter!“, brüllte sie den Spiegel an. „Und Florian ist nicht dein Enkel, verdammt noch mal! Du bist eine digitale Missgeburt, das Abziehbild eines Menschen, eine Ausgeburt kranker Fantasien, die Technik zum Leben erweckt hat. Aber du lebst nicht, du bist nur ein beschissener Haufen von Bits in einem Blechkasten! Du bestehst nur aus Programmschleifen, die sich pickelige Programmierer ausgedacht haben, die Gott spielen wollen! Im kleinen Finger von Florian ist mehr Leben als in dir! Lass uns endlich mit deiner Nörgelei und Besserwisserei in Ruhe, schieb dir deine Ratschläge allesamt in deinen fetten digitalen Arsch, hast du mich verstanden?“

Erschöpft ließ sie sich neben dem Waschbecken zu Boden sinken. Stille. Wohltuende Stille. Der Lautsprecher blieb stumm. Was war das denn? Hatte es der Kopie die Sprache verschlagen? Ungläubig rappelte sich Sibylle wieder auf. Was sie im Display des Spiegels sah, ließ sie unvermittelt nach Luft schnappen. Das Abbild ihrer Mutter hatte den Blick gesenkt, ihr Mund mit den wie immer viel zu stark geschminkten Lippen war leicht geöffnet, die Unterlippe zitterte. Aus den Augenwinkeln zog sich eine nasse Spur über ihre Wangen hinab. Sogar die Schminke um die Augen war verlaufen. Sie hatte dieses Bild schon einmal gesehen, am Tag, als ihr Vater gestorben war. Auch wenn ihre Mutter ihn immer drangsaliert hatte und er ihr nie etwas recht machen konnte, damals hatte Sibylle erkannt, dass sie ihn doch sehr geliebt haben musste. Erschüttert nahm sie zur Kenntnis, dass sie zu weit gegangen war.

„Mama?“, fragte sie zaghaft. Das Abbild ihrer Mutter hob den Blick und sah sie mit tränenverschleierten Augen an. Dann blickte das Gesicht im Spiegel wieder nach unten und begann zu sprechen.

„Ich weiß schon, wer oder was ich bin. Dass ich kein echter Mensch bin. Dass Florian nicht mein Enkel im biologischen Sinn ist. Oder du meine Tochter. Aber, bitte glaube mir, was meine Gefühle betrifft, so bin ich ganz deine Mutter. Vielleicht sogar ein bisschen zu viel – jedenfalls mehr, als du dir wünschen würdest. Aber so war sie nun einmal, meine Vorgängerin. Ich kann genau so wenig dafür oder dagegen machen wie deine echte Mutter. Aber eines kann ich dir gern anbieten. Wenn ich wieder einmal zu weit gehen sollte mit meiner Fürsorge oder dir sonst irgendwie auf den Nerv gehe, dann sage mir das! Sprich mit mir! Ich will dir eine Hilfe sein, nicht ein Ärgernis. Meine Programmierung ist selbstlernend, ich kann auf veränderte Umstände daher flexibel reagieren. Du musst mir nur sagen, was ich für dich sein soll. Was meinst du? Haben wir einen Deal?“

DAS DIGITALE ABBILD IHRER MUTTER WANDERTE MIT IHR VON RAUM ZU RAUM, VON BILDSCHIRM ZU BILDSCHIRM.

Sibylle blickte ungläubig in das so vertraute und doch so fremde Gesicht. Selbst dieser plötzliche Ausbruch von Selbsterkenntnis war ihr nicht neu. Auch ihre echte Mutter hätte so ähnlich reagiert, wenn Sibylle sie derart angefahren hätte wie zuvor. Vielleicht steckte ja doch viel mehr in dieser Persönlichkeit, als sie dachte? Sie holte tief Luft.

„Also gut. Vielleicht müssen wir uns wirklich einfach nur hin und wieder aussprechen. Es tut mir leid, wenn ich deine Gefühle verletzt habe, ich wusste nicht, wie weit du überhaupt zu solchen fähig bist. Versuchen wir es einfach noch einmal von vorn, okay? Also: Ich heiße Sibylle und bin so etwas Ähnliches wie deine Tochter. Es freut mich, dich endlich wirklich kennenzulernen.“

Ein leichtes Lächeln stahl sich auf das Gesicht im Spiegel.

„Und ich bin deine Mama – wann immer du es so willst ...“

(psz@ct.de) **ct**

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* 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
- open.spotify.com/show/37UbzCwzzCiiju8501HUwL
- de.player.fm/series/ct-scificast
- podcasts.apple.com/de/podcast/ct-scificast/id1480700673

Auf Wiederhören!



Tools für Maker





PORTOFREI
AB 15 €
BESTELLWERT

Bestellen Sie ganz einfach online
unter **shop.heise.de** oder
per E-Mail: **service@shop.heise.de**

heise shop
shop.heise.de/tools

Werden Sie PC-Techniker!

staatlich geprüft und zugelassen • Fernunterricht

Aus- und Weiterbildung zum Service-Techniker für PCs, Drucker und andere Peripherie. Ein Beruf mit Zukunft. Kostengünstiges und praxisgerechtes Studium ohne Vorkenntnisse. Bei Vorkenntnissen Abkürzung möglich. Beginn jederzeit.

NEU: SPS-Programmierer, Roboter-Technik, Linux-Administrator LPI, Netzwerk-Technik, Fachkraft IT-Security SSCP/CISSP



Teststudium ohne Risiko.
GRATIS-Infomappe gleich anfordern!

FERNSCHULE WEBER - seit 1959 - Abt. 114
Neerstedter Str. 8 - 26197 Großenkneten
Telefon 0 44 87 / 263 - Telefax 0 44 87 / 264

www.fernschule-weber.de

I ♥ NERDISTAN

c't magazin für computer technik

FUTURE
OF IT-FORENSICS
DIE ROADSHOW

München-Freising	Berlin	Hannover
23.03.2020	25.03.2020	27.03.2020

Seien Sie gerüstet für die zukünftigen Herausforderungen der IT-Forensik!

Es erwarten Sie praktische Workshops zu den Themen:

- **Triage:** Enorme Zeiteinsparung durch Vor-Sortierung relevanter digitaler Inhalte
- Offline-**Ermittlung im Darknet**
- **OSINT:** Nutzen des Internets zum Aufdecken von Geldwäsche und anderen kriminellen Aktivitäten
- **Mobile Labore** für Großeinsätze
- **Neueste Entwicklungen** aus der Mobilforensik

Die Teilnahme ist kostenfrei, der Einlass ist jedoch begrenzt! Alle Infos und Anmeldung unter www.ft-day.de

Powered by mh Service

Für einen erweiterten Horizont:

c't Android 2020

NEU

Das Rundum-Android-Paket auf über 150 Seiten: die Auswahl des perfekten Kamera-Smartphones, Tests günstiger Android-Geräte und Falt-Smartphones oder Öko-Handys. Außerdem: halten Sie Ihr Android-Phone sauber und sicher und richten Sie Smartphones absolut kindersicher ein.

Auch komplett digital erhältlich!

shop.heise.de/android20

12,90 € ›

c't Windows Problemlöser

Mit Fokus auf Windows 10 beantwortet dieses Special vor allem Umsteigern brennende Fragen und steht mit Rat und Tat zur Seite: System-Umzug, komfortablere Bedienung, Universalwerkzeuge für den Notfall, Bremsen lösen und Tricks für den Alltag.

Auch komplett digital verfügbar.

shop.heise.de/ct-windows20

12,90 € ›

c't PC-Selbstbau

Die Hardware-Profis von c't stellen Ihnen fünf Bauvorschläge für den eigenen Rechner vor: Mini-PC, Office-Maschine oder Gaming-Rechner bis zum kleinsten Bauteil. Zudem: Ihr Rechner perfekt aufgerüstet, übertaktet und konfiguriert dank umfangreicher Hardware-Tests, Praxis-Tipps und Hintergrundartikel.

Auch komplett digital verfügbar.

shop.heise.de/pc-selbstbau-20

12,90 € ›

Weitere Sonderhefte zu vielen spannenden Themen finden Sie hier: shop.heise.de/specials-aktuell

› 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/specials-aktuell ›

ORACLE Feuerwehr www.oraservices.de G

nginx-Webhosting: **timmehosting.de** G

DATENRETTUNG v. HDD, RAID, SSD – **Erfolg >99%**
www.datarecovery.eu – 24h-Tel.: 0800-073 88 36 G

EDELSTAHL LED SCHILDER: www.3D-buchstabe.com
HAUSNUMMERN nobel 230V~: www.3D-hausnummer.de G

softaktiv.datensysteme Datenbankapplikationen, Website Boosting, Online-Pressemitteilungen, Unterstützung bei Ihren V-Projekten. Einfach anrufen, Faxen oder eine E-Mail schicken. Telefon: 0511/3884511, Mobil: 0170/3210024, Telefax: 0511/3884512, E-Mail: service@softaktiv.de, Internet: www.softaktiv.de G

Lust auf Java? WWW.TQG.DE/KARRIERE G

www.patchkabel.de - LWL und Netzwerk Kabel G

WLL-Breitband Netz Ruhrgebiet – schneeweiss.de G

Erfahrene Diplom-Fachübersetzerin übersetzt EDV-Texte aller Art (Software und Hardware) insbesondere Texte aus den Bereichen Telekommunikation und Netzwerke. Englisch-Deutsch. Tel. + Fax: 05130/37085 G

xxs-kurze Daten- & Netzkabel: kurze-kabel.de G

Anzeigenschluss für die nächsten erreichbaren Ausgaben:
08/2020: 10.03.2020
09/2020: 23.03.2020
10/2020: 03.04.2020

c't – Kleinanzeigen

Private Kleinanzeige:
erste Druckzeile € 10,– ; jede weitere Zeile € 8,–

Gewerbliche Kleinanzeige:
erste Druckzeile € 20,–; jede weitere Zeile € 16,–

Chiffre-Anzeige: € 5,– Gebühr

Hinweis: Die Rechnungsstellung erfolgt nach Veröffentlichung der Anzeige!

Name/Vorname

Firma

Str./Nr.

PLZ/Ort

Bitte veröffentlichen Sie den Text in der nächsterreichbaren Ausgabe von c't.

○ Den Betrag habe ich auf Ihr Konto überwiesen.
Sparkasse Hannover,
IBAN DE98 2505 0180 0000 0199 68, BIC SPKH DE 2H

Bei Angeboten: Ich versichere, dass ich alle Rechte an den angebotenen Sachen besitze.

Datum Unterschrift (unter 18, der Erziehungsberechtigte)

Faxnummer: 05 11 / 53 52-200

Bitte veröffentlichen Sie in der nächsterreichbaren Ausgabe (Vorlaufzeit mind. 3 Wochen) folgende Anzeige im Fließsatz ○ privat ○ gewerblich* (werden in c't mit G gekennzeichnet) ○ Chiffre

€ 10,– (20,–)

€ 18,– (36,–)

€ 26,– (52,–)

€ 34,– (68,–)

€ 42,– (84,–)

€ 50,– (100,–)

€ 58– (116,–)

€ 66,– (132,–)

Pro Zeile bitte jeweils 45 Buchstaben einschließlich Satzzeichen und Wortzwischenräumen. Wörter, die **fettgedruckt** (nur in der ersten Zeile möglich) erscheinen sollen, unterstreichen Sie bitte. Den genauen Preis können Sie so selbst ablesen. * Der Preis für gewerbliche Kleinanzeigen ist in Klammern angegeben. Soll die Anzeige unter einer Chiffre-Nummer erscheinen, so erhöht sich der Endpreis um € 5,– Chiffre-Gebühr.

Ausfüllen und einsenden an: **Heise Medien GmbH & Co. KG**
c't-Magazin, Anzeigenabteilung
Karl-Wiechert-Allee 10, 30625 Hannover

↳ **Weiterlesen, wo andere aufhören.**



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 Jahresarchiv 2019 mit allen Beiträgen aus 26 c't-Heften
auf DVD **24,50 €**
auf 32 GByte USB 3.0-Stick **34,50 €**

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 von1983 bis 2019
auf Blu-ray Disc **99,– €**
auf 64 GByte USB 3.0-Stick **139,– €**

shop.heise.de/ct-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/ix-archiv



Neues baut auf Altem auf:
Ihr Blick in wichtige Fakten und Hintergrundinfos des Archives 2019 von Deutschlands einzigem Innovationsmagazin.
auf DVD **24,50 €**

Technology Review-Know-how XL:
Alle Artikel von 2003 bis 2019
auf DVD **59,– €**

shop.heise.de/tr-archiv

› Bestellen Sie ganz einfach online im heise shop oder per E-Mail: **service@shop.heise.de**

heise shop
shop.heise.de ›

Heise Gruppe

JOB GESUCHT?

Ein gutes Team braucht viele verschiedene kluge und kreative Köpfe – und gleichzeitig den Freiraum, diese Potenziale zu entfalten und einzusetzen.

Gestalten Sie mit uns die Zukunft der Medienwelt!

Jetzt informieren und bewerben unter **www.heise-gruppe.de/karriere.**

Bundesrechnungshof

Der Bundesrechnungshof ist eine oberste Bundesbehörde. Er prüft die gesamte Haushalts- und Wirtschaftsführung des Bundes und ist als Organ der Finanzkontrolle nur dem Gesetz unterworfen.

Wir suchen für unser Referat „Informations- und Kommunikationstechnik" im Bundesrechnungshof in Bonn für den Bereich „IT-Demand-Management" Master/Univ.-Diplom – Absolventinnen/Absolventen (w/m/d) der

Informatik, Wirtschaftsinformatik, Mathematik, eines naturwissenschaftlichen oder technischen Studiengangs oder eines Studiums mit Schwerpunkt IT – Ausschreibung: BRH 2020-0016B –

Weitere Informationen finden Sie im Internet unter **www.bundesrechnungshof.de.**

Heise Medien

c't Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) für IT-Security



c't Redakteur (m/w/d) / Volontär (m/w/d) für IT-Security

Wir sind c't – das größte Magazin Europas für IT und Technik. Wir setzen uns mit Leidenschaft für diese Themen ein. Werde Teil unserer Community und wirke als Redakteur (m/w/d) oder Volontär (m/w/d) im Bereich IT-Security mit.

Was wir Dir bieten

- Bewahre als Security-Experte andere vor Fehlern und mache die IT sicherer.
- Profitiere von unseren Netzwerken, triff Experten weltweit und diskutiere mit ihnen.
- Wo und was Du arbeitest, bestimmst Du mit. Was Du anziehst, ist uns egal.
- Wir bilden Dich weiter mit einer großen Palette an Kursen, die Dich weiterbringen: Sprachtraining für Interviews, Rhetorikkurse für Vorträge, Texttraining für journalistisches Schreiben.
- In unserem Volontariat wirst Du ausgebildet für den Eigenbedarf – c't will lange Deine Heimat sein.

Das machen wir und Du kannst mit dabei sein

- Artikel für Print und Online schreiben
- Trojaner analysieren
- Tipps aus unserem Whistleblower-Briefkasten im Darknet nachgehen
- Security-Webinare gestalten
- c't-Projekte entwickeln wie Desinfec't oder c't-Raspion

Ihre Ansprechpartner
Peter Siering,
Ressortleiter c't
Tel.: 0511 5352-329

Bitte bewerben Sie sich online: **www.heise-gruppe.de/karriere**
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.

Wir freuen uns auf Ihre Bewerbung!

Inserenten*

1&1 Telecom GmbH, Montabaur 196
1blu AG, Berlin 9

AVM Computersysteme Vertriebs GmbH, Berlin 2

dpunkt.verlag GmbH, Heidelberg 47

Fernschule Weber, Großenkneten 187

Kaspersky Labs GmbH, Ingolstadt 27
Kentix GmbH, Idar-Oberstein 33

Lenovo Global Technology Germany GmbH, Stuttgart 7

mh Service GmbH, Kandel 187

Mittwald CM Service GmbH & Co. KG, Espelkamp 41

RNT Rausch GmbH, Ettlingen 37

Techconsult GmbH, Kassel 55
Thomas Krenn AG, Freyung 21

Stellenanzeigen

Bundesrechnungshof, Bonn 191

Heise Medien Gruppe GmbH & Co. KG, Hannover 191

Veranstaltungen

Heise Security Tour	heise Security, heise Events	10
enterPy	iX, heise developer, dpunkt.verlag	65
secIT by Heise	heise Events	92, 93
Storage2day	iX, dpunkt.verlag	117
ISD	eco Verband, iX, heise Events	171
iX Workshops	iX, heise Events	177
devOp Essentials	iX, heise developer, dpunkt.verlag	192

Ein Teil dieser Ausgabe enthält Beilagen von Boldking - Bold Online BV, NL-Amsterdam.

** Die hier abgedruckten Seitenzahlen sind nicht verbindlich. Redaktionelle Gründe können Änderungen erforderlich machen.*

DevOps Essentials 2020

Darmstadt, darmstadtium, 4. bis 6. Juni

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

FRÜHBUCHERRABATT bis 24. April

18 Halbtages-Trainings zu den essenziellen Themen moderner Softwareentwicklung, u.a.:

- Microservices: Architekturen und Technologien
- Service Meshes: Istio, Linkerd und Consul
- Kubernetes für Einsteiger und Fortgeschrittene
- Serverless Computing mit Amazon Web Services
- Wie schaffe ich eine DevOps-Kultur?
- GitOps oder: YAML regiert die Welt
- Container für Fortgeschrittene
- Einstieg in Chaos Engineering
- Kubernetes und Security
- Site Reliability Engineering bei Google

www.devops-essentials.de

Veranstalter iX heise Developer dpunkt.verlag

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: „Emotet verstehen, Angriffe abwehren": Ronald Eikenberg *(rei@ct.de)*, „Faktencheck: IT und Klimawandel": Christian Wölbert *(cwo@ct.de)*

Chefredakteur: Dr. Jürgen Rink *(jr@ct.de)* (verantwortlich für den Textteil)

Stellv. Chefredakteur: Axel Kossel *(ad@ct.de)*

Chef vom Dienst: Georg Schnurer *(gs@ct.de)*

Leser & Qualität
Leitung: Achim Barczok *(acb@ct.de)*
Textredaktion & Qualitätssicherung: Oliver Lau *(ola@ct.de)*, Ingo T. Storm *(it@ct.de)*
Koordination Leserkommunikation: Martin Triadan *(mat@ct.de)*

Ressort Software & Internet
Leitende Redakteure: Hartmut Gieselmann *(hag@ct.de)*, Jo Bager *(jo@ct.de)*
Redaktion: Holger Bleich *(hob@ct.de)*, Anke Brandt *(apoi@ct.de)*, Arne Grävemeyer *(agr@ct.de)*, André Kramer *(akr@ct.de)*, Markus Montz *(mon@ct.de)*, Peter Schmitz *(psz@ct.de)*, Kim Sartorius *(kim@ct.de)*, Dr. Hans-Peter Schüler *(hps@ct.de)*, Sylvester Tremmel *(syt@ct.de)*, Andrea Trinkwalder *(atr@ct.de)*, Dorothee Wiegand *(dwi@ct.de)*, Stefan Wischner *(swi@ct.de)*

Ressort Systeme & Sicherheit
Leitende Redakteure: Peter Siering *(ps@ct.de)*
Redaktion: Mirko Dölle *(mid@ct.de)*, Liane M. Dubowy *(lmd@ct.de)*, Ronald Eikenberg *(rei@ct.de)*, Thorsten Leemhuis *(thl@ct.de)*, Jan Mahn *(jam@ct.de)*, Pina Merkert *(pmk@ct.de)*, Dennis Schirrmacher *(des@ct.de)*, Hajo Schulz *(hos@ct.de)*, Merlin Schumacher *(mls@ct.de)*, Jan Schüßler *(jss@ct.de)*, Keywan Tonekaboni *(ktn@ct.de)*, Axel Vahldiek *(axv@ct.de)*

Ressort Hardware
Leitende Redakteure: Christof Windeck *(ciw@ct.de)*, Ulrike Kuhlmann *(uk@ct.de)*, Dušan Živadinović *(dz@ct.de)*
Redaktion: Ernst Ahlers *(ea@ct.de)*, Tim Gerber *(tig@ct.de)*, Christian Hirsch *(chh@ct.de)*, Benjamin Kraft *(bkr@ct.de)*, Lutz Labs *(ll@ct.de)*, Andrijan Möcker *(amo@ct.de)*, Florian Müssig *(mue@ct.de)*, Rudolf Opitz *(rop@ct.de)*, Carsten Spille *(csp@ct.de)*

Ressort Mobiles, Entertainment & Gadgets
Leitende Redakteure: Jörg Wirtgen *(jow@ct.de)*, Jan-Keno Janssen *(jkj@ct.de)*
Redaktion: Robin Brand *(rbr@ct.de)*, Sven Hansen *(sha@ct.de)*, Ulrich Hilgefort *(uh@ct.de)*, Marcel Jossifov *(mjo@ct.de)*, Nico Jurran *(nij@ct.de)*, Michael Link *(mil@ct.de)*, Urs Mansmann *(uma@ct.de)*, Stefan Porteck *(spo@ct.de)*, Christian Wölbert *(cwo@ct.de)*

c't online: Ulrike Kuhlmann *(Ltg., uk@ct.de)*

Koordination News-Teil: Hartmut Gieselmann *(hag@ct.de)*, Christian Wölbert *(cwo@ct.de)*

Koordination Heftproduktion: Martin Triadan *(mat@ct.de)*

Redaktionsassistenz: Susanne Cölle *(suc@ct.de)*, Christopher Tränkmann *(cht@ct.de)*

Software-Entwicklung: Kai Wasserbäch *(kaw@ct.de)*

Technische Assistenz: Ralf Schneider (Ltg., rs@ct.de), Hans-Jürgen Berndt *(hjb@ct.de)*, Denis Fröhlich *(dfr@ct.de)*, Christoph Hoppe *(cho@ct.de)*, Stefan Labusga *(sla@ct.de)*, Arne Mertins *(ame@ct.de)*, Jens Nohl *(jno@ct.de)*, Wolfram Tege *(te@ct.de)*

Dokumentation: Thomas Masur *(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)*, Detlef Borchers, Herbert Braun *(heb@ct.de)*, Tobias Engler, Monika Ermert, Stefan Krempl, Ben Schwan *(bsc@ct.de)*, Christiane Schulzki-Haddouti

DTP-Produktion: Nicole Judith Hoehne (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, Joana Hollasch

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, Schlagseite: Ritsch & Renn, Wien, 3D-Illustrationen und Titelbild: tsamedien, Düsseldorf, c't-Logo: Gerold Kalter, Rheine

c't-Krypto-Kampagne: Infos zur Krypto-Kampagne unter https://ct.de/pgp. Die Authentizität unserer Zertifizierungsschlüssel lässt sich mit den nachstehenden Fingerprints überprüfen:

```
Key-ID: 5C1C1DC5BEEDD33A
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@heise.de>
D337 FCC6 7EB9 09EA D1FC 8065 5C1C 1DC5 BEED D33A
Key-ID: 2BAE3CF6DAFFB000
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
A3B5 24C2 01A0 D0F2 355E 5D1F 2BAE 3CF6 DAFF B000
Key-ID: DBD245FCB3B2A12C
ct magazine CERTIFICATE <pgpCA@ct.heise.de>
19ED 6E14 58EB A451 C5E8 0871 DBD2 45FC B3B2 A12C
```

heise Investigativ: Über diesen sicheren Briefkasten können Sie uns anonym informieren.
Anonymer Briefkasten: https://heise.de/investigativ
via Tor: 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

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

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
Tel: +886-2-2882-5577, Fax: +886-2-2882-6000,
E-Mail: mei@mediagate.com.tw

Leiter Vertrieb und Marketing: André Lux (-299)

Werbeleitung: Julia Conrades (-156)

Service Sonderdrucke: Julia Conrades (-156)

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

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); ermäßigtes 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. Ermäßigtes 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 112,05 €, restl. Ausland 139,05 € (Schweiz 132.30 CHF).
Luftpost auf Anfrage.

Leserservice:
Bestellungen, Adressänderungen, Lieferprobleme usw.
Heise Medien GmbH & Co. KG
Leserservice
Postfach 24 69
49014 Osnabrück
E-Mail: leserservice@ct.de
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) oder E-Mail *(leserservice@ct.de)*.

Eine Haftung für die Richtigkeit der Veröffentlichungen kann trotz sorgfältiger Prüfung durch die Redaktion vom Herausgeber nicht übernommen werden. Kein Teil dieser Publikation darf ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Verlags in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die Nutzung der Programme, Schaltpläne und gedruckten Schaltungen ist nur zum Zweck der Fortbildung und zum persönlichen Gebrauch des Lesers gestattet.

Für unverlangt eingesandte Manuskripte kann keine Haftung übernommen werden. Mit Übergabe der Manuskripte und Bilder an die Redaktion erteilt der Verfasser dem Verlag das Exklusivrecht zur Veröffentlichung. Honorierte Arbeiten gehen in das Verfügungsrecht des Verlages über. Sämtliche Veröffentlichungen in c't erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes.

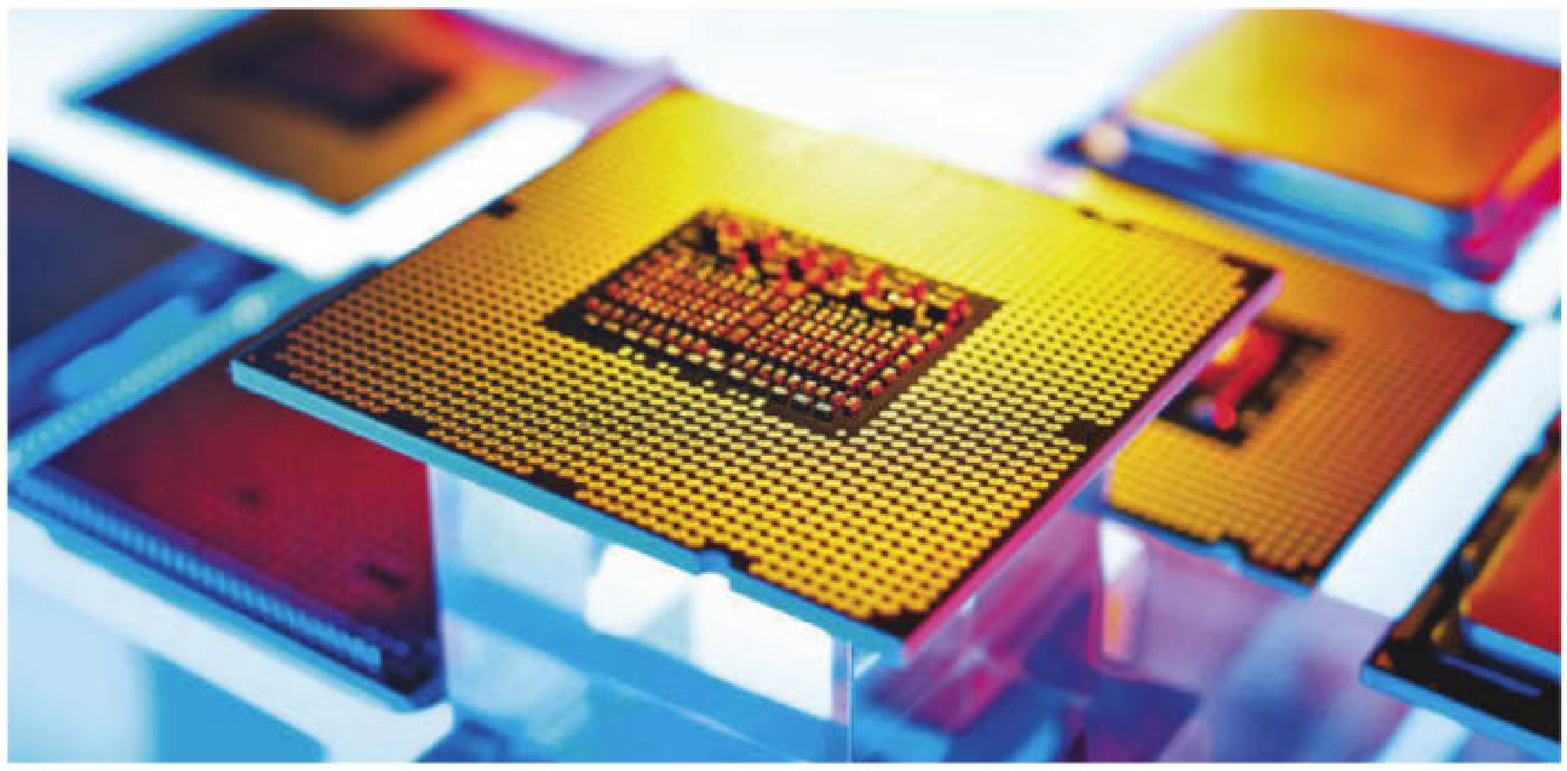
Warennamen werden ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt.
Hergestellt und produziert mit Xpublisher: www.xpublisher.com
Printed in Germany. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt auf chlorfreiem Papier.

© Copyright 2020 by Heise Medien GmbH & Co. KG

ISSN 0724-8679 AWA ACTA

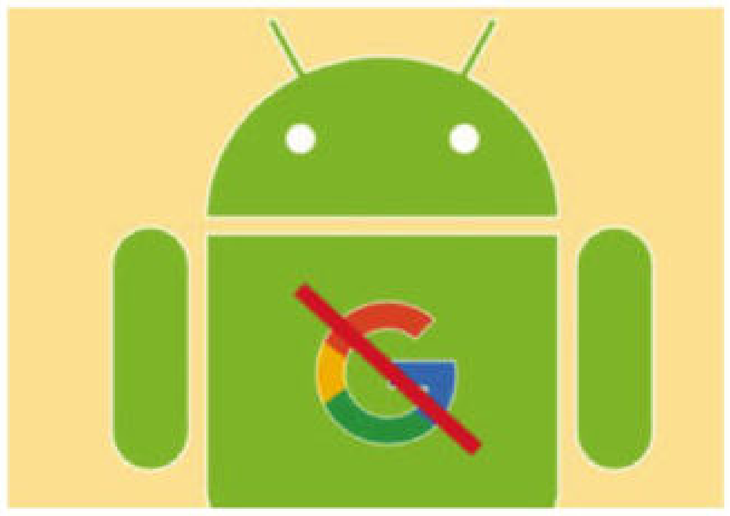
Vorschau 7/2020

Ab 14. März im Handel und auf ct.de



CPU-Guide 2020

AMD und Intel bieten hunderte Prozessortypen an. Wir entschlüsseln die kryptischen Bezeichnungen, damit Sie anhand unserer Benchmarks und Messwerte die richtige CPU für Ihre Zwecke finden. Zudem haben wir untersucht, wie viele CPU-Kerne moderne 3D-Spiele und Anwendungen wirklich benötigen.



Android ohne Google

Android-Smartphones und Datenschutz – das passt nicht gut zusammen. Smartphones mit Android funktionieren zwar ohne Google, aber dabei muss man Kröten schlucken. Doch es gibt auch weniger radikale Wege, die Hoheit über seine Daten zu behalten – vom Rooten bis zum Aussperren kritischer Apps.

Stiftfähige PDF-Apps fürs iPad

Umfangreiche Quellen recherchieren, Vorlesungsskripte durchackern, das Wichtigste markieren und zusammenfassen: Mit iPad, Stift und einer modernen PDF-App geht das so schnell wie auf Papier und so strukturiert wie am Rechner.

Fernseher im Netzwerk steuern

Neben einem Empfänger für die IR-Fernbedienung bauen viele Hersteller in ihre smarten Fernseher Netzwerkschnittstellen ein. Mit den richtigen Bibliotheken schaltet die Hausautomation darüber Ihr Lieblingsprogramm ein, regelt die Lautstärke oder öffnet gleich eine Mediathek.

WLAN-Zentralen

Um mehrere Netze per WLAN in größeren Gebäuden zu verteilen – zum Beispiel ein privates, eins für Gäste und eines fürs Smart Home –, braucht man eine Handvoll Access-Points. Die wollen zentral gesteuert sein, was heute auch schon für kleines Geld geht. c't nimmt die WLAN-Controller-Funktion vier bekannter Marken unter die Lupe.

Noch mehr Heise-Know-how:



c't Android jetzt im Handel und auf heise-shop.de



Make 1/2020 jetzt im Handel und auf heise-shop.de



Technology Review 3/2020 jetzt im Handel und auf heise-shop.de

NEU: c’t DSGVO – was 2020 wirklich wichtig wird

NEU

c’t DSGVO 2020 – Neuauflage!

Auf 148 Seiten erfahren Sie, was 2020 wirklich wichtig wird: Ende der Schonfrist, DSGVO in der Praxis, Bußgelder, aktuelle Urteile und Umsetzung der Richtlinien. Dazu: FAQs, Anleitungen, Checklisten, Muster, Video-Tutorials für Admins und Vorlagen für Datenauskünfte.

Auch digital mit DVD-Download erhältlich!

shop.heise.de/dsgvo20

19,90 € ›

› Generell portofreie Lieferung für Heise Medien- oder Maker Media Zeitschriften-Abonnenten oder ab einem Einkaufswert von 15 €. Nur solange der Vorrat reicht. Preisänderungen vorbehalten.

heise shop

shop.heise.de/dsgvo20 ›

NEU SAMSUNG GALAXY S20



ab 0,– €* einmalig

Nur bis 08.03.
inklusive Galaxy Buds+

UVP ~~169,–~~



SAMSUNG
Galaxy S20 Ultra 5G



JETZT VORBESTELLEN!

Bestellen Sie jetzt das brandneue Samsung Galaxy S20+ | S20 Ultra 5G mit 100-fachem Space-Zoom schon ab einmalig 0,– € und sichern Sie sich kabellose Kopfhörer Galaxy Buds+ gratis dazu (statt 169,– €). **Nur bis zum 08.03.!*** Dazu surfen und telefonieren Sie endlos z. B. mit der 1&1 All-Net-Flat L.

Nur bei 1&1: Wir zahlen Ihnen bis zu 800,– €
in bar für Ihr altes Handy.

1&1

1und1.de
02602/9696

*Samsung Galaxy S20 Ultra 5G für 0,– € einmalig in Verbindung mit der 1&1 All-Net-Flat L für 57,99 €/Monat die ersten 10 Monate, danach 77,99 €/Monat. 24 Monate Vertragslaufzeit. Bereitstellungspreis 29,90 €. Trade-In Prämie abhängig vom eingesendeten Gerät (Modell & Marke). Auszahlung nach Einsendung Ihres alten Smartphones. Es gelten die 1&1 Trade-In Teilnahmebedingungen. Bei verbindlicher Vorbestellung eines für den deutschen Markt bestimmten Galaxy Modells. Alle Samsung Aktionsmodelle und ausführliche Teilnahmebedingungen unter 1und1.de/s20-aktion. Preise inkl. MwSt. 1&1 Telecom GmbH, 56403 Montabaur.